



Teaching TRIZ at School

# TRIZ

## Theorie des erfinderischen Problemlösens

Verbessere Deine Problemlösungskompetenz



GD Bildung und Kultur

Programm für lebenslanges Lernen



**Herausgeber:**

Gaetano Cascini (Universität Florenz)

**Autoren:**

Gaetano Cascini (Universität Florenz), Francesco Saverio Frillici (Universität Florenz), Jürgen Jantschgi (Fachhochschule Kärnten), Igor Kaikov (EIFER), Nikolai Khomenko (TRIZ Master certified by G. S. Altshuller), Ingrīda Muraškovska

**Übersetzung und Adaptierung:**

Jürgen Jantschgi, Christina Mundschütz, Elke Pototschnik (Fachhochschule Kärnten)

**Layout:**

Fabio Tomasi (AREA Science Park)

**Grafik Titelblatt & Icons:**

Harry Flosser (Harry Flosser Studios)

**Auflage**

DE 1.1 - November 2009

Überarbeitete Versionen: siehe TETRIS Projekthomepage [www.tetris-project.org](http://www.tetris-project.org)

**Urheberrecht (Copyright)**

Dieses Handbuch wurde im Rahmen des Projektes TETRIS - mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Kommission, Förderprogramm Leonardo da Vinci - entwickelt.

**TETRIS Projektpartner**

AREA Science Park (Italien) [www.area.trieste.it](http://www.area.trieste.it) (Projektkoordinator)

ACC Austria GmbH (Österreich) [www.the-acc-group.com](http://www.the-acc-group.com)

European Institute for Energy Research - EIFER (Deutschland) [www.eifer.uni-karlsruhe.de](http://www.eifer.uni-karlsruhe.de)

Fachhochschule Kärnten (Österreich) [www.fh-kaernten.at](http://www.fh-kaernten.at)

Harry Flosser Studios (Deutschland) [www.harryflosser.com](http://www.harryflosser.com)

Höhere Technische Lehranstalt Wolfsberg (Österreich) [www.htl-wolfsberg.at](http://www.htl-wolfsberg.at)

Jelgava 1. Gymnasium (Lettland) [www.lgim.jelgava.lv](http://www.lgim.jelgava.lv)

Siemens AG, Industrial Automation and Drive Technology (Deutschland) [w1.siemens.com/entry/cc/en/](http://w1.siemens.com/entry/cc/en/)  
STENUM Forschungsgesellschaft (Österreich) [www.stenum.at](http://www.stenum.at)

Technical Institute for Industry "Arturo Malignani" (Italien) [www.malignani.ud.it](http://www.malignani.ud.it)

The educational center for adults of Jelgava (Lettland) [www.jrpic.lv](http://www.jrpic.lv)

Universität Florenz (Italien) [www.dmti.unifi.it](http://www.dmti.unifi.it)

Dieses Handbuch darf bei Nennung des Urheberrechts ungehindert kopiert und verbreitet werden. Dies gilt auch bei auszugsweisen Gebrauch des Handbuches.

Lehrer, Trainer und andere Nutzer oder Verbreiter sind aufgefordert die Autoren, das TETRIS Projekt und das Programm Lebenslanges Lernen zu zitieren.

Weiters ist die Übersetzung in andere Sprachen erlaubt. Übersetzer sind aufgefordert das gegenwärtige Urheberrecht zu übernehmen und den übersetzten Text dem Projektkoordinator zuzusenden. Im Anschluss wird die Version auf der Projekthomepage zur freien Verbreitung publiziert.

**Haftungsausschluss**

Dieses Projekt wurde mit Mitteln des Europäischen Kommision finanziell unterstützt. Die Publikation spiegelt rein die Ansichten der Autoren wider.

Die Europäische Kommission kann nicht für die Inhalte und den weiteren Gebrauch dieser Informationen verantwortlich gemacht werden.

## Legende der Symbole

Die folgenden Symbole sollen dabei helfen die gesuchten, relevanten Informationen schneller im Handbuch zu finden.



**Definition oder wesentliches Konzept**



**Beispiel**



**Werkzeug / Instrument**



**Selbstbeurteilung / Beispiele**



**Antworten zur Selbstbeurteilung / Beispiele**



**Literaturliste / Quellenangabe**



**Glossar / Begriffe**



**Verweise zu anderen Kapiteln des Handbuchs**



**Wesentliche Aussagen / Konzepte**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Grundlagen des klassischen TRIZ</b>	<b>1</b>
1.0 Warum sollen wir die Grundlagen angewandter Theorien kennen?	1
1.0.1 Der Begriff der Kreation (Schöpfung) ist ähnlich dem Begriff des Horizonts	2
1.1 Einführung für Schulen und Unternehmen	5
1.2 Einführung für Schüler und Studenten	12
1.3 TETRIS OTSM1-TRIZ Glossar: Lösung	17
1.3.1 Problem	17
1.3.1.1 Typisches Problem	17
1.3.1.2 Nicht typisches Problem (siehe: Innovative (Problem-) Situation)	17
1.3.1.3 Innovative (Problem, erforderliche) Situation	17
1.3.2 Lösung	18
1.3.2.1 Typische Lösung	18
1.3.2.2 Nicht Typische Lösung	18
1.3.2.3 Reihe von Lösungen	18
1.3.3 Modelle zur Darstellung von Elementen innovativer bzw. erforderlicher (Problem) Situationen	23
1.3.3.1 ENV Modell	23
1.3.3.2 Element (Komponente)	26
1.3.3.3 Parameter (Variable, Synonyme: Eigenschaft, Merkmal, Charakteristik, etc.)	27
1.3.3.4 Ausprägung / Wert (Value)	27
1.3.3.5 Multidimensionales Denken bzw. System Operator	27
1.3.3.6 OTSM-TRIZ Modelle des Problemlösungsprozesses	29
1.3.3.7 "Trichter" Modell (Funnel Model) eines TRIZ basierenden Problemlösungsprozesses	30
1.3.3.8 Zangen bzw. "Tongs" Modell der modernen OTSM-TRIZ	31
1.3.3.9 Das Hügel bzw. "Hill" Modell der klassischen TRIZ	32
1.3.3.10 Das Widerspruchs-Modell bzw. "Contradictions" Modell	33
<b>2 Entwicklungsgesetze technischer Systeme</b>	<b>37</b>
2.0 Einleitung	37
2.0.1 Die Rolle der Gesetze in TRIZ	37
2.0.1.1 Gesetze in der Wissenschaft	37
2.0.1.2 Gesetze in TRIZ	38
2.0.1.3 Die Charakteristika der Gesetze von der Entwicklung technischer Systeme und ihrer verschiedenen Systementwicklungsphasen	39
2.0.1.4 Die Definition von den Gesetzen über die Entwicklung technischer Systeme im vorliegenden Lehrbuch	39
2.1 Das Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines Systems	40
2.1.1 Definition	40

2.1.2 Theorie	40
2.1.2.1 Details	40
2.1.2.2 Die typischen Fehler	41
2.1.3 Modell	42
2.1.4 Werkzeuge (und wie man sie benützt)	42
2.1.4.1 Wie legt man die Funktion des technischen Systems korrekt fest?	42
2.1.4.1.1 Ein paar einleitende Bemerkungen	42
2.1.4.1.2 Die Struktur des Systems	43
2.1.4.1.3 Der Algorithmus der definierten Funktion	43
2.1.5 Beispiel	44
2.1.5.1 Der erste Schritt	44
2.1.5.2 Der zweite Schritt	44
2.1.5.3 Der dritte Schritt	45
2.1.6 Wie legt man die Teile des technischen Systems korrekt fest?	45
2.1.6.1 Einige einleitende Bemerkungen	45
2.1.6.2 Wie schätzt man die Arbeitskapazität der Teile des technischen Systems ein	47
2.1.6.3 Wie schätzt man die Arbeitsweise von Teilen des technischen Systems ein?	47
2.1.7 Beispiel (Problemlösung)	48
2.1.7.1 Beispiel: Die Bedingungen für eine "Antriebsunfähigkeit"	48
2.1.7.2 Beispiel: "Übertragungsunfähigkeit"	48
2.1.7.3 Beispiel: "Werkzeugunfähigkeit"	48
2.1.7.4 Beispiel: "Unfähigkeit des Steuerungssystems"	49
2.1.7.5 Beispiel	49
2.1.8 Selbsttest	49
2.1.9 Zusammenfassung	50
2.1.10 Literatur	50
2.2 Das Gesetz von der energetischen Leitfähigkeit eines Systems	51
2.2.1 Definition	51
2.2.2 Theorie	51
2.2.2.1 Leitung der Energie als ein geschätzter Parameter des technischen Systems	51
2.2.2.2 Die typischen Fehler	52
2.2.2.3 Beispiel Roter Faden (Erklärung der Theorie)	52
2.2.3 Modelle	53
2.2.3.1 Das Vier-Elemente-Modell	53
2.2.3.2 Beispiel (Sokolov'scher Lautsprecher) – eine Überleitung der Energie	53
2.2.3.3 Die energetischen Leitfähigkeit im Vier-Elemente-Modell	55
2.2.3.4 Beispiel Ein Sicherheitsschalter an einer Presse	55
2.2.3.5 Beispiel Schutz gegen elektronisches Scannen	57
2.2.4 Instrumente (wie man sie benutzt)	59
2.2.5 Beispiele (Problemlösungen)	59
2.2.5.1 Beispiel (die Prognose für eine Auto-"Steuerung")	59
2.2.5.2 Beispiel (das Management eines Unternehmens)	60
2.2.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	60

2.2.6.1 Zusammenfassung	60
2.2.6.2 Fragen	61
2.2.6.3 Übungen	61
2.2.6.4 Aufgaben	62
2.2.7 Literatur	62
2.3: Das Gesetz von der Abstimmung der Rhythmisik der Teile eines Systems	63
2.3.1 Definition	63
2.3.2 Theorie (Details)	63
2.3.3 Modell	64
2.3.4 Instrumente – Werkzeuge (und deren Anwendung)	64
2.3.4.1 Beispiel Paraolympische Spiele	65
2.3.5 Beispiel (Problemlösung)	66
2.3.5.1 Beispiel	66
2.3.5.2 Beispiel	67
2.3.5.3 Beispiel	68
2.3.5.4 Beispiel	68
2.3.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	69
2.3.6.1 Zusammenfassung	69
2.3.6.2 Fragen	70
2.3.6.3 Übung	70
2.3.6.4 Aufgaben	70
2.3.6.5 Literatur	70
2.4: Gesetz von der Erhöhung des Grades der Idealität eines Systems	71
2.4.1 Defintion	71
2.4.2 Theorie (Details)	71
2.4.3 Modell	74
2.4.4 Instrumente – Werkzeuge	74
2.4.5 Beispiele	75
2.4.5.1 Beispiel	75
2.4.5.2 Beispiel	75
2.4.5.3 Beispiel	75
2.4.5.4 Beispiel	76
2.4.5.5 Beispiel	76
2.4.5.6 Beispiel	78
2.4.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	78
2.4.6.1 Zusammenfassung	78
2.4.6.2 Fragen	78
2.4.7 Literatur	78
2.5 Das Gesetz von der ungleichen Entwicklung der Systemteile	79
2.5.1 Definition	80
2.5.2 Theorie (Details)	80
2.5.3 Typische Fehler	80
2.5.4 Modell	81
2.5.5 Instrumente – Werkzeuge (wie man sie verwendet)	83
2.5.5.1 Entwicklungsgesetze und ihre Werkzeuge	83
2.5.5.2 S-förmige Kurve	83
2.5.5.3 Die Bildung eines Problemnetzwerks und die Analyse seiner Struktur	83
2.5.6 Beispiel	83
2.5.6.1 Beispiel	83

2.5.6.2 Beispiel	84
2.5.6.3 Beispiel	84
2.5.6.4 Beispiel	84
2.5.7 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	84
2.5.7.1 Zusammenfassung	84
2.5.7.2 Fragen	85
2.5.8 Literatur	85
2.6 Das Gesetz vom Übergang zu einem Supersystem	86
2.6.1 Definition	86
2.6.2 Theorie (Details)	86
2.6.3 Modell	86
2.6.4 Beispiel	87
2.6.4.1 Beispiel	87
2.6.4.2 Beispiel	87
2.6.4.3 Beispiel	87
2.6.4.4 Beispiel	88
2.6.4.5 Beispiel	88
2.6.4.6 Beispiel	88
2.6.4.7 Beispiel	88
2.6.4.8 Beispiel	88
2.6.4.9 Beispie	88
2.6.5 Beispiel: Lautsprecher	88
2.6.5.1 Beispiel	88
2.6.5.2 Beispiel	89
2.6.5.3 Beispiel	90
2.6.5.4 Beispiel	90
2.6.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	91
2.6.6.1 Zusammenfassung	91
2.6.6.2 Fragen	91
2.6.7 Literatur	91
2.7: Das Gesetz über den Übergang von einem Makro- zu einem Mikrolevel	92
2.7.1 Definition	92
2.7.2 Theorie (Details)	93
2.7.3 Modell	93
2.7.4 Instrumente – Werkzeuge (wie man sie verwendet)	94
2.7.5 Beispiele	95
2.7.5.1 Beispiel	95
2.7.5.2 Beispiel	95
2.7.5.3 Beispiel	95
2.7.5.4 Beispiel	95
2.7.5.5 Beispiel	96
2.7.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	96
2.7.6.1 Zusammenfassung	96
2.7.6.2 Fragen	96
2.7.7 Literatur	96
2.8: Das Gesetz von der Erhöhung der Stoff-Feld Komplexität	97
2.8.1 Definition	98
2.8.2 Theorie (Details)	98
2.8.3 Modell	98
2.8.4 Instrumente – Werkzeuge (wie man sie verwendet)	99

<b>2.9 Beispiel</b>	<b>99</b>
2.9.1 Beispiel	99
2.9.2 Beispiel	100
2.9.3 Beispiel	100
2.9.4 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	102
2.9.4.1 Zusammenfassung	102
2.9.4.2 Fragen	103
2.9.5 Literatur	103
<b>3 Kurzer Überblick über Altshullers Algorithmus des erfinderischen Problemlösens (ARIZ) dargestellt durch die Analyse eines realen Problems</b>	<b>105</b>
3.0 ARIZ Entstehung und Entwicklung	105
3.0.1 Ein Problem lösen: ein kurzer Überblick über die Hauptphasen ARIZ- basierender Arbeit	107
3.1 Die erste Phase. Konstruktion eines Problemmodells unter der Verwendung von standardisierten erforderlichen Lösungen	109
3.1.1 Die erste Phase. Konstruktion eines Problemmodells unter der Verwendung von standardisierten erforderlichen Lösungen	109
3.1.2 Die zweite Phase. Die verfügbaren Ressourcen analysieren	110
3.1.3 Die dritte Phase. Entwicklung einer Idee einer zufriedenstellenden Lösung durch die Analyse der IFRs und der physikalischen Widersprüche in Hinblick auf die spezifischen Ressourcen	110
3.1.4 Die vierte Phase. Ressourcen mobilisieren	111
3.1.5 Die fünfte Phase. Verwendung der Wissenssammlung in TRIZ	111
3.1.6 Die sechste Phase. Die anfängliche Problembeschreibung verändern und/oder korrigieren	111
3.1.7 Die siebente Phase. Bewertung der erhaltenen Lösungen	111
3.1.8 Die achte Phase. Das Anwendungsziel erweitern und eine kreative Lösung standardisieren	111
3.1.9 Die neunte Phase. Reflexion der ausgeführten Arbeit	112
3.2 Die Liste der ARIZ-Schritte	112
3.2.1 Teil 1: Analyse eines Problems und Erzeugung eines Modells	115
3.2.2 Teil 2: Analyse eines Problemmodells	129
3.2.3 Teil 3: Definition des idealen Endresultates (IFR) und der physikalischen Widersprüche, welche die Erreichung des IFR verhindern	136
<b>4 Stoff-feld Analyse und Standardlösungen</b>	<b>149</b>
4.1 Stoff-Feld Analyse und Standardlösungen: Grundbegriffe	149
4.1.1 – Elemente eines minimalen technischen Systems	152
4.1.1.1 - Arten von Feldern und zugehörige Symbole	153
4.1.1.2 - Arten von Wechselwirkungen und zugehörige Symbole	156
4.1.2 – Modell eines minimalen technischen Systems	161
4.1.2.1 – Graphische Darstellung eines Stoff-Feld Modells	162
4.2 - Die Standardlösungen	165
4.2.1 – Struktur einer Standardlösung	167
4.2.1.1 - Veränderung eines Stoff-Feld Systems	170
4.2.2 – Klassifizierung der Standardlösungen	174

Klasse 1: Einführung von Wechselwirkungen und Reduzierung schädlicher Wirkungen	176
Klasse 1.1: Aufbau und Verbesserung eines Stoff-Felds	176
Standard 1-1-1: Darstellung des Stoff-Feld Systems	177
Standard 1-1-2: Verbesserung der Wechselwirkungen durch Einführung von Zusätzen in die Objekte	180
Standard 1-1-3: Verbesserung der Wechselwirkungen durch Einführung von Zusätzen in das System	183
Standard 1-1-4: Einsatz von Ressourcen der Umgebung um Wechselwirkungen zu verbessern	185
Standard 1-1-5: Veränderung der Umgebung um Wechselwirkungen zu verbessern	187
Standard 1-1-6: Unterstützung des minimalen Effekts einer Aktion	190
Standard 1-1-7: Unterstützung / Absicherung des maximalen Effekts einer Aktion	193
Standard 1-1-8: Unterstützung des selektiven Effekts	195
Standard 1-1-8-1: Bereitstellung eines selektiven Effekts durch ein maximales Feld und einen schützende Stoff	196
Standard 1-1-8-2: Bereitstellung eines selektiven Effekts durch ein minimales Feld und einen wirksamen Stoff	199
Klasse 1.2: Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung	201
Standard 1.2.1 – Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung durch einen fremdartigen Stoff	202
Standard 1.2.2 – Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung durch Änderung eines bestehenden Stoffes	204
Standard 1.2.3 – Beseitigung eines schädlichen Effekts eines Feldes	207
Standard 1.2.4 – Beseitigung eines schädlichen Effekts durch ein neues Feld	209
Standard 2.1.1 – Entwicklung einer Stoff-Feld kette	211
Standard 2.1.2 – Entwicklung eines dualen Stoff-Feld Systems	213
Standard 2.2.2 – Erhöhung des teilungsgrades von Stoffbestandteilen	216
Standard 2.2.3 – Übergang zu kapillaren, porösen Objekten	218
Standard 2.2.4 – Erhöhung des grades der Dynamik des Systems	220
Standard 3.1.1 – Entwicklung von Bi- und Poly-Systemen	223
Standard 3.1.2 – Entwicklung von Verbindungen in Bi- und Poly-Systemen	225
Standard 3.1.3 – Erhöhung der Unterschiede zwischen Systembestandteilen	226
Standard 3.1.4 – Integration von mehreren Bestandteilen in eine einzige Komponente	227
Standard 3.1.5 – Verteilung der unvereinbaren Eigenschaften auf das System und seine Teile	229
Standard 3.2.1 – Übergang zur Mikro-Ebene	231
Standard 5.1.1.1 – Einführung von Stoffen in ein System unter einschränkenden Bedingungen	232
<b>5 Lösung von Widersprüchen / Ressourcen / Effekte</b>	<b>235</b>
5.1 - Definition der Widersprüche	235
5.1.1 – Arten von Widersprüchen	235
5.1.1.1 – Administrative Widersprüche	236
5.1.1.2 – Technische Widersprüche	237

# tetris



## ANWENDUNGSHINWEISE ZUM TETRIS HANDBUCH

### AUSGANGSPUNKT

Dieses Handbuch ist eines der Ergebnisse des Projektes TETRIS, einer Initiative im Rahmen des European Lifelong Learning Programms, mit den Zielen

- die pädagogischen Anforderungen von Sekundarschulen (Oberstufen Gymnasien bzw. berufsbildende Schulen), Universitäten und Unternehmen aus unterschiedlichen europäischen Ländern zu identifizieren, die daran interessiert sind, TRIZ (Theorie des erfinderischen Problemlösens) im Rahmen ihres Curriculum bzw. Ausbildungsprogramms einzuführen;
- SchülerInnen aus höheren Schulen (Sekundarstufe) dafür zu gewinnen, sich mit Methoden und Instrumenten auseinanderzusetzen, die ihre Kreativität steigern und sie bei ihren Problemlösungsfähigkeiten mit systematischen Mitteln unterstützen;
- ein Ausbildungs-Modell zu definieren, das passend für die unterschiedlichen Ansprüche der TRIZ Ausbildung ist;
- Unterrichtsmaterialien zu erstellen und zu bewerten, die an verschiedene spezifische Situationen angepasst werden und die in einer großen Anzahl von Zusammenhängen verwendet werden können.

Der Aufbau des Handbuchs wurde so konzipiert, dass eine bestmögliche Anpassung an die unterschiedlichen Anforderungen von TRIZ Lernenden möglich wird.

Ein ausgewählter Teil der klassischen TRIZ Wissenssammlung (“TRIZ Body of Knowledge”) wurde in unterschiedliche Bereiche aufgeteilt, um je nach Bedürfnissen und Umständen von LehrerInnen, SchülerInnen, AnfängerInnen oder PraktikerInnen zusammengestellt werden zu können.

Aus diesen Gründen werden unterschiedliche LeserInnen auch verschiedene Teilmengen der Kapitel und Absätze, die unten genauer beschrieben werden, auswählen.

Das Handbuch ist unterteilt in 5 Hauptkapitel mit den folgenden Themen:

1. Einführung(en)
2. Entwicklungsgesetzte technischer Systeme
3. Altshullers Algorithmus des erfinderischen Problemlösens
4. Stoff-Feld-Analyse und Standardlösungen
5. Lösung von Widersprüchen; Ressourcen und Effekte

Zusätzlich wurden dem Handbuch auch eine Reihe von Beispielen von innovativen Problemen mit Lösungen angehängt und 5 Animationen entwickelt.

### Aufbau der Kapitel

Jedes Kapitel ist, wie später genauer erklärt, einem bestimmten Thema gewidmet; außerdem wurden die Kapitel in Unterkapitel unterteilt.

So können z.B. Leser, die einen generellen Überblick über den TRIZ “Body of Knowledge” bekommen wollen, nur die ersten Abschnitte jedes Kapitels lesen, die durch einen roten Streifen am Rand der Seite hervorgehoben wurden. Daneben können sich diejenigen, die tiefer in ein bestimmtes Thema einsteigen möchten, ganz dem jeweiligen Kapitel zuwenden, und den Rest des Handbuchs weniger berücksichtigen.

Unabhängig vom Detaillierungsgrad des Kapitels sind die dazugehörigen Bereiche in folgende Unterbereiche geteilt:

- Definition: Kurze Definition des ausgewählten Themas

- Theorie: theoretische Aspekte zur Erläuterung des Themas
- Modell: konzeptionelle Modelle und grafische Darstellungen des Themas
- Werkzeug/Instrument: operative Anleitungen, wie das Thema zu nutzen bzw. einzuführen ist
- Beispiel: beispielhafte Anwendungen des Themas
- Selbstbeurteilung: Übungen um das Level des Verständnisses des Lesers über das Thema zu überprüfen
- Literaturliste/Quellenangabe: weiterführende Literatur zum Thema

## Nähere Beschreibung der Kapitel des Handbuchs und der damit verbundene Zweck

### Kapitel 1: Einleitung(en)

- Der erste Absatz führt Lehrende und erwachsene LeserInnen in das Thema TRIZ ein und er- klärt die Erwartungen und möglichen Leistungen;
- Der zweite Teil ist eine Einführung für SchülerInnen und StudentInnen; Ziel ist es, die jüngeren LeserInnen zum TRIZ Studium zu motivieren;
- Der dritte Teil stellt Begriffe und Konzepte vor, die helfen, die nachfolgenden Kapitel zu verstehen.

### Kapitel 2: Entwicklungsgesetze technischer Systeme

- Die Beobachtungen der Entwicklung von technischen Systemen haben gezeigt, dass alle menschlichen Produkte sich weiterentwickeln, indem wiederkehrenden Mustern gefolgt wird, ungeachtet dessen, was das spezielle Ziel der Weiterentwicklung ist. In anderen Worten: Technische Systeme entwickeln sich abhängig von objektiven Gesetzen, die nicht abhängig vom Anwendungsfeld oder der Funktion, die das technische System erfüllen soll, sind. Diese Gesetze steuern die Entwicklung eines technischen Systems genau wie die Naturgesetze die Entwicklung von biologischen Systemen regeln. Das Wissen über Genetik erlaubt uns die Charakteristika eines lebenden Organismus vorherzusagen; genau wie die Entwicklungsgesetze technischer Systeme es uns erlauben, die zukünftige Entwicklung von technischen Systemen vorherzusagen.
- Das zweite Kapitel beschreibt die acht grundlegenden Entwicklungsgesetze technischer Systeme, die dazu verwendet werden können, den derzeitigen Stand (Reifegrad) eines bestimmten technischen Systems zu analysieren und/oder die Entwicklung erforderlicher Problemlösungen mit einem effektiven zielorientierten Ansatz zu lösen.

### Kapitel 3: Algorithmus des erforderlichen Problemlösens

- Die Weiterentwicklung von Systemen gelingt oft durch das Lösen von Widersprüchen z.B. von Konflikten zwischen dem System und dessen Umwelt oder zwischen bestimmten Teilen des Systems selbst. Der TRIZ Forschung nach schließen erforderliche Lösungen, die einen großen Beitrag zur Entwicklung eines technischen Systems leisten, keinen Kompromiß zwischen gegensätzlichen Anforderungen. Widersprüche zu überwinden ist daher die treibende Kraft hinter Systementwicklungen und ihre Identifikation ist der erste Schritt jedes Innovationsprozesses.
- Das dritte Kapitel führt den Leser zum TRIZ Ansatz des Analysierens und Umformulierens eines Problems durch sich widersprechende Parameter (in TRIZ Worten: Widersprüche). Dieses schrittweise Verfahren ist eingebettet in die TRIZ Logik und die dadurch praktischen sich stetig steigernden individuellen Problemlösungskompetenzen.

### Kapitel 4: Stoff-Feld-Analyse und Standardlösungen

- Die innovativen Standardlösungen (meist nur kurz "Standards" genannt) sind ein System von 76 Modellen zum Aufbau und zur Weiterentwicklung von technischen Systemen in Übereinstimmung mit den Entwicklungsgesetzen technischer Systeme. Gemeinsam mit dem Datenbestand der wissenschaftlichen Effekte und der Innovativen Prinzipien bilden diese den klassischen TRIZ Body of Knowledge.

- Das vierte Kapitel erklärt im Detail den Stoff-Feld Modell-Ansatz, der ein TRIZ Instrument für die Formung von Problemsituationen ist; dann wird eine Auswahl von innovativen Standardlösungen präsentiert, mit dem Ziel, eine Referenzliste von Lösungstechniken zu schaffen.

## Kapitel 5: Instrumente und Prinzipien zur Lösung von Widersprüchen

- Jedes erfinderische Problem sollte nach der ARIZ Logik analysiert werden und wenn die zugrundeliegenden technischen und physikalischen Widersprüche identifiziert wurden, und die Ideal-Situation dargestellt wurde, kann ein neues Konzept, mit Hilfe der Innovativen Prinzipien bzw. der Separationsprinzipien entwickelt werden.
- Das fünfte Kapitel beschreibt die TRIZ Werkzeuge zur Lösung von Widersprüchen indem aufzeigt wird, welche Widersprüchen TRIZ unterscheidet und wie ein Problem, das nach der ARIZ Logik definiert wurde, gelöst werden kann.

## Anhang: Sammlung von Beispielen

- Der Anhang enthält eine Reihe von Beispielen zu erfinderischen Problemen mit einer detaillierten, schrittweisen Beschreibung des Problemlösungsprozess bis zur Bildung einer möglichen Lösung.

## **Inhalt der Animationen**

Die TETRIS Unterrichtsmaterialien beinhalten auch eine Reihe von Animationen, die dazu genutzt werden können, um sowohl zum Beschäftigen mit TRIZ zu motivieren, als auch Unterstützung dabei zu geben, die Modelle von TRIZ zu erklären bzw. zu verstehen. (LehrerInnen können die Animationen an bestimmter Stelle stoppen um das Konzept hinter diesen Kurzgeschichten näher zu erklären).

Der Inhalt der Animationen wird in Folge kurz zusammengefasst:

### Animation 1: Die Entwicklung von TRIZ

- Diese Kurzgeschichte zeigt den Ursprung von TRIZ als Theorie, die durch eine umfangreiche experimentale Tätigkeit (Abb. 1) entwickelt wurde, genau wie andere gut etablierte Wissenschaften.
- Die Animation stellt auch die Existenz der Entwicklungsgesetze dar, die beschreiben, wie sich technische Systeme entwickeln.

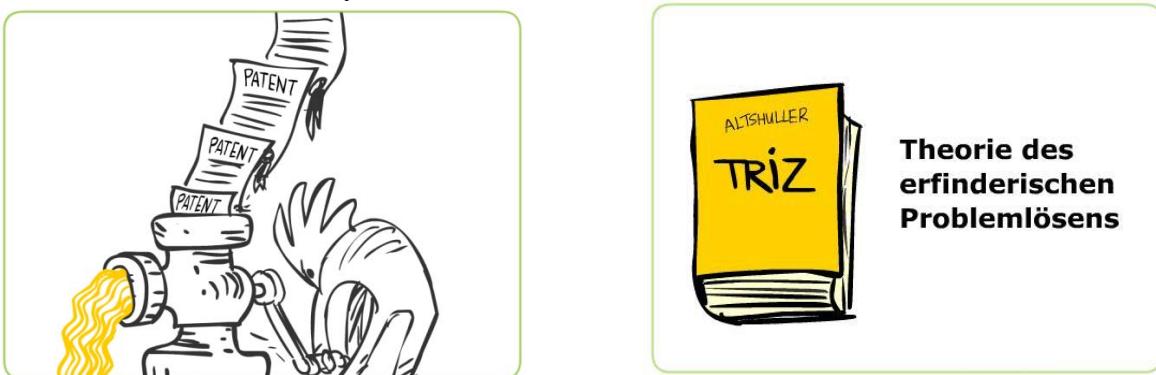


Abb. 1: Entwicklung von TRIZ

### Animationen 2-4: Nina in der Schule/Universität/Arbeit

- Die weiteren Geschichten zeigen Nina in unterschiedlichen Altersstufen; das Hauptziel dieser Geschichten ist es zu zeigen, wie eine systematische Herangehensweise an die Problemlösung die Findung von effektiven Lösungen in allen möglichen Situationen unterstützen kann, sowohl im Privatleben als auch in der Schule bzw. bei der Arbeit.

# tETRIS

- Diese Animationen stellen auch eine praktische Unterstützung dar, um LehrerInnen bei der Einführung von TRIZ Grundlagen zu unterstützen.
- Animation 2 zeigt das Konzept der Widersprüche (Abb. 2) und, dass es wichtig ist, jeden Kompromiss zurückzuweisen indem man das “meist gewünschte Ergebnis” formuliert.
- Animation 2 stellt zudem das Zangen-Modell (Abb. 3) vor: um die zugrunde liegenden Widersprüche zu identifizieren ist es notwendig, das meist gewünschte Ergebnis mit den derzeit verfügbaren Ressourcen zu vergleichen. TRIZ lehrt, dass die Identifikation von Widersprüchen ein entscheidender Schritt zur Entwicklung von innovativen Lösungen ist.

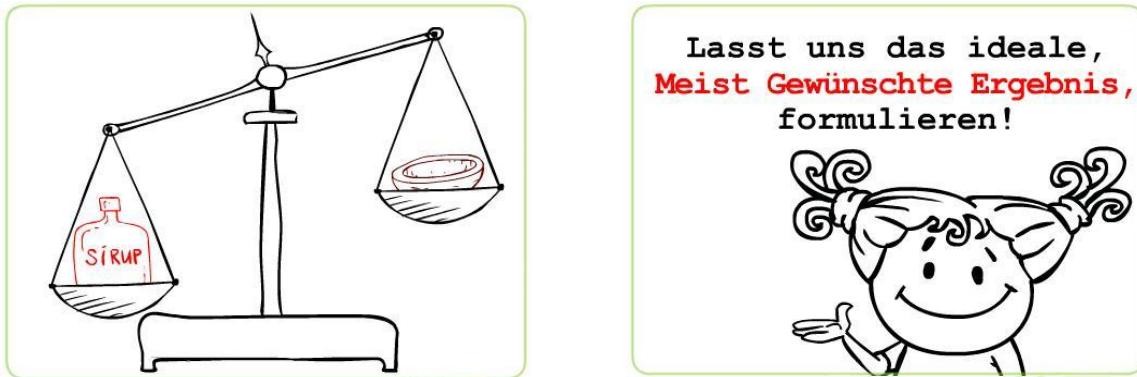


Abb. 2: Animation 2 – Das Konzept der Widersprüche und die Formulierung des meist gewünschten Ergebnisses

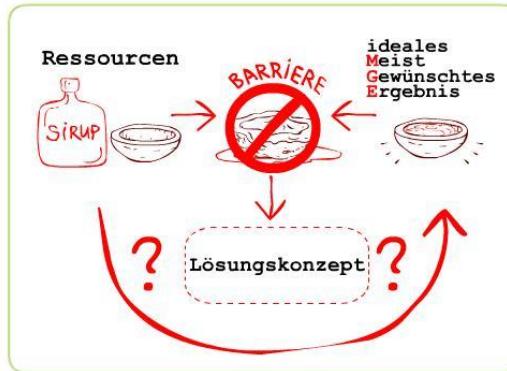


Abb. 3: Animation 2 – Das Zangen- Modell: Ein Vergleich zwischen der derzeitigen Situation und dem meist gewünschten Ergebnis erlaubt es das Hindernis in Form von Widersprüchen zu identifizieren.

- Animation 3 fügt den in der ersten Episode vorgestellten Konzepten weitere Details hinzu: um Trägheit zu überwinden wird vorgeschlagen Widersprüche zu identifizieren und zu übertreiben. Als Konsequenz der Betrachtungsweise aus verschiedenen Perspektiven können radikale Änderungen angedacht und durchgeführt werden. (Abb. 4)

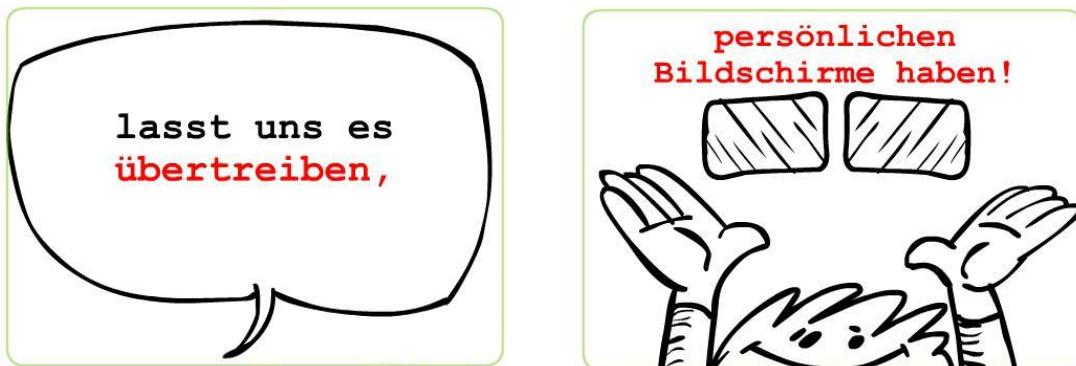


Abb. 4: Animation 3 – Übertreibung von Widersprüchen hilft dabei geistige Trägheit zu überwinden.

- Animation 4 hebt ein weiteres extrem wichtiges Merkmal der Formulierung des am meisten gewünschten Ergebnisses hervor: Die “Idealität” schlägt vor, dass das System die Funktion SELBST erfüllen soll, ohne die Nutzung weiterer Ressourcen (Abb. 5)
- Animation 4 beinhaltet auch eine Liste von Produkten, die als Beispiel für jenes innovative Prinzip, das Nina mehrfach angewandt hat um die Probleme zu lösen, genutzt werden können.



Abb. 5: Animation 4 – Idealität hilft geistige Trägheit zu überwinden und die Aufmerksamkeit auf die billigste und effektivste Lösung zu richten.

### Animation 5: Die Theorie des erfinderischen Problemlösens

- Die letzte Animation fasst die Konzepte, die in den vorangegangenen Animationen vorgestellt wurden, zusammen und führt in weitere Elemente des TRIZ Body of Knowledge ein.
- Der erste Teil führt die Analogie zwischen TRIZ und anderen Wissenschaften, wie in der ersten Animation beschrieben, weiter; analog zur Genetik, die erlaubt, die Evolution eines lebenden Organismus vorherzusagen, hilft TRIZ dabei, die Weiterentwicklung von technischen Systemen vorherzusehen (Abb. 6).
- Diese Animation kann Lehrende dabei unterstützen, sowohl das Multidimensionale Denken - den System Operator (Abb. 7) als auch die Stoff-Feld-Analyse und die innovativen Standardlösungen (Standards) vorzustellen (Abb. 8).

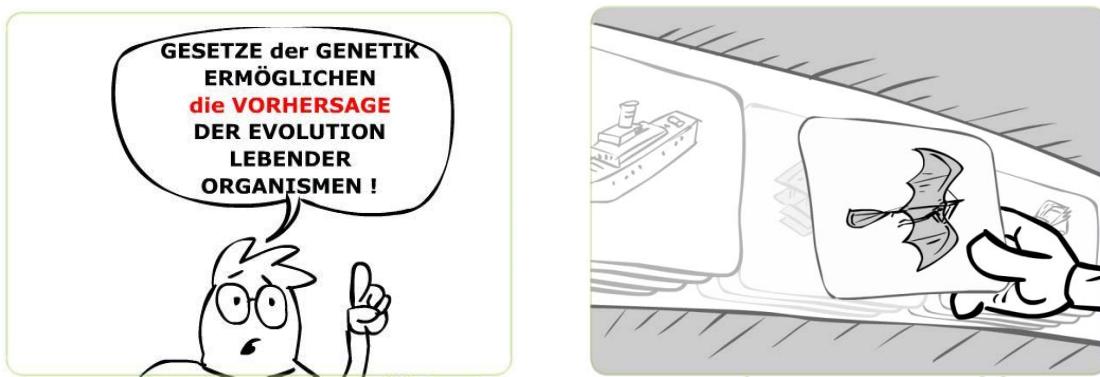


Abb. 6: Animation 5 – Idealität hilft geistige Trägheit zu überwinden und die Aufmerksamkeit auf die billigste und effektivste Lösung zu richten.

# tETRIS

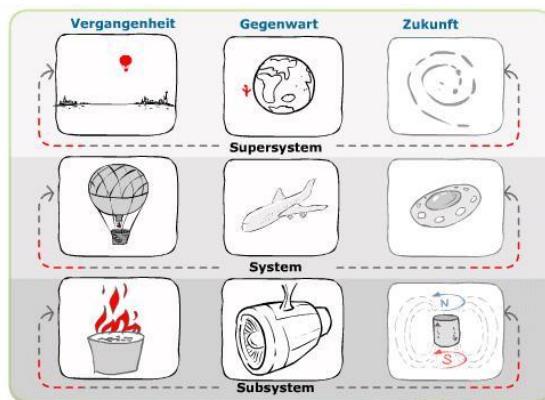


Abb. 7: Animation 5 – Multidimensionales Denken bzw. System Operator:  
Der TRIZ Ansatz zum systematischen Denken.

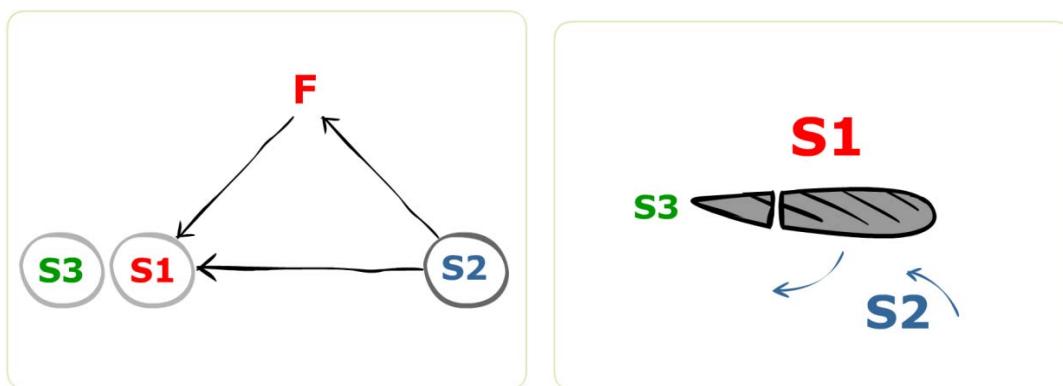


Abb. 8: Animation 5 – Stoff-Feld Modelle und erforderliche Standardlösungen.

## Die Zukunft des TETRIS Projekts:

Das Projekt TETRIS ist der erste Versuch einheitliche, mehrsprachige Unterrichtsmaterialien zu erstellen, die von LehrerInnen, SchülerInnen, TrainerInnen, Fachleuten und interessierten LeserInnen als Alternative zu den mehrfach zersplitteten TRIZ Materialien, die derzeit verfügbar sind, benutzt werden können.

Es ist wichtig anzumerken, dass alle Materialien bei Nennung des Urheberrechts ungehindert kopiert und verbreitet werden dürfen. Dies gilt auch bei auszugsweisem Gebrauch des Handbuchs.

Das Ziel des TETRIS Projektteams war es nicht, allumfassende Materialien zu entwickeln, die den gesamten TRIZ Body of Knowledge abbilden. Daher können die TETRIS Materialien ergänzt und verbessert werden. Diejenigen, die dazu beitragen können, die Inhalte in andere Sprachen zu übersetzen bzw. auch das bestehende Material verbessern oder mit einbeziehen wollen sind dazu eingeladen, den Projekt Koordinator zu kontaktieren.

## 1. Grundlagen der klassischen TRIZ

### 1.0 Warum sollen wir die Grundlagen angewandter Theorien kennen?

Häufig hört man folgenden Kommentar: „Wir sind die Experten, wir brauchen nicht irgendwelche Theorien...“ Diese Meinung ist teilweise verständlich. In relativ einfachen Situationen, ist es durchaus möglich, durch eine einfache Auswahl der Varianten erfolgreich zu sein und diejenige anzunehmen, welche eine zufriedenstellende Möglichkeit bietet und hilft einige Ziele zu erreichen.

Andererseits sind wir oft mit der Tatsache vertraut, dass die Werkzeuge, welche wir in unseren täglichen Berufstätigkeiten verwenden, häufig auf bestimmten theoretischen Modellen und Annahmen beruhen. Thomas Kuhn beschreibt viele dieser Tatsachen in seinem bekannten Buch *"Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen"*. T. Kuhn zeigt, dass in der Geschichte der Wissenschaft Theorien und ihre Werkzeuge zur Genüge auf der Grundlage von nicht ganz umgesetzten und nicht ganz klar bestimmten Voraussetzungen erstellt wurden. Kuhn nennt diese grundlegenden theoretischen Voraussetzungen Paradigmen. Das Erkennen und Korrigieren dieser Voraussetzungen führte zu gravierenden Veränderungen in der wissenschaftlichen Vorstellung und brachte neue, wirkungsvollere Werkzeuge hervor.

Man kann sich nur schwerlich vorstellen, dass die Kathedrale Notre Dame in Paris oder die Kathedrale in Riga ohne eine Theorie, lediglich auf Basis einer Methode des Versuchs und Irrtums, erbaut werden konnte.

Dasselbe betrifft Kraftfahrzeuge. Stellen Sie sich für eine Sekunde vor, dass sie nur „Empiriker“, welche auf die Theorien der Mathematik, der Physik und die Regeln der Unfallverhütung verzichten, in der Konstruktionsabteilung von Mercedes arbeiten und Kraftfahrzeuge mit der Methode des Versuchs und Irrtums entwerfen... Wie viele Jahre oder sogar Jahrhunderte würden sie benötigen um ein neues Modell zu entwerfen?

Es dauerte mehrere Jahrhunderte der Forschung, Experimente und theoretischen Verallgemeinerungen um dies für moderne Kraftfahrzeuge, Flugzeuge, elektronische Geräte, Film, Musikinstrumente möglich gemacht zu haben. All die Arbeit führte zum Auftreten von Regeln für „Empiriker“, welche die mentale, kreative Arbeitsproduktivität bedeutsam erhöhten. Es ist beachtlich, dass Menschen welche diese Regeln häufig verwenden, auf die Möglichkeit verzichten, ähnliche Regeln für Erfinder zu erstellen, die das Neue in jedem Aufgabengebiet hervorbringen – Technologie, Handel, Kunst....

Sogar Poesie, Musik und Architektur haben ihre Regeln – theoretische Verallgemeinerungen. Genau diese Regeln, sprich typische Lösungen, werden von künftigen Fachleuten erforscht. Beispielsweise kann heute jedes Schulkind quadratische Gleichungen lösen und eine lineare Gleichung zeichnen, während diese Dinge vor nicht all zu langer Zeit sehr erfinderisch betrachtet wurden und nicht an Hand von Regeln formalisierbar waren.

Bei der Weltausstellung EXPO 1991 in Plovdiv, Bulgarien, hatte ich die Gelegenheit einen Violinisten, sein Name war Johann, zu treffen. Wir stellten gerade die ersten Versionen der Soft-

ware „Invention Machine“ vor, die dafür bestimmt war, Problemlösungen im Ingenieurwesen zu unterstützen. Es war die weltweit erste TRIZ-basierte Software, die in unserem Forschungslabor entwickelt wurde. „Invention Machine“ half den Ingenieuren wahrhaftig bei ihrer täglichen praktischen Arbeit. Es ist auch diese Software, die TRIZ in der Welt populär machte.

Ein ansprechender Mann steuerte unseren Ausstellungsstand an und fragte, warum unser Unternehmen, welches diese Software entwickelt hatte „Invention Machine Laboratory“ heißt. Während des Gesprächs, stellte sich heraus, dass Johann nicht nur ein Spezialist auf dem Gebiet der Musik, sondern auch in der Computerwissenschaft, die Künstliche Intelligenz genannt wurde, war und das er in der Musik dieselbe Arbeit geleistet hatte, wie dies G.S. Altshuller in der Technologie tat. Johann hatte die Grundsätze, Musik des einen oder anderen Genres zu kreieren, kenntlich gemacht und klar bestimmt, er baute diese in ein System ein und entwickelte eine Software, die jedem erlaubte, eine Sequenz von einigen Noten einzugeben, dem Computer Vorgaben eines gewünschten Musikstückes zu nennen und letzteres, nachdem die Routinearbeiten ausgeführt waren, zu spielen. Sie, als Mitautorin des Computers konnten sich das erhaltene Musikstück anhören und es nach ihrem Geschmack verfeinern. Johann hatte eine einfache Sprache erfunden, die sogar denen, die keine Musikanstrumente spielen konnten und keine Noten kannten, erlaubte, dass System zu benutzen.

Johanns Firma hieß „Computer Music Laboratory“ und seine Software trug den Namen „Composer“. Er gab mir eine Kassette mit aufgenommenen Musikstücken, kreiert von verschiedenen Menschen unter Benutzung seiner Software. Sie beinhaltete Variationen von beliebten musikalischen Melodien verschiedener Genres sowie völlig neue Melodien. Ich pflegte, dieser Musik mit Entzücken zuzuhören, bis ich die Kassette während einer meiner zahllosen Reisen verlor... Es ist bemerkenswert, dass viele meiner Freunde, einschließlich einiger professioneller Musiker, ebenso Gefallen an dieser Musik fanden.

Später las ich über Experimente bei denen computerkomponierte und vom Menschen komponierte Musikstücke verglichen wurden. Ein Auditorium von Musikwissenschaftlern wurde gebeten, sich die Musikstücke anzuhören und zu raten, ob sie von einem Computer oder einem Menschen komponiert wurden. Die professionellen Musiker scheiterten beim Versuch es zu erraten.

Wir können einen wichtigen Schluss aus diesen Vorfällen und Beispielen ziehen. Die kreative Tätigkeit ist nichts unveränderliches, stagnierendes. Was gestern noch wie kreative Arbeit erschien, ist heute Routine. Und was gestern wie ein unerreichbarer Traum wirkte, der enorme erforderliche Anstrengungen voraussetzt, wird heute durch die neue Generation von Schöpfern, unter Anwendung der neuen professionellen Technologien, ausgeführt.

## **0.1 Der Begriff der Kreation (Schöpfung) ist ähnlich dem Begriff des Horizonts.**

Heute, scheint dieser Baum am Horizont höchstens ein Punkt auf der Erde zu sein. Morgen, nachdem wir diesen Baum erreicht haben und unter seinem Schatten geruht haben, werden wir sehen, dass der Horizont (der äußerste Punkt der Erde) verrückt ist und sich eine neue, noch schönere Landschaft vor uns geöffnet hat.

Dasselbe geschieht mit der kreativen Arbeit. Heute nutzen bereits viele Musiker und Komponisten Software wie die, die vor vielen Jahren vom Geiger Johann aus Bulgarien entwickelt wurde. Ebenso, wie viele Ingenieure einige TRIZ Werkzeuge in ihrer praktischen Arbeit nutzen und Probleme lösen, welche im Maschinenbau, in der Nanotechnologie und in der Mikroelektronik jahrelang ungelöst blieben.

Eine interessante Tendenz zeigte sich am Beispiel einer großen Anzahl von Menschen, die mit der beruflichen Studie der klassischen TRIZ beschäftigt sind. Anfangs nahmen sie an TRIZ Kursen teil, um Erfindungen zu entwickeln, die notwendig waren um ihre Dissertationen abzusichern oder um komplizierte Probleme innerhalb von Projekten zu lösen, an denen sie mitwirkten. Mit der Zeit begannen einige von ihnen, TRIZ an ihren Organisationen zu unterrich-

ten, was ihre TRIZ Kompetenz erhöhte. Probleme die im Vorfeld kreativ erschienen waren, begannen alltäglich auszusehen. Oft wurden ihre Probleme mehr und mehr kompliziert. Ihre erfinderische Energie fand den Weg heraus um diese Ziele dabei zu erreichen...

Momentan nehmen herkömmliche Werbespezialisten den Wettkampf mit einem Teil von Kollegen auf, die bereits mit Kenntnissen über die TRIZ-Anwendung in der Werbung gerüstet sind. Und die Entwicklung eines Werbeprodukts, welches helfen würde, die Umsätze für Produkte und Dienstleistungen ihrer Kunden bedeutsam zu erhöhen, ist keinesfalls eine einfache kreative Aufgabe. Die Konkurrenz in der Werbung ist besonders hart und die Ergebnisse der Arbeit sind leicht zu überprüfen: Ein wachsendes Umsatzvolumen bedeutet, dass die Werbekampagne richtig gestaltet und durchgeführt wurde.

Igor Vikentiev, einer meiner vorgesetzten TRIZ Kollegen, der in der Entwicklung von Werbe-Theorien beschäftigt ist und wirksame Methoden zur praktischen Anwendung hervorgebracht hat, schrieb ein Buch mit dem Titel "Advertising Principles". Das Buch wurde viele Male neu veröffentlicht und ist heute ein Handbuch für viele Werbespezialisten.

Es ist natürlich, dass das Buch von einigen Konkurrenten tatkräftig kritisiert wird – herkömmlichen Werbefachleuten, die darauf beharren, dass die Entwicklung eines Werbeprodukts mit einigen Methoden unmöglich ist, dass ein Werbefachmann immer im Todeskampf der Ausarbeitung um ein neues einzigartiges Werbeprodukt sein muss... Dennoch wird ein gewünschtes Ergebnis nicht immer erreicht. Darum kauft die neue Generation der Werbefachleute und die fortgeschrittenen Experten das Buch und nehmen an Workshops von I.V. Vikentiev teil. Die Sache ist, dass seine Ansätze die Wahrscheinlichkeit bedeutsam erhöhen, ein gutes Ergebnis zu erhalten, was wiederum eine höhere Wahrscheinlichkeit bedeutet, eine höchst wirksame Werbekampagne innerhalb eines planmäßigen Zeitrahmens durchzuführen. Das Verwenden der TRIZ basierten Methoden zur Durchführung von Werbekampagnen sichert nachhaltig die Schaffung von guten Ergebnissen und hilft in einem Wettkampf mit denjenigen zu gewinnen, die nicht anerkennen, dass TRIZ eine sehr praktische und wirksame Theorie ist.

Elena Novitskaya ist von Beruf Grafikdesignerin. Sie hat die 40 TRIZ Grundprinzipien erfinderisch überarbeitet und nutzt diese in ihrer Arbeit. Sie hat eine breite Auswahl an Kundschaft. Es ist notwendig zu sagen, dass Altshuller's 40 Grundprinzipien die bekanntesten TRIZ Werkzeug der Welt sind, aber wenige Menschen wissen, dass G.S. Altshuller 1986 Reue bezüglich der Jahre ausdrückte, die er vergeudete um diese Grundprinzipien offenzulegen und zu integrieren und er entfernte sie von der Sammlung der TRIZ Werkzeuge.

Große Fähigkeiten in TRIZ zu besitzen bedeutet, dass ein Spezialist die theoretischen Grundlagen kennt und diese als ein anwendbares Werkzeug nutzen kann; so hilft er seiner Firma dauerhaften Gewinn zu erwirtschaften, sorgt für hohe Erträge im Bereich der Innovation und erhöht die Erfolg-chancen seiner Firma oder Organisation im steigendem, starkem Wettbewerb.

Warum bin ich so interessiert an den Beispielen, die meine Kollegen der Werbebranche betreffen, die in nichttechnischen Bereichen mit der Anwendung von TRIZ Elementen beschäftigt sind? Die Sache ist die, dass Igor Vikentiev kein ausgebildeter Werbespezialist ist. Als die Wirtschaft der UDSSR zusammenbrach und viele Ingenieure ihre Arbeit verloren, begannen diejenigen, die mit TRIZ vertraut waren, die Werkzeuge zu nutzen um Probleme, welche mit der Organisation der Werbebranche verbunden waren zu lösen, und in jenen Nischen von Produkten und Dienstleistungen zu arbeiten, in welchen sich ein neuer Arbeitsmarkt abzeichnete. Die Sache ist, dass eingehendes Wissen über die wesentlichen Grundsätze der klassischen TRIZ nicht nur die wirksame Anwendung seiner Werkzeuge sichert, sondern auch die Entwicklung neuer, auf spezifische Bedürfnisse angepasste Werkzeuge erlaubt, die je nach Bedarf geschaffen werden.

Wenn Experten ihre Werkzeuge durch die Methode des Versuchs und Irrtums , ohne jede theoretische Verallgemeinerung, entwickeln, müssen sie damit rechnen, dass sie von neuem be-

ginnen müssen, wenn ihr Werkzeug nicht funktioniert. Wenn, im Gegensatz eine theoretische Verallgemeinerung gemacht wurde, erleichtert diese häufig, jedoch nicht immer, die nachhaltige Entwicklung von neuen Werkzeugen für neue Anwendungen und die Korrektur von bestehenden theoretischen Grundsätzen. Klassisches TRIZ und seine Werkzeuge wurden, durch das Erforschen angehäufter Erfahrungen von vielen Generationen von Erfindern, auf dieselbe Weise entwickelt.

Demnach können wir als Fazit ziehen, dass angewandte wissenschaftliche Theorien die Wahrscheinlichkeit bedeutsam erhöhen, ein erwünschtes Ergebnis, zu niedrigeren Kosten und besserer Qualität eines gewählten Produktes oder einer Dienstleistung, zu erhalten. Diese Theorien sollen als Grundlage für die Entwicklung neuer Werkzeuge, für die tägliche praktische Anwendung, behilflich sein. Diese Werkzeuge sollen von künftigen Fachleuten im Verlauf ihrer Berufsausbildung erlernt werden.

Die Schwierigkeit besteht darin, dass alle Fachleute, meist zukünftige Konkurrenten, während ihrer Berufsausbildung größtenteils dieselben Werkzeuge erlernen. Das verringert die Wettbewerbsvorteile von Fachleuten und Firmen beträchtlich. Um gegenwärtig im Wettbewerb zu gewinnen, muss man Fähigkeiten entwickeln und verbessern, welche die Wirksamkeit der Arbeit erhöhen, indem man so genannte kreative Probleme löst. Alle Fachleute werden gelehrt, Probleme durch Standardmethoden zu beheben. Bei weitem nicht alle von Ihnen können mit Sonderproblemen umgehen. Es ist jedoch gerade so, dass eine wirksame Arbeit, welche darauf abzielt Standardprobleme zu definieren und zu lösen, einen konkreten Wettbewerbsvorteil mit sich bringt. Und das ist es, wo tiefe Kenntnisse des klassischen TRIZ einem zur Hilfe kommen. Eine gute anwendungsorientierte Theorie verwendend, suchen wir nicht die Lösung für ein Problem der Methode des Versuchs und Irrtums, aber wir tun es systematisch, entwickeln Schritt für Schritt eine Lösung für die entsprechende spezifische Situation.

Die Kenntnis der Theorie verschiedene Werkzeuge zu bauen, erhöht das Niveau der Berufsausbildung und sorgt für wirksame Modifizierungen der bestehenden Werkzeuge oder der Entwicklung von neuen, sofern dies notwendig ist. Das ist es, warum mehr und mehr Universitäten in der ganzen Welt die Möglichkeit in Betracht ziehen, klassische TRIZ- und OTSM- Lehrveranstaltungen in ihren akademischen Studienplan aufzunehmen. Eine gut angewandte Theorie wandelt das Lösen von komplizierten Sonderproblemen, so genannten kreativen Problemen in Routine um, dabei eröffnen sich neue Perspektiven für eine höhere kreative Arbeit und dem Arbeiten an komplexeren Problemen. Die Horizonte der Entwicklung werden erweitert und eröffnen neue Möglichkeiten für eine wirksame kreative Arbeit.



Der Begriff der Kreation (Schöpfung) ist ähnlich dem des Horizonts und angewandte Theorien sind Autos, welche uns erlauben neue Horizonte viel schneller zu erreichen, als wir das zu Fuß tun könnten und uns zu neuen, noch interessanteren Horizonten der Kreation (Schöpfung) zu bewegen.

## 1.1 Einführung für Schulen und Unternehmen

*We live in a rapidly changing world. The speed of changes and the appearance of novelties are growing abruptly. It is not easy to orientate oneself in this world. Knowledge quickly gets out of date and new knowledge appears. The situation in the world and in the regions of the countries around us is also changing, as well as economic conditions.*

*Cultures are integrating. Today, it is not enough, as it was previously, to master one specialty, learn typical professional solutions and use them all through one's life...*

© Nikolai Khomenko, 2008

TRIZ hat, seit es in den Jahren 1946-1949 aufgetaucht ist, viele Diskussionen hervorgerufen. Zunächst erschien es als eine Methode zur Schaffung von Erfindungen. Zu dieser Zeit schien es als unmöglich eine solche Methode zu entwickeln. Zu dieser Zeit wurde die Fähigkeit etwas zu erfinden als ein Geschenk der Natur angesehen. Entweder man ist ein Erfinder, wenn man das Geschenk hat und begabt ist, oder man kann eben nichts erfinden, wenn man das Geschenk nicht bekommen hat. Nichtsdestotrotz wurde diese Methode 1949 eingeführt und an sehr komplizierten Problemen getestet. Die Lösung, die durch die Anwendung dieser Methode erzielt wurde, gewann einen großen Preis bei einem Erfinder-Wettbewerb. Zusätzlich wurde die Methode auch noch an anderen Problemen getestet und erbrachte dauerhafte Erfolge. Die Autoren der Methode schrieben einen Brief an Stalin über die erreichten Erfolge. Anstatt Unterstützung zu bekommen wurden die Autoren – Genrich Altshuller und Raphael Shapiro – festgenommen und 25 Jahre in den GULAG geschickt (GULAG= Zwangs- und Arbeitslager, die Stalin in der Sowjetunion gründete und damit sein eigenes Volk versklavte). Genrich Altshuller verbrachte seine Gefangenschaft am Nördlichen Polarkreis und arbeitete in Vorkuta pits (Bergwerk in Vorkuta, Republik Komi), während Raphael Shapiro ins südliche Zentralafrika nahe Karaganda geschickt wurde.

Kurz nach Stalins Tod erlangten die Autoren der Methode ihre Freiheit zurück. Raphael Shapiro zog sich von der Forschung und Entwicklung zurück, während Genrich Altshuller seine Arbeit an der Methode weiter führte und anfing sie auf Ingenieure auszudehnen. Die Methode wurde laufend verbessert und wandelte sich in einen klaren Algorithmus, der im Laufe der Zeit Algorithmus zur Lösung der Erfindungsprobleme (ARIZ) genannt wurde.

Zu dieser Zeit hat sich die öffentliche Meinung über diese Erfindungsmethode geändert und zwar zu einer besseren. Die Methode bewies ihre Effektivität. Verschiedene Leute begannen sie zu prüfen und zu benutzen und erzielten, wie der Autor, überragende Ergebnisse. Skeptiker änderten ihre Meinung und gestanden ein, dass es eine Methode für neuen Erfindungen geben kann, aber von einem Algorithmus zu sprechen wäre zu viel!

Nichtsdestotrotz entwickelte sich ARIZ weiter und es wurden immer mehr Schulungen für diejenigen organisiert, die ARIZ erfolgreich anwenden wollten. Dies unterstützte eine noch aktiveren Entwicklung von ARIZ. Die Teilnehmer der ARIZ Workshops blieben in Kontakt mit dem Autor und schickten ihm jene Probleme, die schwierig zu lösen waren.

Altshuller wandte ARIZ auf die analysierten Probleme seiner Nachfolger an, deckte die

Schwachpunkte im Algorithmus auf und erstellte neue ARIZ Versionen. Als Ergebnis erschienen zwei Ziffern in der ARIZ Bezeichnung, die das Jahr der jeweiligen Version bezeichnen: ARIZ-64, ARIZ-74, ARIZ-77, etc. Workshops wurden immer beliebter und es wurden immer mehr neue ARIZ Versionen erstellt, manchmal sogar mehrere Versionen innerhalb eines Jahres. Folglich wurden nun auch Buchstaben, welche die Zahl der Version bezeichnen, zusätzlich zu den Zahlen in den ARIZ Bezeichnungen eingeführt. Zum Beispiel wurden im Jahre 1982 mehrere Versionen gemacht; ARIZ-82 A, ARIZ-82 B, ARIZ-82 C, ARIZ-82 D.

Jede neue Version wurde anhand von Test-Problemen überprüft, bevor Altshuller ihre Verbreitung genehmigte. Die Sammlung der Test-Probleme wuchs ständig an; sie enthielt Probleme, die mit früheren ARIZ Versionen nicht zu lösen waren.

Es kamen „Erfinder-Schulen“ hervor, an denen ARIZ nicht nur vom Autor des Algorithmus gelehrt wurde, sondern auch von Menschen, die ein Training bei G.S. Altshuller absolviert hatten. In der Mitte der 80er Jahre gab es in etwa 300 Erfinder-Schulen an denen das Training auf unterschiedlichen Stufen und mit unterschiedlicher Häufigkeit durchgeführt wurde.

Im Laufe der Zeit wurden die Annahmen, welche G.S. Altshuller und Raphael Shapiro in ihrem allerersten Artikel machten und die als Grundlage für die Schaffung der Erfindungsmethoden dienten (dieser Artikel wurde kurz nach der Freilassung aus dem GULAG geschrieben und im Jahre 1956 veröffentlicht) bestätigt. Mehr als 30 Jahre verbrachte man damit, die Ideen, welche in dem Artikel beschrieben wurden, zu verifizieren, zur gleichen Zeit wurden neue Ideen und theoretische Grundlagen, die ARIZ untermauerten, entwickelt. All diese Errungenschaften wurden in einer einfachen Theorie und in Werkzeugen zusammengefasst, die im täglichen Leben eines Ingenieurs angewendet werden können. In der Mitte der 70er Jahre bekam die Theorie den Namen „Theorie des erfängerischen Problemlösens“ (Theory of Inventive Problem Solving) (TRIZ).

Zu dieser Zeit hatte die Öffentlichkeit die Idee einen Erfindungs-Algorithmus zu entwickeln bereits akzeptiert, aber sie verweigerte die Möglichkeit eine gut verständliche Erfinder-Theorie zu schaffen. Man muss sagen, dass in den späten 80er und frühen 90er Jahren die Möglichkeit eine Erfinder-Theorie zu formulieren langsam erkannt wurde, aber TRIZ wurde nicht als Theorie angesehen. G.S. Altshullers und I.M. Vertkins Forschung über die Geschichte der Einführung von Erfindungen von Menschen, die die Welt veränderten, zeigte, dass die verspätete Anerkennung von Innovationen charakteristisch für die Einführung aller wichtigen Innovationen ist: die Luftfahrt, die Eisenbahn, die Weltraumflüge und viele andere Innovationen mussten einen langen Weg gehen bis sie anerkannt wurden. Heute ist die Anerkennung von TRIZ als ein starkes, effektives und praktisches System durch viele Faktoren verhindert. Ein Hauptgrund dafür ist das Fehlen von verlässlichen Informationen aus Originalquellen, welches von G.S. Altshuller selbst verursacht wurde.

Popularität wird von vereinfachten und verkürzten Versionen der einfachsten Werkzeuge des klassischen TRIZ erlangt. Bei Workshops werden oft weder die theoretischen Grundlagen von Altshullers Theorie noch ihr wichtigstes und grundlegendstes Werkzeug – ARIZ – betrachtet. Die Informationen über das klassische TRIZ werden durch zahlreiche so genannte „verbesserte“ Versionen des „modernen TRIZ“ verwässert. Genauer gesagt sind viele dieser TRIZ Versionen weit davon entfernt um von einer angewandten Erfindungstheorie zu sprechen. Urteile über TRIZ sind sehr oft auf diese Bearbeitungen gestützt und eher nicht auf Primärquellen. Es ist interessant, dass Altshuller bereits 1985, bei der ersten Präsentation von Forschungen über die Geschichte der Umsetzung von Erfindungen von kreativen Menschen der Vergangenheit und Gegenwart, prognostizierte, dass die Veranstaltungen nach seinem Tod diese Richtung einschlagen werden. Diese Forschungen bewiesen, dass gleichbleibende Regelmäßigkeiten von Veranstaltungen, welche die Einführung neuer Ideen begleiten, existieren, egal ob im Rahmen eines separaten Unternehmens oder einer Organisation oder auf dem Maßstab der Menschheit.

Mittlerweile hat in der Mitte der 80er Jahre eine neue Stufe der Entwicklung und Verbreitung von TRIZ begonnen. Die TRIZ Entwicklung ergab logischerweise neue Ideen. Zum Beispiel wurde klar, dass eine Weiterentwicklung von TRIZ die Bildung einer starken Grundlage benötigt, der drei neuen Theorien zugrunde gelegt waren.

Die erste Theorie sollte sich mit der Entwicklung von Systemen beschäftigen, wobei die Aufgabe von kreativen Menschen und von verschiedenen Erfindern die Verbesserung der Systeme ist. G.S. Altshuller nannte sie die „Theorie der Entwicklung technischer Systeme“ (russisches Akronym – TRTS; engl.: Theory of Technical System Evolution). Aufgrund historischer Begebenheiten begrenzte er den Namen der Theorie und beschränkte sich selbst rein auf technische Systeme. Etliche Personen (Boris Zlotin, Alla Zusman, Igor Vikentiev, Vyacheslav Yefremov, Igor Kondakov, Yury Salamatov, Igor Vertkin, Natalya und Alexander Narbut und viele mehr) waren bei der Entwicklung von TRTS beteiligt. Ihre Arbeiten machten die Basis der jüngsten Version der klassischen TRIZ Werkzeuge aus.

Systeme werden von Menschen entwickelt – von Erfindern und Entwicklern - so war es notwendig zu verstehen, woher die Menschen, die die Welt verändern, herkommen, wie sie es schaffen ihre Ideen, trotz der Widerstände ihrer Zeitgenossen, zu verwirklichen. G.S. Altshuller und I.M. Vertkin untersuchten die Biografien von ungefähr 1000 solcher Menschen, deren Namen in die Geschichte der Menschheit eingingen. Es kam heraus, dass die Biografien der meisten Menschen, die in verschiedenen historischen Perioden der menschlichen Geschichte und in verschiedenen Regionen der Welt lebten gewisse Ähnlichkeiten aufweisen. Viele von ihnen mussten ähnlichen Problemen ins Auge sehen, während sie an ihren Erfindungen und Ideen arbeiteten und während sie diese umsetzten. Man muss anmerken, dass ähnliche Probleme nicht nur im Leben von Ingenieuren auftauchten, sondern auch im Leben von Malern, Doktoren, Forschern und Geschäftsmännern (z. B. die Geschichte von Federal Express). Die Ergebnisse der Analysen wurden in Form des Planspiels "Äußere Umstände gegen kreative Menschen" ("External Circumstances versus Creative Person") präsentiert. Es ist eine Art Problemsammlung, welche die typischen Probleme beschreibt, die im Leben von kreativen Menschen auftauchen, unabhängig von ihrem Beruf, Zeit und Wohnort. Diese Forschungsarbeit bildete die Basis der zweiten Theorie, die noch immer weitere Entwicklungsarbeit benötigt. Die Autoren, Altshuller und Vertkin, nannten sie die Theorie der Entwicklung einer kreativen Persönlichkeit (russischen Akronym – TRTL). (engl. Theory of Creative Personality Development)

Die Entwicklung des klassischen TRIZ bewies, dass die Theorie und praktischen Werkzeuge nicht nur auf technische Systeme angewendet werden können. Solch eine Hypothese kam in den frühen Entwicklungsstufen von TRIZ auf. Der praktische Nachweis dieser Hypothese erforderte mehrere Jahrzehnte, in denen die TRIZ Werkzeuge und die Theorie von Menschen angewendet wurden, die in Forschungsaktivitäten aus unterschiedlichen Bereichen beteiligt waren, wie Physik, Botanik, Chemie, verschiedene Produktions- und Finanzanwendungen, betriebswirtschaftliche Anwendungen und verschiedene Arten von sozialen Problemen unterschiedlichen Ausmaßes und vielen mehr.

Viele von Altshullers Anhängern fingen an TRIZ bei diversen Problemen anzuwenden, sogar bei solchen aus ihrem Privatleben. Viele, aber nicht alle. Es kam die Frage auf, warum manche Menschen TRIZ in diversen Situationen anwenden konnten und manche nicht. Nicht nur Ingenieure, sondern auch Vertreter von anderen Berufen wie Werbespezialisten, Geschäftsmänner und Forschungsarbeiter gingen auf TRIZ Schulen. Banken, Börsen, regierungsabhängige Organisationen fingen an auf die Dienste von Spezialisten zurück zu greifen. Es kam eine andere Frage auf, die im Zusammenhang mit der ersten Frage steht: Wie kann man allen diesen Menschen beibringen, wie sie die klassischen TRIZ Werkzeuge effektiv in ihrem Arbeitsfeld nut-

zen können? Während der Suche nach Lösungen für diese Fragen hatte Altshuller eine neue Ideen, welche die Grundlage für die allgemeine Theorie des Kraftvollen Denkens (OTSM) (engl. Theory of Powerful Thinking) bilden. Er fing an diese Ideen in der Mitte der 70er Jahre zu entwickeln. Seit der Mitte der 80er Jahre war auch Nikolai Khomenko an der Entwicklung von OTSM beteiligt.

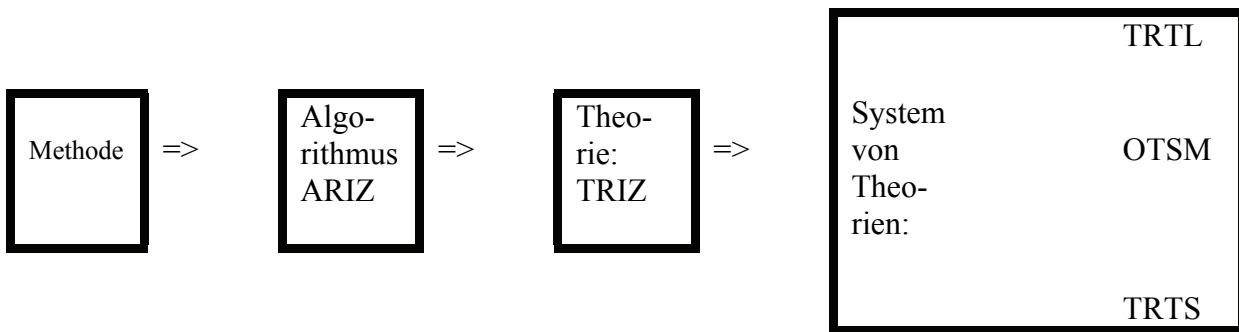
Mitte der 80er Jahre haben es schon mehrere Personen akzeptiert, dass hier eine Erfindungstheorie geschaffen wurde. Dennoch stieß die Theorie des Kraftvollen Denkens OTSM genauso wie die Theorie der Entwicklung einer kreativen Persönlichkeit (TRTL) sogar im Umfeld von TRIZ-Spezialisten auf starken Widerstand,

Die OTSM Entwicklung führte auch zu einer Weiterentwicklung von Altshullers Grundideen und gab den Anstoß zur Schaffung einer vergleichsweise beweglichen Theorie des Kraftvollen Denkens. Diese Theorie bildete eine Grundlage für das Auftreten von Werkzeugen, die dazu dienen komplizierte fachübergreifende Probleme zu behandeln, welche wiederum hunderte und tausende Unterprobleme aus den verschiedensten Wissensgebieten enthalten. Solch komplizierte Probleme können an den Problemen der Sicherstellung einer dauerhaften Entwicklung einer Region mit Hunderttausenden oder sogar mit Millionen von Einwohnern veranschaulicht werden. Ein anderes Beispiel wäre die Gründung eines Unternehmens, welches auf permanente und effektive Entwicklung und Umsetzung von kreativen Ideen aufbaut. Das letzte Beispiel eines solchen komplizierten fachübergreifenden Problems ist schließlich die Schaffung eines Forschungszentrums, welches in der Lage ist bahnbrechende, radikale Ideen in ein ökologisch sicheres und profitables Unternehmen für die Gesellschaft zu wandeln.

OTSM ermöglicht es den Benutzern von Werkzeugen mit verschiedenen Arten von Wissen umzugehen. Es hilft ihnen Wissen aus verschiedenen Bereichen, neue Bereiche der menschlichen Arbeit eingeschlossen, effektiv zu verarbeiten. Das ist der Grund, warum eine Gruppe von Forschern aus der ehemaligen Sowjetunion OTSM als Grundlage für die Errichtung neuer pädagogischer Werkzeuge auswählten, die dazu genutzt werden können um die Effektivität des Schulsystems zu verbessern, indem man Erwachsenen und Kindern bei dem Umgang mit Problemen schult. Beispielsweise war eines solcher Werkzeuge die von Alexander Sokol entwickelte Vorgehensweise Fremdsprachen und die Grundlagen von OTSM-TRIZ gleichzeitig zu lehren. Diese Vorgehensweise, die „Thinking Approach“ heißt, ist auf der Idee aufgebaut, dass die Sprache eines der Werkzeuge ist, das für die Lösung von wichtigen Problemen eines Menschen genutzt wird. Und um das zu meistern und das Beste aus diesem Werkzeug heraus zu holen, wäre es vorteilhaft zumindest die grundlegende Herangehensweise der Problemlösung zu kennen.

Schauen wir noch einmal auf die Geschichte des klassischen TRIZ zurück und sehen, welche Veränderungen es während der Entwicklung durchmachte. (siehe Abbildung 1).

Zunächst erschien eine Methode, die aus verschiedenen kleinen Schritten bestand. Dann erschienen zusätzliche Methoden. Im Laufe der Zeit haben sich diese zusätzlichen Methoden in ein System eingegliedert – ein ALGORITHMUS, der die Anwendung dieser Methoden noch effektiver machte – ARIZ. Die ARIZ Entwicklung deckte einige fundamentale, anwendungsorientierte, theoretische Behauptungen auf, welche in Form einer naturwissenschaftlich bezogenen Theorie aufgeführt wurden – TRIZ. Die Entwicklung der Theorie bewies die Notwendigkeit noch einige andere Theorien zu entwickeln, welche als Grundlage für das neue TRIZ dienen müssen.



*Abbildung 1: Die Entwicklung des klassischen TRIZ*

Altshuller dachte, dass das System einen neuen Namen brauchte, einen besser passenden Namen, aber bisher tauchte kein neuer Name auf. Deswegen wird das gebildete System aus Theorien noch immer das klassische TRIZ genannt, was einige Missverständnisse verursacht, wenn man mit Menschen spricht, die sich für TRIZ interessieren, aber mit seiner Geschichte nicht vertraut sind. Als das klassische TRIZ in der Welt Bekanntheit erlangte, tauchten seine verschiedenen Modifikationen auf. Sie sind im Allgemeinen sehr vereinfacht und verkürzt. Ein entgegen gesetzter Prozess startete – weg von den bereits erlangten Zielen zurück zu speziellen Methoden und Algorithmen.

Manche der klassischen TRIZ Entwicklungsbereiche erzeugten interessante Denkansätze. Zum Beispiel ein interessanter Ansatz und eine brauchbare Methode, welche „Gerichtete Entwicklung“ (engl. Directed Evolution) hieß, wurde von I-TRIZ entwickelt. Die Hauptautoren dieses Ansatzes sind Boris Zlotin und Alla Zusman. Diese und andere Gebiete des klassischen TRIZ zu analysieren sind nicht unser Aufgabenbereich. Dies ist ein Thema für eine eigene Forschungsarbeit.

Das klassische TRIZ hat wiederholt seine Effektivität bewiesen. TRIZ und seine Werkzeuge wurden für die Lösung verschiedenster Probleme verwendet, angefangen bei relativ einfachen (technischen) bis hin zu allen möglichen komplizierten sozialen Problemen.

Menschen, die TRIZ früher oder später kennen lernen, wundern sich, warum das alles so effektiv funktioniert. Wir werden versuchen diese Frage im nächsten Abschnitt zu beantworten. Um besser zu verstehen, wie und warum TRIZ funktioniert, muss man sorgfältig in verschiedene Aspekte des klassischen TRIZ und des OTSM beschäftigen. Dennoch erlaubt sogar das oberflächlichste Fachwissen über TRIZ und seine theoretische Grundlage den Menschen aus unterschiedlichen Berufen, viele Probleme, auf die sie in ihrem Beruf oder Privat stoßen, zu bewältigen. Genau das ist es, was das klassische TRIZ und OTSM für Menschen, die in den Bereich der Bildung eingebunden sind, so attraktiv macht.

Bisher wurde mehr als 25 Jahre Forschung betrieben und OTSM-TRIZ Elemente in der Pädagogik und Bildung angewandt. Es wurden individuell spezielle Methoden genauso wie komplexe Systeme entwickelt, die in der Bildung und Pädagogik Anwendung fanden. Durch die Anwendung dieser Methoden können wir schon jetzt Fähigkeiten zum kreativen und logischen Denken bei zwei bis drei Jahre alten Kindern entwickeln und ein positives Ergebnis garantieren. Die meisten der pädagogischen OTSM-TRIZ Werkzeuge werden durch Spiele und verschiedene Kreativmöglichkeiten dargestellt. Kinder, welche die kreativen Denkmethoden auf der Grundlage des OTSM-TRIZ in sich aufgenommen haben, sind schon herangewachsen und haben eigene Kinder. Es ist interessant, dass sie wiederum mit ihren Kindern arbeiten, indem sie neue moderne Methoden verwenden oder ihre eigenen Methoden erfinden, wenn die Notwendigkeit dafür besteht.

Eine Tatsache sollte noch genannt werden. Das hochwertige und gründliche Einbeziehen von OTSM-TRIZ verbessert nicht nur die Effektivität der Anwendung der bestehenden Werkzeuge, die für komplizierte und nicht standardisierte Probleme geeignet sind, sondern erlaubt auch die

sofortige Erfindung von benötigten Werkzeugen, wenn die vorhandenen nicht ausreichen, um das Problem zu bewältigen.

Das aktuelle OTSM-TRIZ ist in der Tat ein Bausatz, der aus verschiedenen Werkzeugen besteht, die in einem vorgeschriebenen System nach bestimmten Regeln vereint sind. Diese Regeln bilden die theoretischen Grundlagen des OTSM-TRIZ, welche beherrscht werden sollen zunächst für ein besseres Verständnis, wie man die OTSM-TRIZ Werkzeuge anwenden soll, aber auch für die Lösung von Problemen, die im Bildungssystem auftauchen. Deswegen beginnen wir mit den theoretischen Grundlagen. Man sollte nicht vor dem Wort „theoretisch“ Angst haben, denn die theoretischen Grundlagen des klassischen TRIZ und OTSM sind eigentlich angewandte Werkzeuge eines höheren Levels der Verallgemeinerung. Deswegen arbeiten sie dort, wo die bestehenden Standardwerkzeuge von Fachleuten und Experten aller Art nicht mehr arbeiten.

Wir leben in einer sich schnell ändernden Welt. Die Geschwindigkeit der Veränderungen und das Erscheinen von Neuem wachsen rasant. Es ist nicht einfach sich in so einer Welt zu orientieren. Das Wissen veraltet schnell und neues Wissen taucht ständig auf. Die Situation in der Welt und in den Regionen der Länder um uns herum verändert sich genauso wie die ökonomischen Bedingungen. Kulturen werden integriert. Heute reicht es nicht mehr nur ein Spezialgebiet zu beherrschen, typische professionelle Lösungen zu erlernen und sie dann durch das ganze Leben hin zu benutzen... Neues Wissen und neue Werkzeuge zum Umgang mit diesem Wissen tauchen in jedem Spezialgebiet auf. Es ist schwer voraus zu sehen, wie die Welt in einigen Jahrzehnten aussehen wird. Manche sagen, dass dieses Problem durch Lebenslanges Lernen gelöst wird. Um das Problem besser darzustellen, verwenden wir eines der klassischen TRIZ Werkzeuge - die Problemsituation bis zu einem absurdem Extrem hin zu verschärfen. Diese Methode ermöglicht, dass grundlegende Wurzeln in einem Problem identifiziert werden, die übrigen Besonderheiten für eine nachfolgende Analyse werden für eine Zeit lang zurückgelassen.

Stellen wir uns vor, wir hätten den neuwertigsten und modernsten Trainingskurs / die neuwertigste und modernste Ausbildung entwickelt und angefangen, eine Gruppe von Studierenden zu unterrichten. Einige Tage später absolvieren die Studierenden erfolgreich ihre Abschlussprüfung und erhalten ihre Diplome. Aber als sie ihre Hochschule verlassen, wird ersichtlich, dass vieles von dem, was Sie im Rahmen ihrer Ausbildung gelernt haben, zu diesem Zeitpunkt bereits veraltet und überholt ist. Das wahre Leben hat sich während der Ausbildungszeit weiterentwickelt und erfordert nun neue Kenntnisse und Fähigkeiten.

Das ist eine sehr herausfordernde Situation und führt viele Trainer und Lehrende in Richtung einer Sackgasse. Was sollen sie ihren Schülern in einer sich so rasant verändernden Welt beibringen, wo das vermittelte Wissen am Ende der Ausbildung ohnehin veraltet ist?

„Das Dritte Millennium“, G.S. Altshullers unvollendetes Werk, beschreibt eine fiktive Schule, in der keine nur fachbezogen denkenden Spezialisten ausgebildet werden, sondern Generalisten welche die Fähigkeit besitzen, das notwendige Wissen zur Klärung wichtiger Situationen herzuleiten.

Aber auch Probleme ändern sich. Typische und bisher angewandte Lösungen werden nutzlos. Was muss geschehen?

Wir denken, dass Altshullers Ideen und Gedanken aus seinem Buch unsere Aufmerksamkeit verdienen. Wir stehen vor der Herausforderung, unsere Kinder auf eine Welt vorzubereiten,

über die wir selbst wenig wissen. Wir können unsere Kinder heutzutage nicht mit Standardwerkzeugen zur Lösung von Problemen ausstatten, über die wir selbst nicht Bescheid wissen. Was ihnen jedoch beibringen können, ist, Werkzeuge selbst zu entwickeln, mit denen sie die Herausforderungen und unbekannten Probleme der Zukunft meistern können. Das wird belegt durch die anwendungsbezogenen Erfahrungen der Klassischen TRIZ und OTSM. Möglicherweise ist das nicht genug. Weder Klassisches TRIZ noch OTSM können spezielles Wissen in verschiedenen Bereichen ersetzen. Wir denken, dass die Fähigkeit, mit Wissen über Problemsituationen geeignet umzugehen, essentiell für ein Bildungssystem der Zukunft ist.

Und wir müssen jetzt damit beginnen, diese Zukunft zu gestalten.

## 1.2 Einführung für Schüler und Studenten

Heutzutage ist es schwierig jemanden zu finden, der ein Computerspiel noch nie oder höchstens einmal in seinem Leben gespielt hat. Es wird eine erhebliche Zahl von Computerspielen angeboten, die sich in ihren Handlungen, ihrer Grafik, der Tonqualität und in ihren ZIELEN, das Gewinnen in der virtuellen Welt, unterscheiden.

Aber wie können dieses Menschen eine reale problematische Situation lösen und im wahren Leben zu Gewinnern werden?

In unserem elektronischen Buch werden wir diese Fragen besprechen. Die körperlichen und emotionalen Gefühle des Spielens, das Erstaunen, welches als Folge von neuen Entdeckungen auftritt, Siege werden ihnen gewohnt erscheinen, da alles mit Spielen beginnt und das wahre Leben erhebliche Anstrengungen abverlangt...

*... Das römische Reich, das römische Zentrum, das Kolosseum. Der stolze Sohn erscheint auf der Tribüne. Du hast ein kurzes Kampfschwert und ein leichtes, gleichmäßiges Schild in deinen Händen und fühlst mit deiner Schulter eine Schulter deines Kriegskameraden in der dichtgeschlossenen Reihe der Kämpfer. Mit dem leichten Druck auf den Knopf geht alles in Bewegung. Die Tribüne schreit vor Aufregung! Etliche tausend Hände werden erhoben. Auf der gegenüberliegenden Seite der Arena steigt Staub von den wütend anstürmenden Kampfstreitwagen des Feindes auf. Und dein Team weiß, wie man diese abscheulichen Streitwagen umdreht und einen Sieg über die stärkere Armee erzielt.*



(Quelle: *The Ancient City: Life in Classical Athens and Rome* von Peter Connolly e Hazel Dodge)

Natürlich, es ist nur ein Spiel...

*...Das moderne Überschallverbrennungs-Staustahltriebwerk (Scramjet). Du hast ein Lenkrad dieser Hochleistungsmaschine in deinen Händen. Das Getöse der Triebwerke drückt dich in den Sitz und du fühlst die physikalische Beschleunigung. Das Startsignal zählt abwärts und wird durch die wunderschöne Erdansicht ersetzt. Der Horizont ist mit weichen Pastellfarben markiert und darüber siehst du die endlose Dunkelheit des Welt- raums. Du findest dich selbst in persönlichem Kontakt mit diesem übernatürlichen, eisernen Vogel. Mit der leichten Bewegung deiner Finger auf dem Steuergerät bewegst du die schwingenden Tragflächen. Das Flugzeug*



(Quelle NASA Photo ID: EL-1997-00146 AND Alternate ID: L96-924)

# tetris

wendet, treibt abwärts und steigt erneut auf. Du fühlst dich selbst wie ein Held. Die Berufspiloten, die Flugzeuge während ihrer gesamten beruflichen Laufbahn fliegen, drücken ihre Bewunderung für solche Trainingssimulatoren aus.

Vermutlich ist es ebenso ein Spiel...

*Modernes Rollenspiel. (RPG – Modern role Playing game). Du spielst ein Computerspiel nicht alleine, nicht einmal mit nur einigen deiner Freunde... Etliche Hundert oder sogar Millionen von Spielern sind in das Spiel involviert! Ihre Anwesenheit kann physisch mit einer Schulter des Kriegskameraden in der Arena des Kolosseums gleichgesetzt werden. Zusätzlich zur hervorragenden Akustik den netten und schnellen Grafiken und den Spezialeffekten kommt die Interaktivität des Spiels hinzu. Die Entwicklung der Handlung hängt von den Spielern und ihren Aktionen ab. Das Spiel scheint wie das Leben zu sein. Die Situation kann sich schnell verändern und unter diesen Umständen ist es notwendig, verantwortungsvolle und nicht standardisierte Lösungen zu entwickeln. Die Handlung der Rollen kann unterschiedlich sein: Haushalt, Reisen, Politik, neue Geschäftsentwicklungen, Kindererziehung, Sozialleben, Wirtschaft...*

Ist auch das ein Spiel?

Diese Beispiele sind durch das Erstaunen des Erlebens einer Wirklichkeit verbunden: das Machtgefühl über den Computer, die Möglichkeit neue Fähigkeiten zu erlangen und neue Levels und Ziele durch Hilfsmittel in dieser Erfahrungswelt zu erreichen. Und es ist überhaupt nicht notwendig, dass Spiele, Handlungen und Vorstellungen, welche oben erläutert wurden, sich mit ihrem Lieblingsspiel decken. Es ist wichtiger den Kern eines Spiels richtig zu verstehen.

Wir möchten die folgenden Punkte in diesen bildlichen Darstellungen hervorheben. Unsere erstaunliche, veränderbare und facettenreiche Welt fordert neue Kenntnisse über Werkzeuge, Modellierung und Managementfähigkeiten während ihrer Entwicklung. Im Mittelalter konnten nur ein paar Wissenschaftler Zahlen addieren, subtrahieren, dividieren und multiplizieren, die in ihrer Summe die Anzahl der Finger beider Hände überschritten:

$$\text{XLIX} \times \text{XLI} = ?$$

Und der Grund liegt nicht im Vorhandensein oder Fehlen von Intelligenz, sondern in der Lösung von nicht standardisierten Problemen. Das römische Rechensystem war zeitaufwändig, unkomfortabel und weit komplexer für schwierige, untypische Berechnungen. Mit der Erfindung der arabischen Zahlen und dem Dezimalsystem wurde es einfacher das Rechnen zu erlernen. Und heutzutage kann es jeder lernen, wenn er möchte. Es ist noch wichtiger, die korrekte Richtung zur Lösung mit einer methodischen Herangehensweise zu finden, während man z.B. nicht standardisierte Probleme erforderlich löst. Heutzutage kann es jeder lernen, wenn er möchte.

Ein doppeltes Rechensystem macht sogar die Arbeit der Computer wirksamer...

Das Werkzeug und die grundlegenden Kenntnisse und Muster, wo dieses Werkzeug gefunden wurde bzw. vorkommt, spielen hier eine ausschlaggebende Rolle.



Dieses Buch ist mit dem Ziel geschrieben, unser Wissen über TRIZ und das Lernen, wie man TRIZ Werkzeuge benutzt, um nicht standardisierte Probleme zu lösen oder zu teilen. In den folgenden zwei Seiten geben wir einen Überblick über einige grundlegenden Fragen.

## Was ist ein „Nicht-Standard“-Problem?

Das Buch handelt von TRIZ – einer Theorie zur Lösung von nicht standardisierten Aufgaben. Diese Theorie bietet die Basis für die Entwicklung und Anwendung von Lösungswerkzeugen für komplexe, nicht standardisierte Probleme. Sie unterscheidet sich von anderen Theorien durch ihre Allgemeingültigkeit – diese Methode wird in beliebigen Fachgebieten angewandt, obgleich sie Spezialkenntnisse nicht ersetzt. Zugleich ist sie hilfreich, weil sie nahelegt, während der Problemlösung handfeste Regeln zu verwenden.

Was ist ein nicht standardisiertes Problem?

Zum Beispiel die folgende Aufgabe, die vor 50 Jahren gestellt wurde, wurde mit Hilfe von TRIZ durch ihren Erfinder G.S. Altshuller gelöst.

*Es ist unerlässlich einen feuerfesten, hitzebeständigen Anzug zu entwickeln. Er muss einen sicheren Schutz vor hohen Temperaturen (100° C) an einer Feuerstelle bieten und ein eigenständiges Atmungssystem beinhalten, um die giftigen Gase zu überleben, die durch einen Brand freigesetzt werden. Materialien die geeignet sind hohen Temperaturen stand zu halten, wurden bereits entwickelt. Und Systeme zur eigenständigen Atmung wurden auch schon gefunden. Was verursacht dann ein Problem?*

*Die Sache ist, dass es beinahe unmöglich ist, in diesem hitzebeständigen Anzug zu arbeiten, weil er mit zwei Systemen ausgerüstet ist: Dem eigenständigen Atmungssystem und dem System des Hitzeschutzes. Und man sollte nicht vergessen, dass es ebenso unerlässlich ist, Werkzeuge zu tragen und manchmal sind verletzte Personen zu evakuieren...*

*Die Frage ist, wie kann man das Gewicht der hitzebeständigen Ausstattung verringern?*

Wenn man dieses Problem gemäß einem der TRIZ Werkzeuge neu formuliert, kann man erkennen, wie es sich lösen lässt:

*Wenn das eigenständige Atmungssystem entfernt wird, dann wird der Hitzeschutzapparat leichter sein, aber es wird unmöglich sein damit zu arbeiten, weil das Atmungssystem nicht wirkt. Wenn das System des Hitzeschutzes entfernt wird, dann wird es möglich sein das eigenständige Atmungssystem anzubringen. Aber wie können wir den Hitzeschutz bereitstellen?*

*Es ist unerlässlich mit den zugänglichen Technologien und Materialien einen hitzebeständigen Anzug zu entwickeln, der einen Feuerwehrmann mit Luft versorgt und ihm notwendigen Hitzeschutz gibt.*

Die Aufgabenstellung bleibt nicht standardisiert, solange die Lösungsmethode unbekannt ist.



Eines der TRIZ Werkzeuge wurde angewandt um dieses Problem zu lösen: es war notwendig Systeme auszuwechseln und zu kombinieren, damit die Vorteile bleiben und die Nachteile verschwinden.

Wenn wir diese allgemeine Regel auf das konkrete Problem mit dem hitzebeständigen Anzug anwenden, können wir die allgemeingültige Beschreibung der Problemlösung abgeben: es ist notwendig, zwei Teilsysteme in einem System zu kombinieren um Atmungs- und Hitzeschutz zu gewährleisten.



(Quelle: Photo Contest Entry, color, Mar. 1981, "Air Force Fire Fighters" VANDEN-BERG AIR FORCE BASE, CALIFORNIA (CA) UNITED STATES OF AMERICA (USA), Autor AIRMAN MELODY A. WEISS

Gemäß einem der TRIZ Werkzeuge gibt die Formulierung dieses Problems eine konkrete Richtung an, wie dieses Problem zu lösen ist: wir sollten die Verbindung zweier Teilsysteme in ein Hauptsystem in Erwägung ziehen, um das Gewicht des hitzebeständigen Anzugs zu verringern.

Es war naheliegend für das System des Wärmeschutzes flüssigen Sauerstoff zu benutzen und diesen auf eine Temperatur von -183°C abzukühlen. Flüssiger Sauerstoff, der verdampft und gasförmig wird, kühlt den hitzebeständigen Anzug. Es nimmt die Hitze vom Anzug und wenn flüssiger Sauerstoff erhitzt wird, kann er ebenso für das Atmungssystem verwendet werden. Im Ergebnis wird nicht nur das Gewicht des hitzebeständigen Anzugs verringert, sondern die Feuerwehrmänner können auch länger in den gefährlichen Gebieten bleiben und der Komfort während ihrer Arbeit ist ebenfalls verbessert. Als ein Ergebnis dieser Erfindung hat sich folgende Zusatzleistungen ergeben: solch ein hitzebeständiger Anzug bietet einem Feuerwehrmann die Möglichkeit seine Arbeit bis zu einer Temperatur von 500°C auszuführen.

Das ist die bestmögliche Lösung, oder nicht?

Die Hauptidee von TRIZ basiert auf die Beobachtung, dass sich unsere Welt in Anlehnung an die objektiven Gesetze, die in der Praxis erforscht und eingebaut werden können, entwickelt. Und die kreativen Prozesse sind keine Ausnahmen weil wir für sie ebenso einige Regeln haben.

Als Leser können Sie in Kürze Bekanntschaft mit TRIZ machen, wenn sie diese Einleitung lesen. Sie können die Anregungen, die den Kern und die Geschichte dieser Theorie widerspiegeln, sehen und durch das Lesen und Studieren dieser Schulungsunterlagen mehr erfahren.

Es liegt bei ihnen dies zu entscheiden. Ihre Kenntnisse werden sich zu Fertigkeiten umwandeln, wenn sie die Effektivität dieser Methode erfahren.

Sie werden die Effektivität von TRIZ zuerst durch das Lösen von einigen Übungsaufgaben, durch die Vorlesungen ihrer Lehrer und dann durch Erfahrungen im wahren Leben kennen lernen. Und durch ihre Anstrengungen wird nicht nur der Ablauf des Spieles, wie in den oben beschriebenen Handlungen verändert, sondern der Ablauf des Lebens wird sich ändern. Und sie werden sich selbst als Gewinner fühlen, nicht nur im Spiel sondern auch im wahren Leben.

## Wer?

Egal was ihr Alter oder ihr Beruf ist, sicher haben sie in ihrem Leben bereits bemerkt, dass wir in einer Welt voller Probleme leben und wir viel Zeit damit verbringen, diese zu bewältigen. Das Buch wurde mit Unterstützung des „Lifelong Learning“ Programmes der Europäischen Union für Menschen unterschiedlichen Alters und Berufs geschrieben. Sie können es für sich selbst oder mit Hilfe der Vorlesungen ihrer Lehrer lesen. Hoffentlich wird gerade das der Startpunkt einer intensiveren Beschäftigung mit TRIZ und seinen leistungsfähigen Werkzeugen und Instrumenten..

## Wo?

Der Vordruck des Buches wird in den Ländern aller Projektpartner in etlichen verschiedenen Sprachen erscheinen: Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch und Lettisch. Sie können das Buch ausdrucken oder es auf der Website lesen. Hier finden Sie Informationen über Konferenzen, Seminare, Bücher, Magazine und Foren. Es spielt keine Rolle über welche Medien Sie Bekanntschaft mit TRIZ machen. Wichtiger ist das Ergebnis, das Sie erreichen können. Zumindest den Teil des Ergebnisses, den einige Unternehmen als Folge ihrer Anwendung von TRIZ in der Praxis erreichten: *ABB, Ford, Boeing, General Motors, Samsung, Chrysler, LG, Eastman Kodak, Peugeot-Citroen, Exxon, Siemens, Procter & Gamble, Digital Equipment, Xerox, Hewlett Packard, Motorola und viele andere...*

## Wann?

Wenn Sie keine Zeit haben, um Bekanntschaft mit TRIZ zu machen, dann können Sie während ihrer Vorträge und Konferenzen, bei Reisen mit öffentlichen Verkehrsmitteln und beim Warten auf einen Arzttermin, darüber lesen. Sie können vorschlagen, eine interessante Aufgabe während einer Party mit ihren Freunden zu lösen. Das wird ihre Party beleben und erklären, wie sich die chaotische Suche nach einer passenden Variante von der bedeutungsvollen Lösung unterscheidet, die Sie im Stande sein werden, zu dieser Zeit, bis zu einem gewissen Grad zu erwerben.

## Warum?

**Um Ihre Lebensqualität zu verbessern:** um berufliche Erfolge zu erreichen, die soziale Position zu verbessern und materielle Gewinne zu steigern.

**Um außergewöhnlich zu werden:** die Welt von einer anderen Seite zu sehen, einer Unbekannten, nicht abschreckenden und um Lösungen zu finden, welche sie im Vergleich mit anderen, die nicht imstande sind irgendeine Lösung zu erzielen, erkennen.

**Um Zufriedenheit zu Erlangen:** indem man sieht, dass Unmögliches möglich wird, durch helfen und jemanden glücklich machen. Sie verspüren Zufriedenheit über die erworbenen Fähigkeiten von denen sie keine Ahnung hatten.

Wir würden uns freuen Sie in unserem Kreis begrüßen zu können - zwischen Menschen die nicht nur Antworten auf schwierige Fragen begehren, sondern die diese selbstsicher finden.

Verschwenden Sie nicht ihre Zeit, lieber Leser!

Wir wünschen Ihnen Erfolg und lässige - coole - Lösungen!

## 1.3 TETRIS OTSM<sup>1</sup>-TRIZ Glossar



### 1.3.1 Problem.

#### 1.3.1.1 Typisches Problem.

##### Definition:

Ein typisches Problem ist ein Problem, welches kennzeichnend ist für einen bestimmten Bereich menschlicher Tätigkeit. In diesem Bereich sind typische Lösungskonzepte für diese Art von Problemen bekannt.



##### Theorie:

Eine der Teilstufen von Altshullers ARIZ (ARIZ 85-C) ist die Umwandlung einer nicht typischen Problembeschreibung in eine typische Problembeschreibung. Damit kann man typische Lösungskonzepte von TRIZ oder/und typische Lösungskonzepte aus Bereichen, in denen Probleme dieser Art am typischsten und bekanntesten sind, benutzen.

#### 1.3.1.2 Nicht typisches Problem (siehe: Innovative (Problem-) Situation).

In den Grenzen von OTSM-TRIZ Nicht typisches Problem



#### 1.3.1.3 Innovative (Problem, erforderliche) Situation.

##### Definition:

Eine innovative oder erforderliche Situation ist eine Situation, die wir ändern möchten, wobei aber typische bekannte Lösungskonzepte aus gewissen Gründen nicht hilfreich sein könnten.

##### Theorie:

Viele innovative oder erforderliche Situationen tauchen infolge von einigen unerwünschten Phänomenen auf, die behoben oder verringert werden sollten. Allgemein betrachten wir innovative Situationen als eine aus mehreren Gründen unbefriedigende Situation: wir möchten etwas ändern, aber es ist aus bestimmten Gründen nicht möglich oder wir möchten Veränderungen vornehmen, die uns in einen Konflikt mit anderen Personen führen, die an den Problemsituationen beteiligt sind. Manchmal tauchen innovative Situationen auf, wenn wir unbekannte Phänomene erklären müssen, die in der Natur, wissenschaftlicher Forschung, im Herstellungs- und Geschäftsprozess einer Organisation etc. auftreten. Jede Art von Widerspruch zwischen einem natürlichen Phänomen und zeitgemäßem wissenschaftlichen Wissen könnte also als eine innovative Situation betrachtet werden: es ist notwendig über neue Paradigmen nach zu denken, die geeignet sind den Widerspruch zwischen Phänomenen des wahren Lebens und gegenwärtigen wissenschaftlichen Theorien zu lösen.

Allgemeiner formuliert: Jede Art von Unzufriedenheit über den aktuellen Stand, die wir mit modernen Stereotypen und typischen Lösungen nicht verändern könnten, könnten wir als eine innovative Situation betrachten.

---

<sup>1</sup> Zu Beginn der 1980er begannen mehr und mehr Leute TRIZ nicht nur für technische Problemlösung anzuwenden, sondern für unterschiedlichste Arten von Problemen, sogar in ihrem Privatleben. Deshalb begann Altshuller in seinen Artikeln und Manuskripten zu schreiben, dass TRIZ in die „Allgemeine Theorie des Kraftvollen Denkens“ (engl. General Theory of Powerful Thinking) umgewandelt werden sollte. OTSM ist eine russische Abkürzung für diese Theorie und zeitgleich der Name, den Altshuller der Theorie selbst gegeben hat. Wie unsere Forschungen unter seiner Aufsicht vorgelegt wurden und er unsere Ergebnisse billigte, räumte Altshuller Nikolai Khomenko im Juli 1997 eine Erlaubnis ein, den Namen OTSM für seine Forschung zu benutzen. Dies wurde unter der Bedingung getan, dass zu jeder Zeit wenn der Name benutzt wird, seine Geschichte erklärt werden muss. Deshalb erscheint dieser Kommentar an dieser Stelle.

## 1.3.2 Lösung

### 1.3.2.1 Typische Lösung.

#### Definition:



Eine typische Lösung entspricht einer bekannten Lösung eines typischen Problems, die in einer allgemeingültigen Form präsentiert wird. Sie wird von vielen Fachleuten, die typische Lösungskonzepte während ihrer Ausbildung und beruflichen Laufbahn erlernen, benutzt. Allgemeingültige Lösungskonzepte sollten auf eine spezifische Situation angepasst sein. Dadurch wird eine typische Lösung zur angewandten Lösung (Siehe: Angewandte Lösung).

### 1.3.2.2 Nicht Typische Lösung.

#### Definition:



Eine nichttypische Lösung ist ein Lösungskonzept, das für Fachleute, die an der (innovativen) Problemsituation arbeiten unbekannt, ist. Siehe Detail: Innovative (Problem) Situation.

### 1.3.2.3 Reihe von Lösungen.

#### Definition:



In der Grundstruktur des OTSM-TRIZ Problemlösungsprozesses (Siehe: OTSM-TRIZ Modelle eines Problemlösungsprozesses) unterscheiden wir einige Hauptlinien einer nicht typischen Problemanalyse. Die Reihe von Lösungen zeigt, wie aus einer anfänglichen Beschreibung einer nicht typischen innovativen (Problem-)Situation heraus, eine anwendbare Lösung zum Vorschein kommt. (Siehe: Innovative (Problem) Situation).

#### Theorie:

Das System der Meilensteine etlicher Reihen wurde für Bildungsangebote entwickelt, aber es ist auch hilfreich um Missverständnisse zwischen Mitgliedern eines Problemlösungsteams so wie zwischen einem OTSM-TRIZ Trainer und seinem Kunden zu vermeiden. Hier befassen wir uns mit einer Auswertungsreihe von einer Problemsituation – um eine Lösung zu finden, die in der Praxis hier und jetzt in einer bestimmten, spezifischen Situationen benutzt wird.

Im Folgenden sind die Anforderungen für die Lösungsreihe angegeben, welche unserer Meinung nach für den OTSM-TRIZ Problemlösungsprozess am wichtigsten sind:

Die Reihe muss mit dem Gesamtkomplex von Auswertungsreihen einer Problemsituation und der Entstehung einer Lösung auf der Basis von Modellen der klassischen TRIZ, die von Alshuller aufgestellt wurden, abgestimmt sein. [G.ALTSCHULLER.: Process of Solving an Inventive Problem: Fundamental Stages and Mechanisms. April 6, 1975. (<http://www.trizminsk.org/c/126002.htm>)].

Die Reihe darf nicht von den benutzten Werkzeugen der Problemanalyse und -lösung abhängig sein, um die Flexibilität für die Anwendung von ausgewählten Werkzeugen der Problemlösung zu gewährleisten.

Die Reihe darf nicht auf den Wissensgebieten beruhen, welche das Problem betreffen um allgemeingültig und Fach unabhängig zu sein.

Die Reihe muss für Experten des Problemgebiets selbst ohne spezielles Wissen über die Problemlösungstechniken einfach und verständlich sein, um auf engen Gebieten ein Team von sachverständigen Experten einzusetzen und in einer konzeptionellen Sprache zu kommunizieren.

## Modell:

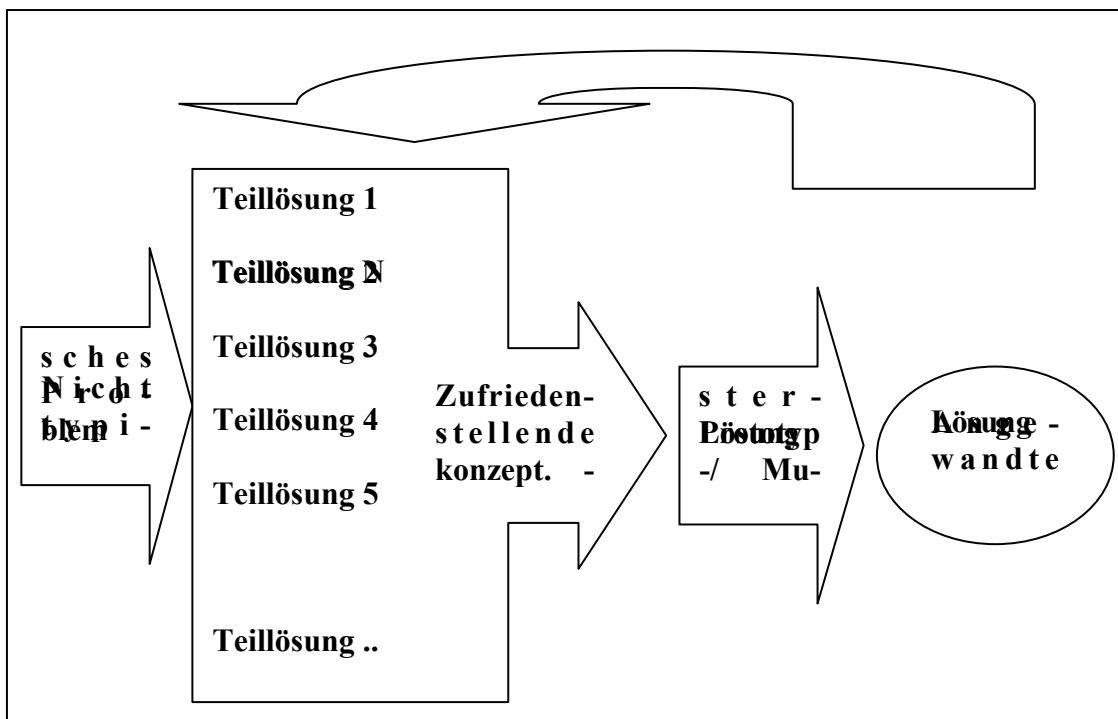


Abbildung. OTSM-TRIZ Reihe von Lösungen

## Theorie

Beim OTSM-TRIZ Problemlösungsprozess benutzen wir typische Lösungskonzepte eines bestimmten spezifischen Wissensgebietes oder typische TRIZ Lösungen und Techniken, um konzeptionelle Teillösungen (PS – Partial Solution) oder Teillösungen zu erhalten. (Siehe: konzeptionelle Teillösungen). Jede Teillösung könnte als ein theoretisches System vorgestellt werden. Diese hypothetischen Systeme (PS) könnten gemäß den TRIZ Regeln der Annäherung von Systemen ineinanderfließen und so neue Teillösungen erzeugen. Sobald wir die zufriedenstellende Lösung erhalten (Siehe: Zufriedenstellende Lösung), können wir von der Phase der konzeptionellen Lösungen zur Phase der Einführung wechseln und Prototypen oder angewandte Lösungen entwickeln. (siehe Prototyp- bzw. Musterlösung und Angewandte Lösung).

Während der Einführung einer zufriedenstellenden konzeptionellen Lösung (in den Stufen des Prototyps und der angewandten Lösungen) könnten einige neue Problemsituationen auftauchen. Um zufriedenstellende konzeptionelle Lösungen unter Anerkennung dieser neu entstandenen Probleme zu korrigieren, könnte der OTSM-TRIZ Problemlösungsprozess angewandt werden.

Diese Schritte sollten benutzt werden, bis die korrigierte zufriedenstellende, konzeptionelle Lösung mit der angemessenen Qualität eingeführt wird.

Die meisten Fachleute, die eine Problemsituation gefunden haben, sind der festen Überzeugung, dass es umso besser für das Projekt ist, je mehr Lösungskonzepte (Ideen) im Verlauf der Problemanalyse entwickelt werden. Zeitgleich wird hier und jetzt - zu spezifischen Bedingungen - eine Lösung benutzt. Wir betrachten die Lösung, die aktuell eingesetzt wird – ein spezifisches materielles Objekt; eine spezielle Tätigkeiten die von Personen ausgeführt wird oder eine Methode und Theorie, die in der Praxis benutzt wird – das ist das endgültige Ziel der Problemlösung , man nennt sie Angewandte Lösung.

Andererseits wird die Entwicklung einer hohen Zahl von konzeptionellen Lösungen als Zeit- und Arbeitsverschwendungen angesehen und sollte vermieden werden, um die Effizienz des Innovationsprozesses zu steigern.

Eine von außen offensichtliche Idee wird sogar im Umfeld professioneller Problemlöser oft als ein Novum angesehen. Zeitgleich wissen diejenigen, die regelmäßig mit der Problemanalyse und Problemlösung beschäftigt sind, dass man während des Analysierens oftmals mehreren Lösungsmöglichkeiten begegnet. Diese Ideen sind oft undeutlich und nicht mit spezifischem Wissen belegt. Oftmals haben diese Ideen zahlreiche Nachteile, dennoch haben sie gleichzeitig etwas Positives bezogen auf die Lösung eines speziellen Problems. Solche Ideen, die in Form einer Reihe mit ihren positiven und negativen Eigenschaften innerhalb des Frameworks von OTSM-TRIZ beschrieben werden, werden konzeptionelle Teillösungen oder Teillösungen (PS) genannt.

Trotzdem konkretisieren sich diese Teillösungen im Verlauf der Arbeit an einem Problem, sie fügen sich gegenseitig ein und bilden einen konkreteren Entwurf einer weiteren angewandten Lösung. Diese Art von Lösungen, die ein System von konzeptionellen Teillösungen bilden, wird konvergierende konzeptionelle Lösung genannt (CCS – converged conceptual solution). Der Unterschied zwischen einer konvergierenden konzeptionellen Lösung und einer konzeptionellen Teillösung besteht in folgenden Punkten:

- Konvergierende konzeptionelle Lösungen sind konkreter und realitätsnah im Unterschied zu den undeutlichen konzeptionellen Teillösungen, die eher Teile eines Märchens sind als Lösungen, die im realen Leben benutzt werden können.
- Konvergierende konzeptionelle Lösungen sind einerseits so entwickelt, dass positive Eigenschaften von unterschiedlichen konzeptionellen Teillösungen (PCS) zusammengefasst und vervielfacht werden, um einen Synergieeffekt zu erzeugen, während die negativen Eigenschaften derselben konzeptionellen Teillösungen (PCS) im Gegenzug reduziert und entfernt werden.
- Konvergierende konzeptionelle Lösungen sind nicht nur durch ihre positiven Eigenschaften bewertet, sondern auch durch die anhaftenden Nachteile und die negativen Auswirkungen, die sie vielleicht verursachen, sobald sie umgesetzt werden. Um diese negativen unerwünschten Auswirkungen aufzudecken, werden mentale Experimente und Computer- bzw. originalgetreue Simulationen individueller konvergierender konzeptioneller Lösungen (CSS) durchgeführt.
- Die konvergierende konzeptionelle Lösung beinhaltet konzeptionelle Teillösungen als konstituierende Bestandteile. Darüber hinaus mögen andere konvergierende konzeptionelle Lösungen (CCS) in der Kapazität von CCS-Elementen eine Rolle spielen.

Als Ergebnis der Integration von konvergierenden konzeptionellen Lösungen (CCS) miteinander und mit den konzeptionellen Teillösungen (PCS) erscheinen dort CCS, welche unerwünschte Eigenschaften und Auswirkungen haben könnten. Das zusammengefasste Level an ihren negativen, unerwünschten Eigenschaften und Auswirkungen ist aber geringer als die erzeugten positiven Eigenschaften und Auswirkungen. Solche Lösungen sehen akzeptabel aus. Das zeugt für die Tatsache, dass wir einen neuen Lösungstypen erhalten haben, den wir zufriedenstellende konzeptionelle Lösung (SCS - Satisfactory Conceptual Solution) nennen.

Die charakteristischen Eigenschaften der zufriedenstellenden konzeptionellen Lösung verglichen mit der Konvergierenden Konzeptionellen Lösung sind wie folgt dargestellt:

- Zu allererst ist es Tatsache, dass das erwünschte integrierte – positive - Effekt deutlich den unerwünschten – negativen - Effekt übersteigt. Dieser ist so gering, dass es unter besonderen Gegebenheiten einer speziellen Situation durchaus möglich ist, sich selbst mit ihm abzufinden.
- Während dort Dutzende von Teillösungen (PS) und konvergierenden konzeptionellen Lösungen (CCS) sein mögen, wird die Zahl von zufriedenstellenden konzeptionellen Lösungen kaum 5 oder 6 übersteigen. (es mag mit Varianten auf 10-20 hinauslaufen)

- Die Beschreibung der zufriedenstellenden konzeptionellen Lösung ist spezieller und konkreter als die der Teillösung (PS) und der konvergierenden konzeptionellen Lösung (CCS). Sie ist bis zu einem derartigen Ausmaß greifbar, so dass es möglich ist, die Auswahl von notwendigen Materialien und Komponenten zu tätigen und mit der Entwicklung und Herstellung von Prototypen zu beginnen.

Alle bis hierhin beschriebenen Prozesse entstehen in den Köpfen von Problemlösern. Die gewonnenen Ideen sind mit Hilfe mentaler Experimente, Überwachung, Aufzeichnung und Computersimulation nachgeprüft. Um einige PCS und ICS zu überprüfen werden mitunter vor dem Auswählen oder Verwerfen der gewonnenen Ideen, die der Herstellung eines Prototypen oder der versuchsweisen Kontrolle seiner Leistungsfähigkeit dienen, originalgetreue Experimente durchgeführt. Die ausgewählten zufriedenstellenden konzeptionellen Lösungen, die in einem Prototyp umgesetzt und in einem Experiment mit einem positiven Feedback getestet werden, werden Prototyp- bzw. Musterlösung genannt.

Nachdem man beim Arbeiten auf die Prototyp- bzw. Musterlösung übergeht, verändert sich die Situation grundlegend. Bis dahin haben wir uns hauptsächlich mit geistiger Simulation und geistigen Experimenten befasst. Nun ist ein originalgetreues Experiment mit vorhandenen technischen Modellen von zentraler Bedeutung. In dieser Phase beginnt die Überleitung zur Verwirklichung der Idee, also zu ihrer Ausgestaltung in besondere Formen: der Mechanismus, Konstruktionen von technischen Systemen, die Organisation, Gruppen von Menschen, die Organisation verschiedener Veranstaltungen, Rechtsverordnungen der verschiedenen Formalitäten etc. sind Probleme aus dem Bereich des Geschäftslebens.

In der Einführungsphase führen wir meistens die materielle Ausgestaltung der Ideen aus, obgleich wir einigen Problemen ausgesetzt sind, deren Lösung geistige Experimente, Auswertung und Erzeugung zusätzlicher konzeptioneller Lösungen abverlangt. In anderen Worten benötigen wir denselben Mechanismus zur Problemlösung, der half, konzeptionelle Lösungen zu erhalten und die zur Entwicklung eines Prototypen angewandt wurden.

Nachdem die Tests durchgeführt wurden, die Probleme gelöst werden konnten und eine Entscheidung gefällt wurde, mit einem Prototypen in die Einführungsphase über zu gehen, stellen wir uns der Situation noch einmal, sofern es notwendig ist, die neuen auftauchenden Probleme zu lösen. Und wir können noch einmal den Mechanismus zur Gewinnung einer konzeptionellen Lösung verwenden, den wir benutzt haben, um passende Lösungen für die Entwicklung eines Prototyps zu erhalten. In einem allgemeinen Fall könnte die Entwicklung von einigen zusätzlichen konzeptionellen Ideen notwendig sein.

Demnach können wir den Prozess an einem Problem zu arbeiten in einer allgemeinen Form beschreiben - von einer anfänglichen Situation bis hin zu einer in der Praxis eingeführten Lösung. Er wird aus drei Stufen bestehen:

- Geistige Simulation einer Problemsituation um eine konzeptionelle Lösung zu erhalten.
- Umfassende Simulation oder versuchsweise Prüfung der Konzeptionellen Lösungen, die in der Phase geistiger Simulation eingeholt wurden, um einen gut getesteten materiellen Prototyp zu erhalten.
- Anwendung eines vollendeten Prototypen und dessen weitreichende Benutzung in Situationen des wahren Lebens, für welche er hergestellt wurde.

Das ist nur eines der allgemeingültigsten Modelle von OTSM-TRIZ, welches unterschiedliche Ansätze zum Prozess der Überarbeitung der Beschreibung anfänglicher Problemsituationen, zu einer konkreten Darstellung einer anwendbaren Lösung (materiell oder nicht materiell) oder zu Aktivitäten in Übereinstimmung mit einem gewissen Ablaufplan darstellt.

Wir nennen dieses Schema Lösungsreihe (Line of Solution):

- Beschreibung der anfänglichen Problemsituation, - ohne eine akzeptable Lösung.

- Konzeptionelle Lösung (teilweise, konvergierende und unzufriedenstellende konzeptionelle Lösungen), - Beschreibung einer Lösung, die zur Entwicklung eines Prototypen oder zur Anwendung geeignet ist.
- Prototyp- bzw. Musterlösung, - getester Prototyp zur Einführung anerkannt.
- Angewandte Lösung, - erzieltes und anerkanntes Erwünschtes Ergebnis.

Die Beschreibung der anfänglichen Problemsituation ist normalerweise ungenau. Es ist nicht immer klar, was die Ziele sind und welche Mittel man benutzen darf. Es gibt nur eine Beschreibung einiger Nachteile – einige unerwünschte Auswirkungen von etwas, das beendet oder ausgewechselt werden muss.

Die angewandte Lösung ist ein spezielles Produkt, das die anfängliche Problemsituation beendet. Dieses Problem kann unterschiedlicher Art sein:

- materiell: zum Beispiel etwa elektronische Geräte, mechanische Maschinen oder Bauwerke.
- nicht materiell: zum Beispiel Theorien und Methoden, etwa das Befinden eines Zuschauers, der ein Bild oder eine andere künstlerische Arbeit begutachtet.
- Handlungen: die bereits in Übereinstimmung mit einem bestimmten Plan durchgeführt wurden, um einige Ziele oder Vorgänge zu erreichen, die das Ziel erfüllen.
- Eine Kombination der oben erwähnten Produkte.

Das Ziel des OTSM-TRIZ Ansatzes ist eine Überleitung von der anfänglichen Beschreibung der Problemsituation zu einer konzeptionellen Lösung. Das ist das Hauptziel dieses Ansatzes und seine Nische im Problemlösungsprozess. Gleichzeitig gilt, da gewisse Probleme sowohl bei der Entwicklung der Prototyplösung als auch bei der Entwicklung der angewandten Lösung auftreten, dass der OTSM-TRIZ Ansatz in allen Phasen der Problemlösung anwendbar ist – von der anfänglichen innovativen Beschreibung der Problemsituation bis zur angewandten Lösung. Genau wie Mathematik für die Schätzung und Bewertung von Konzepten, für notwendige Berechnungen zur Entwicklung eines einen Prototyps und für Berechnungen, die in der Umwandlung von einem Prototyp in eine angewandte Lösung benötigt werden, benutzt wird, kann der OTSM-TRIZ Ansatz in allen Bereichen von speziellen Problemen , die infolge eines unerwünschten Phänomens oder einer unbefriedigenden Situation auftauchen, um konzeptionelle Ideen zu erhalten, wie ein Phänomen reduziert (oder entfernt) werden könnte oder eine unerwünschte Situation geändert werden kann benutzt werden.

Im Folgenden ist die Klassifizierung der wichtigsten Arten von Lösungen, die innerhalb des Gesamtsystems der OTSM-TRIZ Methode zur Analyse der Problemsituation benutzt werden, angegeben:

- 1 Beschreibung der Anfänglichen Problemsituation** (engl. Initial Problem Situation Description) – Beschreibung von etwas Unerwünschtem ohne eine akzeptable Lösung wie das unerwünschte entfernt werden könnte.
- 2 Konzeptionelle Lösung** (engl. Conceptual Solution )– Beschreibung einer Lösung, die für die Entwicklung eines Prototypen oder eine Anwendung anerkannt wird.
  - 2.1 Konzeptionelle Teillösungen** (engl. Partial Conceptual Solutions) – ein Ergebnis der Analysephase eines Problemlösungsprozesses
  - 2.2 Konvergierende konzeptionelle Lösung** (engl. Converged Conceptual Solution) – erscheint als ein Ergebnis der Entstehungsphase eines Problemlösungsprozesses.
  - 2.3 Zufriedenstellende konzeptionelle Lösung** (engl. Satisfactory Conceptual Solution) oder konzeptionelle Lösung bzw. konvergierende Lösung: Lösung, die den Test von geistigen Experimenten oder Computersimulationen bestanden hat und für die Entwicklung eines Prototypen oder zur praktischen Anwendung anerkannt wird.
- 3 Prototyp – bzw. Musterlösung:** überprüfter Prototyp zur Anwendung anerkannt.
- 4 Angewandte Lösung:** Ergebnis der Problemlösung; eingeführt und akzeptiert .

### 1.3.3 Modelle zur Darstellung von Elementen innovativer bzw. erfinderischer (Problem) Situationen

#### 1.3.3.1 ENV Modell

##### Theorie:

Das auf OTSM basierende ENV Modell ist eines der zwei wichtigsten Modelle, um beide Theorien und ihre Instrumente zur effizienten Problemlösung zu verstehen: Klassisches TRIZ und OTSM.

Was ist also ein ENV Modell? Wofür wurde es eingeführt und wie kann dieses theoretische Modell für die Bedürfnisse des täglichen Lebens genutzt werden.

##### Definition:

ENV bedeutet: Element (engl. Element) – Name des Merkmals / der Eigenschaft (engl. Name of the property) eines Merkmals – Wert / Ausprägung dieses Merkmals / dieser Eigenschaft (engl. Value of the property), oder kurz – ENV.



##### Theorie:

Das ENV Modell ist eine Formalisierung der Beschreibungen von Elementen einer Problemsituation. Es wird verwendet, um die Elemente zu überprüfen. Das ist eine der Funktionen des klassischen TRIZ Werkzeuges "Multidimensionales Denken" (engl. System Operators - SO) (Siehe: System Operator) und des erweiterten System Operator (ASO), welcher im Verlauf des Übergangs vom klassischen TRIZ zu OTSM entwickelt wurde. Das Multidimensionale Denken (SO) des klassischen TRIZ wurde ein Teil des erweiterten System Operators und dieser wiederum nutzt das ENV Modell in OTSM.

Der Einsatz des ENV Modells könnte das Verständnis vieler Nuancen des klassischen TRIZ vereinfachen . Auch das Verständnis, wie die Instrumente in der Praxis funktionieren, könnte verbessert werden. Darüber hinaus macht es den Bildungsprozess logischer und transparenter. Alle Abgrenzungen die wir im Zusammenhang mit OTSM-TRIZ basierenden Problemlösungsprozessen angewandt haben, basieren auf dem ENV Modell, ebenso wie alle Instrumente des klassischen TRIZ und OTSM, die diesem Modell zu Grunde liegen. Das ist auch hilfreich, wenn das Bedürfnis aufkommt, einige bestimmte Instrumente des klassischen TRIZ oder OTSM mit einigen anderen Instrumenten der geistigen Arbeit zu verflechten, wie beispielsweise Six Sigma, Taguchi, QFD, verschiedene Werkzeuge für die strategische Planung und Projektmanagement, Wissensmanagement und diverse Computersysteme zur Wissensverarbeitung, Neurolinguistische Programmierung (NLP) und viele andere. Das ist ein weiterer Grund warum, das Modell im OTSM-TRIZ erscheint: Vereinfachung der Vernetzung von OTSM-TRIZ mit verschiedenen sich ergänzenden Instrumenten für geistige Tätigkeiten eines Menschen und Computerunterstützung für menschliches Denken.

Die drei Hauptfunktionen des OTSM ENV Modells sind:

- Formalisierung der Beschreibungen der Elemente, welche in die innovative, erfinderische Situation eingebunden sind.
- Vereinfachung der Ausbildung durch die Einführung erkennbarer Verbindungen zwischen allen theoretischen Modellen und praktischen Instrumenten der OTSM-TRIZ.
- Vereinfachung der Integration des klassischen TRIZ und seiner Instrumente mit anderen ergänzenden Instrumenten, die entwickelt wurden um intellektuelle Tätigkeiten von Mensch und Computer zu unterstützen.

Die drei Hauptkomponenten des ENV Modells:

- Element.
- Parameter.
- Wert /Ausprägung.

### **Beispiel:**

Im Rahmen unseres täglichen Lebens benutzen wir oft vereinfachte Versionen des ENV Modells (Figur 2: Model „Element-Feature“) Wenn wir jemanden bitten einen „Apfel“ zu beschreiben, der noch nie zuvor einen Apfel gesehen hat oder wenn wir einem Fremden die Bedeutung des Wortes „Apfel“ erklären, sagen wir, dass es eine Frucht ist, sehr hart, dass es grün, gelb oder rot sein kann, normalerweise sehr süß, aber nicht zu süß; rund oder oval ist, auf Bäumen wächst etc. Für viele alltägliche Fälle ist dies ausreichend und zur Verständigung über jeden anderen Gegenstand, den wir in der Realität oder in unserer Vorstellung kennen, ist es zweckmäßig.



Das ist ein Modell "Element- Merkmal".

### **Name des Elementes und Auflistung seiner Merkmale**

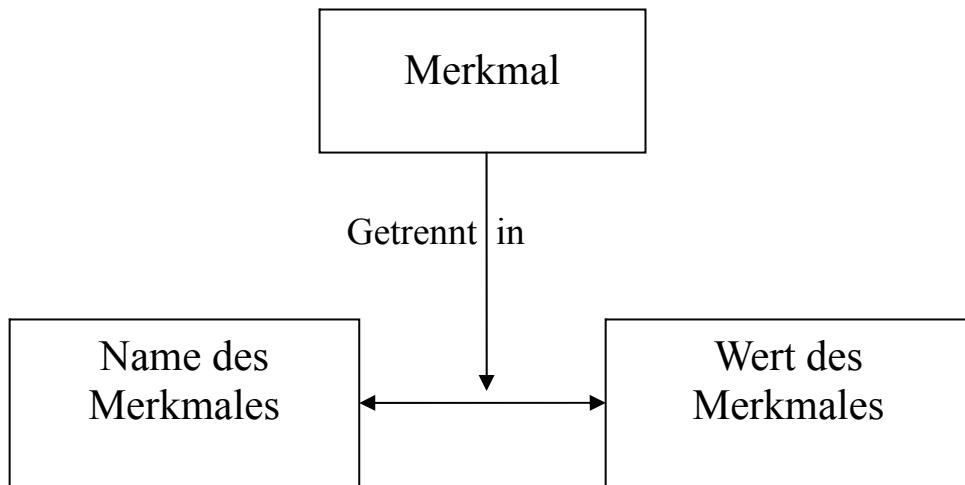
<b>Element</b>	<b>Merkmal 1</b>
	<b>Merkmal 2</b>
	<b>Merkmal 3</b>
	.....

*Abbildung: Modell „Element-Merkmal“.*

### **Theorie:**

Um jedoch psychische Trägheit zu bewältigen und eine (innovative) Problemsituation effizient zu beheben, ist es besser ein detaillierteres Modell zu benutzen, bei dem die Merkmale in Namen und Wert bzw. Ausprägung selbiger geteilt sind: Das wird dann auch als Name und als Wert bzw. Ausprägung des Merkmals dargestellt.

Bitte beachten sie, dass wir im Zusammenhang mit OTSM-TRIZ Merkmale als ein Synonym betrachten für: Parameter, Variable, Eigenschaft, Charaktermerkmal etc. In anderen Worten alles, das wir benutzen können, um das bestimmte Element zu beschreiben und das als Name bzw. Wert eines Parameters verwendet werden kann.



*Abbildung: Merkmal getrennt in Name des Merkmales und Wert des Merkmales*

**Beispiel:**

Element: Apfel – als Reihe wichtiger Parameter könnten angesehen werden: Pflanzenart; Härtegrad; Farbe; Grad der Süße; Form; Art der Pflanze auf der der Apfel wächst etc.  
 Jeder dieser Parameter könnte einen speziellen Wert bzw. eine spezielle Ausprägung haben: Pflanzenart hat die Ausprägung – Frucht; Härtegrad hat die Ausprägung – sehr hart; Farbe könnte verschiedene Ausprägungen haben – Grün, Gelb, Rot; Grad der Süße hat eine Ausprägung – süß genug aber nicht zu sehr; der Parameter Form hat eine Ausprägung – rund oder oval; Pflanze auf der der Apfel wächst – Baum.



## Modell: Element – Name – Wert / Ausprägung

E l e -	Merkmal	(... Liste der Werte / Ausprägungen.... )
	<b>Merkmal 2</b>	( ... Liste der Werte / Ausprägungen
	<b>Merkmal 3</b>	( ... Liste der Werte / Ausprägungen
	.....	( .....
		( ... Liste der Werte / Ausprägungen

*Abbildung: Allgemeines Modell: “Element-Name-Wert” (ENV) (engl. Element – Name – Value)*

## Theorie:

Um aussagekräftig zu sein, muss jeder Parameter, der benutzt wird, um ein bestimmtes Objekt zu beschreiben, andere denkbare Ausprägungen in einigen anderen Elementen auf der Welt haben.

Mit anderen Worten, wenn wir sagen, dass das Merkmal "Farbe" eines "Apfels" die Ausprägungen "rot, gelb und grün" annehmen kann, stellen wir eine nützliche Information bereit, wenn andere Objekte in der Welt andersartige Farben annehmen können (z.B. lila, orange, blau etc.)

Das ENV Modell sollte als ein multidimensionaler Raum von Parametern angesehen werden. Diese Auffassung des ENV Modells bringt viele Vorteile mit sich, die bei der Erhöhung des Grades an Formalisierung im Zuge der Lösung von komplexen interdisziplinären Problemen, helfen. Das klassische TRIZ Konzept des Widerspruchs zeigt uns genau, welche Parameter von welchen Elementen ihre Ausprägungen ändern müssen und die so genannten Konvergenzregeln die durch Igor Vertkin in das klassische TRIZ eingeführt wurden, können uns helfen diese Merkmale auf eine andere Komponente eines Systems zu übertragen und die Idealität des zunächst vorgegebenen Systems zu erhöhen.

Das ENV Modell zu verwenden, um klassisches TRIZ zu lehren und verschiedene Elemente (Komponenten) zu beschreiben, unterstützt die Deutlichkeit der Ausführungen und hilft zu verstehen, was die Elemente (Komponenten) gemeinsam haben und wie wir diese Elemente (Komponenten) voneinander differenzieren können.

Nicht zu vergessen ist, dass der Begriff des Elements ebenso wie der des Parameters und der Ausprägung nicht absolut, sondern relativ zu verstehen ist. In einem speziellen Fall könnte die rote Farbe als ein Element betrachtet werden, das in der Bezeichnung seiner Eigenschaft zu verbessern ist: die Ausbreitung auf der farbigen Fläche (Mögliche Ausprägungen: Uniform, Flecken, Linien, Kreis) oder in einer Sättigung der roten Farbe (mögliche Ausprägungen: hohe Sättigung, mittlere Sättigung, niedrigerer Sättigungsgrad, Sättigung wie ein Abendrot am Himmel oder Sättigung wie eine dunkelrote Rose etc.). Dieser Relativismus basiert auf dem spezifischen Situationsgrundsatz des klassischen TRIZ und hilft diesem theoretischen Grundsatz als ein geeignetes Instrument anzuwenden um die physische Trägheit zu zerstören und zufriedenstellende konzeptionelle Lösungen zu entwickeln.

Das für das klassische TRIZ vereinfachte ENV Modell das oben beschrieben wurde ist völlig ausreichend. Jedoch ist es für die meisten fortgeschrittenen Anwendungen und komplexen Probleme notwendig die fraktale Struktur eines ENV Modells zu erlernen.

### 1.3.3.2 Element (Komponente)

(Siehe auch: ENV Modell)

#### Definition:



Im Zusammenhang mit OTSM-TRIZ betrachten wir alles, woran wir denken können als Element. Es spielt keine Rolle, ob es materiell oder nicht materiell ist, ob wir es mit unseren Fingern unmittelbar oder indirekt berühren bzw. fühlen könnten oder nicht. Ebenso verstehen wir darunter jegliche imaginären Dinge, die wir in Märchen, erfundenen Geschichten und Romanen finden können.

#### Beispiel:

Beispiele von Elementen der realen Welt: Bäume, Gras, Mensch, Tiere, technische Systeme. Beispiel von Modellen, welche benutzt wurden oder in wissenschaftlichen Darstellungen der Welt immer noch in Gebrauch sind: Phlogiston, Relativitätstheorie, Naturgesetze, Mathematik etc.

### 1.3.3.3 Parameter (Variable, Synonyme: Eigenschaft, Merkmal, Charakteristik, etc.) (Siehe auch: ENV Model.)

#### Definition:

Im Zusammenhang mit OTSM-TRIZ gehört ein Parameter immer zu einem bestimmten Element und hat mindestens zwei unterschiedliche Ausprägungen.



#### Beispiele:

Element: Farbe

Parameter: Sättigung

Der Parameter kann unterschiedliche Ausprägungen annehmen: rot wie ein Sonnenuntergang im Sommer, rot wie eine dunkelrote Rose, rot wie eine Tomate oder rot wie ein Flamingo.



Element: Aussage

Parameter: Wahrheit

Der Parameter kann zwei Ausprägungen annehmen: Richtig und Falsch.

Zeitgleich kann jedoch Wahrheit als ein Element von einer Reihe von Parametern charakterisiert werden.

Zum Beispiel: Parameter Wahrheitsgrad: völlig wahr, teilweise wahr, absolut unwahr.

Parameter Zeit in der etwas wahr sein könnte oder nicht: Das Bestehen von Phlogiston wurde als Wahrheit betrachtet bevor die Theorie der Wärmelehre eingeführt wurde und heute wird Phlogiston als unwahr angesehen.

### 1.3.3.4 Ausprägung / Wert (Value)

(Siehe auch: ENV Model)

#### Theorie:

Jeder Parameter (Variable) der zu einem bestimmten Element gehört, kann eine beschränkte Menge von Ausprägungen unter den denkbaren Ausprägungen annehmen, welche mit diesem Parameter in Verbindung gebracht werden können. (beginnend bei mindestens zwei unterschiedlichen Ausprägungen zu einer unbegrenzten Menge an Ausprägungen.)

### 1.3.3.5 Multidimensionales Denken bzw. System Operator

#### Theorie:

Der System Operator (SO) oder "Multi-screen Schema of Powerful Thinking" – Multidimensionales Denken, wie Genrich Altshuller es nannte, zeigt das Modell des erfinderischen Denkens im Verlauf des Problemlösungsprozesses (Abbildung 5: System Operator und Klassisches TRIZ Multidimensionales Denken<sup>2</sup> (– Multi-screen Schema of Powerful Thinking).).

Das Erlernen dieses Modells und das Ausbauen der dazugehörigen Fähigkeiten, um es in der Praxis zu benutzen, ist ein Kernelement von Altshullers Bildungsprogramm. Für diesen Zweck wurde ARIZ entwickelt. Altshuller erwähnte oftmals, dass ARIZ ein „Mehrdimensionales Schema des erfinderischen Denkens“ ist, das in Form einer Auswertungsreihe einer Problemsituation dargestellt wird. Das bedeutet, dass es das wichtigste Ziel der ARIZ Lehre ist, das Multidimensionale Denken bzw. den System Operator zur Problemlösung perfekt zu beherrschen.

<sup>2</sup> Im Deutschen wird oft der Begriff "Mehr-Fenster Denken" bzw. "9-Fenster Denken" oder nur "9-Fenster" verwendet

## Modell:

### Klassisches TRIZ Schema des Kraftvollen Denkens - OTSM

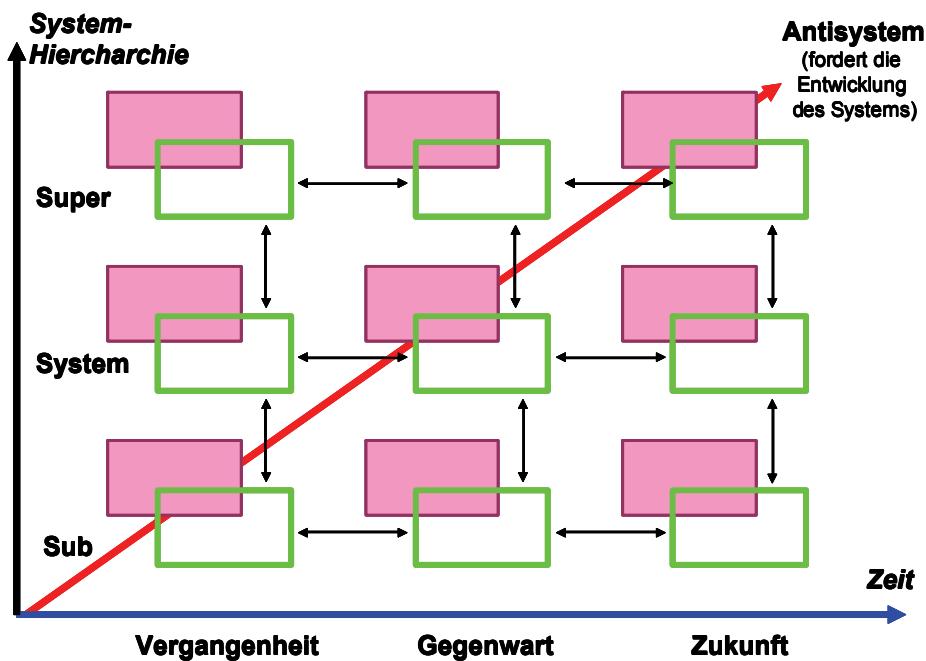


Abbildung: System Operator bzw. multidimensionales Denken aus der klassischen TRIZ.

#### 1.3.3.5 Theorie:

Der System Operator kann als ein dreidimensionaler parametrischer Raum angesehen werden:

Dimension der hierarchischen Ebene des Systems: Was immer das Element ist, das wir in Betracht ziehen (System), es ist immer möglich die das System bildenden Teile (Subsysteme) sowie die Umgebung zu der es gehört, zu betrachten.

Dimension der Zeit: Was immer als Zeitintervall für eine gewisse Analyse oder Beschreibung in Betracht gezogen wird (Gegenwart), es muss als eine Phase eines Ablaufs betrachtet werden, die eine Vergangenheit und eine Zukunft hat.

Dimension von Anti-Systemen: Was immer für eine Eigenschaft eines Elementes in Betracht gezogen wird, diese Dimension legt nahe, auch die gegensätzlichen Ausprägungen der selben Eigenschaft (Anti-Eigenschaft) zu betrachten; ähnlich wie das System kennzeichnet eine Kombination von Anti-Eigenschaften ein Anti-System.

Im praktischen Gebrauch ist es nützlich jede dieser drei Dimensionen als eine Anordnung von mehreren Dimensionen zu behandeln. Zum Beispiel begegnen wir in der Praxis oft einer Situation bei der ein Element zu mehreren Hierarchien von Systemen gehört. Der Airbag in einem Auto gehört zu Armaturenbrett oder Türen oder Lenkrad und gleichzeitig gehört er zu einem Sicherheitssystem des Autos.

Ein weiteres Beispiel: Abhängig von der speziellen Situation können wir die Dimension Zeit als die geschichtliche Zeit, (wenn wir die Entwicklung von bestimmten Systemen untersuchen), als eine Prozesszeit (während wir eine Folge von Ereignissen analysieren, mit ihren Ursachen-Wirkungs-Beziehungen), als Lebenszyklus eines Element von einem System oder als Ausdruck von Geschwindigkeit und Beschleunigung betrachten, sofern diese Werte für die spezielle Situation relevant sind.

Der System Operator selbst kann als ein Werkzeug mit unterschiedlichen Funktionen innerhalb des Problemlösungsprozesses verwendet werden. Zum Beispiel hilft er während den vorbereitenden Phasen des Problemlösungsprozesses, während welchen man auf wiederkehrende Probleme achtet, deren Lösung es ermöglicht, dasselbe Gesamtziel zu erreichen, eine Betrachtung aus mehreren Perspektiven, bei der die Ausrichtung des Gedankens von Ursachenverhinderung hin zu der Auswirkungskompensation oder -abschwächung geht, ebenso, wie ein Mittel zur Änderung des Umfangs eines Lösungsbereichs um das Beharren auf wenigen Lösungen zu verhindern.

Zudem hilft der System Operator, während man die Ressourcen sucht, die Aufmerksamkeit auf jeden relevanten Aspekt des Systems und seiner Umgebung zu lenken, indem jede Zeitphase in jedem Teilevel mit einer systematischen Methode analysiert wird.

Die Nutzung von ARIZ hilft zu verstehen welche Art von zeitlicher Dimension des klassischen TRIZ multidimensionalen Schemas erforderlichen Denkens die passendste ist. Während man den System Operator unmittelbar benutzt, zum Beispiel für Ressourcenauswertung im Abschnitt 2.3 von ARIZ-85-C oder zum Verstehen der anfänglichen innovativen Situation, ist es notwendig klar zwischen dem System Operator für das Element und dem System Operator für das System zu differenzieren.

Wo liegt der Unterschied?

Um den System Operator im Systemzusammenhang zu benutzen müssen wir die Funktion eines Systems das betrachtet wird eindeutig formulieren. Sobald die Funktion ermittelt ist, ermitteln wir automatisch die Zielkomponente des Systems. Basierend auf Zielkomponente und Funktion können wir Subsysteme ermitteln: Werkzeug, Übertragungselement, Antriebssystem und Kontrolleinheit für technische Systeme. Im Verlauf der Entwicklung der klassischen TRIZ kam Altshuller zu der Ansicht, dass einige weitere Dimensionen in einen klassischen System Operator eingeführt werden sollten. Allerdings fand er keine passende grafische Darstellung um etliche weitere Dimensionen im klassischen System Operator darzustellen.

### 1.3.3.6 OTSM-TRIZ Modelle des Problemlösungsprozesses.

#### Einführung:

Der OSTM-TRIZ Problemlösungsansatz kann durch mehrere Modelle dargestellt werden, die dessen Struktur und Besonderheiten verdeutlichen. Zusammen mit dem ENV Model bilden die folgenden Modelle eine Grundlage auf denen alle Instrumente des klassischen und des OMTS-TRIZ aufbauen.

Eine der aller ersten Ideen zur Verbesserung des Problemlösungsprozesses war es, die grundlegenden Stereotypen zu wechseln, welche sehr weitverbreitet waren und immer noch sind und denen alle kreativen Problemlösungsmethoden zu Grunde liegen: es ist notwendig so viele verschiedenartige ungewöhnliche Ideen wie möglich zu entwickeln und daraus die richtigen auszuwählen, die unsere speziellen Probleme lösen können. Bis heute dominiert dieser Stereotyp (Paradigma) im Bereich der Problemlösung. Genrich Altshuller formulierte und entwickelte einen Widerspruch, wie dieses Paradigma entsteht: Je mehr verschiedenartige Lösungen wir entwickeln, desto mehr Zeit werden wir benötigen um zufriedenstellende Lösungen, die auf unsere spezielle erforderliche (Problem) Situation passen, zu bewerten. Aus diesem Widerspruch heraus zeigt sich das höchste Ziel der klassischen TRIZ: Entwickle eine Problemlösungsmethode die genau eine Lösung hervorbringt, aber diese Lösung die zufriedenstellende Lösung für eine spezielle (innovative) Problemsituation sein wird.

Wir sollten erwähnen, dass alle Modelle die nachfolgend beschrieben wurden, dafür gedacht waren, genauere Instrumente zu entwickeln, die auf diesen Modellen basieren. Allerdings

könnten alle diese Modelle als Instrumente für die praktischen Bedürfnisse benutzt werden.

### 1.3.3.7 "Trichter" Modell (Funnel Model) eines TRIZ basierenden Problemlösungsprozesses.

#### Theorie:

Um das wichtigste Ziel zu erreichen, als Ergebnis des Prozesses lediglich eine passende Lösung hervorzubringen, entstand die erste allgemeine Idee zum Problemlösungsprozess: Das Trichter bzw. „Funnel“ Modell. Zu Beginn des Problemlösungsprozesses sehr viel Input, um die anfängliche (erfinderische) Problemsituation zu beobachten und zu analysieren und geringer Output am Ende des Problemlösungsprozesses, der die zufriedenstellende Lösung zeigt. Der Problemlösungsprozess sollte innerhalb eines Trichters angeordnet sein und einen Problemlöser von vergeblichen Versuchen und Irrtümern abhalten.

Es ist zu erwähnen, dass dieses Modell noch nicht zu 100% vollkommen ist, aber durch Alsthuller und seine Anhänger große Erfolge auf diesem Weg erzielte. Im Verlauf der klassischen TRIZ Entwicklung und dessen Übergang zu OTSM tritt das Trichter Modell in dieser Form auf. (Siehe Abbildung 6: "Trichter" bzw. "Funnel" Modell eines Problemlösungsprozesses.)

#### Modell:

#### Tunnel – bzw. "Funnel" Modell des Problemlösungsprozesses

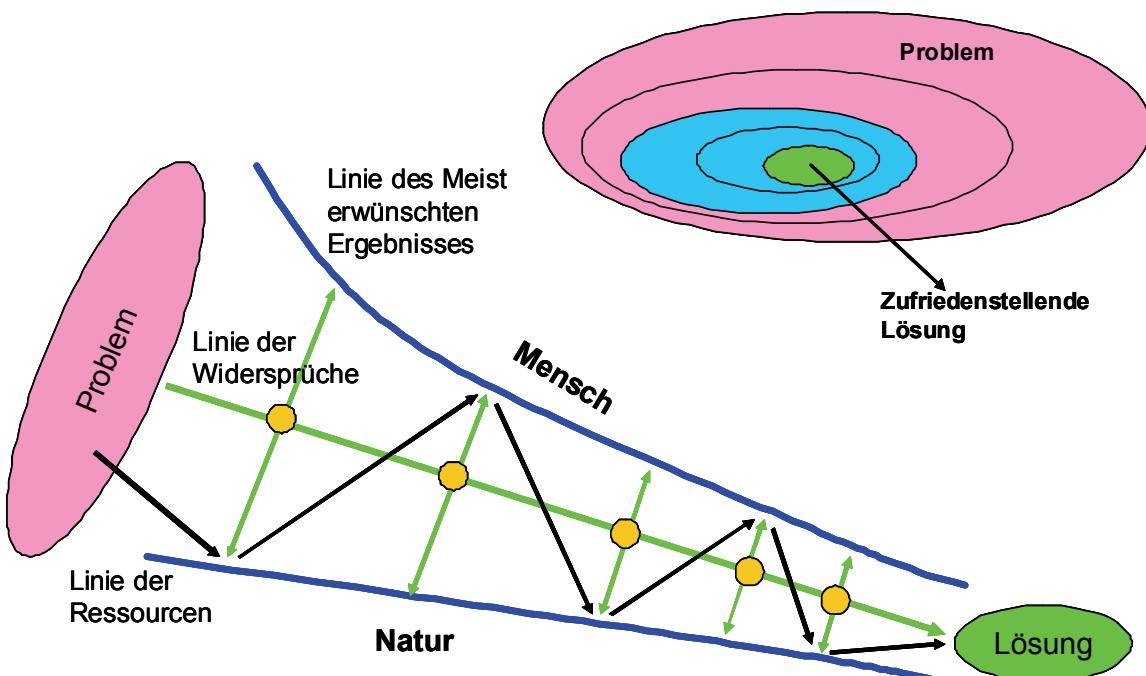


Abbildung : "Trichter" bzw. "Funnel" Modell eines Problemlösungsprozesses.

#### Modell:

Die Trichter Modelle werden heute hauptsächlich zur verständlicheren Anschaulichkeit genutzt, um zu erklären was während des Verlaufs eines Problemlösungsprozesses gedanklich in einem professionellen OTSM-TRIZ Experten vorgeht. Wir könnten sagen, dass jede Phase des Prozesses und jedes spezielle Instrument einen Problemlöser mit seinem Problem auf sehr unterschiedliche Weise durch den "Trichter-Tunnel" hindurch schiebt. Wenn sie also TRIZ lernen möchten, sollten sie besonders auf die folgende Fragestellung acht geben: „In wie weit berücksichtigt das Instrument, welches ich benutze das Trichter Modell? Wie könnten wir den Bereich der Ausweitung begrenzen um sinnlose Versuche und Fehler zu vermeiden, aber gleich-

zeitig die zufriedenstellende Lösung finden, indem wir den verborgenen Ursprung eines bestimmten Problems entdecken, um dieses zu entfernen. In anderer Hinsicht sollte der Problemlösungsprozess als die Darstellung des Gesamtbildes der Lösung betrachtet werden: jeder Schritt wird mit der Definition von passenden Ausprägungen der entsprechenden Eigenschaften der Systemelemente vollendet, welche die Lösung des erforderlichen Problems, mit dem wir uns befassen, darstellen. Dies bedeutet aber auch, dass der Problemlöser vermeiden sollte die Lösung zu „erraten“ während der Prozess noch im Gang ist: Alle Hinweise sollten systematisch gesammelt werden um den Bereich der möglichen Lösungen einzuschränken.

### 1.3.3.8 Zangen bzw. "Tongs" Modell der modernen OTSM-TRIZ

#### Theorie:

Geschichtlich war dies das erste praktische Modell des Problemlösungsprozesses, das ganz zu Beginn der TRIZ Entwicklung aufgestellt und angewandt wurde. (Siehe: Abbildung 7: vereinfachtes Zangen bzw. "Tongs" Modell eines TRIZ basierenden Problemlösungsprozesses)

Das Zangen-Modell behauptet, dass das Umgehen der Erzeugung von möglichen Lösungen unmittelbar ab der Ausgangssituation beginnt. Trotzdem sollte der erste Schritt sein, das so genannte Meist Gewünschte Ergebnis (MDR - Most Desirable Result) genau zu bestimmen und präzise zu beschreiben; dann erbringt ein Vergleich zwischen der aktuellen Situation mit den vorhandenen Ressourcen und dem MDR die Bezeichnung der Hindernisse und Barrieren, die von der Vollendung des MDR abhalten. Laut der TRIZ Theorie kann jede Barriere in Form von Widersprüchen beschrieben und geformt werden. Die konzeptionelle Lösung muss auf die Weise entwickelt werden, sowie die Widersprüche zu beseitigen, die dem momentanen System zu Grunde liegen.

#### Modell:

Die normalen Schnittflächen (Ovale) entlang der Linie der Widersprüche im Trichter Modell könnten als Zangen Modelle in der Abbildung 6 angesehen werden: „

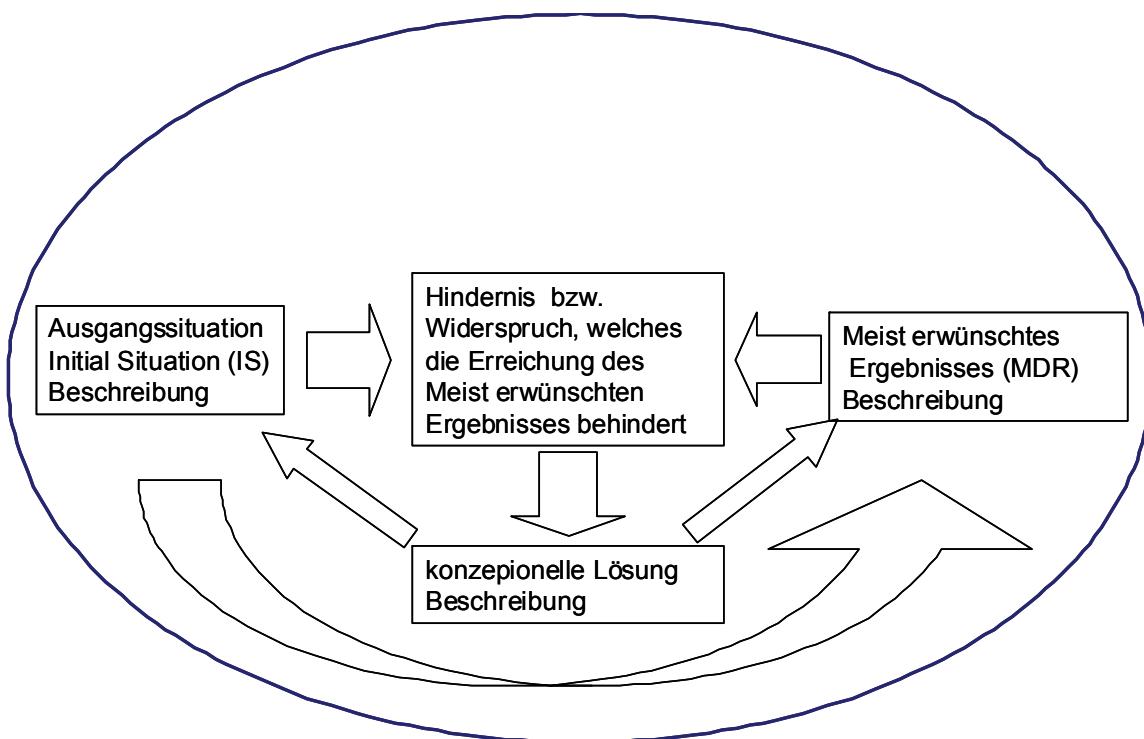


Abbildung : vereinfachtes Zangen bzw. "Tongs" Modell eines TRIZ basierenden Problemlösungsprozesses

### 1.3.3.9 Das Hügel bzw. "Hill" Modell der klassischen TRIZ

#### Einführung:

Mitte der 70er Jahre wurde ein neues Modell von Problemlösungsprozessen von Genrich Altshuller vorgebracht. Diesem Modell liegen alle folgenden ARIZ Änderungen bis ARIZ-85-C zu Grunde. Schlussendlich bekam das Model den Namen „Hill“ - Modell bzw. Hügel-Modell eines Problemlösungsprozesses. Das Zangen-Modell erscheint im Hügel-Modell auf der linken Seite des Berges als eines seiner Bestandteile.

#### Theorie:

Das Hill Model besagt, dass der erste Teil des Problemlösungsprozesses in einer Verallgemeinerung des Problems besteht, also einem Abstraktionsprozess mit dem Ziel ein nicht typisches Problem in ein Standardmodell eines Problems zu überführen. Nach der TRIZ Theorie gibt es zwei Haupttypen von Problemmodellen: ein unbefriedigendes Zusammenspiel zwischen zwei Elementen unseres Systems (z.B. ein unzureichender oder eine nachteilige Funktion aufgezeigt im Stoff-Feld Modell) oder ein Widerspruch. Nach Erstellung eines allgemeingültigen Problemmodels führen TRIZ Instrumente die Bezeichnung der Lösungsmodellkandidaten ein um schlussendlich, gemäß den vorhandenen Ressourcen, in den speziellen Situationen in Zusammenhang gebracht zu werden. (rechter Teil des Berges).

Das "Hill" Model hilft nicht nur das "Tongs" Model effizienter zu benutzen, sondern auch eine wichtigere Neuheit im Problemlösungsprozess einzuführen: Der Wechsel zwischen unterschiedlichen Niveaus der Verallgemeinerung. Zu Beginn des Problemlösungsprozesses legten wir die Probleme mehrmals nach den Regeln des "Tongs" Models dar, aber jedes Mal erhöhten wir das Niveau der Verallgemeinerung. Dieser Abstraktionsprozess führte zu einer allgemein gültigeren Beschreibung eines Problems und als Ergebnis dieser Verallgemeinerung ist es leichter eine unmittelbare Ähnlichkeit zwischen Problemen zu finden, die anfangs sehr unterschiedlich ausschauen.

#### Beispiel:

Zwei renommierte Probleme die in der modernen TRIZ Welt sehr beliebt sind, sind Tragflügelboote, die durch den "Kavitationseffekt" im Wasser zerstört werden und Affen vom Essen von Orangen abzuhalten. Zu Beginn schauen diese Situationen völlig unterschiedlich aus. Aber nach der Anwendung des "Hill" Modells und einigen Verallgemeinerungen erhalten wir dasselbe Problemmodell für beide innovativen Situationen: Zwei Objekte und eine negative Wechselwirkung zwischen ihnen. Altshuller's System der erfinderischen Standardlösungen, das in diesem Fall aufgestellt wurde, benutzt einen Vermittler, der eine Abwandlung von einem der beiden Objekte oder eine Mischung aus beiden ist. Das war eine der Hauptfunktionen der ARIZ Modifikationen vor ARIZ 85-C: Verallgemeinern Sie die anfängliche Situationsbeschreibung und benutzen sie TRIZ typische Lösungen oder jede andere für sie zugänglichen. Mit anderen Worten bedeutet das, die Umwandlung von nicht typischen Problemen in eines der bekannten typischen Probleme. Diese drastisch ansteigende Effizienz der Instrumente basierte auf klassischer TRIZ. Dennoch erscheinen sehr schnell neue Problemklassen: Probleme die nicht in typische Probleme umgewandelt werden können. Was sollte ein wirksames Problemlösungsprozess-Modell für diese komplizierten Probleme sein? Als Antwort auf diese Frage trat ARIZ 85-C in Erscheinung. Diese Version von ARIZ setzt neue S-Linien der klassischen TRIZ Instrumente zur Problemlösung ein und führt uns möglicherweise zu einem neuen Problemlösungsprozess-Modell, das im Verlauf des Übergangs vom klassischen TRIZ zu OTSM in Erscheinung tritt: Das so genannte Problem Flow Model (Problemfluss-Modell) der OTSM.



## Modell:

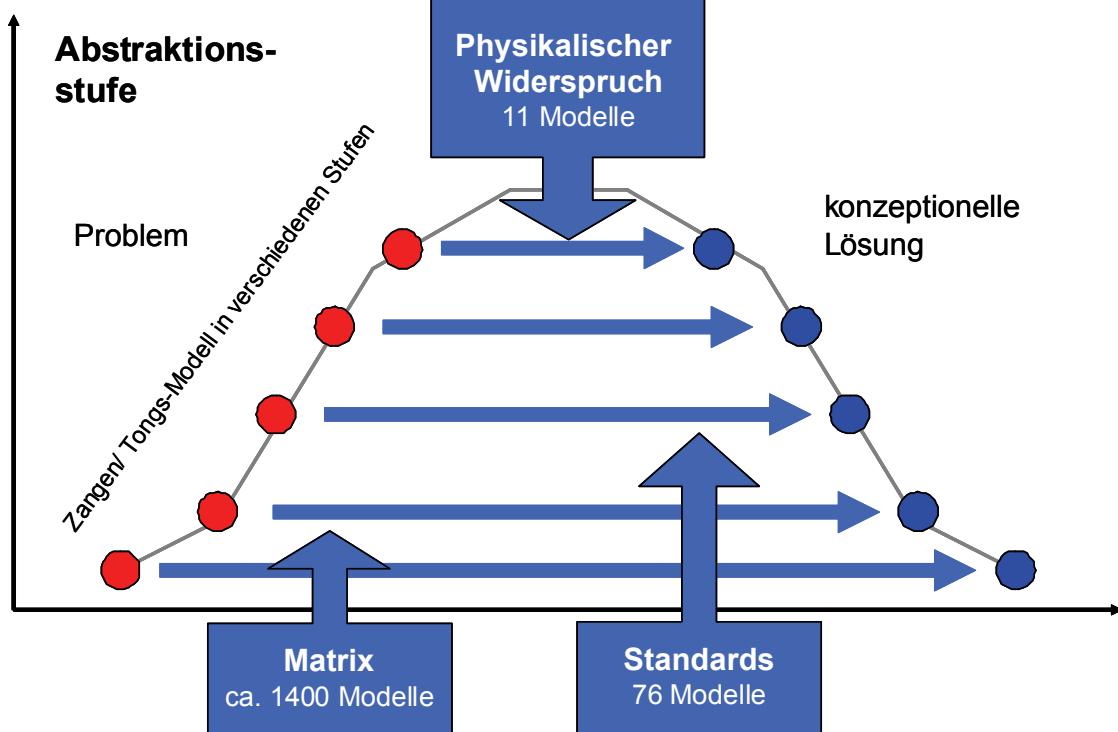


Abbildung: Hügel-Modell (Hill Model) eines TRIZ basierten Problemlösungsprozesses

### 1.3.3.10 Das Widerspruchs-Modell bzw. "Contradictions" Modell

#### Einführung:

Betrachten wir nun eine Reihe von Konstruktionsproblemen, die Anforderungen von denen zwei Bewertungs- bzw. Evaluationsparameter (auch Kundenparameter), die EPI (Evaluation Parameter 1) und EPII (Evaluation Parameter 2) bezeichnet werden, betroffen sind. Ein Punkt in der Abbildung „10 links“ stellt eine Lösung dieses Problems dar. Diese Lösungen sind mit einer Reihe von technischen Alternativen der Elemente ausgearbeitet, die den Konstrukteuren bekannt waren. Diese Lösungen werden von einer Reihe von Gestaltungs- bzw. Konstruktionsparametern beschrieben. Bewertungsparameter sind Funktionen von Gestaltungsparametern. Lasst uns EPI-dp und EPII-dp die Reihe von Parametern nennen, welche die Ausprägungen von EPI und EPII entsprechend beeinflussen. EPI-dp und EPII-dp sind durch die Reihe von technischen Alternativen definiert.

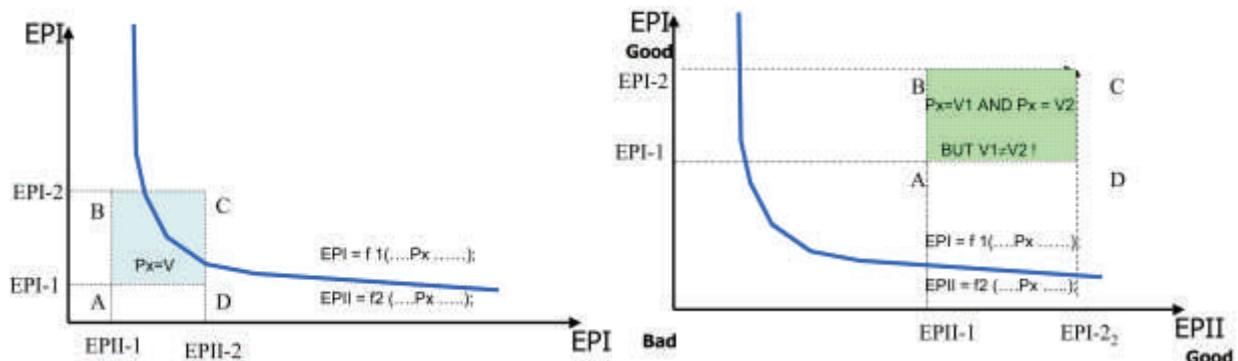


Abbildung: links „Situation Optimierung“, rechts „Situation Innovation“

In der ersten Situation nehmen die Anforderungsziele EPI und EPII Ausprägungen an um innerhalb der entsprechenden Begrenzung [EPI-1, EPI-2] bzw. [EPII-1, EPII-2] zu sein. Folglich

entspricht eine Lösung den Zielvorstellungen, wenn EPI und EPII einen Punkt innerhalb des Rechtecks ABCD in Abbildung „10 links“ definieren. Wenn es dort keine gemeinsamen Gestaltungsparameter zwischen den Bewertungsparametern (z.B.:  $EPI-dp \cap EPII-dp = \emptyset$ ) gibt, sind sie unabhängig und es ist kein Problem irgendeinen Punkt im Rechteck ABCD zu erreichen. Aber wenn mindestens ein Gestaltungsparameter beide Bewertungsparameter EPI und EPII beeinflusst, sind sie abhängig. Diese Abhängigkeitsbeziehung begrenzt den Raum von plausiblen Lösungen im Bewertungsrahmen; es ist durch eine Kurve in Abbildung „10 links“ dargestellt.

Sobald die Situation der Relation sich zwischen den Parametern überschneidet, wie die Anforderungen in Abbildung „10 links“, kann das Finden einer Lösung als ein Optimierungsproblem betrachtet werden. In diesem Beispiel wird der gemeinsame Parameter Px genannt. Jede Ausprägung V von Px stellt dabei einen Punkt in der Kurve dar. Das Problem ist nun, die Ausprägungen von Px zu finden, die es den Bewertungsparametern EPI und EPII erlaubt den Voraussetzungen gemeinsam zu entsprechen. Wir können dann einen Entscheidungsprozess aufnehmen indem wir Präferenzen über die Paare der Bewertungsparameter hinzunehmen.

Lassen sie uns nun eine zweite Situation betrachten die in Abbildung “10 rechts” zusammengefasst ist: Der einzige Unterschied zur vorherigen Situation ist, dass die als Ziel gesetzte Fläche für die Bewertungsparameter die Fläche der möglichen Lösungen, die durch die Gestaltungsparameter definiert sind, nicht überlappt. Die Relation zwischen den Bewertungsparametern die infolge technisch bekannter Lösungen und Naturgesetz oder Gesetzen die Verbindungen zwischen Parametern ansteuern, bleibt dieselbe. Demzufolge gibt es keinen Weg eine Lösung zu bekommen, indem man das Relationsmodell zwischen den Bewertungsparametern benutzt. Ein neues Paradigma wird benötigt in welchem die Relation der Anforderungen überlagert bzw. quasi ausgehebelt wird.. Zwei Hauptmodelle, um dies zu erreichen, können benutzt werden.

Die erste Möglichkeit besteht darin, unsere Ziele über die Werte bzw. Präferenzen auszutauschen und sowohl die Anzahl der technischen Alternativen als auch die Struktur des Systems beizubehalten. Die zweite Möglichkeit setzt sich mit der Auswechselung dem Austausch der technischen Alternativen und der Änderung der Struktur des Systems auseinander, Durch eine Erweiterung des Wissens und der Einführung von - nach TRIZ Sprache- nicht typischen Lösungen. Als Output dieses Prozesses werden neue Kurven zwischen den Bewertungsparametern entstehen. Wenn sie das Präferenzgebiet übersteigen, kommen wir zu einer Optimierungslösung zurück.

### Theorie:

Die bisherigen Beispiele, welche die Relation zwischen Bewertungsparametern betreffen, können folgendermaßen verallgemeinert und erklärt werden: die Tatsache, dass zwei Bewertungsparameter miteinander verbunden sind, bedeutet dass mindestens ein gemeinsamer Parameter, welcher von diesen beiden Bewertungsparametern (EP 1, EP 2) abhängig ist existiert. Dieser gemeinsame Parameter muss aufgezeigt werden, um neue technische Alternativen und schlussendlich eine neue Struktur des Systems zu entwickeln. Demzufolge bedeutet in unserem Beispiel die Tatsache, dass EPI und EPII miteinander verbunden sind, dass mindestens ein gemeinsamer Parameter Px von dem die Bewertungsparameter (EPI und EPII) abhängen existiert. Der Grund warum es für die Bewertungsparameter unmöglich ist die Anforderungen im Framework von bestehenden Modellen auszuprobieren ist folgender: um gemeinsam ein Paar (EPI, EPII) der Bewertungsparameter anzubringen, sollte Px zwei sich gegenseitig ausschließende Ausprägungen einnehmen; diese Parameter können mit V1 und V2 bezeichnet werden.

Darüber hinaus muss man teilweise die Elemente der vorrangigen Struktur berücksichtigen. Die Situation kann mindestens von 3 Widersprüche (Dilemmas) beschrieben werden.

Lassen sie uns diesen Punkt durch die folgenden Beispiele illustrieren. Wir nehmen an, die

vorrangigen Elemente sind:

in der Abgrenzung [EPI-1, EPI-2], hier ist die höhere EPI Ausprägung die bessere.

In der Abgrenzung [EPII-1, EPII-2], hier ist die höhere EPII Ausprägung die bessere.

Die drei daraus resultierenden Widersprüche (Dilemmas) TW1, TW2 und PW können wie folgt beschrieben werden:

TW1: wenn die EPII Ausprägung gut aus der Sicht des Bedürfnisses ist, dann ist EPI schlecht.

TW2: wenn EPI gut aus der Sicht der Bedürfnisse ist, dann ist EPII schlecht.

PW: wenn die Ausprägung Px gleich V1 (Wert 1 –Value 1) ist, dann bleibt der Widerspruch TW1 erhalten, wenn hingegen die Px Ausprägung V2 (Wert 2 – Value 2) ist, dann bleibt der Widerspruch TW2.

Der Widerspruch PW ist nun die Wahl zwischen zwei sich gegenseitig ausschließenden Ausprägungen (Werten) eines Parameters. Dieser führt zu den zwei Optionen TW1 und TW2, die jeweils nachteilig aus der Sicht der Bedürfnisse sind.

Das klassische TRIZ System der Widersprüche besteht aus 3 Arten von Widersprüchen (administrative, technische und physikalische):

TW1 und TW2 werden technische Widersprüche genannt (Technical Contradiction). Hier besteht der Widerspruch zwischen zwei Bewertungsparametern eines Systems. Wohingegen der diesen Technischen Widersprüchen zu Grunde liegende Widerspruch PW dem Konzept des Physikalischen Widerspruchs entspricht (Physical Contradiction).

## Modell:

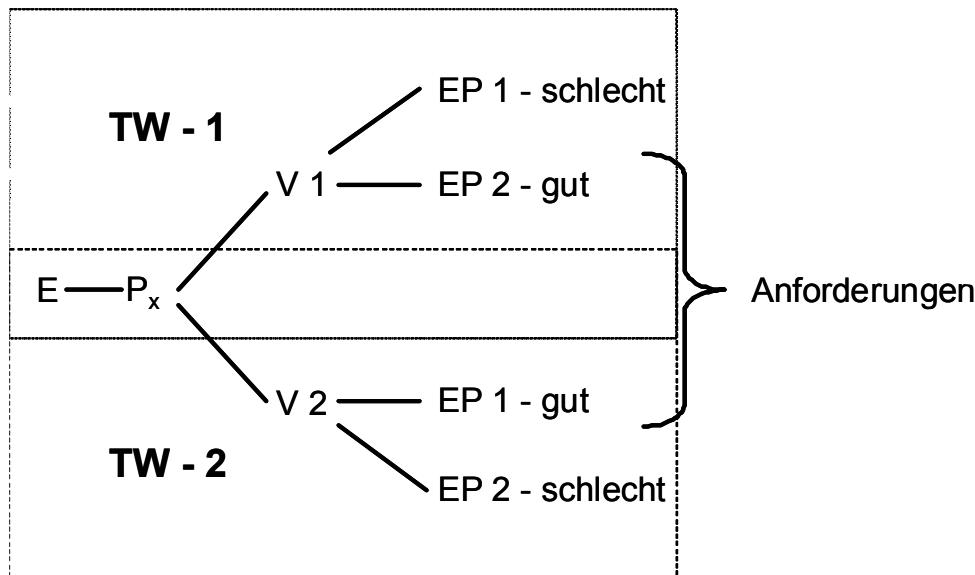


Abbildung: OTSM-TRIZ Basis-System der Widersprüche



## 2 Entwicklungsgesetze technischer Systeme

### 2.0 Einleitung

Wissen Sie warum Menschen ihre Problemsituationen manchmal falsch lösen?

Nicht nur Schüler und Studenten, sondern auch Designer und Ingenieure, Direktoren und Schriftsteller, Präsidenten und sogar Könige können ihre Probleme falsch lösen. Wahrscheinlich können Sie sich an einige Beispiele erinnern, die falsch gelöst wurden, ebenso auch an einige kreative Lösungen.

Um eine Antwort auf diese knifflige Frage zu finden, bieten wir Ihnen eine kurze, 33 Sekunden dauernde Reise in das Unternehmen von Antoine de Saint Exupéry und dem kleinen Prinzen zu einem Asteroiden Nr. 325 an, um dort den König zu besuchen...

Der König herrschte über alles – seinen kleinen Planeten, die anderen Planeten und alle Sterne... und die ganze Umgebung gehorchte ihm. Der Kleine Prinz bewunderte eine solche Macht! Und er bat den König, der Sonne zu befehlen, unterzugehen, denn er wollte unbedingt einen Sonnenuntergang bewundern.

- „Ich werde der Sonne befehlen unterzugehen“, antwortete der König. „Aber in meiner Herrscherweisheit werde ich warten, bis die Bedingungen dafür günstig sind.“

- „Wann wird das sein?“, erkundigte sich der kleine Prinz.

- „Hm! Hm!“ antwortete der König, der zunächst einen großen Kalender studierte. „Hm, hm! Das wird sein gegen... gegen... das wird heute Abend gegen sieben Uhr vierzig sein! Und du wirst sehen, wie man mir gehorcht.“

Sie sollten nicht zweifeln, die Sonne ging exakt um 19:40 unter, weil es ein Naturgesetz ist. Und der König war wirklich weise, denn er hält sich an die Naturgesetze und hat sie nicht gebrochen.

Unsere Welt besteht aus Paradoxons. Und die überraschendsten handeln von der Tatsache, dass Menschen zu jeder Zeit nach der Verbindung von verschiedenen Prozessen und Phänomenen gesucht haben. Sogar dort, wo es keine Verbindung gibt! Es ist jedoch nicht der Fall, weil ein neuer Forscher kommt und diese Verbindung entdeckt.

Gesetze, d.h. Zusammenhänge von Prozessen und Phänomenen in der Natur, bilden die Basis vom Wissen über die Welt, die uns umgibt. Gesetze, die nicht nur in verschiedenen Wissenschaften wichtig sind, sondern auch in unserem täglichen Leben. Das zeigt ein einfaches Beispiel. Jeder Autofahrer weiß, dass sich der Bremsweg auf regennasser Fahrbahn verlängert.

Wieso brauchen wir das Wissen über die Naturgesetze? Es ist notwendig, dass ein Mensch, ständig in die Zukunft, nach einer sinnvollen und intelligenten Aktivität blickt, oder zumindest einen Schritt weiter. Erinnern Sie sich, sogar beim einfachen Spaziergang durch den Park suchen Sie unbewusst am Boden nach dem Platz für Ihren nächsten Schritt. Je schwieriger der Weg ist, desto mehr Aufmerksamkeit erfordert er. Je schwieriger das System ist, desto größere Anstrengung ist notwendig, um dessen Entwicklung vorherzusagen. Und nur, falls wir die Gesetze entsprechend der Tatsache, welche Systeme sich entwickeln, definiert haben, ist es möglich, mit Zuversicht etwas über einen weiteren Schritt in der Entwicklung dieses oder eines anderen Systems zu sagen.

### 2.0.1 Die Rolle der Gesetze in TRIZ

#### 2.0.1.1 Gesetze in der Wissenschaft

Jede Wissenschaft wird nur dann zu einer Wissenschaft in ihrer vollen Bedeutung, wenn sie anfängt, die Welt auf der Grundlage von Gesetzen, die diese Wissenschaft entdeckt hat, zu beschreiben. Die Astronomie wurde zur Wissenschaft, als sie die Gesetze von der Bewegung der Planeten entdeckte. Die Alchemie wurde zur Chemie, als sie die Gesetze von der Wechselwir-

kung und Verwandlung der Stoffe beschrieb.

TRIZ – die Wissenschaft, die sich mit Prozessen an der Grenze von zwei Objekten befasst: ein Mensch und eine Technologie. Das Untersuchungsgebiet umfasst beides, das Denken eines Menschen sowie die Gesetze von der Entwicklung technischer Systeme. Jede Theorie hat einen grundlegenden Charakter, aber sie entwickelt auch angewandte Werkzeuge. TRIZ entwickelte Werkzeuge zur Lösung kreativer Probleme, Wege um Suchfelder einzugrenzen und Methoden für bewusstes Management unbewusster Prozesse.

Einer der typischen Fehler beim Studieren und Lehren von TRIZ besteht darin, dass TRIZ als ein anderes Fach studiert wird: als Physik, Chemie oder Astronomie. Der Kern dieser Wissenschaften ist die umliegende Welt, die Naturphänomene, wohingegen bei TRIZ mehr Aufmerksamkeit auf die Prozesse des Denkens gelegt werden sollte.

### 2.0.1.2 Gesetze in TRIZ

Die Gesetze über die Entwicklung technischer Systeme wurden erstmals 1979 von G. S. Altshuller in seinem Buch "*Creativity as an Exact Science: the Theory of the Solution of Inventive Problems*" veröffentlicht:

- Das Gesetz über die Vollständigkeit der Teile eines Systems.
- Das Gesetz von der energetischen Leitfähigkeit eines Systems.
- Das Gesetz von der Abstimmung der Rhythmisierung der Teile eines Systems.
- Das Gesetz von der Erhöhung des Grades der Idealität eines Systems.
- Das Gesetz von der Ungleichmäßigkeit der Entwicklung der Teile eines Systems
- Das Gesetz vom Übergang zu einem Super-System.
- Das Gesetz vom Übergang von einem Makro- zu einem Mikrolevel.
- Das Gesetz von der Erhöhung der Stoff-Feld Komplexität.

Wenn man von TRIZ spricht wie vom System, ist es wichtig zu erwähnen, dass es sehr harmonisch ist. Die Werkzeuge, die in der Struktur enthalten sind, bringen das System zum Laufen. Sie sind miteinander vernetzt, und die Basis wird durch die Gesetze über die Entwicklung technischer Systeme gebildet.

Die Gesetze sind in 3 Gruppen unterteilt: die Gesetze der Statik (1-3), die Gesetze der Kinematik (4-6), die Gesetze der Dynamik (7-8). In solch einer Unterteilung gibt es eine bestimmte Analogie zur Mechanik – den Bereich der Physik. Bei der Betrachtung einer "Lebenskurve" von der Entwicklung eines technischen Systems, *der S-förmigen Kurve*, kann man folgendes beobachten: Die Gesetze der Statik sind charakteristisch für die Erscheinungsphase des technischen Systems; die Gesetze der Kinematik – für die Entwicklungsphase des technischen Systems; die Gesetze der Dynamik – für die Endphase der Entwicklung und den Übergang zu einem Subsystem. Das technische System entwickelt und verändert sich. Auch das Modell eines technischen Systems ändert sich. Die neuen Annahmen entstehen bei der Betrachtung einer konkreten Situation mit dem Ziel ein Modell zu kreieren.

Folglich wird bei der Berechnung der Fluggeschwindigkeit des Flugzeugs von einem Punkt zum nächsten, das Flugzeug als materieller Punkt betrachtet. Aber bei der Festlegung der Minimalgeschwindigkeit, die nötig ist, um abzuheben, sollten wir eine gänzlich andere Situation in Betracht ziehen und damit andere physikalische Gesetze. Die Auftriebskraft wird unsere Aufmerksamkeit erwecken. Sie beeinflusst die Tragflächen des Flugzeugs und auch dessen Gewicht. Bei den Berechnungen für die maximal zulässige Geschwindigkeit für eine sichere Landung sollten wir uns mit gänzlich unterschiedlichen Objekten befassen. Es ist sehr wichtig, das Ziel zu definieren und ein passendes Modell auszuwählen.

### **2.0.1.3 Die Charakteristika der Gesetze von der Entwicklung technischer Systeme und ihrer verschiedenen Systementwicklungsphasen**

In der Erscheinungsphase, während der Erschaffung eines neuen technischen Systems wird das System als „ein Objekt in sich selbst“ studiert. Die wichtigsten Prozesse, unverzichtbar für die Überlebensfähigkeit, passieren innerhalb des Systems. In diesem Fall sind Annahmen möglich und das System wird getrennt von anderen, umliegenden technischen Systemen untersucht. Die folgenden Fragen für das System werden gelöst: «Sein oder nicht sein?», «Welche Art von Struktur sollte verwendet werden?». Bei einer Analogie zur Mechanik: in der Mechanik, untersuchen die Gesetze der Statik einen ausgeglichenen Zustand eines Körpers, unter Einfluss der ausgeübten Kräfte.

In der Entwicklungsphase eines technischen Systems werden evolutionäre Prozesse im technischen System untersucht, aber ungeachtet der technischen und physikalischen Faktoren, die diese Entwicklung bestimmen. Die Prozesse, welche die Entwicklung bestimmen, sind immer noch innerhalb des Systems zu finden. Aber die Hauptsache ist nicht länger das Überleben des technischen Systems, sondern Bewegung, Entwicklung, Leistung auf einem bestimmten Level in Vergleich zu anderen technischen Systemen. Das Wesentlichste in der momentanen Phase ist das Erreichen von Maximalwerten bei den Schlüsselparametern durch das technische System. Diese Schlüsselparameeter umfassen Geschwindigkeit eines Flugzeugs, Nutzlast eines Autos oder die Anzahl der pro Sekunde geleisteten Vorgänge eines Computers.

In der Endphase der Entwicklung kommen die Gesetze vom Übergang zu neuen Systemen in den Vordergrund. Eigentlich sind die Ressourcen für die Entwicklung des technischen Systems völlig erschöpft. Das existierende System wird in einer Umwelt von anderen technischen Systemen untersucht. Die Hauptfrage ist «Wie fördert man die Entwicklung in einer bestehenden Umwelt?», während es unter Einfluss von konkreten technischen und physikalischen Faktoren überprüft wird.

### **2.0.1.4 Die Definition von den Gesetzen über die Entwicklung technischer Systeme im vorliegenden Lehrbuch**

Das System der Entwicklungsgesetze technischer Systeme entwickelt sich ebenfalls. Die Arbeiten vieler Forscher und Entwickler haben die Werkzeuge der angewandten Gesetze spezifiziert und ausgeweitet. Lassen Sie uns die Namen einiger Forscher in diesem Gebiet erwähnen: Altshuller G.S., Zlotin V.L., Petrov V.M., Litvin S.S., Vertkin I., Fey V., Lubomirski I., Salamatov U.P., Kondrakov I.M. und viele andere. In TRIZ gibt es einige Systeme von den Gesetzen über die Entwicklung mit ihren Charakteristika, Spezifizierungen und Hypothesen. In jedem einzelnen dieser Systeme wird ernsthafte Forschung betrieben. Es gibt strittige Positionen in manchen Publikationen, aber das ist eine Folge der Forschungsprozesse und der Entwicklung. Alle diese lehnen sich irgendwie an das klassische System der Gesetze von G. S. Altshuller an. Das ist der Grund, warum wir uns mit diesem System befassen.

In den vorliegenden Unterlagen halten wir am klassischen System der Gesetze zur Entwicklung technischer Systeme – dem System von G.S. Altshuller – fest. Im Grunde ist so eine Entscheidung von den Bildungszwecken der Unterlagen bestimmt. Es sind 8 Gesetze, jedes von ihnen in einem separaten Kapitel beschrieben. Es ist möglich, mit den einzelnen Einleitungen zu beginnen. Jedoch ist es logischer und effektiver die Unterlagen der Reihe nach durchzuarbeiten, beginnend mit dem ersten Kapitel.

Jedes Kapitel hat folgende Teile: Definitionen, Theorie, Modell, Werkzeuge, und beinhaltet Fragen zum Selbsttest. Am Ende eines jeden Kapitels gibt es eine Liste der verwendeten Literatur. Wir haben versucht keine Beispiele von anderen Büchern und Artikeln zum Thema TRIZ zu verwenden. Zur Veranschaulichung der Texte wurden eine Vielzahl von Schemata, Bildern und Fotos verwendet.

Wir wünschen angenehmes und effektives Lesen und kreative, außergewöhnliche Lösungen!

## 2.1 Das Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines Systems

Im *Musée des Arts et Métiers* in Paris, über dem großen Treppenaufgang schwebt eine Flugmaschine gebaut vom französischen Erfinder, Clément Ader. 1890 schaffte diese Flugmaschine einen kurzen Flug in einigen Zentimetern Höhe. Möglicherweise lächeln Sie jetzt, aber es war tatsächlich ein großer Durchbruch zu jener Zeit!

Kann die Flugmaschine von Ader als Flugzeug angesehen werden? Wie technisch lebensfähig war die Konstruktion in den Jahren ihres Entstehens? Wer und welches Land stellte das erste Luftfahrtsfahrzeug her? Welche Fehler machte der erste Flieger? Lassen Sie uns den amerikanischen Professor, Samuel Langley zitieren, der sich mit der Theorie des Fliegens beschäftigte. Als er gefragt wurde, warum die ersten Flieger versagten, antwortete er: „Vielleicht, weil sie das Thema falsch angepackt und sie versucht haben, Flugmaschinen zu bauen, bevor sie die Gesetze, auf denen das Fliegen beruht, gelernt haben.“

Bevor man versucht, die oben stehende Fragen zu beantworten, und nicht nur betreffend Flugmaschinen, sondern auch betreffend jedes anderen technischen Systems, ist es notwendig, die Entwicklungsgesetze technischer Systeme zu kennen und in der Lage zu sein, diese anzuwenden. Wir werden mit dem Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines Systems beginnen.



*Avion III de [fr:Clément Ader](#). Musée des Arts et Métiers, Paris (Quelle, [www.wikipedia.org](#), Photo et photomontage © [Roby](#))*

### 2.1.1 Definition

Eine notwendige Bedingung für die prinzipielle Lebensfähigkeit eines technischen Systems ist das Vorhandensein und die minimale Funktion der grundlegenden Teile des Systems.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems*

Die Konsequenz:

Damit ein technisches System kontrollierbar ist, ist es zumindest erforderlich, dass ein Teil des Systems kontrollierbar ist. „Kontrollierbar sein“ bedeutet, seine Eigenschaften so zu verändern, wie es eine Regelung verlangt. (Vgl. S.224)

Das Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines Systems gehört zur weiteren Kategorie der „Statik“-Gesetze, das sind die Gesetze, die den Beginn des Lebens eines technischen Systems festlegen. Es ist jedoch wichtig zu verstehen, dass sich das Gesetz nicht nur auf alte technische Systeme wie Bogen, Steinaxt oder Katapult bezieht. Jedes technische System verändert sich im Laufe seiner Entwicklung. Sehr oft werden ein oder mehrere Grundteile in einem technischen System komplett ersetzt. In dem Moment, wenn eine solche Veränderung der Teile stattfindet, erscheint tatsächlich ein neues System und das Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines Systems wird anwendbar.

### 2.1.2 Theorie

#### 2.1.2.1 Details

Jedes technische System besteht aus bestimmten Teilen. Wenn wir ein technisches System untersuchen, können wir seine Teile betrachten. Eine Füllfeder besteht aus einem Gehäuse, einer Schreibfeder, einem Tintenspeicher und einem Stöpsel. Wir nutzen solche Beschreibungen, um



eine detaillierte Beschreibung der Vorrichtung des technischen Systems zu geben und um ein besseres Verständnis der Arbeitsweise zu haben. Dies ist ein Modell eines Systems, das durch die Komponenten des Subsystems aufgebaut ist. Es gibt viele Systemmodelle: zum Beispiel, ein Bild von einem Flugzeug oder einem Auto; das elektronische Schema eines Telefons; eine Schilderung darüber, was ein Computer ist; eine textliche Beschreibung einer Brille – all das sind Modelle von verschiedenen technischen Systemen.

Das Modell, das bei dem Gesetz der Vollständigkeit der Teile eines Systems Anwendung findet, bestimmt die Hauptbestandteile eines jeden Systems vom Standpunkt des Funktionierens und der Entwicklung aus. Das Hauptziel des vorliegenden Modells ist seine Verwendung bei der Problemlösung. Dieses Modell ist mit bestimmten Zielen/Aufgaben aufgebaut. Zum Beispiel ein Foto von einem Apparat gibt einen allgemeinen Überblick über das Aussehen, oder Zeichnungen von Bestandteilen beschreiben die wesentlichen Teile. Das Modell wird gut, wenn es erlaubt, die gesetzten Ziele zu erreichen und Antworten zu den gestellten Fragen liefert. Zum Beispiel wird das aerodynamische Modell eines Autos verwendet, um den Luftwiderstand zu minimieren.

Das Ziel des vorliegenden Modells ist es, alle technischen Systeme zu verallgemeinern und die allgemeinen Besonderheiten eines technischen Systems zu zeigen.

Die Mindest-Arbeitskapazität der Teile des Systems ist die Fähigkeit der Teile, zusammenzuarbeiten um die Grundfunktionen des technischen Systems auszuführen. Das Kriterium für die Ausführung ist der Wechsel in den Parameterwerten der Elemente. (während der Beschreibung der Funktion im OTSM-ENV-Modell ).

Die mindestens zulässige Änderung der Parameterwerte wird verursacht durch die Anforderungen des Nutzers an das vorliegende technische System. Informationen über den Algorithmus, der die Funktion definiert, sind im Kapitel 1.4 Werkzeuge beschrieben → Wie legt man die Funktion eines technischen Systems korrekt fest?

Nehmen wir beispielsweise die Funktion eines Autos, die wie folgt modellhaft dargestellt werden kann: um die Position (N=Name des Merkmals/ der Eigenschaft) einer Person (E=Element) von ihrem Haus (V1=Wert 1) zu ihrem Arbeitsplatz (V2=Wert 2) zu ändern. Wenn ein grundlegend neues Automodell eine Person nur ein paar Meter weit bringen kann (um die Position zu verändern), ist es offensichtlich nicht genug für den Kunden. Niemand würde so ein Auto kaufen, aber es ist durchaus möglich, dass es den Konstrukteur in einer frühen Phase der Entwicklung zufrieden stellen kann.

Anders gesagt besitzt ein festgelegtes technisches System notwendige Bedingungen für seine Lebensfähigkeit. Es enthält die Grundteile entsprechend dem Vier-Elemente-Modell. Diese Teile haben minimale Funktionskraft in ihrer Struktur.

### 2.1.2.2 Die typischen Fehler

Oft scheint die Verbindung zwischen dem Gesetz und seinen Konsequenzen nicht offensichtlich zu sein. Es ist wichtig, die Logik einer Konsequenz über die Steuerbarkeit und ihre Verbindung mit dem Gesetz zu verstehen. Steuerbarkeit wird in der weiteren Erläuterung des Gesetzes noch detaillierter erklärt. Unter Steuerbarkeit versteht man grundsätzlich die Möglichkeit, den Wert der Parameter des technischen Systems und seiner Teile während der Betriebszeit zu verändern. Jeder Teil des technischen Systems arbeitet in einem „Organismus“ und wird mit dem Ziel, die allgemeine Funktion zu erreichen, verwendet. Aufgrund dessen, ist es möglich das ganze System zu betreiben, indem man einen seiner Teile betreibt.

Es ist fair, das Gegenteil zu behaupten. Wenn es nicht möglich ist einen wesentlichen Bestandteil des Systems zu betreiben, ist das ganze System nicht funktionstüchtig (d.h. wir können den Parameterwert eines Teiles ändern, um die Parameter für das ganze System zu ändern).

## 2.1.3 Modell

Das Modell beinhaltet die wichtigsten Teile eines Systems: das Antriebssystem (Motor), das Übertragungssystem, das Werkzeug (Arbeitssystem), das Steuerungssystem. (Die Hauptteile des technischen Systems werden nachfolgend in Abb. 1.3. durch die gestrichelte Linie getrennt.) Normalerweise bilden die Energiequelle und das Objekt keinen Teil des technischen Systems beispielsweise die Wasserströmung in einem Fluss, die das Mühlrad in Bewegung bringt oder der Wind, der eine Windturbine zum Rotieren bringt. Jedoch ist die Energiequelle in manchen Fällen im technischen System enthalten, zum Beispiel, die Batterien eines technischen Systems, das eine elektrische Fackel ist. Der Motor und die Energiequelle sind oft dasselbe, aber nicht immer. Nachfolgend betrachten wir das Vier-Elemente-Modell etwas genauer. Zu allererst werden wir mit der Funktionsdefinition des technischen Systems beginnen.

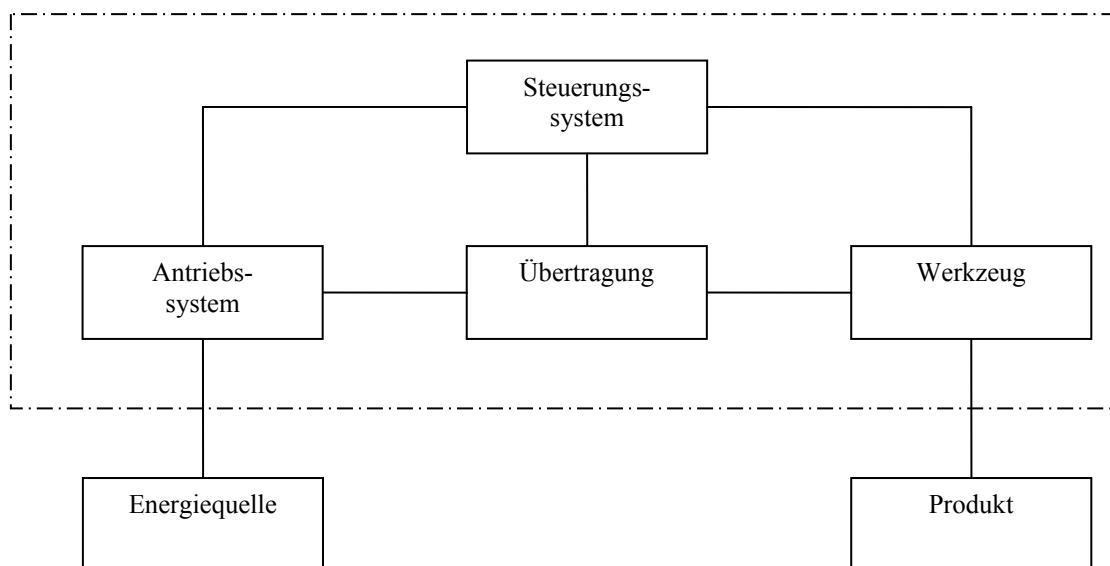


Abb. 1.3. Die Hauptteile eines technischen Systems

## 2.1.4 Werkzeuge (und wie man sie benützt)

### 2.1.4.1 Wie legt man die Funktion des technischen Systems korrekt fest?

 Die Funktion des technischen Systems sollte definiert sein, bevor wir „das Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines technischen Systems“ praktisch verwenden. Das ist eine wichtige Phase.

Die Funktion ist in der Tatsache der Existenz eines Systems begründet. Um genauer zu sein, mit welchem Ziel wir das System verwenden. Wenn wir keine eindeutige Idee für seine Funktion haben, können wir die Zusammenstellung des Systems nicht entsprechend dem Vier-Elemente-Modell festlegen. In diesem Fall macht es keinen Sinn von einem System zu sprechen.

#### 2.1.4.1.1 Ein paar einleitende Bemerkungen

 (\*) Ein technisches System könnte durch verschiedene Modelle dargestellt werden mit dem Ziel verschiedene Funktionen zu erfüllen.

(\*\*) Es wird darauf hingewiesen, dass eine analoge Situation während der Analyse anhand des Schemas des Multidimensionalen Denkens vorkommen kann. Wenn die Funktion nicht defi-

niert worden ist, wird sich während der Analyse nur Unsinn ergeben. Ohne die Funktion des technischen Systems festzulegen, ist es nicht möglich, die Struktur des Systems nach der OTSM-TRIZ-Theorie zu diskutieren.

#### 2.1.4.1.2 Die Struktur des Systems

Was verstehen wir unter der Struktur des Systems? Es ist die Zusammensetzung der Einzelteile im System und die Darstellung der Komplexität der Verbindungen im System, als Folge dessen jene Qualität auftritt, welche wir auch „die Funktion“ nennen. Mit Hilfe dieser Funktion erreichen wir das formulierte Ziel. Alle jene Funktionen, die zur Verbesserung der Qualität dienen, sind Einzelteile des Systems. Andere Phänomene, die nicht funktionieren, bestimmen nicht die Komponenten eines Systems, selbst wenn sich diese Elemente im System befinden. Auf der anderen Seite bilden Elemente, die sich weit weg von dem System befinden und keine Beziehung dazu haben, einen Teil des Systems, wenn die Funktion einmal definiert ist. Um genauer zu sein, wenn wir die Funktion korrekt definieren, bilden wir oft eine neue Vision des technischen Systems und entdecken vorher unbemerkte Verbindungen. Das ist eines der Hauptziele der Analyse. Um präziser zu sein, bilden wir das Modell eines Minimalsystems mit der definierten Funktion.



#### 2.1.4.1.3 Der Algorithmus der definierten Funktion

Der Algorithmus der definierten Funktion besteht aus drei Schritten:



**1 Das gewöhnliche Sprachmodell der Funktion.** Eine Person erklärt in Worten, was sie von dem System erreichen will. Studenten erledigen das normalerweise schnell und gehen zum zweiten Schritt weiter. Aber es gibt auch Fälle, bei denen eine Einigung über die verbale Beschreibung der Funktion nicht so leicht zustande kommt. Um zu einer Einigung zu kommen, brauchen wir den zweiten Schritt.

**2 Das Verb-Nomen-Modell – Wertanalyse-Modell.** Das ist ein Modell des Universal Semantic Code (USC) und der Wertanalyse. In der Praxis erscheinen oft einige Verben während der Analyse der Funktion des technischen Systems, die ist besonders charakteristisch für ein kompliziertes System. Ein Nomen (Namenwort) beschreibt normalerweise ein Produkt, das verändert wird, und das Verb (Zeitwort) charakterisiert den Weg, wie sich das Produkt verändert. Dieser Ansatz ist hilfreich für die funktionale Analyse, es ist sehr viel besser diesen Ansatz zu verwenden, als das mündliche Modell anzuwenden, das die Universalsprache verwendet. Dennoch können die folgenden Probleme auftreten. Erstens, die Existenz eines Verbs mit der gleichen Bedeutung. Zweitens, unsere Erfahrung zeigt uns, dass dieses Modell (Verb-Nomen-Modell – Wertanalyse-Modell) in vielen Fällen an einen toten Punkt führt oder sogar in die falsche Richtung.

#### 3 Das Vier-Verben ENV-Modell – OTSM-ENV Modell der funktionalen Beschreibung.

Das ENV-Modell erlaubt eine tiefere Analyse und eine detaillierte Beschreibung der Funktion. Es gibt auch Möglichkeiten, das Modell zu entwickeln und zu verbessern, dadurch ist es besser als das Verb-Nomen Modell. Wir sollten vier spezielle Verben verwenden und die Funktion unter der Verwendung der Fachausdrücke des OTSM-ENV Modells beschreiben.

Zu allererst sollten wir das „Element“ definieren. Während des zweiten Schrittes, wie oben angeführt, haben wir Verb und Nomen zu definieren. Das Nomen ist ein Element, um genauer zu sein, ein Produkt. Wenn wir ein anderes Element beim Übergang zum dritten Schritt brauchen, bedeutet das, dass wir es falsch definiert haben. In diesem Fall ist es notwendig, zum zweiten Schritt zurückzugehen und das Verb-Nomen Modell zu konkretisieren.

Ein Verb beschreibt die Änderung einer Sache, während die Funktion diese Änderung darstellt. Es gibt vier Arten von Verben, die alle eine Veränderung ausdrücken: "verändern",

"abnehmen", "zunehmen" (das sind Variationen für verändern, denn manchmal ist es wichtig, konkrete Angaben zu machen) und viertens, "gleich bleiben". Wenn wir von Management/Kontrolle sprechen, brauchen wir „verändern“, um genauer zu sein, wir verwenden die zweierlei Bedeutungen – abnehmen und zunehmen.

Was verändern wir besonders? Was bedeutet es, das Element „E“ zu verändern? Wir verändern einen bestimmten Parameter dieses Elementes, N, „Name des Parameters“.

Wie ändern wir diesen Parameter? Wir verändern die Bedeutung des Parameters: „Wert des Parameters“. Bei der Beschreibung des Modells sollten wir angeben: „die Veränderung des Parameterwertes N des Elements E vom Wert V1 zum Wert V2. Zum Beispiel, die Veränderung des Wertes eines halbfertigen Produkts vom Rohmaterial verändert den Wert des Produktes. Wir haben zumindest einen Parameter.

Bemerkung:

(\*) Eigentlich ist es notwendig zu erwähnen, dass eine Funktion die Veränderung eines Parameters herbeiführt. Wenn wir verschiedene Parameter haben, bedeutet das, wir haben verschiedene Funktionen, und das führt zur Schlussfolgerung, dass wir verschiedene verschränkte Systeme haben.

Das ist auch der Grund, warum es einen vierten Typus des Verbs gibt, "gleich bleiben" – nicht verändern. Eigentlich ist es ein rein psychologischer Trick im Laufe des Trainings. Es ist oft leichter für einen Studenten das Verb "gleich bleiben" anstatt des Wortes "verändern" zu verwenden. Ein typisches Beispiel ist eines, das wir im Training verwenden: was ist die Funktion einer Flasche? Wasser aufzubewahren. Der Definition zufolge stellt die Funktion immer eine Art von Veränderung dar. Wenn wir mit dem Wort "gleich bleiben" konfrontiert werden, bedeutet das, dass wir mit der psychologischen Trägheit konfrontiert werden. Das Verb "gleich bleiben" dient als Indikator für einen tiefgehenden Prozess, den wir verstehen sollten. Wenn wir "gleich bleiben" sagen, sollten wir über den nachfolgenden Schritt nachdenken, dh. was sollten wir ändern, damit es gleich bleibt – damit unerwünschte Veränderungen verhindert werden und der momentane Status beibehalten wird.

Lassen Sie uns die typischen Beispiele aufzeigen, um die Funktion des technischen Systems zu definieren und um zu verstehen, **was verändert werden sollte**. Um es besser zu verstehen, im Rahmen der konkreten, beschriebenen Situation, sollte man ein Gedankenexperiment durchführen – ein Objekt wegnehmen. Gedanklich werden wir die Flasche wegnehmen, nicht das Wasser. Was wird passieren? Das Wasser wird davon fließen... Warum? Weil Gravitationskräfte Einfluss auf diesen Prozess ausüben. Deshalb muss die Funktion der Flasche den Einfluss der Gravitationskräfte ausgleichen, verändern und korrigieren. Die Funktion ist, den Wasserfluss zu verhindern und zu ändern.

Dieser Algorithmus erlaubt es uns, tiefergehende Analysen durchzuführen, die Funktion präziser zu formulieren und die Teile des Systems zu definieren.



## 2.1.5 Beispiel

Lassen Sie uns die traditionelle Anwendung eines Kraftfahrzeugs betrachten, das Menschen und Waren transportiert.

### 2.1.5.1 Der erste Schritt

Der erste Schritt ist das gewöhnliche Sprachmodell. Autos werden normalerweise genutzt, um Menschen und Waren von einem Ort zum anderen zu transportieren. Wir werden keine andere Funktion des Autos betrachten, wie zum Beispiel, Schutz vor dem Regen, Distanzmessung zwischen zwei Punkten. Es kann als Lager für alle Sachen dienen und es hat viele andere Funktionen (dieses Thema passt eher zum Verlauf der Entwicklung kreativer Vorstellungskraft).

### 2.1.5.2 Der zweite Schritt

Ein Objekt, ein Produkt: eine Person.

Die Funktion: eine Person zu bewegen, sie oder ihn zu transportieren.

## 2.1.5.3 Der dritte Schritt

Das ist das ENV-Modell, bei dem „E“ das Element, „N“ der Name des Parameters und „V“ der Parameterwert ist.

Für das Beispiel des Autos bedeutet das, E ist eine Person, N ist die Position der Person, V1 ist von zuhause weg und V2 ist zur Arbeit.

Die Funktion ist daher: die Position (N) einer Person (E) von zuhause (V1) auf zur Arbeit (V2) zu verändern.

## 2.1.6 Wie legt man die Teile des technischen Systems korrekt fest?

### 2.1.6.1 Einige einleitende Bemerkungen

Der typische Fehler ist, dass wir noch vor der Definition der Funktion des Systems versuchen, die Hauptteile entsprechend des Vier-Elemente-Modells festlegen. In diesem Fall definiert die Analyse des technischen Systems seine Hauptteile und repräsentiert eine subjektiven Sichtweise.

„Es scheint mir so, ich sehe es auf diese Art und Weise.“

### Das Produkt

Wenn wir die Funktion definieren, werden wir automatisch das Produkt definieren. Das Produkt ist als die Erfüllung der Funktion definiert, der Prozess der Veränderung. Das Werkzeug ist Teil des Systems, das mit dem Produkt interagiert, zum Beispiel: die Schneide einer Drehbank, nicht die Drehbank selbst, eine Messerschneide, nicht das Messer selbst. Wir brauchen Energie, um die Funktion (die Änderung des materiellen Objekts) zu erfüllen. Das ist der Grund, warum wir einen Motor brauchen. Der Motor ist der Teil des Systems, der die verfügbare Energieart in die für das Werkzeug zur Erfüllung der Funktion notwendige Form transformiert. Die Übertragung beinhaltet die Teile des Systems, welche die verfügbare Energieart des Motors zum Werkzeug übertragen.

(\*) Wir benutzen das Konzept "Produkt" mit der Bedeutung eines Produktes, eines Objektes, das bereit ist, im täglichen Leben verwendet zu werden. Aus einer durchschnittlichen Sichtweise heraus ist rohes Gemüse, wenn es im kochenden Wasser für einige Zeit gekocht wurde, ein Produkt des Kochens, das gegessen werden kann. Die effektiveren Modelle, die OTSM-TRIZ vorschlägt, werden für Situationslösungen mit dem Ziel der Problemlösung verwendet. Die Sache, die wir Produkt nennen, ist nicht ein Endprodukt, sondern der Übergang von einem halbfertigen Produkt (Produkt 1) zu einem Produkt (Produkt 2), das zur Verwendung in einem anderen System oder zur Anwendung durch Menschen bereit ist. In diesem speziellen Fall überprüfen wir das Produkt in Hinblick auf das Multidimensionale Denken entlang der Zeitachse. Produkt 1 zeigt seine Qualitäten vor der Veränderung und Produkt 2 nach der Veränderung.

Produkt 1 existiert vom ersten Moment an. Durch den Einfluss des Werkzeugs erhalten wir im Laufe der Fertigstellung ein weiteres Produkt. Und als Ergebnis des Prozesses erhalten wir das Produkt 2, das zur Verwendung bereit ist. So, es gibt mindestens 3 Screens auf der Zeitachse beim Multidimensionalen Schema (System Operator). Alle drei Screens sind im Produkt enthalten, dessen Ziel es ist, die Funktion zu erfüllen. Während der Funktionserfüllung transformiert sich das Zwischenprodukt Schritt für Schritt in das Produkt, das zur Verwendung in einem anderen System oder zur Anwendung durch Menschen bereits ist.

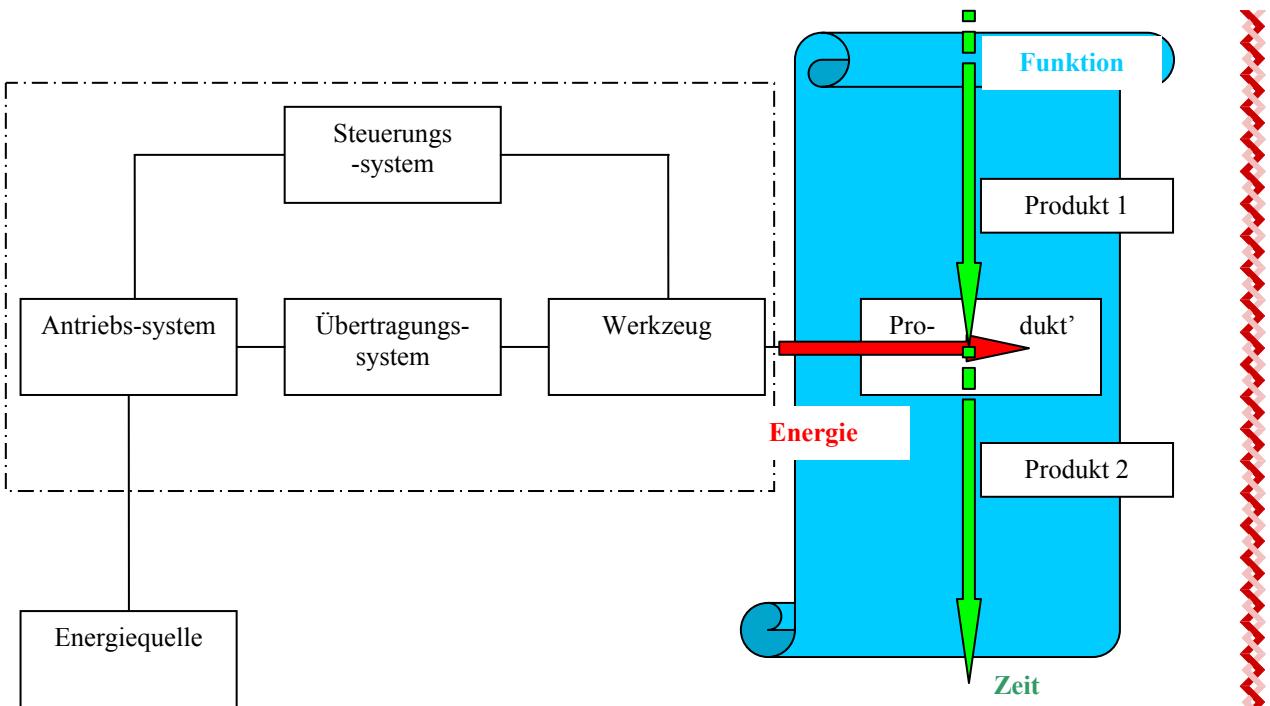


Abb. 1.4. Transformation von Produkt 1 in Produkt 2

### Der typische Fehler

Normalerweise kann jeder eine Definition im System Operator bilden. Aber in der Praxis, wenn wir über das Produkt diskutieren, ist es schwer zu verstehen, warum es notwendig ist, alles in Entwicklung, in Bewegung, zu sehen.



### Das Werkzeug

Wenn es notwendig ist etwas zu verändern, wird zumindest ein Parameter in seinem Wert geändert. Wenn wir ein materielles System haben, sollten wir normalerweise ein materielles Objekt ändern, um den Parameterwert zu verändern. Sogar, wenn wir die Position eines Objektes ändern, wird Energie verlangt. Es gibt etwas, das diese Veränderung durchführt. Wir nennen es das Werkzeug. Das Werkzeug ist etwas, das direkt mit dem Produkt zusammenarbeitet.

Anhand des Beispiels Auto: das Produkt ist eine Person. Es ist notwendig die Position des Produktes zu verändern. Was verändert die Position der Person/des Produkts? Nicht das Auto, aber Teile, die mit dem Produkt direkt zusammenarbeiten. Es ist der Sitz.

Altshuller gibt das klassische Beispiel: das Werkzeug ist nicht die Drehbank, sondern die Schneide der Drehbank. Wenn man einen Apfel mit einem Messer schneidet, ist nicht das Messer das Werkzeug, sondern die Messerschneide. Das ist eine sehr wichtige Abstufung.

### Der Motor – Das Antriebssystem

Sobald wir das Werkzeug definiert haben, kehren wir zur Frage der Energie zurück. Wir müssen Energie verbrauchen, um einen Parameter eines materiellen Objektes zu verändern. Entsprechend ist es notwendig zu verstehen, welche Art von Energie wir aufwenden sollten. Welche Art von Energie ist bei der Erfüllung der Funktion involviert?

Lassen Sie uns nicht nur das Vorhandensein einer Leistungsenergie betrachten, sondern auch die Kette der Umwandlungen von verschiedenen Arten von Energie. Beim Auto-Beispiel ist es notwendig, eine Person von einem Ort zu einem anderen zu transportieren, das ist eine lineare Bewegung. Wenn wir die kinetische Energie für diesen Zweck verwenden, werden wir sie von irgendwoher beziehen. Wir brauchen lineare kinetische Energie, um etwas zu transportieren.

Wir sollten die Stelle finden, wo lineare kinetische Energie in einem Auto auftaucht und wie sie das Werkzeug erreicht. Für uns ist es notwendig, das Antriebssystem - den Motor zu definieren (nicht den physischen Motor eines Autos, sondern den Motor definiert entsprechend den Klassifizierungen des Vier-Elemente-Modells).

(\*) Beachten Sie, dass der Motor eines Autos eine Dampfmaschine sein könnte, ein innerer Verbrennungsmotor, ein Dieselmotor, ein Teil einer Schnur, ein mechanischer Umwandler auf der Basis einer Feder oder eines Gummis, ein Düsenstrahl einer Flüssigkeit oder eines Gases, ein aufgedrehtes Schwungrad (wie bei Kinderspielzeug und anderen Dingen)

(\*\*) Im vorhergehenden Absatz haben wir über den Teil des Autos gesprochen, den wir umgangssprachlich einen Motor nennen. Was ist der Motor in einem traditionellen Fahrzeug in Hinblick auf das Vier-Elemente-Modell unter Berücksichtigung verschiedener Situationen? Es ist nicht unbedingt ein Automotor. Zum Beispiel, Fässer gefüllt mit Luft, Schwimmkörper, können ein Motor sein, wenn sie die Funktion ausüben, ein versunkenes Auto vom Flussbett an die Oberfläche zu schaffen.

Wenn wir im Rahmen des OTSM-Ansatzes zur Problemlösung von einem Antriebssystem (einem Motor) sprechen, sprechen wir vom letzten Energieumwandler einer Form (die primäre Energie der „Energiequelle“), die für das vorgegebene technische System verfügbar ist. Die Energie wird in einem oder mehreren Schritten in eine Art von Energie umgewandelt, die für das "Werkzeug" notwendig ist. Es ist eine Kette von Umwandlungen und wir wählen die letzte Transformation aus, als Folge wird jene Energie erhalten, die zur Erfüllung der Funktion notwendig ist. Dieser Moment ist speziell für die Situationsanalyse wichtig, wenn es notwendig ist, Erklärungen für unklare und unerwünschte Effekte zu finden.

### **Das Übertragungssystem**

Das Übertragungssystem beinhaltet alle Elemente (Subsysteme) des ganzen technischen Systems, durch welche Energie ohne Veränderung der Art übertragen wird. Die Energie wird vom Motor zum Werkzeug weitergeleitet. Es ist notwendig zu erwähnen, dass die Analyse dieses Prozesses von besonderer Bedeutung für die Erforschung der Gründe für unklare Effekte ist. Der schematische Algorithmus, der die Komponenten des minimalen technischen Systems definiert, wird nachfolgend gezeigt:

- Funktion. OTSM Algorithmus
- Produkt
- Werkzeug
- Motor - Antriebssystem
- Übertragungssystem

#### **2.1.6.2 Wie schätzt man die Arbeitskapazität der Teile des technischen Systems ein**

- Anwesenheit der vier Teile des Systems
- Arbeitskapazität eines jeden Teiles außerhalb des Systems
- Arbeitskapazität eines jeden Teiles als Teil eines Systems
- Abschätzung im Einklang mit den anderen Entwicklungsgesetzen eines technischen Systems

#### **2.1.6.3 Wie schätzt man die Arbeitsweise von Teilen des technischen Systems ein?**

- Vorhandensein einer Steuerungseinheit – Haben wir einen solchen steuernden Teil in einem System?
- Wie hoch ist der Steuerungsgrad der anderen drei Elemente? (Abschätzen, ob sie mit der Aufgabe gut oder schlecht zureckkommen)
- Welche Management-/ Kontroll-Parameter haben wir?



## 2.1.7 Beispiel (Problemlösung)

### 2.1.7.1 Beispiel: Die Bedingungen für eine "Antriebsunfähigkeit"

Lassen Sie uns die folgende Funktion eines Autos auf der Basis eines Verbrennungsmotors betrachten: „Sich selbst von einem Ort zum anderen bewegen“.

Lassen Sie uns dann die Frage stellen: „Unter welchen Bedingungen wird das Auto seine Funktion nicht erfüllen, sich selbst, Personen und Waren nicht bewegen und transportieren?“

Es ist möglich, dass ein Teil des Vier-Elemente-Modells fehlt: Antriebssystem (Motor), Übertragungssystem, Werkzeug oder Steuerungssystem. Was bedeutet das?

Verwenden wir das Beispiel, wenn der Motor fehlt oder unfähig ist.

Wenn ein Auto am Mond wäre, ist die Sache, dass der Sauerstoff, der am Mond nicht vorhanden ist, notwendig für das Funktionieren des inneren Verbrennungsmotors ist. Der Grund für die Unfähigkeit des Motors ist das Fehlen eines Teiles der Energiequelle: Petroleum und Sauerstoff.

Wir werden es mit einem weiteren, verwandten Beispiel veranschaulichen. Wir brauchen nicht reines Petroleum für den inneren Verbrennungsmotor, tatsächlich brauchen wir eine Mischung von Petroleum und Sauerstoff in einem bestimmten Verhältnis, sehr kleine Tropfen von Petroleum in der Luft, ein Benzinnebel, der eine Einheit des Motors ausmacht – der Vergaser. Der innere Verbrennungsmotor wird nicht funktionieren, wenn wir den Zylinder mit Petroleum füllen. Wenn wir die Qualität des Treibstoffs in solch einer Art und Weise verändern, dass der Nebel nicht entstehen kann, kann der Treibstoff in weiterer Folge nicht verbrannt werden und der Motor kann die chemische Energie des Treibstoffs in mechanische Energie der bewegenden Kolben umwandeln. In einem Detektivfilm gießt der Held gewöhnlichen Zucker in den Benzintank, um seine Verfolger davon abzuhalten, mit dem Auto zu fahren und ihn zu jagen. Der "Benzinsirup", der entstanden ist, hat andere Eigenschaften, zum Beispiel, seine Zähflüssigkeit. In diesem Fall ist der notwendige Treibstoff für die Verbrennung nicht verfügbar – der Nebel wird nicht gebildet, der Motor wird nicht starten, das Auto wird nicht fahren (wir empfehlen diesen Versuch nicht zu wiederholen, denn er kann den ganzen Motor zerstören).

Bemerkung:

Es ist sehr wichtig die gesamte Kette der Energieumwandlungen zu analysieren, das Funktionieren des technischen Systems und die Struktur im Detail, um das technische System zu analysieren und ein Problem zu lösen.



### 2.1.7.2 Beispiel: "Übertragungsunfähigkeit"

Das Auto kann die formulierte Funktion nicht erfüllen, wenn die Übertragung fehlt oder fehlerhaft ist. Das Übertragungssystem ist ein Teil des technischen Systems, wo Energie in die Form seiner Motortransformation umwandelt wird, sie dem Werkzeug bereitzustellen. In dem Fall des Kraftfahrzeug mit dem inneren Verbrennungsmotor, mechanische Energie (Rotation). Als Ergebnis der Treibstoffverbrennung im Zylinder ergibt sich eine Vor- und Rückwärtsbewegung der Kolben. Wenn wir einfach diese Bewegungen (wie die Bewegung einer Schaukel, vor und zurück) auf die Räder übertragen, wird sich das Auto nicht bewegen. Es ist notwendig für die Umwandlung einer mechanischen Energieform in eine andere, dass sie stattfindet, und folglich wird die Bewegung der Kolben zur Rotation der Räder führen. Zu diesem Zweck gibt es zahlreiche Übertragungsmechanismen in einem Auto; Antriebswelle, Zahnräder, Kuppelung...



### 2.1.7.3 Beispiel: "Werkzeugsunfähigkeit"

Das Auto vollbringt nicht die gewünschte Funktion (sich selbst von einer Stelle an eine andere zu bewegen), wenn das Werkzeug fehlt oder kaputt ist. Das Rad treibt das Auto entlang der Straßenoberfläche voran. Zum Beispiel, ein Rad kann auf einer rutschigen Straße nicht starten. Reibung, die Verbindung der Räder mit der Straßenoberfläche, ist notwendig, um das Auto in

Bewegung zu setzen. Das Standardauto, das fähig ist, über das Wasser zu schwimmen, kann sich nicht über einen Fluss oder See bewegen. In diesem Fall brauchen wir eine andere Vorrichtung, zum Beispiel, spezielle Räder mit Lamellen oder einen Propeller wie auf einem Schiff.

Auf dem nachfolgenden Foto wird das „Amphicar“ gezeigt. Seine Werkzeuge für die Zeit der Bewegung am Wasser (entsprechend dem Vier-Elemente-Modell) sind zwei mittelgroße Propeller.

#### **2.1.7.4 Beispiel: "Unfähigkeit des Steuerungssystems"**

Das Auto funktioniert auch dann nicht normal, wenn das "Steuerungssystem" fehlt oder kaputt ist. Das Steuerungssystem beinhaltet auch die Lenkung, die Bremsen, den Rückspiegel. Aber zuerst ist es notwendig, den Arbeitsbetrieb des Motors zu ermöglichen. Es reicht nicht aus, die Zylinder mit Benzinnebel zu füllen, er muss im richtigen Moment transportiert werden, nicht früher und nicht später. Es ist notwendig ihn zu entzünden, um genauer zu sein, einen Funken zu erzeugen, in dem Moment, in dem der Benzinnebel im Zylinder bereitgestellt wird. Es ist notwendig die entstandenen Abgase vom Zylinder freizusetzen. In den meisten Fällen ist das im Betriebssystem des Motors programmiert; der Fahrer selbst kann einige Vorgänge kontrollieren bzw. steuern.



#### **2.1.7.5 Beispiel**

Als letztes Beispiel zeigen wir einen unterhaltsamen Blick auf ein Auto aus der Steinzeit. Wie hat es in der Vergangenheit ausgesehen? Es gab Räder und einen Motor, Karosserie und eine Fahrerkabine... Aber dieses Auto wird nie die charakteristischen Funktionen eines Autos erfüllen: „Menschen und Waren von einem Ort zu einem anderen transportieren“. Das Steinzeit-Auto kann sich nicht selbst bewegen. Seine Teile sind nicht in der Lage getrennt oder als Teil des Systems zu arbeiten.



Werkzeug und Steuerungssystem.

Sie führen die definierte Funktion gemeinsam aus. Zum Beispiel, sie bauen ein Haus.

**(1):** Die Zusammenstellung der Elemente hängt von der definierten Funktion ab.

Zum Beispiel, eine Menschenmenge mit verschiedenen Berufen. Aber unser System ist durch die ausgesuchte Funktion definiert, das Ziel ihrer Aktivität.

**(2):** Wenn einer von ihnen nicht arbeitet (oder er nicht in der Kette zu finden ist), arbeitet das ganze System nicht. = die Definition des Gesetzes der Vollständigkeit.

**(3):** Alle arbeiten mit maximaler „Kapazität“, nur einer arbeitet „langsam“. Das allgemeine Ergebnis wird dann durch die Produktivität der langsamsten Person definiert. = die Arbeitsleistung des gesamten Systems ist definiert durch die Arbeitsleistung des schwächsten Elements (Person).

**(4):** Die Steuerung / Kontrolle des Systems. Wenn eine nicht funktionstüchtige Person unter ihnen ist (Antriebseinheit, Übertragung, Werkzeug), gibt es keine Möglichkeit, dass das gesamte System funktioniert.



#### **2.1.8 Selbsttest**

##### **Fragen, Aufgaben**

Welche Unterschiede bestehen zwischen dem technischen System und anderen technischen Objekten?



Welche Teile gehören zum Vier-Elemente-Modells?

Wie kann man das „Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines technischen Systems“ definieren?

Welche Bedingung ist notwendig für die Existenz eines steuerbaren technischen Systems?



## 2.1.9 Zusammenfassung

Wir können uns jedes technische System als ein Modell vorstellen, das aus vier Teilen besteht – Antriebssystem (Motor), Übertragungssystem, Werkzeug und Steuerungssystem . Das technische System wird funktionieren, wenn es aus diesen vier Mindestarbeitssteilen besteht.



## 2.1.10 Literatur

1. Altshuller, G. S., *Creativity As an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (russisch) (Sovetskoye Radio, Moskau, 1979), S. 123.
  2. Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 223-224.
  3. Salamatov, J., “System of development of creativity laws”. In *Chance of Adventure* (russisch), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), S. 62-67.
  4. Khomenko, N., *Handbook for Advanced Master in Innovative Design course*. (Strasbourg, 2003–2009).
- Khomenko, N.**, “The law of completeness of parts of the system with OTCM-TRIZ interpretation” (russisch) (Manuskript, Karlsruhe, 9. Juli 2008).

## 2.2 Das Gesetz von der energetischen Leitfähigkeit eines Systems

Entsprechend den deutschen Verkehrsvorschriften sollte ein Fahrrad einen Scheinwerfer und ein Rücklicht eingeschalten haben, wenn man damit nachts auf der Straße unterwegs ist. Die zugrundeliegende Energiequelle für diese Vorrichtungen muss ein Dynamo sein, anstatt von Batterien, Akkus oder sogar solarbetriebenen Batterien. Wieso? Wir werden bemerken, dass viele Regeln und Gesetze, wie manche Rechtsanwälte es bezeichnen "in Blut geschrieben sind". Um genauer zu sein, Erfahrungen vieler Menschen werden verwendet, sich auf Negatives zu konzentrieren und darauf, wie man Probleme übersteht. Anders ausgedrückt sind in solchen objektiven Gesetzen, Empfehlungen zur ihrer Vollziehung und Bestrafungen für mögliche Fehler beschrieben.

Lassen Sie uns zu dem Fahrrad zurückkehren. Um genauer zu sein, zum System der Signalisierung und Beleuchtung. Die Vorrichtung für die Beleuchtung ist das Wichtigste beim Fahrrad, wenn nachts damit gefahren wird. Die Energiequelle für das Fahrrad ist die Muskelkraft des Radfahrers. Durch die Bewegung des Fahrrads gibt es immer eine Quelle mechanischer Energie, die der Dynamo in elektrische Energie umwandelt. Diese Quelle ist verlässlicher als eine Batterie oder ein Akku und es ist nicht Teil der Vergesslichkeit des Radfahrers. Ohne Zweifel hat dieses technische System jedoch einige Fehler. Wir werden diese und Wege zur Lösung der Probleme genauer in den folgenden Abschnitten betrachten.

### 2.2.1 Definition

Das Gesetz der energetischen Leitfähigkeit eines Systems: eine notwendige Bedingung für die Lebensfähigkeit eines technischen Systems ist der ungehinderte Energiefluss durch alle Teile des Systems



Altshuller, G. S., Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 225.

Die logische Konsequenz des zweiten Gesetzes ist ebenfalls bedeutend. Es ist notwendig, die energetische Leitfähigkeit zwischen den Teilen und den Steuerungsorganen zu sichern, um den Teil des Systems zu kontrollieren.

Vgl., S. 226-227.

Das Gesetz der energetischen Leitfähigkeit / bzw. Energetischen Leitfähigkeit des Systems gehört zu Kategorie der Gesetze der „Statik“ im weiteren Sinne, das sind die Gesetze, die den Lebensbeginn eines technischen Systems definieren.

### 2.2.2 Theorie

#### 2.2.2.1 Leitung der Energie als ein geschätzter Parameter des technischen Systems

Die erste Bedingung für die Lebensfähigkeit des technischen Systems ist durch das Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines technischen Systems beschrieben – Präsenz und minimale Arbeitsfähigkeit der grundlegenden Teile des Systems (Motor, Übertragung, Werkzeug und Steuerungseinheit).

Lebensfähigkeit wird als das qualitative Charakteristikum betrachtet, das eine Anzahl von geschätzten Parametern enthält.

Die Fähigkeit eines technischen Systems die Funktion auszuführen, betrieben zu werden, zu koexistieren, zu kooperieren, und auch mit anderen technischen Systemen zu konkurrieren, hängt von vielen Bewertungsparametern (messbaren Parametern) ab, die für jedes technische System definiert werden; Geschwindigkeit, Verlässlichkeit, Kosten, Nutzungsspielraum etc. Im Entwicklungsprozess des konkreten technischen Systems wird die Definition von "Lebensfähigkeit" erweitert. Sie wird durch die neuen Bewertungsparameter ergänzt.

Folglich sind zusätzliche Kriterien, Bewertungsparameter, notwendig, um die Lebensfähigkeit des technischen Systems im Prozess der steigenden Voraussetzungen der Benutzer hinsichtlich der Parameter der auszuführenden Funktion, der Entwicklung des technischen Systems, des Überlebens in den konkurrenzfähigen Umwelten, zu erhöhen. (Bemerkung: In diesem Fall sprechen wir von geschätzten Parametern für das Modell des technischen Systems.)

Um auf das Beispiel des Fahrrades vom Anfang des Kapitels zurückzukommen, werden wir aufgrund dessen eine Schlussfolgerung ziehen. Welche Bedeutung hat die Aussage: „für den Erhalt der minimalen Arbeitsfähigkeit des technischen Systems“ ist die „Überleitung der Energie in alle Teile des technischen Systems“ zusätzlich zu den Grundteilen des technischen Systems – Motor, Übertragung und Werkzeug – notwendig. Für das technische System der Fahrradbeleuchtung ist der "Motor" in Form von Batterien fremd aus Sicht des Durchlasses und der Umwandlung von mechanischer Energie. Batterien, Akkus können als zusätzliche "Quelle" und als "ein Motor" des technischen Systems verwendet werden.

Die energetische Permeabilität wird durch eine Energiequelle gewährleistet – die Muskelkraft der Person, die durch den Motor kommt, zum Werkzeug übertragen wird und weiter zum Produkt (die Sinnesorgane der Person, die Augen).

### 2.2.2.2 Die typischen Fehler

Um das Wesen des Gesetzes von der energetischen Leitfähigkeit eines technischen Systems zu verstehen und zu begreifen, ist es notwendig, Definitionen, Theorie und die Beispiele aufmerksam durchzulesen. Lassen Sie sich Zeit. Neue Ideen werden nicht von unserer Gesellschaft wahrgenommen, sondern auch die Registrierung in unseren Köpfen fällt zeitweise schwer. Die Leitung der Energie ist in erster Linie nicht für das technische System wichtig, sondern für den Benutzer dieses technischen Systems. Schenken Sie den Worten "die Bedingung für die grundlegende Lebensfähigkeit" in den Definitionen Aufmerksamkeit. Um genauer zu sein, wird hier die Fähigkeit des technischen Systems beschrieben, das in der Lage ist, die Funktion auszuführen.

### 2.2.2.3 Beispiel Roter Faden (Erklärung der Theorie)



Seit 1776 stellten die Fabrikarbeiter auf Befehl des Marineministeriums Seile für die militärische Flotte her und sie beginnen, die Seile mit einem roten Faden zu verknüpfen. Der Faden wurde so verknüpft, dass nicht einmal ein kleines Stück des Faden entfernt werden konnte.

Wofür war das gut? Zwei wichtige Probleme konnten so gelöst werden. Als erstes, im Laufe der Verwendung wurden die Seile abgenutzt und eine weitere Verwendung wurde ab einer bestimmten Dicke gefährlich. Der rote Faden wurde so verknüpft, dass es möglich war, den Rückgang der Dicke einer Seillänge ab einem bestimmten Maß zu beobachten. Das zweite Problem drehte sich um den Diebstahl der Seile aus der Fabrik. Die Verwendung eines roten Fadens in jedem Teil des Seils machte es leicht, den Verbrecher zu entlarven.

Dieses Beispiel dient als gute Veranschaulichung des Gesetzes der energetischen Leitfähigkeit. Für den Erhalt minimaler Lebensfähigkeit des technischen Systems, sollte Energie wie ein roter Faden durch alle Teile des technischen Systems hindurchgehen.

## 2.2.3 Modelle

### 2.2.2.3.1 Das Vier-Elemente-Modell

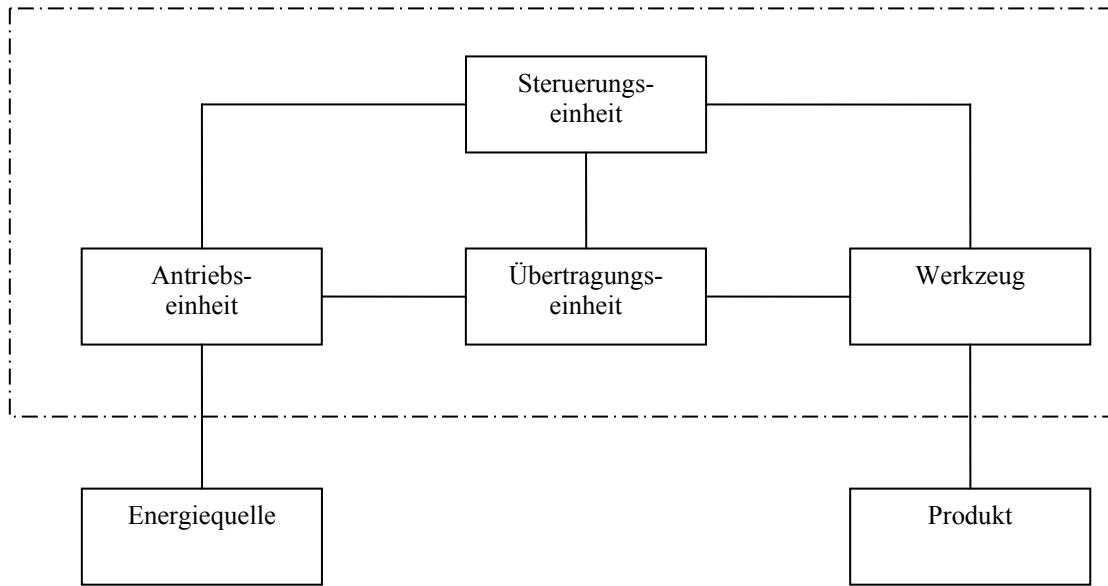
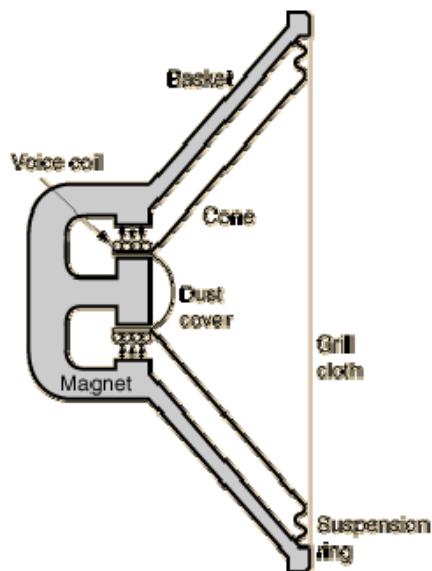


Abb. 2.1. Die Hauptteile des technischen Systems

### 2.2.3.2 Beispiel (Sokolov'scher Lautsprecher) – eine Überleitung der Energie



Für die Spule eines Lautsprechers wird normalerweise nur eine einfache Spule mit Kupferdraht verwendet. Aber in den ersten Jahren der Entwicklung und Massenproduktion dieser Lautsprecher besaßen die Magneten nicht ausreichend magnetische Energie zur Erzeugung des notwendigen Schalldrucks am Lautsprecherausgang. (Bemerkung: Schalldruck hängt von der momentanen Stärke im Leiter und den Kräften des Magnetfelds ab. Das menschliche Ohr nimmt den Schalldruck als Lautstärke des Geräusches wahr, diese Abhängigkeit jedoch besitzt den schwierigeren Charakter).

Abb. 2.2. Querschnitt eines Lautsprechers

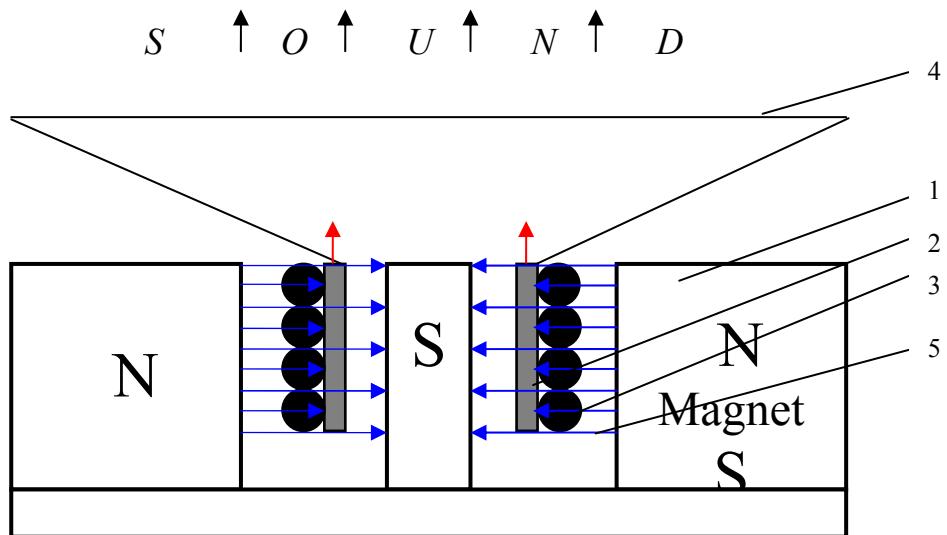


Abb. 2.3 Querschnitt einer magnetischen Kette eines Lautsprechers

Legende:

- 1 – Magnet
- 2 – Spulensatz
- 3 – Magnetring
- 4 – Verteiler
- 5 – Feldlinie

Es gibt nur drei Hindernisse für die Stromleitung in einem Magnetfeld, sie befinden sich zwischen den zwei Polen eines Magneten und schwächen das Magnetfeld. Diese Hindernisse sind; ein Luftzwischenraum, der Aufbau des isolierten Materials der Spule und der Kupferdraht. Je kleiner der Zwischenraum ist und je dünner der Aufbau der Spule, desto weniger Verlust in der magnetischen Kette wird auftreten und desto stärker wird das Magnetfeld sein. Das bedeutet, dass der Schalldruck und daher die Lautstärke höher sein werden. Ein Kupferleiter verursacht Verluste im Magnetfeld.

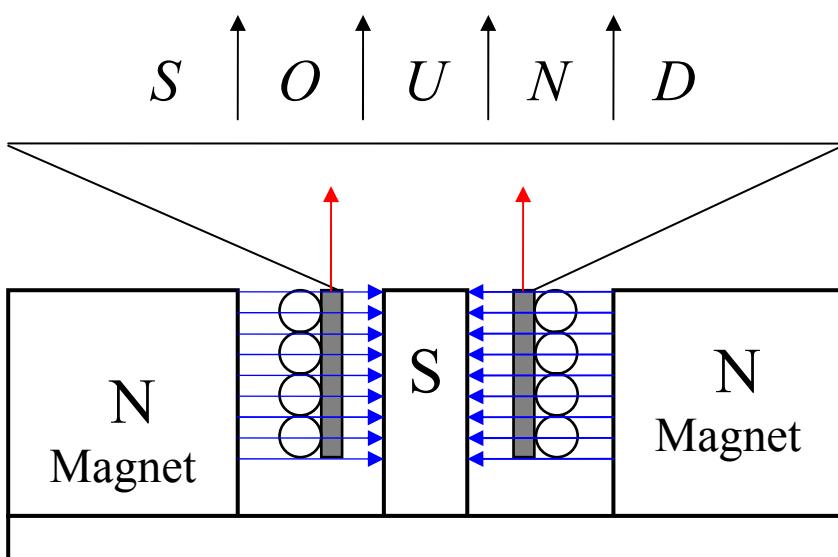


Abb. 2.4. Querschnitt der magnetischen Kette eines Lautsprechers

Die Abbildungen 2.3. und 2.4. zeigen die Veränderung: anstatt des Kupferdrahts wird ein Draht aus ferromagnetischem Stoff verwendet, zum Beispiel, Stahl. Der Erfinder, Sokolov, patentierte in 1936 einen Lautsprecher, bei dem die Windung aus ferromagnetischem Stoff ist, um die Effizienz zu steigern. Der ferromagnetische Stoff leitet ein Magnetfeld gut, ohne Verluste in der magnetischen Kette zu verursachen.

### 2.2.3.3 Die energetischen Leitfähigkeit im Vier-Elemente-Modell

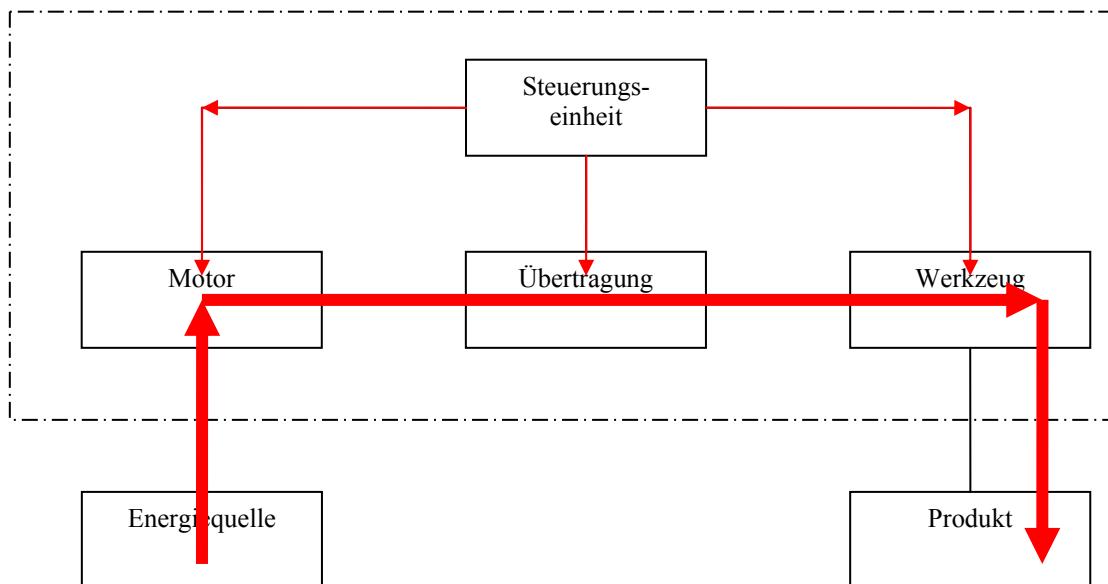


Abb. 2.5. Die Energetischen Leitfähigkeit des Vier-Elemente-Modells

### Die Konsequenz der Steuerbarkeit

"Um den Teil des technischen Systems betriebsfähig zu machen, ist es erforderlich, die energetische Leitfähigkeit zwischen diesem Teil und der Steuerungseinheit zu gewährleisten". Was bedeutet das? Wie ist dabei vorzugehen?

Aufstellen des Vier-Elemente-Modells.

Prüfen auf Energieleitfähigkeit zwischen allen Teilen des technischen Systems.

Prüfen auf Energieleitfähigkeit zwischen den Teilen des technischen Systems und der Steuerungseinheit.

Feststellen, welche Felder genutzt werden und feststellen der Funktionserfüllung, wobei Felder mit schlechter Funktionserfüllung durch solche mit besserer Funktionserfüllung entsprechend folgender Reihenfolge nach Möglichkeit und Notwendigkeit ersetzt werden können: Gravitation—mechanisch—thermisch—magnetisch—elektrisch—elektromagnetisch. .

### Das umgekehrte Problem – die Energieleitfähigkeit durchbrechen

Bei der Lösung mancher Probleme ist eine Umkehrung der Aktion erforderlich. Eine Sperrung des Energiedurchlasses ist erforderlich, wenn der schädliche Einfluss des technischen Systems auf das Produkt zu eliminiert werden soll. In diesem Fall muss zunächst die Funktion definiert werden.

### 2.2.3.4 Beispiel Ein Sicherheitsschalter an einer Presse

Pressen oder mechanisch betriebene Scheren werden in vielen Fabriken verwendet. Die Arbeiter liefern manuell halbfertiges Material in eine Bearbeitungszone und schalten dann die Presse



ein. Eine Gefahrensituation tritt ein, wenn sich die Hand des Arbeiters im Moment des Einschaltens, in einer gefährlichen Zone befindet. Wie kann ein Einschalten der Presse verhindert werden, wenn sich eine Hand im Gefahrenbereich befindet?

Anhand des Vier-Felder-Modells des technischen Systems soll gezeigt werden, welche schädlichen Aktionen verhindert werden sollten (Abb. 2.6.). Es ist notwendig die Kontrollierbarkeit (Steuerbarkeit) der Presse zu verbessern: die Presse sollte nicht eingeschalten werden, wenn eine Hand in der Gefahrenzone ist. Folglich wird die Funktion des neuen technischen Systems sein "die Presse nur dann einzuschalten, wenn keine Hand eines Arbeiters im Gefahrenbereich ist".

Die Presse verfährt ist in diesem Fall so, dass es nicht möglich ist, sie einzuschalten, wenn die Hand eines Arbeiters in der Gefahrenzone ist. Anders ausgedrückt, anfangs ist der Mechanismus im beschriebenen Problem unkontrollierbar: der Mechanismus kann in dem Fall, dass zumindest eine Hand in der Gefahrenzone ist, funktionieren. Auf dem Schema (Abb. 2.7.) gibt es keine Kommunikation der Kräfte – rote Pfeile – in einer operativen Kette zwischen der Steuerungseinheit und anderen Teilen des Systems. Die Einzigartigkeit dieser Situation wird durch die Tatsache erklärt, dass es einige gefährliche Situationen gibt, z.B. wenn ein Arbeiter mit einer Hand Material in die Bearbeitungszone legt, und ein zweiter Arbeiter die Presse einschaltet. Es ist notwendig, den Durchlass der Energie in jedem Teil der Kette zu zerstören, abzubrechen, in dem Fall, dass eine Hand im Gefahrenbereich ist.

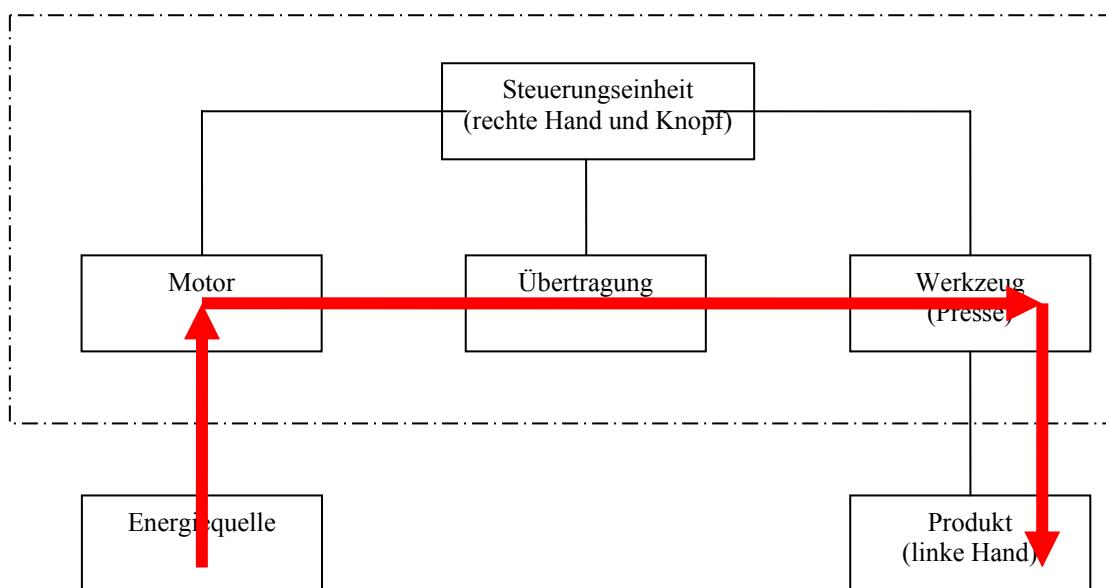


Abb. 2.6.

Die Entscheidung beruht auf der Notwendigkeit beide Hände zu benutzen, um den Einschaltknopf zu drücken. Es ist nur möglich, die Presse einzuschalten, wenn ein Arbeiter den Knopf mit beiden Händen gleichzeitig drückt. Trotz dieser Einfachheit wurde das Problem für viele Jahre nicht optimal gelöst. Verschiedene Sensoren, die die Anwesenheit einer Hand in der gefährlichen Zone signalisieren sollten, funktionierten unzuverlässig. Jetzt ist die Notwendigkeit einer Zwei-Hand-Kontrolle für gefährliche Mechanismen im Europäischen Standard EN574 "Sicherheit für Maschinen. Apparate mit Zwei-Hand-Schalter. Funktionale Aspekte." vorgeschrieben, welchen alle Fabrikanten solcher Anlagen anwenden.

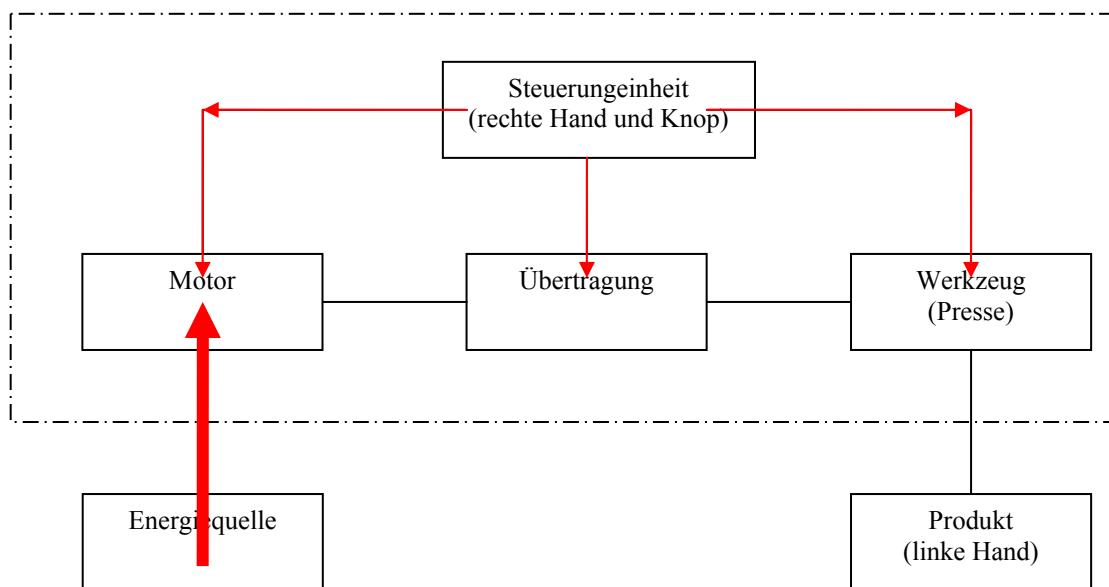


Abb. 2.7.

Die Veränderungen werden in der folgenden schematischen Darstellung, entsprechend der Entscheidung die Presse mit zwei Händen zu bedienen, reflektiert. Die Steuerungsvorrichtung schaltet die Presse nur ein, wenn zwei Knöpfe gleichzeitig mit zwei Händen gedrückt werden. Der Durchlass der Energie durch das System und weiter zum Produkt wird unterbrochen (in dem Fall, dass eine Hand zusammen mit dem Material in der gefährlichen Zone erscheint).

Energiequelle → Motor → linke Hand → Instrument (Presse) → Produkt  
(+Hand)

Energiequelle → Motor → rechte Hand → linke Hand → Instrument (Presse) → Produkt

### 2.2.3.5 Beispiel Schutz gegen elektronisches Scannen

Wir werden ein weiteres Beispiel zeigen, das die Notwendigkeit veranschaulicht, die energetische Leitfähigkeit eines Systems zu unterbrechen.



Die schöne und anziehende Fassade der Gebäude und Fenster der modernen Banken und Casinos haben großen Einfluss auf ihre Geschäfte. Eine große Anzahl elektronischer Einrichtungen wird verwendet, deren Aktivität (verschiedene Codes, Passwörter, etc.) leicht gescannt werden kann oder von außen mittels Radiosignalen gelesen werden kann.

Die Büroräumlichkeiten sollten für elektromagnetische Wellen undurchdringlich sein, um diese Probleme unter Berücksichtigung der Sicherheitsbedingungen zu vermeiden. Aber alle Fenster mit Metallbrettern zu verdecken würde die Außenfront nicht verschönern. Was soll also getan werden?

Heutzutage sieht man oft elegante, aus Metallketten hergestellte Vorhänge an den Fenstern der Bank- und Casinoräumlichkeiten (Abb. 2.8. und 2.9.) Für welchen Zweck werden sie verwendet?



Abb. 2.8.

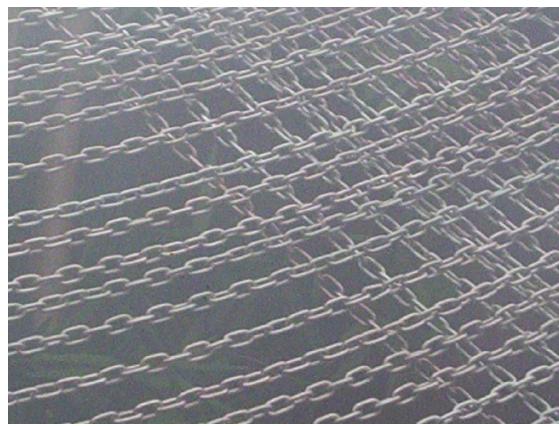


Abb. 2.9.

Abb. 2.8. zeigt das Fenster eines Casinos in Europa. Abb. 2.9. zeigt die Kettenstruktur (das Bild ist vergrößert)

### **Das Modell der "schädlichen" Maschine**

Das Modell der schädlichen Maschine wird verwendet, um ähnliche Probleme zu lösen. Das Problem ist, dass es bei der Beschäftigung mit praktischen Problemen oft um einen Ausschluss - eine Verhinderung - von nützlichen Effekten (Effizienz) durch ein schädliches Element gibt. Ein Modell der "schädlichen Maschine" wurde geschaffen, um die Teile des Systems, die einen schädlichen Einfluss ausüben, korrekt zu definieren. Dies führt dann zur Auswahl eines austauschenden Elements. Die Konstruktionslogik der schädlichen Maschine ist die gleiche wie die des gewöhnlichen technischen Systems. Wir beginnen die Analyse mit der Formulierung der Funktion, die uns stört. Die "schädliche" Funktion in diesem Beispiel ist das Akzeptieren und Aufnehmen der Signale der elektronischen Einrichtungen, welche sich im Inneren befinden.

Produkt: ein Signal

Werkzeug: ein Scan-Apparat

Übertragung: Luftraum innen und außen, ein Gebäude, ein Fenster, das zwischen dem elektronischen Gerät und dem Scanner liegt

Antriebseinheit (Motor): elektronische Einrichtungen

### **Das nützliche technische System.**

Funktion: mit der äußerlichen Erscheinung des Gebäudes einen guten Eindruck von der Firma (Bank oder Casino) erzeugen.

Produkt: die Augen der Person.

Werkzeug: elektromagnetische Wellen

Übertragung: Das innere Volumen des Hauses, die Fenster, die Vorhänge und die Luft, welche bei einem Fenster herauskommt und das Auge des Beobachters erreicht.

Antrieb - Motor: die Reflexion des Sonnenlichtes oder künstlichen Lichtes an den inneren Wänden und Oberflächen von Objekten im Inneren.

Energiequelle: Sonnenlicht oder künstliches Licht.

### **Das schädliche technische System.**

Funktion: Lesen des elektronischen Gerätes, das sich im Inneren befindet.

Produkt: die Strahlung des elektronischen Gerätes.

Werkzeug: ein Scanner außerhalb.

Übertragung: internes Volumen einer Wand, eines Fensters, an Vorhängen, die Luftumgebung

vom Fenster zum Scanner.

Antrieb - Motor: das elektronische Gerät.

Energiequelle: ein elektrisches Netzwerk.

Wenn die zwei Modelle eines technischen Systems nützlich und schädlich, grafisch dargestellt werden, dann ist einfach zu sehen, in welchem Bereich das nützliche und das schädliche System übereinstimmen.

## 2.2.4 Instrumente (wie man sie benutzt)

Wozu können diese Instrumente verwendet werden:

Lösungen von praktischen Problemen

Erzeugung eines nützlichen Systems

Eliminierung des schädlichen Systems

Analyse von technischen Systemen

Abschätzen von Wettbewerbsvorteilen

Erkennen von Schwachpunkten

Ermittlung der Komponenten, die

die die weitere Entwicklung bestimmt

während des Betriebes die größten Schwierigkeiten verursacht.



Wie verwendet man die Instrumente?

Energetische Leitfähigkeit – Beispiele: 2.2., 2.5., 2.6.

Steuerung & Kontrolle – Beispiele: 2.5., 2.6.

Die Unterbrechung der Energieverbindung – Beispiele: eine Presse, Metallvorhänge, 2.4., 2.5.

## 2.2.5 Beispiele (Problemlösungen)

### 2.2.5.1 Beispiel (die Prognose für eine Auto-"Steuerung")



Stellen Sie sich vor, Sie leben im Jahr 1901 und arbeiten für das Unternehmen Mercedes. Sie werden gebeten, eine Prognose für die weltweite Nachfrage an Autos in den nächsten 25 Jahren zu machen. Für die Prognose ist es notwendig, die das Konsumwachstum begrenzenden Faktoren korrekt zu definieren. Was, glauben Sie, war abschreckend für die Erhöhung der Produktion und des Verkaufs von Autos vom Standpunkt des momentanen Levels der Entwicklung des technischen Systems "Auto" aus?

Produktionskosten?

Geschwindigkeit des Autos?

Sparsamkeit des Motors?

Schadstoffemissionen

Komplexität des Fahrens?

Tatsächlich ist der letzte Punkt korrekt. In den frühen Tagen des Kraftfahrzeugs war das Fahren schwierig und sogar gefährlich. Die ersten Autos wurden nur von Sportlern gefahren. Viele Autobesitzer engagierten Fahrer, die ein ausgedehntes Training benötigten, um gut zu fahren.

Stellen Sie sich vor, Sie müssten mit 50 km/h in einem instabilen Auto ohne Seitenwände, ohne Windschutzscheibe oder Scheibenwischer, mit einem komplizierten Set von Mechanismen, mit schwachen Bremsen und unzuverlässigen Reifen fahren. Die Position des Fahrers war mit so vielen Griffen und Schalthebeln ausgestattet, dass die Fähigkeit sie schnell zu benutzen nur mit erheblicher Praxis verbunden war. Es gab drei Bremshebel: einer an der Kardanwelle, einer an den Hinterrädern und der sogenannte "drop-type sprag", ein spitzer Kern, der während der Bergauffahrt auf die Straße abgesenkt wurde, da die Bremsen bei einer gewissen Neigung das Auto nicht mehr aufhalten konnten (der Prototyp einer modernen Handbremse). Der Konstruk-

teur hat sich nicht darum gekümmert, ob es möglich ist, den Hebel zu erreichen oder ob es günstig ist, ihn zu benutzen. Der Hebel wurde aus konstruktiven Erfordernissen eingebaut, wobei vom Fahrer verlangt wurde, abstruse akrobatische Fähigkeiten zu zeigen.

Wie wendet man das Gesetz der energetischen Leitfähigkeit der Teile des Systems an, um die Fahreigenschaft zu verbessern?

Entsprechend der zweiten Konsequenz dieses Gesetzes, "ist es notwendig die energetische Leitfähigkeit zwischen dem Teil und dem Steuerungssystem zu gewährleisten, um diesen Teil des technischen Systems zu erfüllen". Das Fehlen einer solchen Kommunikation machte das Fahren schwierig und unzuverlässig. Anders ausgedrückt, es schränkte die Entwicklung des technischen Systems und die Menge der produzierten Autos ein. Für die Fabrikanten bedeutete das entgangenen Profit...

Es ist sowohl für Ingenieure wichtig und nützlich die Entwicklungsgesetze technischer Systeme zu kennen, als auch für Marktforscher. Wissenslücken oder Ignoranz können zu Prognosen führen, die später ein Lächeln hervorrufen:

Die weltweite Nachfrage an Autos wird nie über eine Million hinausgehen – vor allem aufgrund der Einschränkung der Anzahl an verfügbaren Chauffeuren.

(Market Research Study, Mercedes Benz, 1901, zitiert in Timon Wehnert, *European energy futures 2030: Technology and social visions from the European energy Delphi survey* (Berlin und Heidelberg, Springer Berlin, 2007), S. 53.

Glücklicherweise haben die Manager und Konstrukteure bei Mercedes nicht auf diese Prognose gehört, stattdessen haben sie das Auto verbessert und es in der Handhabung einfacher gemacht.



## 2.2.5.2 Beispiel (das Management eines Unternehmens)

Die operativen Probleme eines schnellen Autos mögen im Vergleich zu den Managementproblemen eines kleinen Unternehmens einfach wirken. Das Gesetz der energetischen Leitfähigkeit ist in diesem Fall ebenso anwendbar. Josef O'Connor und Ian McDermott, Verantwortliche für das Management in Firmen, beschreiben ein Beispiel einer erfolglosen Innovation in einer Firma in ihrem Buch, *The Art of Systems Thinking*. Ein Unternehmen lud einen Experten ein, um die Arbeit der Abteilung für administratives Rechnungswesen zu verbessern. Dank der erhaltenen Empfehlungen fing die Abteilung an, effektiver zu arbeiten. Zu diesem Zweck jedoch benötigte die Abteilung mehr Informationen von anderen Abteilungen, zum Beispiel von der Marketingabteilung. Eine zusätzliche Arbeitslast die Datensammlung und den Transfer betreffend wurde der Marketingabteilung auferlegt, weshalb die Angestellten von ihrer üblichen Arbeit abgehalten wurden. Als Ergebnis dieser Innovation musste das Unternehmen für lange Zeit mit Schwierigkeiten bei der normalen Fertigung und dem Verkauf ihrer Produkte kämpfen.

Als Ergebnis dieser Umstellung im Unternehmen wurde die energetische Leitfähigkeit der Unternehmensstruktur zerstört; sie wurde zu einem bestimmten Grad nicht steuerbar. Als Ergebnis der akzeptierten Innovation beeinflusste die Abteilung für administratives Rechnungswesen die energetische Leitfähigkeit der Marketingabteilung, und das bedeutete, dass sie die energetische Leitfähigkeit des gesamten Unternehmens beeinflusste.



## 2.2.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)

### 2.2.6.1 Zusammenfassung

Wir brauchen, zusätzlich zum Vorhandensein aller Teile des technischen Systems (Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines technischen Systems, siehe Kapitel 1), eine Leitung durch alle Teile des Systems (Gesetz der energetischen Leitfähigkeit), damit das technische System zu einem minimalen Grad funktioniert.

Es ist notwendig, eine energetische Verbindung zwischen diesem Teil und der Steuerungseinheit zu gewährleisten, um den Teil des technischen Systems steuern und kontrollieren zu können.

## 2.2.6.2 Fragen:

Welche Teile gehören zum Vier-Elemente-Modell eines technischen Systems?

Welche Bedingungen zur minimalen Arbeitsfähigkeit eines technischen Systems gibt es (entsprechend dem Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines Systems)?

Welche Bedingungen zur minimalen Arbeitsfähigkeit eines technischen Systems gibt es (entsprechend dem Gesetz von der energetischen Leitfähigkeit der Teile eines Systems)?

Spezifizieren Sie die Namen der Teile, die im Vier-Elemente-Modell des technischen Systems enthalten sind: Übertragungssystem, Produkt, Antriebssystem - Motor, Energiequelle, Werkzeug, Steuerungssystem.

(\*) Spezifizieren Sie die Namen der Elemente des Vier-Elemente-Modells des technischen Systems: Übertragungssystem, Energiequelle, Übertragungssystem, Antriebssystem - Motor, Energiequelle, Werkzeug, Produkt, Werkzeug, Stoff-Feld-Modell, Umwelt, Steuerungssystem.

(\*) Welche Mängel hat der Dynamo, der einen Übertragungsmechanismus im Rad des Fahrrads hat? (1)Von Ihrer Sichtweise aus, und (2) von der Sichtweise der Entwicklungsgesetzes technischer Systems aus.

Der traditionelle Dynamo (der elektrische Generator) wurde als elektrische Energiequelle für die Lichter des Fahrrads eingebaut. Rotationsenergie wird vom Rad zum Dynamo übertragen. Zu diesem Zweck hat der Dynamo eine Laufrolle, die auf der Antriebswelle des Generators angebracht ist. Bei Kontakt mit dem Radkranz dreht sich diese Laufrolle und verursacht die Rotation des Schafts und eines Rotors des Generators (Foto des Autors).



Abb. 2.10.



Abb. 2.11.



Abb. 2.12.

Die Fotos zeigen den traditionellen Dynamo (Generator) eingebaut auf einem Fahrrad.

## 2.2.6.3 Übungen.

Erstellen Sie ein Vier-Elemente-Modell des technischen Systems für die Beleuchtung eines Fahrrades. Das technische System besteht aus einem Scheinwerfer (mit einer Glühbirne, Glas und Reflektor), Transportwege (Drähte), einem Fahrradrahmen (dient als Leiter), dem Schalter, den Generator eines elektrischen Stroms (Dynamo), ein rotierendes Rad.

(\*) Was ist, Ihrer Meinung nach, die Grundfunktion des Autos? Was ist das „Werkzeug“, das „Übertragungssystem“, das „Antriebssystem - Motor“, die „Energiequelle“, das „Steuerungssystem“ in einem Auto entsprechend dem Vier-Elemente-Modells?

Das erste Fahrrad. Einige der ersten Fahrräder hatten keine Bremsen und keine Lenkung als Vorrichtung für das Funktionieren des Vorderrads und der Wende. Erstellen Sie das Vier-Elemente-Modell eines Fahrrads als Transportmittel und kennzeichnen Sie darin den Energiefluss: den Durchlass der Energie, das Vorhandensein des Energieflusses zwischen den Teilen des technischen Systems und einer Steuerungseinheit.



## 2.2.6.3 Aufgaben



Die Abbildungen 2.2 und 2.3. zeigen einen teilweisen Blick auf die magnetische Kette eines Lautsprechers. Zum Beispiel wird der stärkste Magnet in den kraftvollen Konzertlautsprechern verwendet. Zur weiteren Leistungssteigerung ist es wünschenswert, die Verluste in der magnetischen Kette, die durch die Isolierung der Spule auftreten zu minimieren. Wenn die Stromstärke durch die Spule hoch ist, erhitzt sich diese beträchtlich und kann schmelzen. Unter diesen Bedingungen ist es wichtig Luft von verschiedenen Richtungen auf die Spule zu blasen, um sie zu kühlen. Aber weil die Spule mit elektrisch isoliertem Material umgeben ist, wird die Kühlung der Spule beeinträchtigt. Was schlagen Sie vor?

Hinweis 1: Untersuchen Sie das technische System aus Sicht des Gesetzes der energetischen Leitfähigkeit, wie in Beispiel 2.3. gezeigt.

Hinweis 2: Lassen Sie uns den Widerspruch formulieren: „Das Gehäuse der Spule sollte verwendet werden, um \*\*\*, und das Gehäuse der Spule sollte nicht verwendet werden, um \*\*\*“.

Der Geschwindigkeitsrekord eines Autos. Das erste Auto mit einem Raketentreibwerk, „Blue Flame“, schaffte es als erstes Auto eine Geschwindigkeit von 1000 km/h zu überschreiten. Dieses Auto erreichte eine Geschwindigkeit von 1001,452 km/h auf der ebenen Bahn eines trockenen Salzsees im Staate Utah, gesteuert vom Piloten Gari Gabelich im Jahr 1970. Eines der Probleme, mit dem die Konstrukteure konfrontiert wurden, war, wie man dieses Auto bremst.

## 2.2.7 Literatur



**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moscow, 1979), S. 124-125.

**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 225-227.

**Salamatov, J.**, “System of development of creativity laws”. In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), S. 68-75.

**Timon Wehnert,** *European energy futures 2030: Technology and social visions from the European energy Delphi survey* (Berlin and Heidelberg, Springer Berlin, 2007).

**Josef O'Connor and Ian McDermott.** *The Art of Systems Thinking: Essential skills for creativity and problem solving* (HarperCollins, 1997).



Sehe auch:

2.5 das Gesetz von der ungleichen Entwicklung der Systemteile

## 2.3: Das Gesetz von der Abstimmung der Rhythmisik der Teile eines Systems

In einer bekannten europäischen Bank ging ich von der Eingangshalle zu den Büroräumlichkeiten eine lange Wendeltreppe hinauf. Diese Treppe erinnerte mich an die Wendeltreppen in vielen mittelalterlichen Schlössern und Festungen. Welche Ähnlichkeiten haben sie?

Die Verteidiger einer Festung versuchten jeden Stein zu beschützen, jede Sprosse einer Leiter, jede Ecke eines Flurs. Die Stufen, die als Hindernis für die anrückenden Feinde dienen sollten, winden sich, vom Boden aus betrachtet immer von links nach rechts empor. Dies hängt damit zusammen, dass die Mehrheit der Kämpfer ihre Waffe in der rechten Hand führten, um zu versuchen ihre Gegner auf der linken Seite, wo sich das Herz befindet, zu verwunden. Die Verteidiger von oben können so ihre rechte Hand frei bewegen, was die Angreifer in diesem Fall nicht können.



Dieses Beispiel verdeutlicht das Gesetz der Abstimmung der Rhythmisik der Teile eines Systems, welches das Thema dieses Kapitels ist.

### 2.3.1 Definition

Eine unerlässliche Bedingung für die Lebensfähigkeit eines technischen Systems ist die Abstimmung der Rhythmisik der Teile des Systems.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 227.



### 2.3.2 Theorie (Details)

Zwei Bedingungen für die grundlegende Lebensfähigkeit eines technischen Systems wurden in Form des ersten und zweiten Entwicklungsgesetzes (Kapitel 1 und 2 obenstehend) beschrieben:

Existenz und minimale Arbeitsfähigkeit der Hauptbestandteile des technischen Systems;  
Antrieb (Motor), Übertragung, Werkzeug, Steuerung.

Energiefluss durch die Teile des Systems. (energetische Leitfähigkeit)

Das dritte Gesetz führt eine weitere Bedingung, bzw. einen weiteren Bewertungsparameter des technischen Systems ein: die gegenseitige Abstimmung der Rhythmisik der Systemteile. Ein typischer Fehler bei der Analyse des technischen Systems gemäß den Entwicklungsgesetzen ist, dass man die Analyse ohne angemessene Formulierung der geforderten Hauptfunktionen beginnt. Abhängig von der Funktion ist es notwendig, die Rhythmisik in solchen Fällen zu koordinieren bzw. zu desorganisieren.

Bei den Bewertungsparametern kann es sich um folgende handeln: Frequenz, Periodizität, Richtung, Geschwindigkeit, Phase, Sequenz, Porosität etc.

Im Beispiel zu Beginn des Kapitels, wird die Bewegung auf der Treppe mit der Bewegung der Hände während des Kampfes zum Vorteil des Verteidigers koordiniert und es gibt eine Abweichung dieser Parameter für den Angreifer. Anders ausgedrückt, die Wahl dieser Uneingeschränktheit bzw. der Koordination hängt von dieser Funktion ab, deren Erfüllung gewährleistet

sein muss.

Die Disharmonie der Rhythmisierung der Teile des Systems ist einer der Gründe für die Ungleichmäßigkeit der Entwicklung eines technischen Systems (neben externen Gründen, wie die Vorgabe neuer Anforderungen an das technische System durch Benutzer, Wechselwirkung mit anderen technischen Systemen, etc.). Eine detaillierte Beschreibung des Gesetzes von der "Ungleichmäßigkeit der Entwicklung der Teile eines Systems" wird in Kapitel 5 erläutert.

### 2.3.3 Modell

Zur Analyse des technischen Systems wird das Vier-Elemente-Modell angewandt. Dabei sollte das Hauptaugenmerk nicht nur auf den Systembausteinen und deren Verbindungen liegen, sondern vielmehr auf den einzelnen Parametern der Verbindungen wie Fluktuation, Periodizität etc.

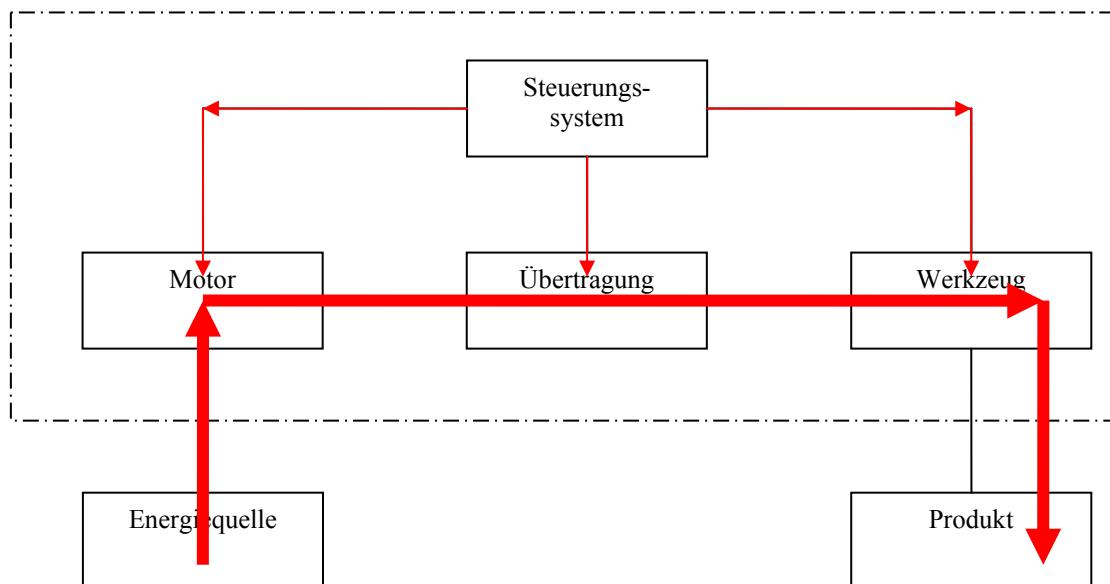


Abb. 3.1.

### 2.3.4 Instrumente – Werkzeuge (und deren Anwendung)

Zu welchem Zweck sollte man dieses Gesetz anwenden?

Lösung praktischer Probleme: Messabweichungen

Die Analyse des technischen Systems entsprechend dem Gesetz: Einschätzung des Wettbewerbsvorteils oder Identifizierung von Schwachpunkten;

Prognose über die Entwicklungsfähigkeit des Systems.

Wie wendet man das Gesetz an?

Analyse des technischen Systems bezüglich der Existenz der grundlegenden Teile unter Verwendung des Vier-Elemente-Modells und der Definition: Welche Teile des Systems erfüllen die Funktion der Energiequelle, des Antriebs, der Übertragung und der Steuerung?



Analyse des technischen Systems bezüglich des Widerspruchs zwischen den Parametern der verschiedenen Teile des technischen Systems.

Verwendung des Modells der "schädlichen Maschine" zur Analyse. Es ist notwendig hauptsächlich den Parametern des Energieflusses Aufmerksamkeit zu schenken.

Identifizieren und entfernen unerwünschter Effekte, Beispiele

3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5.



### 2.3.4.1 Beispiel Paraolympische Spiele

Das folgende Problem tauchte beim Langstreckenlauf für taubstumme Athleten bei den Paraolympischen Spielen auf. Jeder dieser Athleten hatte einen Assistenten, der ihm half, in die richtige Richtung zu laufen. Der Assistent "führte" den Athleten – ihre Hände sind durch ein flexibles Band verbunden. Es gab kein Problem bezüglich der falschen Richtung, der Assistent "führte" seinen Schützling zuverlässig, aber trotzdem liefen die Athleten unsicher, ohne eine Wettbewerbsatmosphäre wahrzunehmen. Wie kann man also die Atmosphäre der Fans, ihre Emotionen, übertragen, um die Wettbewerbsteilnehmer zu unterstützen?

Der Kommentator dieses Wettbewerbs löste das Problem in Sekunden, als er die Unsicherheit der Athleten gesehen hatte. Er richtete eine Bitte an die Zuschauer... (welche Bitte das war, werden Sie nach einer kurzen theoretischen Erklärung wissen).

Die traditionelle Lösung:

der Assistent konnte an einer Schnur ziehen, was Applaus symbolisierte;  
jedem Athleten wurde Empfänger mit einem vibrierenden Ring und  
dem Kommentator der Sender gegeben;  
solche Wettbewerbe nicht abhalten.

Bemerkung:

Die Paraolympischen Spiele sind ein internationaler Sportwettbewerb für Menschen mit Behinderungen. Sie werden traditionell nach den eigentlichen Olympischen Spielen in der gleichen Stadt (seit 1992) abgehalten; dieser Brauch wurde durch ein Abkommen zwischen dem Internationalen Olympischen Komitee und dem Internationalen Paraolympischen Komitee im Jahr 2001 festgelegt. Die Sommer-Paraolympischen Spiele werden seit 1960 und die Winter-Paraolympischen Spiele seit 1976 abgehalten. Der Name „Paraolympisch“ wird von der griechischen Vorsilbe „para“, „nahe, wie alle anderen“ gebildet, der Parallelismus und die Gleichheit der Paraolympischen Spiele zu den Olympischen Spielen ist damit gemeint.

Lassen Sie uns versuchen, dieses Problem zu lösen. Es ist notwendig, einen Energiefluss - zwischen Zuschauern und Sportlern zu erzeugen. Folglich ist ein technisches System notwendig, um Information von den Zuschauern zu den Athleten zu übertragen. Wir werden mit der Definition der Funktion beginnen. Die beabsichtigte Funktion ist, dass die Athleten im Wettkampf Unterstützung von den Zuschauern erhalten. Jede Art von Energie kann als Träger für diese Information verwendet werden.

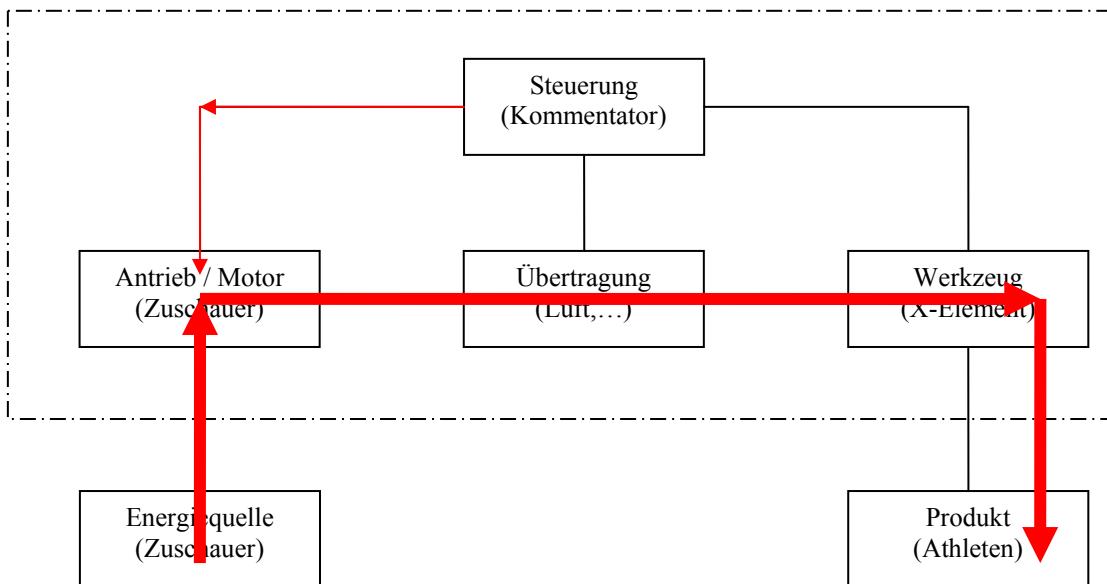


Abb. 3.2.

**Produkt – die Athleten**

**Werkzeug** – Umgebung der Athleten. In Den Regeln entsprechend darf der Assistent dem Partner nicht helfen, außer ihn auf der richtigen Spur zu halten. Jedes technische Mittel ist zulässig (verschiedene Empfänger, Wahrnehmungsapparate etc.)

**Übertragung** – Reihe von Objekten, die den Athleten umgibt, von seinem Körper zu den Zuschauern.

**Motor und die Energiequelle** – die Zuschauer.

Ein mechanisches (akustisches) Feld und ein elektromagnetisches Feld von sichtbaren Wellen (Licht) sind nur für Sportler wahrnehmbar, die hören und sehen können. Für die taubstummen Athleten ist nur das Tastempfinden (ein starkes mechanisches Feld) wahrnehmbar. Ausrufe der Zuschauer sind für sie nicht hörbar. Es ist notwendig, den Einfluss des mechanischen (akustischen) Feldes zu stärken. Die Lösung war die Koordinierung der Aktionen und der Geräusche der Zuschauer. Der Kommentator bat die Zuschauer, rhythmisch zu applaudieren. Dabei gab er selbst den Rhythmus vor. Die Luftschwankungen, gestärkt durch die Resonanz, erreichten das Objekt. Die Athleten waren somit in der Lage, den Applaus und die Wertschätzung der Zuschauer mit ihrer Haut zu fühlen. (Menschen ohne Seh- und Hörvermögen haben einen erhöhten Tastsinn. Auf der einen Seite ist das der Kompensationsmechanismus des Organismus, auf der anderen Seite ist es die durch Erfahrung gestärkte Fähigkeit. )

Bemerkung: Vergleichen Sie diese Lösung mit den traditionellen Lösungen von oben.

### 2.3.5 Beispiel (Problemlösung)

#### 2.3.5.1 Beispiel



Um die allgemeine Stärke des Lautsprechers zu erhöhen, werden sie oft in Paaren oder Gruppen vereint und in ein einziges Gehäuse gepackt. In dieser Situation sollten alle Lautsprecher in der Gruppe in Phase geschalten sein. Was bedeutet das? Wenn die Windungen der Geräuschkopplungsspule ein Signal erhalten, sollten die Verteiler aller Lautsprecher es in eine Richtung bewegen, aber nicht in die entgegengesetzte Richtung.



Abb. 3.3 Lautsprecher

### 2.3.5.2 Beispiel

In der Zeichnung in diesem Abschnitt wird die Geschichte von der Entwicklung des Lautsprechers gezeigt. Eigentlich gibt der Kopf eines Lautsprechers ohne Registrierung niedrige Frequenzen schlecht wieder. Der Grund ist der akustische kurze Schaltkreis. Schalldruck wird nicht vor dem Verteiler erzeugt, wenn der Lautsprecher die Geräusche von der vorderen Wand des Verteilers zu der hinteren pumpt, die sich schon in eine entgegengesetzte Richtung bewegten zum Zeitpunkt der Ankunft der Welle von der vorderen Wand. Folglich löscht eine Welle die andere aus, entsprechend der Nutzung des Vier-Elemente-Modells. (Die Bewegungen von Verteiler und Luft, die durch den Verteiler bewegt wird, sind nicht für die Erfüllung der Funktion „Luftvibration erzeugen“ koordiniert.)

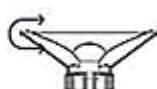
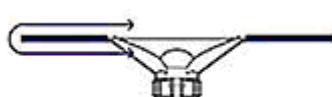


Abb. 3.4.

Der Lautsprecher ist in einem Geräuschschild eingebaut, um dieses Vorkommnis zu vermeiden. Dies ist ein Brett, dessen Dimensionen derartig berechnet sind, dass die kürzeste Entfernung zwischen der vorderen und der hinteren Wand des Verteilers gleich der Wellenlänge entsprechend der kalkulierten Frequenz ist. Auf diese Weise wird die Koordination der rhythmischen Schwankungen der Teile des technischen Systems „Lautsprecher“ erreicht. In diesem Fall unterdrücken sich die Bewegungen der Luftmassen, erzeugt durch die direkte und die Rückwärtsbewegung des Verteilers, nicht gegenseitig, werden aber gefaltet, um die Kraft der Vibratoren zu verstärken.



\*Betreffend des Vier-Elemente-Modells ist es eine Frage der Übertragung der verschiedenen Teile.

\*Betrachten Sie die Wechselwirkung des „schädlichen“ und des nützlichen technischen Systems

Abb. 3.5.

Dabei tritt jedoch das folgende Problem auf. Die Größe des Geräuschschildes erlaubt diese Lösung nicht in Tonwiedergabegeräten für den Hausgebrauch. Die Größe des Schirms sollte 3x3 Meter sein, um den akustischen kurzen Schaltkreis mit einer Frequenz von 50 Hz nicht zuzulassen. Um genauer zu sein, diese Größen sollten mit der halben Wellenlänge dieser Frequenz übereinstimmen. Das Geräuschschild sollte ausreichend groß sein, um akustische kurze Schaltkreise zu verhindern, und es sollte nicht zu groß sein, um die Lautsprecher in haushaltstypischen Geräten installieren zu können. (In diesem Fall passt die Größe des akustischen Schirms nicht mit der Größe des Gehäuses der haushaltstypischen Geräte überein; Radio, Kassettenrekorder)

etc.) Es ist notwendig, die Parameter „Größe des akustischen Schirms“ und „Größe der Box“ zu spezifizieren, um das Problem zu lösen. Der Widerspruch wurde durch die Verwendung einer dreidimensionalen Rahmenkonstruktion gelöst – ein akustischer Schirm in einer offenen Box. Die Größenverhältnisse von Vakuumlampen haben dies möglich gemacht. (Heute sehen wir den Radioempfänger aus dem letzten Jahrhundert in den Größen 1x0,7x0,5 Meter nur noch im Museum). Mit dem Beginn der Halbleiter-Bauteile – Transistoren und Apparate auf deren Basis – wurde die Größe solch einer Ausstattung um mindestens das 10-fache verkleinert.

Größere Boxen herzustellen sollten hergestellt werden, damit die Elastizität dieser Luftfeder viel geringer ist, als die Elastizität ihres eigenen Mittels zur Unterstützung der Dynamik. Diese Lösung erlaubt es uns, das Innenvolumen der Box und das des Verteilers zu spezifizieren, was den Parameter „Elastizität“ angeht. Diese Lösung führt jedoch zu einem Ungleichgewicht der Größen der Lautsprecherboxen zur Größe der Gebäude. Die Entwicklung von „Hi-Fi“ (kurz für „high fidelity of reproduction“) schaffte riesige Lautsprecher. Der komplizierteste und größte Stereo-Lautsprecher der Welt (das Volumen beträgt schätzungsweise 50.000 Liter) gehört dem amerikanischen Unternehmen *Wilson Audio* und nimmt ein Raumvolumen von 20m<sup>2</sup> ein.

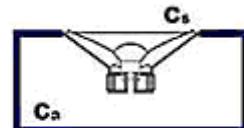


Abb. 3.8.

In diesem Teil der Geschichte über die Entwicklung des akustischen Designs für Lautsprecher werden nur die Ansätze zur Lösung eines Problems aufgezeigt – die qualitative Wiedergabe von niedrigen Frequenzen (Bass). Die Koordination der Rhythmus der Teile des technischen Systems ist der Basismechanismus.

Wie ist der Widerspruch „das Volumen des Lautsprechers sollte groß sein, um die Resonanzfrequenz der Dynamik zu senken, und das Volumen des Lautsprechers sollte klein sein, damit es in die Räumlichkeiten passt“ zu lösen? All das wird in Kapitel 6 anhand des Gesetzes vom Übergang zu einem Super-System (System auf höherem Level) erklärt.

### 2.3.5.3 Beispiel



Im 20. Jahrhundert hatten Telefonanrufe für Notfalldienste in vielen Ländern, verschiedene Nummern. Nachdem erkannt wurde, dass eine solche Disharmonie zu Zeitverlusten führt, wurden Systeme eingeführt, bei denen im Notfall nur eine Nummer zu verwenden ist. Die Ankunftszeit der Notfalldienste wurde auf diese Weise gesenkt. In manchen Fällen jedoch ist es notwendig, dass alle Dienste zusammen ankommen. Die Arbeit aller Dienste sollte koordiniert sein und sie sollten einander nicht stören. Feuerwehrmänner, die früher als die Sanitäter und die Polizei ankommen, sind nicht in der Lage, verwundeten Personen Erste Hilfe zu leisten und sie können wichtige Beweise zerstören. Polizei oder Sanitäter, die als erste ankommen, sind nicht in der Lage, die Ausbreitung eines Feuers zu stoppen und verletzte Personen, die gefangen sind, zu erreichen. Es ist sehr wichtig, die Ankunft aller Hilfsgruppen zu koordinieren. Eine neue Lösung für dieses Problem wurde in Südkorea entwickelt. Um die Notrufe und die Ankunft aller drei Hilfsgruppen am Unfallort zu koordinieren, sind die Fahrzeuge und das Personal dieser Hilfen alle in einem Gebäude, folglich können sich alle gemeinsam koordinieren.

### 2.3.5.4 Beispiel



In vielen nördlichen Ländern ist das traditionelle Material für den Hausbau Holzpflöcke. Die Holzpflöcke werden seit Jahrhunderten für Gebäude verwendet und diese Methode wird immer noch in Finnland, Russland, Schweden und vielen anderen Ländern angewandt.



Abb. 3.9. eine Hütte aus Holzpflöcken  
(source Kon Corporation, <http://www.dom.kon.ru/>)

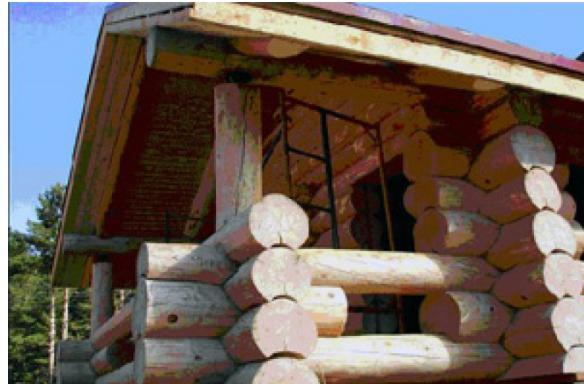


Abb. 3.10. das Holzende der Holzpflöcke  
(source: [www.lesoryb.ru](http://www.lesoryb.ru))

Die Reihe von Holzstämmen wurden in der Längsachse so positioniert, dass jene Seite des Stammes, welche während des Wachstums nach Norden gerichtet war die Außenseite des Gebäudes bildet.. Die jährlichen Größenringe der nördlichen Seiten sind dünner, das Holz von diesem Teil ist dicker. Es besitzt eine feinere Struktur und ist resistenter gegenüber den Einflüssen der Naturgewalten der Sonne und Feuchtigkeit.

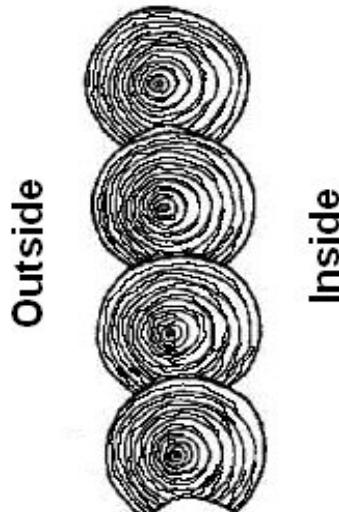


Abb. 3.11. Pflockorientierung



Abb. 3.12. die Enden der Pflöcke  
(source: [www.lesoryb.ru](http://www.lesoryb.ru))

Folglich wurde die Pflockstruktur bei der Konstruktion eines Hauses in Abstimmung mit den Naturgewalten zum Zweck der Verbesserung der Qualität der Struktur errichtet.

## 2.3.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)

### 2.3.6.1 Zusammenfassung

Die Abstimmung der Rhythmisik der Teile des System ist notwendig, damit das technische System technisch lebensfähig ist, neben der Existenz der minimal effizienten technischen Teile des Systems und der Leitung der Energie in die Teile des Systems.



## 2.3.6.2 Fragen



- Welche Teile sind im Vier-Elemente-Modell des technischen Systems enthalten?
- Was sind die Bedingungen der minimalen Arbeitsfähigkeit eines technischen Systems entsprechend dem Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines Systems?
- Was sind die Bedingungen der minimalen Arbeitsfähigkeit eines technischen Systems entsprechend dem Gesetz von der energetischen Leitfähigkeit der Teile eines Systems?
- Was sind die Bedingungen der minimalen Arbeitsfähigkeit eines technischen Systems entsprechend dem Gesetz von der Abstimmung der Rhythmisik der Teile eines Systems?



## 2.3.6.3 Übung

Stoßstangen (Kotflügel) in Autos sind dazu gedacht, dass sie die Kraft des Aufpralls bei einer Kollision mit einem Hindernis oder einem anderen Auto dämpfen. Analysieren Sie, ob die Parameter einer Stoßstange mit den Parameterwerten der Stoßstange anderer Autos koordinierbar ist.



## 2.3.6.4 Aufgaben

Schutz von Medizin vor Kindern. Es ist bekannt, dass Kinder sehr neugierig sind und oft versuchen Dinge, die sie finden, zu öffnen und zu kosten. Es gibt Substanzen, die Kinder nicht verzehren sollten. Zum Beispiel, muss Medizin zuverlässig geschützt sein, sodass es Kinder, falls ihnen eine Medizin in die Hände kommt diese nicht öffnen können. Analysieren Sie das technische System "Medizinglas mit einem Drehverschluss", was den Energiefluss angeht. Wie kann die Kinder, am Versuch das Glas zu öffnen hindern.



## 2.3.6.5 Literatur

**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (russisch) (Sovetskoye Radio, Moscow, 1979), S. 125.

**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 227.

**Salamatov, J.**, "System of development of creativity laws". In *Chance of Adventure* (russisch), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), S. 75-97.



## 2.4: Gesetz von der Erhöhung des Grades der Idealität eines Systems

Öffentlicher Verkehr entstand vor mehr als 100 Jahren und Reisepapiere und Tickets kamen zur gleichen Zeit auf. Es kann nur grob geschätzt werden, wieviele Tonnen an Papier für dieses kurzweilige technische System verwendet wurden.

Kürzlich sind Werbungen für ein Handy-Ticket - "damit kann man das Reiseticket über das Handy kaufen" - in der Straßenbahn in Karlsruhe (Baden-Württemberg, Deutschland) aufgetaucht. Die Bezahlung erfolgt über eine SMS, die an das Transportunternehmen gesendet wird. Eine SMS ist das Reiseticket. Es gibt kein traditionelles Ticket, aber die Funktion des technischen System "Reiseticket" ist erfüllt. In diesem Fall wird die Funktion des Tickets durch das Handy und seine Möglichkeiten erfüllt.

Wir haben diesen extremen Fall erläutert, weil das technische System nicht nur seine Parameter auf ein höheres Level verändert hat, sondern auch noch verschwunden ist. Es hat sich in ein anderes technisches System integriert, welches die Funktion übernommen hat. Eine ähnliche Lösung im Finanzbereich ist bereits seit langer Zeit bekannt – "EC-Geld". Das sind Beispiele für das Gesetz der Erhöhung des Grades der Idealität eines Systems, das wir in diesem Kapitel behandeln werden.

### 2.4.1 Defintion

Die Entwicklung aller Systeme schreitet in Richtung der Erhöhung des Grades der Idealität voran.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 227-228.



### 2.4.2 Theorie (Details)

Wir verwenden idealisierte Beschreibungen von realen Gegenständen, Prozessen und Phänomenen in Form von Modellen in den verschiedensten Wissenschaften. Die kleineren, unbedeutenden Details werden für die Modelle der vorgegebenen Betrachtungen weggelassen, um die Hauptmerkmale zu unterstreichen. Beispielsweise brauchen wir nicht die gesamten Konstruktionszeichnungen des Eiffelturms, um eines der Wahrzeichen von Paris darzustellen. Manchmal reicht es aus, den Umriss des Turms mit einzelnen Strichen zu zeichnen oder ihn wie ein Kinderbild zu malen. .

Idealisierte Konzepte werden nicht nur in Modellen verwendet, sondern auch in verschiedenen Theorien und Wissenschaften (Physik, Mathematik, Geometrie). Beispiele sind: „die ideale Wärmemaschine“, „das ideale Gas“, „unendlich kleine Größe“ und andere Konzepte.

Lassen Sie uns eine Reihe an Schlüsseldefinitionen, die in TRIZ Verwendung finden, und welche mit dem Konzept der Idealität im Detail verbunden sind, näher betrachten.

### Die grundlegenden Definitionen von Idealität

In unserem Alltag beschäftigen wir uns mit Phänomenen und Prozessen, die bei der Arbeitsorganisation bestimmte Aufwendungen einsparen sollen: Energie, Zeit, Geld etc. Wir brauchen einen Referenzpunkt, der in Wirklichkeit nicht erreichbar ist, aber der als Standard für den Vergleich dienen kann, um das konkrete technische System oder die Problemlösung einzuschätzen.

Es ist möglich, das Konzept der Idealität (I) mit einem Rahmenbeispiel zu erklären: Der maximale Effekt (E) bei geringstem Aufwand (C)

$$I=E/C$$

Je besser das Ergebnis aufgrund der getätigten Ausgaben ist, desto höher ist die erreichte Idea-



lität. Das entspricht dem allgemeinen Fall. Wir werden zwei Spezialfälle betrachten.

1. Erhöhung der Idealität bei fixen Ausgaben durch Erhöhung des Effekts (oder Nutzen).
2. Erhöhung der Idealität bei konstantem Nutzen (Effekt) durch Reduktion der Kosten.

Wenn wir einen festen Betrag an Aufwendungen haben (ökonomische, soziale, ökologische und andere Aspekte), entspricht das Konzept der Idealität dem des maximal möglichen Ergebnisses. Zum Beispiel die Erreichung von zusätzlichen Effekten, die vorher nicht erwartet wurden. Der Grund für den Anstieg der Idealität ist oft eine Verbesserung von Parametern in anderen Bereichen. Entsprechend können bei der Lösung des technischen Problems wirtschaftliche, ökologische und soziale Indikatoren ebenso verbessert werden.

Das Ziel ist es, das gewünschte Resultat unter minimaler Ressourcenverwendung zu erreichen. Im Idealfall sind das „Null-Ausgaben“.

### **Das Ideale System**

Das ideale System ist das, welches die Funktion ohne Aufwendungen und Kosten erfüllt, dh. die Forderung nach Null-Ausgaben von Ressourcen (wirtschaftliche, soziale, ökologische und andere Aspekte).

### **Die Ideale Lösung**

Die ideale Lösung ist in Wirklichkeit nicht erreichbar. Sie wird als Referenzpunkt verwendet, um mögliche Lösungen einzuschätzen.

Die ideale Lösung ist eine Lösung, die keine negativen Effekte hervorruft, egal wie weit wir die Grenzen des Systems in Richtung Endkunden ausdehnen (das Multidimensionale Denkschema / Mehrfenster-Denken): die Anzahl der so genannten "Fenster" des Schemas geht auf allen Achsen ins Unendliche).

### **Die Verwendung des Multidimensionalen Denkschemas (System Operator)**

Für gewöhnlich schätzen wir bei der Bewertung der Lösung die potentiellen negativen Effekte dieser Lösung in der Analyse einer konkreten Situation unter Verwendung des System Operator ab. Das Multi-dimensionale Denkschema hat in der Regel für eine konkrete Problemsituation eine begrenzte Anzahl an Fenstern. Einerseits ist die Anzahl der Fenster durch unsere Stereotypen (psychologische Trägheit) limitiert. Andererseits gibt es Voraussetzungen, Untersuchungen, Notwendigkeiten einer konkreten Situation, die viele subjektive Faktoren enthält, welche zu berücksichtigen sind.

Das Konzept der idealen Lösung, wie es oben beschrieben wurde, wird verwendet um den Grad der Objektivität der Einschätzung einer spezifischen Situation zu erhöhen. Unter Berücksichtigung dieser Definition der idealen Lösung sollten wir die Verwendung von Stereotypen so weit wie möglich vermeiden und die spezifische Situation von verschiedenen Blickwinkeln aus einschätzen, die sich in allen Kategorien der potentiell interessierten Personen in angrenzenden historischen Zeitintervallen ergeben.

### **Das "meist gewünschte Ergebnis" (MDR – most desirable result)" der Lösung einer Problemsituation**

Das meist gewünschte Ergebnis (MDR) ist das maximal erklärte Ziel oder Zielsystem, das wir als Ergebnis der Lösung einer Problemsituation erreichen wollen.

Entsprechend dem Axiom der „Unmöglichkeit“ der Allgemeinen Theorie vom kraftvollen Denken betrachten wir bei der Definition des MDR, dass es nichts Unmögliches gibt, das nicht gelöst werden kann. Obwohl es für uns so scheint, als ob es Grenzen der Möglichkeiten gibt und in diesem Fall sollten wir uns vorstellen, wir hätten einen „magischen Zauberstab“, der uns hilft, die unmöglichen Ergebnisse zu erreichen.

Das MDR ist eine Integration aller idealen Systeme, was in der vorliegenden Problemsituation (siehe ideales System) notwendig ist, und dem idealen Endergebnis (siehe IFR) mit dem Ziel

der maximalen Annäherung an das ideale System.

Es ist notwendig zwischen dem MDR und der idealen Lösung zu unterscheiden. MDR ist eine Lösung, die uns als eine ideale innerhalb der Grenzen der Stereotypen der konkreten Situation im gesetzten Zeitintervall, in einem bestimmten Raum, mit bestimmten Ressourcen gezeigt wird, d.h. entsprechend einem Axiom der „spezifischen Situation“ der klassischen TRIZ-Theorie (siehe Axiom der „spezifische Situation“).

Das meist gewünschte Ergebnis (MDR) ist ein durchschnittliches Konzept, das zwischen dem idealen Endergebnis (IFR) und dem idealen System auf der einen und der idealen Lösung auf der anderen Seite gefunden wird. Das IFR wird durch einen konkreten Widerspruch formuliert, der in der Beschreibung der konkreten Problemsituation enthalten ist. Das ideale System ist eine Beschreibung eines der in die konkrete Problemsituation involvierten Systeme. Das MDR ist eine Einbindung unserer Visualisierungen über das IFR und des idealen Systems in der spezifischen Problemsituation. Diese Visualisierungen werden im Laufe der komplexen Lösung einer Problemsituation verändert und spezifiziert.

### Anmerkung:

Man muss erwähnen, dass in den frühen Phasen der Entwicklung von TRIZ praktisch keine Unterscheidung zwischen dem idealen System, dem IFR und der idealen Lösung gegeben hat. Im Laufe der Entwicklung von TRIZ kam die Notwendigkeit auf, diese Konzepte zu trennen. Daher sind das IFR und das ideale System bei OTSM-TRIZ-Bausteine für die Konstruktion eines Bildes des MDR. Und die ideale Lösung wird zur Einschätzung der erhaltenen Lösungen verwendet.

Eine weitere Funktion der idealen Lösung ist es, als Werkzeug zur Überbrückung der so genannten "psychologischen Trägheit" zu dienen. Wenn wir eine Lösung nahe oder mit dem MDR übereinstimmend erhalten, sollten wir versuchen, jene Teile des Multidimensionalen Denkschemas zu finden, wo diese Lösung einen negativen Effekt hervorruft oder hervorrufen könnten. Wir sollten diese Teile des System Operators (Multidimensionalen Denken) finden, die bei der Konstruktion eines Bildes des MDR nicht in Betracht gezogen wurden. Mit anderen Worten, das Modell der idealen Lösung hilft uns, die Grenzen, die durch die anfängliche Problemsituation erklärt wurden, im Rahmen der Grenzen, in denen das Bild des MDR definiert wurde, zu überschreiten. Dadurch können wir auf die Situation mit den Augen eines Beobachters schauen, der sich außerhalb unserer Betrachtung der definierten Problemsituation befindet und der irgendwie auf unsere Lösung reagieren wird.

### Das ideale Endergebnis (IFR)

Entsprechend den Regeln von ARIZ-85-C des IFR (dem idealen Endresultates), die als der konkrete Widerspruch formuliert sind, bei dem zwei unvereinbare Voraussetzungen, welche als Ergebnis der widersprüchlichen Lösung kombiniert werden sollten, exakt definiert sind. IFR definiert das Ziel und die Kriterien der Abschätzung der Effizienz des zu lösenden Widerspruchs. Je näher unsere Lösung dem IFR ist, desto besser ist sie. Folglich dient das IFR als Referenzpunkt im Laufe der Arbeit an einem Problem. Das ist der Grund, warum im Laufe der Entwicklung von ARIZ, IFR von einem Schritt in das System von Schritten entwickelt wurde, welches G. S. Altshuller als das „Paket des IFR“ nannte: IFR-1, verschärftes IFR, IFR-2.

In OTSM wurden die Techniken des „Widerspruchs“ des Pakets des IFR durch zusätzliche Schritte erweitert: IFR-2 wird in „Teil-IFR-2“ und „gefaltetes IFR-2“ unterteilt.

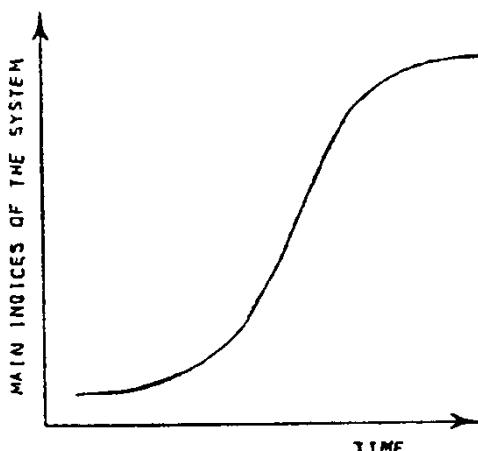
Jedes der Teil-IFR-2 passt zu einem bestimmten verschärften IFR und wird auch nach den entsprechenden Formulierungen des physikalischen Widerspruchs definiert (in OTSM – der Widerspruch der Bewertungsparameter) auf dem Makro- und auf dem Mikrolevel. Folglich passt jedes verschärzte IFR zu mindestens zwei Teil-IFR-2: auf dem Makro- und auf dem Mikrolevel.

Jedes Teil-IFR-2 ist ein Element des Mosaiks, welches das "gefalteten IFR-2" kennzeichnet.

### 2.4.3 Modell

Der Lebenszyklus eines technischen Systems (sowie eines anderen Systems, beispielsweise eines biologischen Systems) kann mit dem Diagramm der Abhängigkeit der Hauptparameter des Systems von der Zeit dargestellt werden. So ein Modell des technischen Systems in Form einer S-Kurve (Abb. 4.1.) wird weit verbreitet in OTSM-TRIZ eingesetzt. Die S-Kurve zeigt klar, wie die Hauptparameter (Geschwindigkeit, Kapazität, Produktivität etc.) des technischen Systems während ihres Lebenszyklus verändert werden. Jedes System hat andere Merkmale und somit einen eigenen Verlauf S-Kurve. Aber es gibt eine Gemeinsamkeit in jedem Portrait, die für alle Systeme charakteristisch ist.

1 – Kindheit; 2 – Reife; 3 – Alter sind solche Bereiche.



Im Laufe der Entwicklung des technischen Systems werden seine Hauptparameter erhöht und das System wird besser, also idealer. Es ist notwendig, das Schema der Veränderung im Zeitverlauf eines der Hauptindikatoren des Systems zu entwickeln unter Verwendung des gefundenen Patents und anderer Quellen über die frühere Entwicklung des analysierten Systems. Weiters wird die erhaltene S-förmige Kurve verwendet, um Schlüsse über die Phase der Entwicklung zu ziehen, in der sich das System befindet.

Abb. 4.1. S-Kurve

Es gibt verschiedene Phasen, oder Schritte, die während der Erhöhung der Idealität auftreten:

- Verbesserung der Parameter eines Systems (1-2 Haupt) bei Erhöhung der Kosten;
- Verbesserung der Parameter eines Systems (1-2 Haupt) bei unveränderten Kosten;
- Verbesserung der Parameter eines Systems (während des Erscheinens neuer Funktionen)
  - bei Erhöhung der Kosten;
  - Verbesserung der Parameter eines Systems bei Senkung der Kosten;
  - Verbesserung der Parameter eines Systems (während des Erscheinens neuer Funktion) bei Senkung der Kosten;

Die bedeutende Senkung der Kosten, wird verwendet um die Existenz des Systems zu sichern und das Erscheinen neuer Funktionen zu unterstützen. Dadurch wird die Anwendung des Systems bedeutend ausgeweitet. Dennoch findet das komplette Verschwinden des technischen Systems statt, zum Beispiel durch die Verbindung mit einem anderen System oder durch den Übergang zu einem Subsystem mit dem Transfer der Hauptfunktionen zu einem anderen, neuen System.

### 2.4.4 Instrumente – Werkzeuge

Folgende Werkzeuge werden verwendet, um korrekte Lösungen zu erhalten:

Hilfreiche Gesetze – das Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines technischen Systems; das Gesetz von der energetischen Leitfähigkeit; das Gesetz der Abstimmung der Rhythmisik der Teile des Systems.



Die Phasen der Erhöhung der Idealität	Die Methoden zur Erreichung
Verbesserung der Parameter eines Systems bei der Erhöhung der Kosten	Intensive Verwendung der Ressourcen; Konstruktionsmethoden
Verbesserung der Hauptparameter eines Systems bei den unveränderten Kosten	Ressourcensparende Technologien; Suche nach optimalen Lösungen; Standardlösungen zu Ressourceneinsparung
Das Erscheinen neuer Funktionen bei Erhöhung der Kosten	Konstruktionsmethoden; Wertanalyse (bei geringen Anstieg der Kosten)
Das Erscheinen neuer Funktionen bei unveränderten Kosten	Konstruktionsmethoden; Wertanalyse
Verbesserung der Parameter eines Systems bei Senkung der Kosten	Wertanalyse; OTSM-TRIZ
Das Erscheinen neuer Funktionen bei Senkung der Kosten	Wertanalyse; OTSM-TRIZ
Der bedeutende Anstieg der Kosten, die verwendet werden, um die weitere Existenz des Systems zu sichern und das Erscheinen neuer Funktionen des Systems zu unterstützen	Wertanalyse; OTSM-TRIZ

## 2.4.5 Beispiele

### 2.4.5.1 Beispiel

Bis in die Moderne verwendeten Segler die Sterne am Nachthimmel zur Navigation. Keiner der Segler hat jedoch je einen Stern erreicht. Denken Sie daran, wie viele Schiffe durch diese Orientierungshilfe den Hafen gefunden haben, ohne vom Weg abzukommen, und wie viele Menschen so gerettet wurden.



Die Idee ist nicht erreichbar, aber wir können uns dadurch in die richtige Richtung fortbewegen, wenn wir uns daran orientieren.



### 2.4.5.2 Beispiel

Das Floß für den Transport von Holzstämmen ist das ideale System. (Wir werden bemerken, dass wir für reale Systeme und Lösungen nur von Idealität in einer vergleichbaren Form sprechen können, weil die ideale Lösung durch die Definition unerreichbar ist.) Folglich ist es möglich, zu behaupten, dass ein Floß das Baumstämme transportiert und aus der Fracht gemacht ist, die idealere Lösung ist als ein Transportschiff, das Baumstämme als Fracht transportiert.



Aber die Welt ist aus Widersprüchen gebaut. Wir können argumentieren, dass Baumstämme, die in einem Frachtschiff transportiert werden, im Gegensatz zum Baumstammfloß trocken bleiben. Also hat ein anderer Parameter, der Schutz der Fracht, den geringeren Wert. So ergibt sich ein neues Problem...

### 2.4.5.3 Beispiel

Jedes Kilogramm der Fracht in einem Raumschiff, das in die Umlaufbahn der Erde geschossen wurde, ist wertvoll. Es nicht übertrieben, dass für ein Kilogramm der Fracht, das in den Welt Raum geschossen wird, Mittel notwendig sind, die mit den Kosten eines Kilogramms Gold gleichzusetzen sind.



Am Ende des 20. Jahrhunderts wurde vorgeschlagen, ein paar Elemente der Kabineneinrichtung eines Raumschiffs mit gepressten Nahrungsmitteln zu bauen. In einem Notfall, wenn eine Nahrungsmittelknappheit vorherrscht, wäre es möglich, Teile eines Sessels oder einer Innentwand des Raumschiffs als Nahrung zu verwenden.

## 2.4.5.4 Beispiel



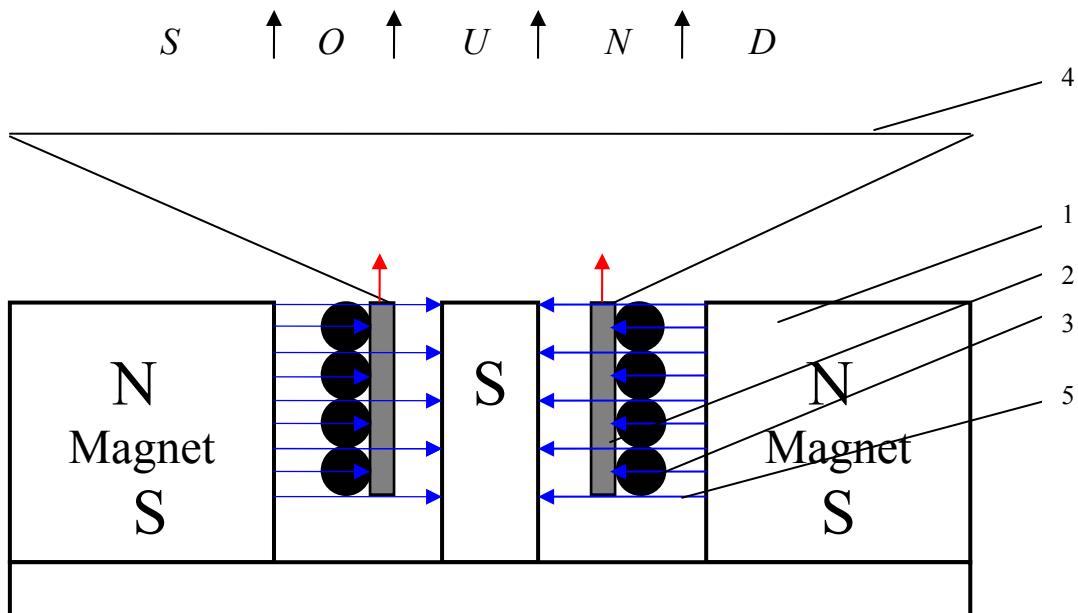
Es ist notwendig, genug Treibstoffvorrat für einen langen Weltraumflug zu haben. Wie bewegt man das Raumschiff ohne Treibstoff? Die Flugbahn des Raumschiffs wird so berechnet, dass es möglich ist, die Anziehungskraft verschiedener Planeten zu nutzen. Treibstoff ist nicht vorhanden, jedoch wird die Funktion „das Raumschiff von einem Raum zu einem anderen zu bewegen“ noch immer erfüllt.

## 2.4.5.5 Beispiel



Abb. 4.2. zeigt den Querschnitt einer magnetischen Kette eines Lautsprechers.

Abb. 4.2.



Die Abbildung beinhaltet:

- 1 – Magnet
- 2 – Spulenband
- 3 – Magnetring
- 4 – Verteiler
- 5 – Feldlinien des Magnetfelds

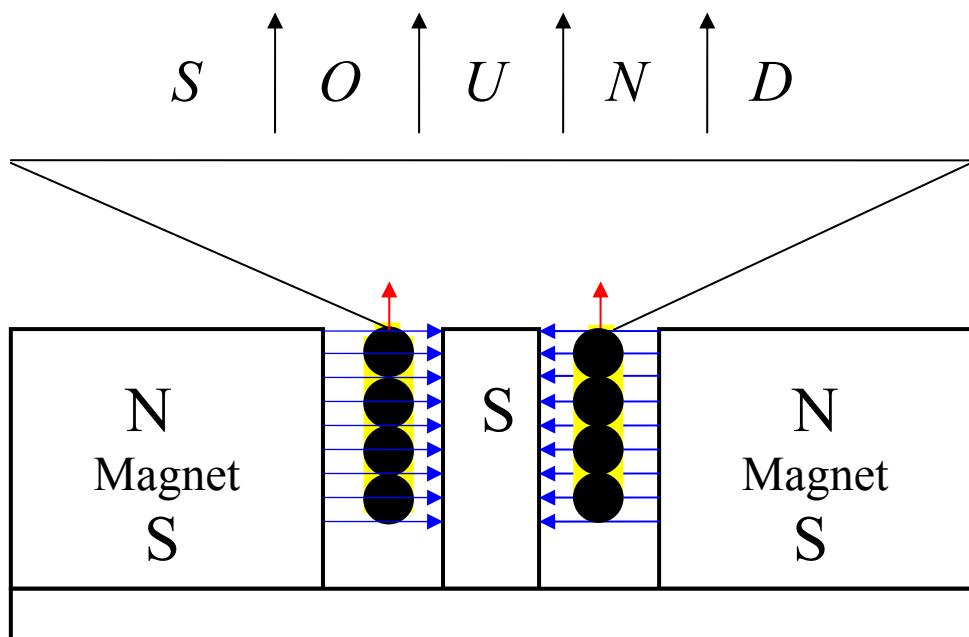
Die Spule mit dem Leiter, der im Magnetfeld positioniert ist, ist der „Motor“, der Umwandler der Energie von elektrischen und magnetischen Feldern in mechanische Schwingungen des Verteilers und dann in Schwingungen der Luft.

Früher (siehe Kapitel 2, Beispiel 2.2.,) haben wir bereits die magnetische Kette eines Lautsprechers besprochen. Für gewöhnlich ist die Spule des Lautsprechers auf einem speziellen Karton oder einem Plastikgehäuse gewickelt und zwischen den Magneten eingebaut. Was ist die Funktion des Spulengehäuses? Das Gehäuse der Spule behält die Spulen des Leiters im Zentrum der magnetischen Kette eines Lautsprechers zwischen den Polen der Magneten. Entsprechend bereits erläuterter Regeln (siehe Kapitel 1, Bereich 1.4.1.: „Das Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines technischen Systems“ → „Wie man die Funktion des technischen Systems korrekt festlegt“) werden wir die Formulierung spezifizieren: „die Vorgehensweise der elastischen

Kräfte der Magnetringe der Spule und die Gravitationskräfte am Wechsel der Stelle der Spule zu kompensieren“.

Das Gehäuse der Spule führt jedoch zu unerwünschten Effekten. Erstens bringt es Verluste des magnetischen Stroms. Es besetzt den kleinen, definierten Platz in einer Öffnung zwischen den Magneten. Je größer die Entfernung zwischen den Magneten ist, desto schwächer wird der Magnetstrom , und deshalb auch die Kapazität des Lautsprechers. Zweitens, ist der am wenigsten erwünschte Effekt eine schlechtere Kühlung des Leiters der Spule. In kraftvollen Lautsprechern, wenn der große Strom sich durch die Spule bewegt, erhitzt sich die Spule stark und kann schmelzen. Unter diesen Bedingungen ist es wichtig, Luft von verschiedenen Richtungen auf die Spule zu blasen, um sie zu kühlen. Aber das Gehäuse der Spule, gefertigt aus elektrisch isolierendem Material, dient als Hitzeisolator, der den Leiter der Spule davor bewahrt abzukühlen. Was ist dann das ideale Gehäuse für die Spule? Das wird ein Gehäuse sein, das die spezifizierte Funktion erfüllt, aber keinen Platz einnimmt. Die Kosten des Herstellers gehen gegen Null. Anders ausgedrückt, das Gehäuse ist nicht vorhanden, aber die Funktion wird ausgeführt.

Abb. 4.3.



Spulen ohne Rahmen wurden erzeugt, bei denen die Schleifen durch eine spezielle Kleberverbindung fixiert werden. Es muss erwähnt werden, dass in dem alten System der Prototyp dieser Idee bereits existierte – die Schleifen der Spule waren mit Lack bedeckt, um eine hohe Widerstandsfähigkeit und Oberflächenschutz gegen mechanische Schäden zu erreichen. Aber seine Stärke war unzureichend, um die Schleifen der Spule in der definierten Bedingung ohne ein Gehäuse für die Spule zu fixieren. Außerdem wurde das Problem der positiven und negativen Effekte eines Gehäuses nicht besprochen und beschrieben und deswegen wurde es nur vor geheimer Zeit gelöst.

#### 2.4.5.6 Beispiel



Der Dynamo an einem Fahrrad wird üblicherweise in Form einer separaten Vorrichtung montiert. Mechanische Rotationsenergie der Räder wird durch Kontakt einer Laufrolle im Dynamo mit der Oberfläche des Rads auf den Dynamo übertragen. Um einen besseren Parameter dieses Systems bei der Beleuchtung eines Fahrrads (Helligkeit der Beleuchtung und folglich die Kapazität einer Glühbirne, elektrische Kapazität) zu erreichen, ist ein stärkerer Dynamo notwendig. Der mechanische Kontakt zwischen der Oberfläche des Rades und der Laufrolle des Dynamos basiert auf Reibung und dabei wird das Moment der Kraft aufwendig auf den stärkeren Dynamo übertragen. Die Entwicklung des Systems der Beleuchtung und des Alarmsystems des Fahrrads wurde durch die Konstruktion eines Dynamos basierend auf der Übertragung der mechanischen Energie mit Mitteln der Reibung beim direkten Kontakt des Dynamos mit der Oberfläche des Rads eingeschränkt.

Bei den neuesten Fahrradmodellen wurden die Dynamos an der Hinterradachse montiert. Die Radachse daran angebrachtem Magneten, dient gleichzeitig als Rotor des Dynamos. Die Methode der Übertragung über die Laufrolle eines Dynamos und die Oberfläche des Rads ist verschwunden, weil sie überflüssig ist. Die Reibungsverluste beim Transfer der mechanischen Energie sind mit ihr verschwunden. In solchen Fällen sagen wir, dass das System idealer geworden ist.

#### 2.4.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)



##### 2.4.6.1 Zusammenfassung

Die Besonderheiten eines technischen Systems in der zweiten und dritten Phase einer S-Kurve (=Phase der Entwicklung ) werden durch das folgende Gesetz beschrieben:

Die Entwicklung aller Systeme geht in die Richtung der Steigerung der Idealität. Sie beinhaltet viele verschiedene Mechanismen und besteht aus einigen Phasen. Zuerst beinhaltet es die Erhöhung des Wertes der Schlüsselparameter, dann die Senkung bei den Kosten für die Ausführung der Funktionen und das Erscheinen neuer Funktionen. und in der Endphase – die Verbindung mit einem anderen System und den Transfer der Funktion zu diesem System oder die Ausführung der Funktionen durch ein anderes System.

##### 2.4.6.2 Fragen



Wie definieren wir das Konzept der Idealität?

Wie definieren wir das Konzept des idealen Systems?

Welche Lösung ist eine ideale?

Was ist der Unterschied zwischen dem Meist gewünschten Ergebnis und dem idealen Endresultat?

Wie definieren wir das Konzept des idealen Endresultates?

#### 2.4.7 Literatur



**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moskau, 1979), S. 126.

**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 227-228.

**Salamatov, J.**, “System of development of creativity laws”. In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), S. 138-168.

**Khomenko, N.**, “The law of the completeness of the parts of the system with OTCM-TRIZ interpretation”. (russisch) (Karlsruhe, Manuskrift, 9. Juli 2008).

**Khomenko, N.**, “The law of increasing of degree of Ideality of the system with OTCM-TRIZ interpretation”. (russisch) (Karlsruhe, Manuskrift, 18. Juli 2008).



Sehe auch:

2.7 Das Gesetz über den Übergang von einem Makro- zu einem Mikrolevel

## 2.5 das Gesetz von der ungleichen Entwicklung der Systemteile

Ich schreibe diese Zeilen in einem neuen Hochgeschwindigkeitszug, dem TGV, der Europa mit einer Geschwindigkeit von 350 km/h durchquert. Die Geschwindigkeit ist erstaunlich, aber es ist möglich, mit einem hohen Wahrscheinlichkeitsgrad zu sagen, dass es nahe dem Limit der Rad-Schiene –Transportart liegt.

Was war das schwierigste Problem bei der Konstruktion eines solchen Zugs? Stärkere Motoren, der Bau neuer Schienen, ein fortschrittlicheres Bremsystem? Ja, zum Teil waren es diese Herausforderungen. Den Entwicklern zufolge war jedoch der Stromabnehmer die größte Herausforderung. Die Konstruktion des Stromabnehmers in einem TGV-Zug stützt sich auf eine starke äußerliche Ähnlichkeit zu der Konstruktion des Stromabnehmers der meisten anderer modernen Züge. Wir werden hier allerdings nicht über die in TGV-Zügen angewandten technologischen Lösungen diskutieren.

Stattdessen werden wir auf die wichtigsten Fragen in diesem Beispiel aufmerksam machen. Während des Lebenszyklus eines technischen Systems (TS) machen seine Teile eine ungleiche Entwicklung durch. Erstens haben die Teile eines technischen Systems (TS) zu jeder Zeitperiode eine unterschiedlichen Stufe an Entwicklung. Zweitens finden die Veränderungen in den Teilen des Systems ungleich statt, oft lawinenartig. Es gibt immer einen Teil, der das TS von seinem weiteren Fortschritt und der Erhöhung der Hauptparameter zurückhält. Es ist dieser Teil (der „Flaschenhals“), der die starken, scharfen Widersprüche verursacht. Deshalb ist es von größter Wichtigkeit festzustellen, welcher Teil dies ist.



Abb. 5.1. Hochgeschwindigkeits-TGV-Zug

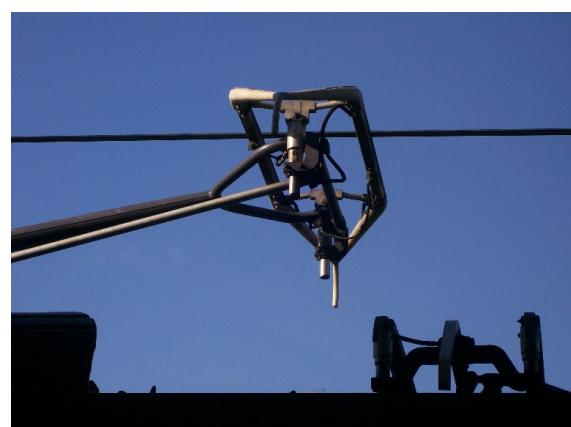


Abb. 5.2. Stromabnehmer eines TGV-Zugs

In der Geschichte der Zugentwicklung gab es verschiedene Faktoren, die als "bremsendes Element" bei der Erreichung der notwendigen Parameter (Geschwindigkeit, Länge und Gewicht eines Zuges, Bremsweg, etc.) agierten. Die Kraft der Dampflok wuchs allmählich bis sie in Konflikt mit der Qualität der Schienen kam. Einige Jahre später erlaubten technologische Errungenschaften im Bereich der Metallurgie die Herstellung strapazierfähigerer, längerer und relativ billiger Schienen für die Massenproduktion. Als Folge war die Technologie der Bahn verantwortlich für die Qualität der Schienen und des weitverzweigten Netzes. Züge wurden schneller, transportierten mehr Fracht und verbanden weit entfernte Städte. Aber der Motor war nicht in der Lage die notwendige Energie bereitzustellen, um die Geschwindigkeit zu erreichen, welche die neuen Schienen erlaubten. Der letzte „Durchbruch“ war der Übergang von

einen Dampfmotor zu einem mehr energieproduzierenden, wertvollen Treibstoff: anstatt Kohle wurden Erdölprodukte verwendet. Der Motor wurde ebenfalls verändert – ein höherer Dampfdruck war notwendig, um mehr Energie zu erzeugen. Zu diesem Zweck wurde ein strapazierfähiger (und schwererer!) Motor gebraucht. Der weitere Anstieg der Hauptparameter des Zugs wurde möglich mit dem Wechsel zu einem wiederum neuen Typ von Motor, d.h. zu einem elektrischen Motor.

Deshalb ist es, bei der Lösung praktischer Aufgaben und der Vorhersage der technischen Entwicklung, sehr wichtig, dass der „Flaschenhals“ in einem Technischen System korrekt definiert wird. Darüber hinaus ist es notwendig, existierende Widersprüche zu identifizieren und sich auf die kontinuierliche Verbesserung der Teile des Systems zu konzentrieren.



## 2.5.1 Definition

Die Entwicklung der Teile eines Systems geht ungleichmäßig voran. Je komplizierter das System ist, desto ungleichmäßiger ist die Entwicklung seiner Teile.



G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 229.

## 2.5.2 Theorie (Details)

Dieses Gesetz gehört zur Kategorie der „Kinematik“, dh. Gesetze für fortgeschrittene Technischen Systeme, die sich in der zweiten und dritten Phase der Entwicklung befinden (siehe S-förmige Kurve).

Wir wissen, dass in der Entstehungsphase eines neuen Technischen Systems dieses minimal arbeitende Hauptteile für eine minimale Arbeitsfähigkeit enthalten muss. Zusätzlich muss die energetische Leitfähigkeit zwischen den Teilen des technischen Systems vorhanden sein vor allem zwischen den Steuerungssystem und den anderen Teilen des Technischen Systems. Das Zusammenspiel der Teile muss koordiniert werden, um das technische System weiter zu entwickeln und seine Parameter zu verbessern. Dies betrifft vor allem neu erschaffene technische Systeme, die sich in der ersten Entwicklungsphase befinden (siehe S-förmige Kurve).

Mit dieser Entwicklung machen die Teile des technischen Systems eine Veränderung, entsprechend den geänderten Anforderungen der Menschen und der Umwelt, durch. Ein technisches System beinhaltet Komponenten auf unterschiedlichen Entwicklungsstufen und in verschiedenen Lebensabschnitten (S-Kurve). Diese Ungleichmäßigkeiten können mithilfe von Widersprüchen beschrieben werden. Besonders scharfe Widersprüche entstehen am schwächsten Teil eines Systems, dem „Flaschenhals“.

Einer der Gründe für die Ungleichmäßigkeit der Entwicklung der Teile eines Technischen Systems sind die beschränkten Ressourcen. An erster Stelle sind das meist Materialressourcen sowie Zeit für die Entwicklung, Implementierung und den Markteintritt. Des Weiteren werden oft substantielle Einschränkungen in dieser Phase durch die verfügbaren Ressourcen und durch genutzte Methoden zur Lösung von Problemen eingeführt.

## 2.5.3 Typische Fehler:

Sehr oft beginnt die Verbesserung eines Technischen Systems bei jenem Teil des Systems, das leicht zu ändern ist. Besonders typisch ist es bei komplizierten Aufgabenstellungen, wenn Probleme im schwächsten Teil des Systems auftreten. Einer der Gründe für dieses Phänomen sind die beschränkten Möglichkeiten der traditionellen Methoden der Problemlösung.

Der Irrtum dieses Ansatzes wird durch den folgenden Witz sehr schön unterstrichen:

Ein Mann sucht etwas am Bürgersteig unter einer Straßenlaterne. Zwischen dem Mann und einem Polizisten findet das folgende Gespräch statt.



„Mein Herr, kann ich Ihnen helfen?“

„Ja, ich habe die Schlüssel zu meiner Wohnung verloren.“

„Erinnern Sie sich an die Stelle, wo Sie sie verloren haben?“

„Sicherlich, dort drüben, bei meinem Auto...“ (er zeigt auf das Auto, das in der Nähe steht)

„Und wieso suchen Sie hier, unter der Straßenlaterne?“

„Weil es hier heller ist!“

Wir lachen über diesen Mann, aber wir verhalten uns oft gleich bei der Verbesserung technischer Systeme... Nur nachdem wir alle Entwicklungsressourcen der anderen Teile eines Systems komplett aufgebraucht haben, kommen wir zu unserem „Flaschenhals“ zurück.

Wenn wir mit dem Beispiel der Entwicklung eines TS „Zuges“ weitermachen, werden wir folgendes bemerken. Um ein Technisches System vorwärts zu bringen, ist es wichtig, seine Funktion korrekt zu formulieren. Dazu gehört auch, die Grenzen der Varianten eines Technischen Systems zu definieren. Im Fall eines TGV-Zugs wurden die Grenzen so geschaffen, dass Veränderungen nicht das Prinzip „Rad - Schiene“ betroffen haben, aber der „Flaschenhals“ exakt der Rad-Schiene Teil des Systems „Zug“ ist.

#### **Bemerkung:**

Die nächste Entwicklungsphase des Zugs ist ein Zug auf einer elektromagnetischen Platte. Bei der Konstruktion eines solchen Zugs wird der Übergang von einem „Rad-Schiene“-Paar (Makrolevel) zu einer elektromagnetischen Wechselwirkung (Mikrolevel) gemacht. Der Stromabnehmer machte auch einige Veränderungen durch – es gibt keinen Gleitkontakt („Stromabnehmer-Leiter“) mehr. Die Funktion der Energieübertragung wird durch mittels eines elektromagnetischen Felds ausgeführt. (Weitere Informationen über die nächste Entwicklungsphase des Zugs und das Entwicklungsgesetz der technischen Systeme, welches die Basis dieser Phase bildet, finden Sie in Kapitel 7, Beispiel 7.5.5).

#### **2.5.4 Modell**

##### **S-förmige Kurve**

Das Leben eines technischen Systems (wie das Leben anderer Systeme, z.B. biologischer Systeme) kann in der Form der Abhängigkeit der Hauptparameter eines Systems über die Zeit hinweg beschrieben werden. Das Entwicklungsmodell eines Technischen Systems (TS) entspricht der Form einer S-förmigen Kurve (Abb. 5.3.) und wird in OTSM-TRIZ verwendet. Die Kurve zeigt wie sich ein TS und seine Hauptparameter während ihres Lebens verändern (Geschwindigkeit, Leistungsfähigkeit, Effizienz etc.). Jedes System hat seine Besonderheiten, sein eigenes „Portrait“ einer S-förmigen Kurve. Aber jedes „Portrait“ hat mit allen Systemen etwas gemeinsam. Solche Segmente sind 1 – „Kindheit“; 2 – „Reife“; 3 – „Alter“.

Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Entwicklung des gesamten Technischen Systems aufgrund der unterschiedlichen Entwicklung seiner Teile ungleichmäßig abläuft..

In der Kindheit (Segment 1) entwickelt sich ein technisches System langsam. In der Regel läuft diese Entwicklungsphase zeitlich parallel mit der Phase der „Reife“ oder des „Alters“ seines Vorgängersystems ab (Abb. 5.4.). Das neue System ist immer noch schwach; seine Hauptparameter können schlechter sein als die Parameter des alten Systems. Es fehlen die Ressourcen für die Entwicklung eines jungen Systems, aber ein neues Betriebsprinzip hat ein bedeutendes Potential.

Die Existenz eines alten Systems hält den Durchbruch und den Markteintritt des jungen Konkurrenten zurück. Und erst nachdem das alte System "verbraucht" ist, kann die rapide Entwicklung des neuen Systems beginnen (der Wendepunkt α). Die Phase „Reife“ kommt danach (Segment 2).

Von diesem Moment (der Wendepunkt β) erlebt die Entwicklung einen Rückgang und die Pha-



se des „Alters“ beginnt (Segment 3). Ein wiederum neues, junges TS ist bereit zu erscheinen. Nach dem Punkt  $\gamma$  wird ein TS durch ein neues ersetzt oder hält die erreichten Parameter für lange Zeit (z.B. ein Fahrrad).

Linien der Systemevolution

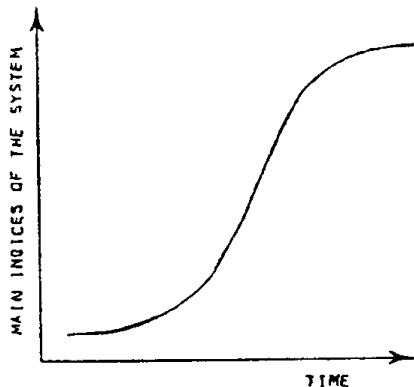


Abb. 5.3. S-curve (siehe: G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 205-216).

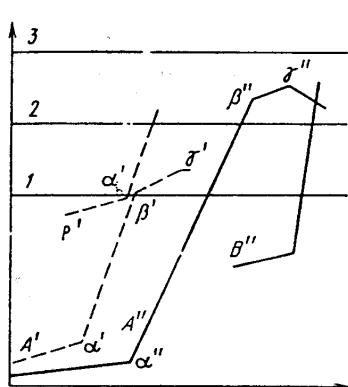


Abb. 5.4.  
(siehe: Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (russisch) (Moskau, Sovetskoye Radio, 1979), S. 113-119).

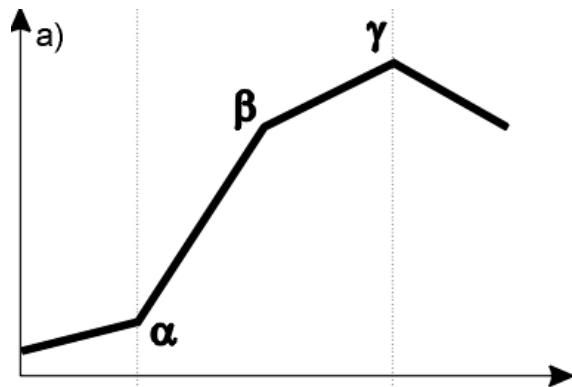


Abb. 5.5. Ausführung – Verwendung  
(siehe: Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (russisch) (Moskau, Sovetskoye Radio, 1979), S. 113-119).

Im Laufe seiner Entwicklung ist ein Technisches System der Gegenstand ständiger Veränderungen. Material wird verändert, manche Teile werden durch andere, fortschrittlichere Teile ersetzt. Die Lebenslinie eines spezifischen technischen Systems kann in Form einer Vielzahl von S-förmigen Kurven dargestellt werden, welche das gesamte TS formen. (Modis, 1994).

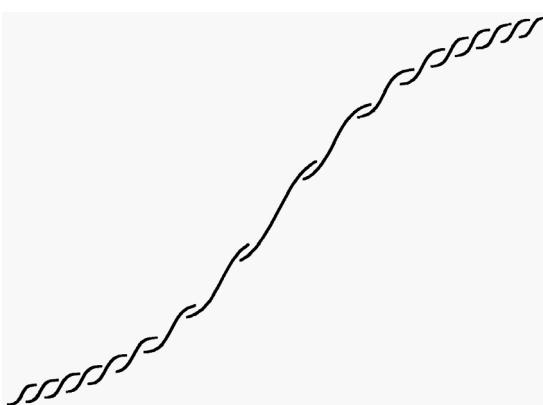


Abb. 5.6. S-Kurve, bestehend aus anderen S-Kurven, die Subsysteme bilden. Die horizontale Achse zeigt die Zeit.

Die Entwicklung eines Technischen Systems TS passiert in vielen Aspekten ungleich. Einige davon werden unten gezeigt:

- Ein Technisches System TS hat unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeiten in den verschiedenen Phasen seines Lebens;
- Subsysteme, die Teile eines Technischen Systems TS sind, sind zu jedem zufällig gewählten Moment der Lebenszeit des Technischen Systems TS auf unterschiedlichen Entwicklungsstufen;
- Subsysteme haben unterschiedliche Lebenszeiten;
- Entwicklungsgeschwindigkeiten des Technischen Systems TS sind sogar in einer Phase seines Lebens nicht gleich;
- Ein zeitliches Revival alter Subsysteme, die vor Kurzem abgelöst worden sind, ist unter neuen Bedingungen möglich.

## **2.5.5 Instrumente – Werkzeuge (wie man sie verwendet)**

### **2.5.5.1 Entwicklungsgesetze und ihre Werkzeuge**



Es ist notwendig

- ein Modell eines Technischen Systems TS zu bilden, das aus vier Elementen besteht (siehe Kapitel 1).
- ein Technischen Systems TS hinsichtlich der energetischen Leitfähigkeit (siehe Kapitel 2) sowie hinsichtlich der Erfüllung seiner Funktion- und des Rhythmus eines System zu analysieren (siehe Kapitel 3)
- das ganze System und jeden Teil davon mit dem idealen System zu vergleichen (siehe Kapitel 4).

Bei der vorangehenden Analyse werden Widersprüche identifiziert, die verschiedene Teile des Technischen Systems charakterisieren. Es ist notwendig zu bewerten, welcher Widerspruch das System am weitesten eingrenzt.

Zum Beispiel, was die Anzahl unerwünschter Effekte und Widersprüche betrifft (im Kontext der Erfüllung einer von uns ausgewählten Funktion ).

### **2.5.5.2 S-förmige Kurve**

Während der Lösung praktischer Aufgaben und der Vorhersage der Entwicklung des technischen Systems ist es entscheidend, das „Portrait“ des analysierten Technischen Systems TS korrekt zu erzeugen. Es ist wichtig die Entwicklungsreserven der vorgegebenen TS zu kennen. Es ist notwendig, eine Grafik über die Veränderungen der Hauptparameter des Systems über die Zeit unter der Verwendung von Patentdaten und anderer Quellen über die vorherige Entwicklung eines Systems, welche zu analysieren ist, zu erstellen. Damit können Schlussfolgerungen über die Entwicklungsphase, in der sich das TS momentan befindet, unter der Verwendung von S-förmigen Kurven gezogen werden.

### **2.5.5.3 Die Bildung eines Problemnetzwerks und die Analyse seiner Struktur**

Bei der Beschreibung des momentanen Stands der Dinge in Bezug auf das zu analysierende Technische System muss ein Problemnetzwerk erstellt werden. Das Problemnetzwerk beinhaltet Probleme und ihre partielle Lösungen sowie ihre Verbindungen. Die Struktur des Problemnetzwerks gibt Informationen über die ungleichmäßige Entwicklung des gesamten Systems und trägt zur Ermittlung des „Flaschenhalses“ bei.

## **2.5.6 Beispiel**

### **2.5.6.1 Beispiel**

Musik hören war immer beliebt. Mitte des letzten Jahrhunderts erlebten Tonwiedergabegeräte eine weitere Entwicklung. Besonders elektronische Verstärker wurden stark weiterentwickelt. Unserer Meinung nach liegt der Grund für dieses Phänomen in den breit gefächerten Möglichkeiten der Ressourcen, z.B. der elektronischen Grundlagen. Während einiger Jahrzehnte des



letzten Jahrhunderts erzeugte die Welt zwei Generationen von elektronischen Basiselementen: elektronische Lampen wurden durch Transistoren ersetzt; den Transistoren folgten integrierte Mikroschaltungen. Diese und andere moderne Technologien erlaubten eine Verbesserung der Soundqualität, eine erhöhte Massenfertigung und bessere Preise.

Lautsprecher wurden nicht so aktiv weiterentwickelt. Ihre Hauptparameter kamen in Widerspruch mit dem Bedürfnis der Leute nach qualitativ besserer Tonwiedergabe auf der einen Seite, und mit den Möglichkeiten der elektronischen Grundlagen auf der anderen. Tonträger (Tonbandaufnahmen, Radiosignale, Vinyl-Grammophonaufnahmen) sowie elektronische Verstärker machten es möglich, die Tonqualität zu erhöhen. Lautsprecher waren der „Flaschenhals“, der die Gesamtentwicklung der Tonwiedergabegeräte behindert.

In der Mitte des letzten Jahrhunderts wurden Verstärker, die eine nicht-lineare Verzerrung von weniger als 0,5% bei einer Stärke von 50W hatten, produziert. Das ist ein sehr guter Parameter. Aber ein Lautsprecher verbunden mit einem solchen Verstärker verbessert die Verzerrung ums 10- bis 20-fache. Die Verstärker wurden jedoch dank der Entwicklung der Elektronik weiterentwickelt, Wissenschafts- und Technikmagazine, Ausstellungsstände und Geschäfte erhielten neue Modelle von elektronischem Equipment, dessen breite Möglichkeiten praktisch nutzlos blieben ohne verbesserte Lautsprecher.

Der „Flaschenhals“ des Lautsprechers ist die flexible Aufhängung, welche für die Wiedergabe der Mehrfachfrequenzen verantwortlich ist. Zu dieser Zeit wurde nahezu alles aus dem verfügbaren Material „herausgeholt“. Außerdem führte eine Erhöhung der Flexibilität und Leichtigkeit zu einem Widerspruch... Um diesen Widerspruch zu lösen, war der Übergang zu einem neuen System notwendig.

(Für diese Lösung, siehe Kapitel 6: Das Gesetz vom Übergang zu einem Supersystem (Beispiel 6.13.)

### 2.5.6.2 Beispiel:



Schauen wir genauer auf das Wachstum einer Pflanze, wenn sie aus dem Boden kommt. In der Regel hat sie 2 große Blätter. Die Blätter sind im Verhältnis zur Größe des Samens und des Stiels nicht groß. Unter der Erde ist die Situation mit dem Wurzelsystem ähnlich. Die Ursache hierfür ist, dass die Pflanze zum Überleben Sonnenenergie und Nahrungsstoffe benötigt. Im Laufe der weiteren Entwicklung werden andere Teile ihre Wachstumsrate und Größe im Vergleich zur ursprünglichen vergrößern.

### 2.5.6.3 Beispiel



Die Entwicklung eines Kindes kann sehr gut erkannt werden anhand des Abbild des Kindes: ein menschlicher Körper mit einem überproportional großen Kopf, und kurzen Armen und Beinen. Der menschliche Körper entwickelt sich tatsächlich ungleich. In den ersten 10 Lebensjahren erfährt ein Mensch 70% des Wachstums; und in den ersten drei Lebensjahren erhält ein Mensch 70% der lebensnotwendigen Information.

### 2.5.6.4 Beispiel



Die Entwicklung sozialer Systeme zeigt einen ungleichen Verlauf. Anatole France, der große französische Schriftsteller, bemerkte sehr schlau: „Im langsamem und gut koordinierten Fortschritt der Menschheit, hat der Anfang einer Karawane das glänzende Feld der Wissenschaft betreten. Aber das Ende blieb zwischen dem starken Nebel des Aberglaubens zurück, in einem dunklen Land voller Geister und Gespenster . Ja Bürger, ihr habt Recht, wenn ihr zum Kopf der Karawane geht! ....“.

### 2.5.7 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)

#### 2.5.7.1 Zusammenfassung

Die Entwicklung eines Technischen Systems (TS) macht in der Zeit einige Veränderungen



durch. Einige Subsysteme werden durch andere ersetzt, die unter bestimmten Bedingungen effizienter sind. Externe Bedingungen und menschliche Forderungen ändern sich. Diese Veränderungen sammeln sich an und rufen neue Widersprüche zwischen den Teilen eines Systems hervor. Andere auftauchende Systeme stellen im Laufe der praktischen Verwendung und der Verbesserung durch die Menschen neue Entwicklungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Diese Entwicklungen passieren nicht zeitgleich. Manche Teile des Systems haben die sich gut entwickelnde Parameter, andere agieren als eine hemmende Kraft für die allgemeine Entwicklung des Systems. Außerdem sind auch die Bedeutungen der Hauptparameter (welche die Erfüllung der Funktion des TS gewährleisten) auch der ungleichen Veränderung über die Zeit ausgesetzt.

### 2.5.7.2 Fragen

Wie wird die Ungleichmäßigkeit der Entwicklung von Teilen eines technischen Systems ausgedrückt?



Für welche Entwicklungsphase des technischen Systems ist dieses Gesetz charakteristisch?

Ist es möglich, die Position des Punktes  $\alpha$  auf der Kurve des vorgegebenen technischen Systems nur auf der Basis der potentiellen Möglichkeiten des technischen Systems selbst vorherzusagen, ohne das vorangegangene TS zu berücksichtigen.

Wie beeinflusst die Komplexität eines technischen Systems die Ungleichmäßigkeit seiner Entwicklung?

Mit der Entwicklung machen die Teile des TS eine Veränderung entsprechend den geänderten Anforderungen der Menschen und der Umwelt durch. Ein TS beinhaltet Komponenten mit unterschiedlichen Entwicklungsstufen in verschiedenen Lebensphasen. Diese Unstimmigkeiten können mithilfe von Widersprüchen beschrieben werden. Besonders scharfe Widersprüche entstehen am schwächsten Teil eines Systems, dem „Flaschenhals“ (siehe Bereich 5.2., Theorie (Details)).

Dieses Gesetz gehört zur Kategorie „Kinematik“, d.h. fortschrittliche Technische Systeme, die sich in der zweiten und dritten Entwicklungsphase befinden (siehe S-förmige Kurve). (siehe Bereich 5.2., Theorie (Details)).

Die Existenz eines alten Systems hält den Durchbruch eines jungen Konkurrenten zurück. Und nur nachdem ein altes System vergangen ist, kann eine rapide Entwicklung eines neuen Systems beginnen (der Wendepunkt  $\alpha$ ). Die Phase „Reife“ kommt danach (Segment 2)

(S-förmige Kurve).

Die Entwicklung der Teile des technischen Systems schreitet ungleich voran; je komplizierter das System ist, desto ungleichmäßiger ist die Entwicklung seiner Teile. (Bereich 5.1., Definition)

### 2.5.8 Literatur

**Altshuller, G. S.**, *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moskau, 1979), S. 126.



**Altshuller, G. S.**, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 229.

3. **Salamatov, J.**, “System of development of creativity laws”. In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), S. 110-112.

**Modis, T.**, “Fractal aspects of natural growth”, *Technological Forecasting and Social Change* (1994) 47(1), S. 63-73.



Sehe auch:  
5 Stoff-Feld-Ressourcen

## 2.6: Das Gesetz vom Übergang zu einem Supersystem

Wenn Sie jemals eine kochend heiße Tasse Tee oder Kaffee mit einer Temperatur von 65°C getrunken haben, dann werden Sie die folgende Tatsache kaum glauben.

Ein Artikel im *Science* von 2007 berichtete von einem hitzeresistenten Gras, das nahe einer heißen geothermalen Quelle im Yellowstone Nationalpark (USA) wächst. Das Gras wächst gemütlich auf einem Boden mit einer Temperatur von 65°C. Die Forschung der Biologen ergab die Entdeckung eines seltenen Beispiels einer dreifachen Symbiose mit der Natur; eine Pflanze, ein Pilz und ein Virus vereint, um hohe Temperaturen zu überstehen. In der Natur gibt es solchen Fälle von Symbiosen, wenn Pflanzen oder Organismen sich zusammentun, um sich gegenseitig zu versorgen, zu unterstützen und so zu überleben.

Das Phänomen solcher Symbiosen, die Kombination verschiedener Systeme, ist auch in der Technik bekannt. Die direkte Übertragung der vorgegebenen Phänomene von einem biologischen System auf ein technisches wäre nicht korrekt. Wie auch immer, ist es interessant so manche allgemeine Regelmäßigkeit zu analysieren.

### 2.6.1 Definition



Nachdem alle Entwicklungsmöglichkeiten verbraucht worden sind, wird ein System in ein Supersystem als eines seiner Teile eingegliedert; nachdem das geschehen ist, findet die weitere Entwicklung auf der Stufe des Supersystems statt.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 229.

### 2.6.2 Theorie (Details)

Dieses Gesetz gehört zur Kategorie der „Kinematik“, d.h. die Gesetze sind für Technische Systeme anwendbar, die sich in der dritten Entwicklungsphase befinden (siehe S-förmige Kurve).

Einer der Wege der weiteren Entwicklung eines Systems, das in den Punkten  $\beta$  und  $\gamma$  auf einer S-förmigen Kurve liegt (siehe Abb. 6.2.), ist die Vereinigung der Systeme. Manchmal kann die Vereinigung der Systeme früher, z.B. in Segment 2, passieren, bevor der Punkt  $\beta$  erreicht worden ist. Solch eine Vereinigung ist in den Fällen möglich, wenn es zumindest einen Parameter gibt, der den Benutzer nicht zufrieden stellt. Außerdem ist es notwendig, eine Funktion auszuführen, um diesen Parameter zu verändern; Teile eines anderen Systems können als Entwicklungsressourcen dienen.

Eine typische Entwicklungskette entlang der Linie „mono-bi-poly“ wird in der TRIZ-Literatur beschrieben. Das Anfangssystem tut sich mit einem System der gleichen, einer ähnlichen, einer unterschiedlichen Art oder gar mit einem gegensätzlichen System (mit der gegensätzlichen Bedeutung der Funktion) zusammen. Der Charakter der Vereinigung hängt von der Art der geforderten Funktion ab. Eine der Hauptbedingungen der Vereinigung vom Standpunkt des TRIZ aus ist das Hervorbringen einer neuen Qualität.

### 2.6.3 Modell

#### S-förmige Kurve.

Es ist notwendig, eine Grafik zu erstellen, welche die Veränderung eines der Hauptindikatoren

des Systems über die Zeit zeigt. Hierzu können Patentdaten und andere Quellen, welche zur Analyse der vorangegangenen Entwicklung eines Systems vorliegen, verwendet werden.

Außerdem ist es mithilfe der erhaltenen S-förmigen Kurve möglich, Schlussfolgerungen über die Entwicklungsphase zu ziehen, in der sich das Technische System im gegebenen Moment befindet.

Wenn die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass das TS nahe dem Punkt  $\beta$  oder dem Punkt  $\gamma$  ist und es eine weitere Notwendigkeit gibt, die Hauptparameter zu erhöhen, ist es notwendig, ein neues technisches System zu definieren, welches das existierendes ablösen soll. Eine solche Systemveränderung ist die Übertragung eines bestehenden TS zur Entwicklung eines neuen, fortschrittlicheren Systems.

Eine Kombination der Systeme kann in jeder Entwicklungsphase stattfinden kann. Es ist notwendig, die geforderte Funktion eines Systems zu definieren.

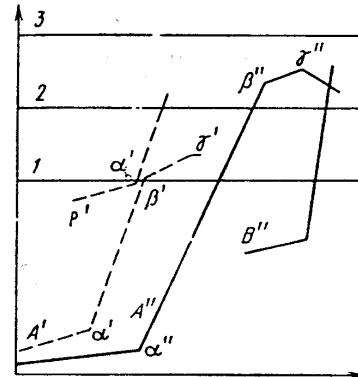


Abb. 6.2.

## 2.6.4 Beispiel

### 2.6.4.1 Beispiel

Durch die Kombination zweier Messer hat die Menschheit ein neues Schneidwerkzeug erfunden: die Schere.



*Lösungsinstrumente:* Werkzeuge der Gesetze – das Gesetz über die Vollständigkeit der Teile eines technischen Systems; das Gesetz der energetischen Leitfähigkeit; das Gesetz der Abstimmung der Rhythmisik der Teile eines Systems .



### 2.6.4.2 Beispiel

Nur dadurch, dass wir einige Bleistifte auf den Tisch legen, erhalten wir kein neues System oder eine neue Qualität. Wir können jedoch einen der Parameter verändern: die Zeit zum Schreiben ohne den Bleistift spitzen zu müssen, durch das Ersetzen eines z.B. stumpfen Bleistifts durch einen neuen während des Schreibens. Daher führen wir eine neue Funktion ein. Normalerweise wenn wir einige Bleistifte mit verschiedener Minenlänge auf einen Tisch vor uns legen, können wir einen der Parameter verändern – der Zeitraum des Schreibens ohne zusätzliche Zeit, die zum Spitzen des Bleistifts benötigt wird (die Veränderung von einem Bleistift zu einem anderen, von einem stumpfen Bleistift zu einem spitzen im Laufe des Schreibens). Und das bedeutet, dass wir die Erfüllung einer neuen Funktion erbringen – Briefe auf einem Blatt Papier zu schreiben ohne eine Pause für das Spitzen des Bleistifts.

*Lösungsinstrumente:* Übergang Monosystem zu Polysystem - gleiche Eigenschaften (Funktionen).



### 2.6.4.3 Beispiel

Leonardo da Vinci, der einen Apparat baute, der Kopien machte, verwendete eine andere Kombination von Schreibwerkzeugen. Zwei Minenbleistifte wurden am Ende eines „Flugblatts“ in einer „Y“-Form entlang einer normalen Füllfeder zusammengebunden . Während des Schreibens mit einem solchen Doppel-Bleistift macht der Autor zwei Kopien des Dokuments zur gleichen Zeit wie das Originalmanuskript. (Der Autor musste auf dünnen Papierstreifen schreiben, die Breite derer ist durch den Raum zwischen den Zweigen des „Y“ begrenzt).

*Lösungsinstrumente:* Übergang Monosystem zu Bisystem – gleiche Eigenschaften (Funktionen).



## 2.6.4.4 Beispiel

Wie bereits darauf hingewiesen wurde, können sich Systeme mit leicht unterschiedlichen Charakteristiken zusammentun. In TRIZ werden sie „Systeme mit angepassten Eigenschaften“ genannt. Um mit einem Bleistift mit verschiedenen Farben zum Zweck der Bequemlichkeit Notizen zu machen, werden zwei Bleistifte, ein roter und ein blauer, zu einem System kombiniert.  
*Lösungsinstrumente:* Übergang Monosystem zu Bisystem – unterschiedliche Eigenschaften (Funktionen).



## 2.6.4.5 Beispiel

Systeme mit entgegengesetzten Eigenschaften können sich auch zusammentun. Eine Funktion, „eine Spur auf der Oberfläche hinterlassen“, kann sich mit einer entgegengesetzten Funktion, „eine Spur auf der Oberfläche zu entfernen“ kombinieren. Das kann eine Kombination eines Bleistifts mit einem Radiergummi, oder eine Füllfeder mit Korrekturflüssigkeit sein.

*Lösungsinstrumente:* Übergang Monosystem zu Bisystem – entgegengesetzte Eigenschaften (Funktionen)



## 2.6.4.6 Beispiel

Verschiedene Systeme können sich in einem System zusammentun. Ein Beispiel eines solchen Systems ist eine Füllfeder mit einigen Minen mit verschiedenen Farben.

*Lösungsinstrumente:* Übergang Monosystem – zu Polysystem – unterschiedliche Eigenschaften (Funktionen).



## 2.6.4.7 Beispiel

Die weitere Entwicklung eines Systems, das in ein anderes System hineingeht, findet auf dem Level des gesamten Systems statt. Wenn sich ein System entwickelt, steigt der Grad der Idealität. Einer der Wege eines solchen Prozesses ist der Ausschluss der Teile, die sich selbst duplizieren. Deshalb blieb nur eine allgemeine Hülle beim Zusammentun verschiedener färbiger Bleistifte in ein Schreibwerkzeug übrig seit die individuelle Hülle eines jeden Bleistifts überflüssig ist.

*In OTSM-TRIZ wird solch ein Vorgang „Convolution“ (ev. Schraubengang) genannt.*

*Lösungsinstrumente:* Convolution



## 2.6.4.8 Beispiel

Eine weitere Entwicklung eines Systems kann in der Breite von Schreibwerkzeugen stattfinden. Um Linien unterschiedlicher Dicke zu zeichnen, ist es notwendig, eine Reihe verschiedener Minen oder Schreibfedern in einer Hülle zu haben. Der Bleistift eines Tischlers hat z.B. eine Mine mit einem rechteckigen Querschnitt. Solch ein Bleistift kann einen dünnen Strich unter Verwendung der Ecke oder breite Linien mit einer Seite der Mine machen.

*Lösungsinstrumente:* Convolution, geometrische Effekte.



## 2.6.4.9 Beispiel

Ein Filzstift mit dem Querschnitt einer Schreibfeder in Form einer Ellipse wurde vorgeschlagen. Solch ein Filzstift kann verwendet werden, um Linien von verschiedener Dicke zu zeichnen – von einem kleinen bis zu einem großen Durchmesser der Ellipse. Dadurch kann die Dicke einer Linie verändert werden ohne den Filzstift vom Papier zu nehmen. Es ist ausreichend, den Filzstift um die eigene Achse zu drehen.

*Lösungsinstrumente:* Convolution, geometrische Effekte.



## 2.6.5 Beispiel: Lautsprecher

### 2.6.5.1 Beispiel

Zwei oder drei Lautsprecher werden in einem Rahmen des Tonwiedergabeapparats oder einer

Tonsäule platziert, um die Bandbreite der reproduzierbaren Frequenzen zu erweitern. Einer der Lautsprecher gibt niedrige Frequenzen (Bass) gut, aber hohe Frequenzen schlecht wieder. Ein anderer Lautsprecher wiederum, überträgt niedrige Frequenzen schlecht, aber stattdessen reproduziert er hohe Frequenzen gut. Wie auch immer, die Lösung mehrere Lautsprecher in den Rahmen eines Tonwiedergabeapparats zu platzieren hat einen bedeutenden Nachteil: es erfordert viel zusätzlichen Raum und Volumen. Apparate, die mit zwei und drei Lautsprechern ausgestattet sind, haben ein hohes Gewicht.

Der Erfinder Shifman schlug einen Lautsprecher vor, der zwei verschiedene Apparate in sich kombiniert; Hochfrequenzlautsprecher und Niedrigfrequenzlautsprecher. Er hat ein magnetisches System, einen Rahmen, aber zwei Spulen und zwei Verteiler. Die Verteiler sind konzentrisch angeordnet, d.h. ein Verteiler ist innerhalb des anderen. In TRIZ wird solch eine Lösung „Bi-System“ genannt.

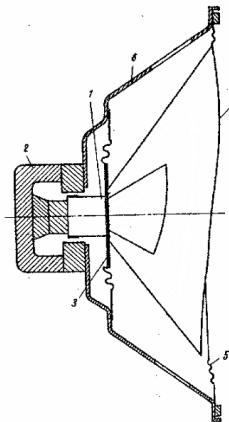


Abb. 6.3.



### 2.6.5.2 Beispiel

Jeder Lautsprecher, der ein Bi-System wie im vorherigen Beispiel besitzt, hat seine eigene Bandbreite an reproduzierbaren Frequenzen. Wir können weiter gehen, der Reihe „Mono-bi-poly“ folgend und koaxial nicht zwei, sondern drei Verteiler in einen Rahmen platzieren. Aber in diesem Fall wird die Konstruktion des gesamten Apparats sowie die Herstellungstechnik entscheidend komplizierter werden. Es ist ziemlich schwer technische Aufgaben separat herzustellen und verschiedene Kegelverteiler und verschiedene koaxial angeordnete Spulen koaxial aufzusetzen.

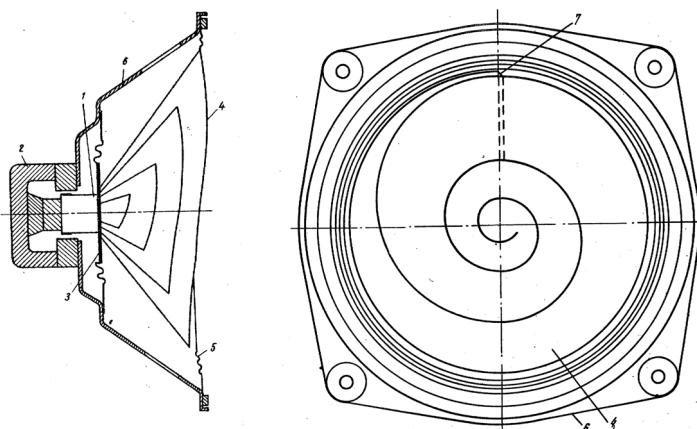


Abb. 6.4.

Der Erfinder G. I. Gelfenstein arbeitet ausführlich an einem Lautsprecher mit drei oder vier Verteilern und einer Spule. Die Anzahl der Verteiler können erhöht werden. Ein Verteiler hat die Form einer Archimedes-Spirale mit einer erforderlichen Menge an Windungen und einer Spule. Jede Windung dient als ein separater Verteiler – Tonsender. Jede Windung existiert für sich selbst und bildet gleichzeitig ein einzelnes System. Ein Windungsverteiler hat seine eigene Masse und Elastizität und das bedeutet, dass er seine eigenen bestimmten Frequenzcharakteristiken hat.

Wenn ein elektrisches Signal einer bestimmten Frequenz zur Spule übertragen wird, beginnen die Windungsverteiler entsprechend dieser Frequenz gemäß ihrer Charakteristiken zu vibrieren. Mit anderen Worten, die Verteiler geben die Frequenz wider, die von ihnen selbst in die Spule eingespeist wurde. Wenn niedrige Frequenzen (Bässe) induziert werden, wird der ganze Verteiler, bestehend aus verschiedenen Windungen als einzelnes System zu vibrieren begin-

nen. Je höher die Frequenz eines Signals ist, desto geringer ist die Anzahl der Windungen, die in Vibration gebracht werden. Bei hohen Frequenzen wird nur der zentrale Teil der Windungen einen Ton aussenden, der übrige Teil des Verteilers wird nicht auf „fremde“ Frequenzen antworten und bleibt unbewegt.

In TRIZ nennt man solch eine Lösung der Kombination verschiedener Systeme des gleichen Typs ein Poly-System – Verschiedenes.



### 2.6.5.3 Beispiel

Nicht nur ein Lautsprecher kann mit einem anderen gruppiert werden wie es in den vorigen Beispielen beschrieben worden ist. Ein Lautsprecher kann auch mit „Leerraum“ kombiniert werden. Doch. „Leerraum“ wird oft falsch verstanden, da die Luft ja auch eine Masse hat und das bedeutet, dass er eigene Eigenschaften besitzt.

Ein Lautsprecher ist ein Subsystem in vielen Apparaten zur Tonwiedergabe. Es wurde in Radioempfängern, Kassettenrekorder, Fernsehern, etc. etabliert. Der Rahmen für jeden dieser Apparate hat sein eigenes Volumen.

Die erste Phase der Kombination mit einem Supersystem, d.h. mit dem Rahmen eines Apparats (eines Radioempfängers, eines Fernsehers) ist eine einfache mechanische Kombination. Der Rahmen kombiniert und schließt alle Subsysteme ein: ein mechanischer Teil, eine elektrische Vorrichtung und ein akustisches System.

Die zweite Phase ist, wenn das Luftvolumen für den Lautsprecher „arbeitet“, aber nicht damit abgestimmt wurde. Die dritte Phase ist, wenn das Luftvolumen eines akustischen Systems mit einem Lautsprecher abgestimmt wird, um höhere Werte bei den Hauptparametern zu erreichen. (Weitere Details finden Sie in folgendem Beispiel).



### 2.6.5.4 Beispiel

Um die Bandbreite der reproduzierbaren Frequenzen zu erweitern, wurden Lautsprecher in geschlossene Boxen mit einem großen Volumen platziert, d.h. Säulenlautsprecher. Solche technischen Lösungen machen es möglich, die untere Grenze einer reproduzierbaren Bandbreite entscheidend zu senken und die Reproduktion der Bässe zu verbessern. Jedoch entsteht ein anderer Widerspruch. „Das Volumen eines Säulenlautsprechers muss groß genug sein, um die Resonanzfrequenz eines akustischen Systems zu reduzieren; und das Volumen eines Säulenlautsprechers muss klein genug sein, um bequem in den Raum zu passen“. Dieses Problem liegt auf der Hand. Wie jedoch bereits darauf hingewiesen wurde, sind unlineare Verzerrungen das Hauptproblem, die das Vibrationssystem eines Lautsprechers herbeiführt. Wir betrachten die beschriebene Situation in einem ziemlich vereinfachten Weg. Um die dramatische Situation, in der sich Akustiker befinden, zu verstehen, müssen wir sie in Form eines Problemnetzwerkes beschreiben.

Nichtsdestotrotz wählte der Erfinder Vilchur intuitiv den Hauptwiderspruch aus. Das Vibrationssystem eines Säulenlautsprechers, d.h. eine zentrale Platte und eine Riffelung, ist nichts anderes, als eine Feder. Jede Feder auf der ausreichenden Amplitude der Vibrationen ist ein nichtlineares Element, das für die Tonverzerrung verantwortlich ist. Daher „ist eine Feder notwendig, um die Vibration auszuführen; und keine Feder ist notwendig, um die nichtlinearen Verzerrungen auszuschließen.“

Anmerkung:

Das Beispiel ist interessant, weil es verschiedene Gesetze zeigt:

Das Gesetz vom Übergang zu einem Mikro-Level: Ersatz einer mechanischen Feder durch eine Luftfeder.

Das Gesetz von der Erhöhung des Grades der Idealität: eine Luftfeder ist idealer und hat eine kleinere Nichtlinearität als eine mechanische Feder;

Das Gesetz vom Übergang zu einem Supersystem: Kombination eines Lautsprechers mit dem inneren Luftvolumen einer Tonsäule.

Das Gesetz der Abstimmung der Rhythmisierung der Teile eines Systems : Anpassung der Resonanzfrequenz eines Lautsprechers und das Luftvolumen einer Box.

IER (ideales Endresultat): Es gibt kein Feder-Vibrationssystem, aber die Funktion, Vibrationen auszuführen, bleibt erhalten.

Vilchur ersetzte den Teil des Vibrationssystems eines Lautsprechers, d.h. mechanische Aufhängung, durch eine Luftfeder. Ein verbesserter Lautsprecher hatte ein sehr weiches Vibrationssystem mit einer maximal möglichen Resonanzfrequenz. Dennoch funktionierte er nicht richtig, wenn er von einer Tonsäule getrennt wurde. Seine Aufhängung (eine zentrale Platte und Riffelung) war so weich, dass sie zusätzliche Unterstützung erforderte, um eine normale Position aufrecht zu erhalten. Solch eine Unterstützung, d.h. die Hauptfeder, war das innere Volumen der Luft innerhalb einer Tonsäule. In der Tonsäule platziert, erzeugte solch ein Lautsprecher ein neues TS zusammen mit einer Tonsäule, d.h. ein Vibrationssystem, das die gewünschten Charakteristiken hat; eine niedrige Resonanzfrequenz und eine große Amplitude der Vibrationen (und akustischer Druck).

## 2.6.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)

### 2.6.6.1 Zusammenfassung

Das Gesetz vom Übergang zu einem Supersystem gehört zu einem Technischen System, das alle Möglichkeiten seiner Entwicklung verbraucht hat. Unter diesen Bedingungen ist die nächste Phase der Entwicklung eines Systems der Übergang zu einem Supersystem als eines seiner Teile. Die weitere Existenz und Entwicklung eines Systems findet auf dem Supersystem-Level statt.

### 2.6.6.2 Fragen

Wie wird das Gesetz vom Übergang zu einem Supersystem ausgedrückt?

Für welche Entwicklungsphase des Technischen Systems ist dieses Gesetz charakteristisch?

Nennen Sie einige Beispiele, die das Gesetz vom Übergang zu einem Supersystem veranschaulichen.



### 2.6.7 Literatur

**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russisch) (Sovetskoye Radio, Moskau, 1979), S. 126.

**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 229.

**Salamatov, J.**, “System of development of creativity laws”. In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), S. 124-138.

**Márquez, Luis M., Regina S. Redman, Russell J. Rodriguez, and Marilyn J. Roossinck**, “A virus in a fungus in a plant: Three-way symbiosis required for thermal tolerance”, *Science* (2007) 315: S. 513–515.

**Chubinsky, G.**, *Net of Paladins* (russisch) (Veche, Moskau, 2008), S. 448.



## 2.7: Das Gesetz über den Übergang von einem Makro- zu einem Mikrolevel

Was sind die Gründe für das Auftreten von Erdbeben auf der Erde? Eine Theorie dominiert in der Welt der Wissenschaft, welche die Herkunft von Erdbeben als Ergebnis der Kollision tektonischer Platten erklärt. Entsprechend der Theorie der tektonischen Platten ist die Erdoberfläche (die Erdkruste) in ungefähr 20 separate Stücke geteilt, die sogenannten „Platten“. Ihre Dicke beträgt circa 70 km. Unter dem Einfluss der Prozesse, die im Inneren der Erde geschehen, bewegen sich die Platten. Die Bewegungen sind unbedeutend, aber sie verursachen sehr großen mechanischen Druck auf die Erdkruste und als eine Folge davon geschehen Erdbeben. Jedoch wurden als ein Ergebnis der seismischen Beobachtungen folgende bemerkenswerte Tatsachen beobachtet.

Tatsache 1: Wenn ein Erdbeben geschieht, kollidieren tektonische Platten nicht miteinander, sondern bewegen sich in verschiedene Richtungen.

Tatsache 2: Entsprechend den Ergebnissen der Analyse einiger seismischer Wellen wurde die Schlussfolgerung gezogen, dass sich eine einzelne tektonische Platte in die entgegengesetzte Richtung bewegt, wohingegen von anderen Beobachtungen bekannt ist, dass sie eine vereinte Ganze darstellt und nicht aus kleineren Teilen besteht.

Tatsache 3: Die Epizentren von manchen Erdbeben liegen nicht an der Stelle an der die tektonischen Platten kollidieren, jedoch innerhalb der Umgebung einer Platte.

Der einfachste Weg, das Problem zu lösen ist die widersprüchlichen Tatsachen zu leugnen und behaupten, dass es falsche Beobachtungen und Berechnungen waren...

Tatsächlich ist es ein Zeichen, dass die erkannte Theorie sich ihren Grenzen genähert hat, außerhalb derer sie nicht mehr gültig ist. Es ist ein Signal, dass neue Theorie entwickelt werden muss.

Die Makro-Objekte (tektonische Platten) werden als das „Werkzeug“ der erzeugten Erdbeben in der alten Theorie betrachtet. Eine Reihe von Forschern haben eine Hypothese aufgestellt, dass möglicherweise Erdbeben als eine Folge der komplexen Wechselwirkung der Schwingungen in der Struktur der Erde entstehen – mechanische Wellen. Gemäß der neuen Theorie können die Mikro-Objekte als das „Werkzeug“ dienen, das das Erdbeben verursacht. Diese Mikro-Objekte sind Schwingungen der Partikel der Erdkruste, die als verschiedene Arten von Wellen beschrieben werden. Auf der Basis der widersprüchlichen Tatsachen, die beobachtet worden sind, und hinsichtlich der vorgeschlagenen Hypothese wird eine neue Theorie entwickelt – die Wellentheorie zur Erklärung der Gründe für Erdbeben. Der spezielle Typ der mechanischen Schwingungen wurde bereits festgelegt – stationäre Wellen, die verantwortlich für Erdbeben sind, ohne dass eine Kollision der tektonischen Platten notwendig ist. Das europäische Wellenmodell, das von der Struktur der Erde handelt, wurde entwickelt und das globale Modell wird in dieser Perspektive entwickelt werden.

Wir können viele eindrucksvolle Schlussfolgerungen aus dieser Theorie ziehen. Eine davon ist die, dass Werkzeuge eines technischen Systems im Laufe seiner Entwicklung vom Makro- zum Mikrolevel übergegangen sind. Dies weist oft auf unsere Visualisierung der Welt hin – Modelle von Prozessen und Phänomenen. Ein Mensch kommt dem Mechanismus der Natur im Laufe des Lernens näher.

### 2.7.1 Definition

Die Entwicklung der Werkzeuge (Betriebsvorrichtung) vollzieht sich zuerst am Makrolevel und geht dann auf den Mikrolevel über.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 230.



## 2.7.2 Theorie (Details)

In der Mehrheit der modernen technischen Systeme sind die Werkzeuge (Betriebsvorrichtungen) „Eisenstücke“, Teile in der Form von Mikroobjekten, die oft an die menschliche Hand erinnern.

Das Werkzeug wird zuerst verändert – aufgrund der neuen Notwendigkeit eine neue Funktion zu erfüllen. Um Widersprüche des Werkzeuges zu lösen, kann in der Regel das Gesetzes vom Übergang von einem Makro zu einem Mikrolevel verwendet werden. Das heißt, beim Übergang des Werkzeuges zum Mikrolevel sind die räumliche Ausdehnung und das Volumen, das das Werkzeug und das technische System benötigen; seine Effizienz und seine Multifunktionalität steigen an.

Dieser Übergang wird oft durch ein neues Arbeitsprinzip, durch einen neuen physikalischen, chemischen, geometrischen Effekt oder durch neue Phänomene ausgeführt. Aus diesem Grund ist die Praxis der Anwendung des Gesetzes eng verbunden mit anderen OTSM-TRIZ Werkzeugen und Technologien: ARIZ, Standards, Methoden, wie das Multidimensionale Denken und andere.

## 2.7.3 Modell

Die Modelle, die das Gesetz des Übergangs vom Makro- zum Mikrolevel veranschaulichen beinhalten die folgenden Elemente:

- das multiimensionale Denken (System Operator);
- die S- Kurve;
- die Entwicklungslinien der „Mono-Bi-Poly“-Kette;
- die Liste der typischen Felder, die im technischen System verwendet werden;
- die Entwicklungslinien „Dynamisierung“, §Trennung von Stoffen“;
- und anderes.

Lassen Sie uns eines dieser veranschaulichen – die Entwicklungslinien „Dynamisierung“ und „Trennung von Stoffen“.

Die folgenden Entwicklungsphasen erscheinen im Laufe der Entwicklung eines Teiles des technischen Systems:

- ein monolithisches, starres System;
- ein System mit einer oder mehreren Verbindungsstelle;
- ein flexibles System;
- Nutzung von Partikel; kleine Partikel (feine Partikel); körnige Partikel;
- Nutzung von Stoffen auf molekularer Ebene: Moleküle; Atome; Ionen;
- Nutzung von elementaren Partikel;
- Nutzung eines Feldes.

Dieses Entwicklungsmodell hat einen allgemeinen Charakter. Die Entwicklungsphasen werden im geschlossenen Fenster veranschaulicht. Falls notwendig, ist es möglich, die „Linie“ im Detail zu untersuchen. Zum Beispiel kann die Phase „System mit einer Verbindungsstelle“ in ein paar Sub-Phasen entwickelt werden: „System mit einer Verbindungsstelle“, „System mit zwei Verbindungsstellen“ etc.

Die Logik seiner Anwendung erfordert nicht nur eine verpflichtende und bedingungslose Übergang eines Systems in die nächste Phase der Entwicklung entlang der Entwicklungslinien der „Dynamisierung“ sowie „Trennung von Stoffen“. Die Hauptbedingung für die Notwendigkeit des Übergangs ist der Bedarf nach einer neuen Funktion auf der einen Seite, und die Unmöglichkeit ihrer Ausführung durch das vorgegebene technische System auf der anderen Seite. Oder, um genauer zu sein, ist es das Vorhandensein eines Problems, eines administrativen und technischen Widerspruchs. Die Mittel, welche die Möglichkeit eines solchen Übergangs bereitstellen, sind der entdeckte physikalische Widerspruch und der Weg seiner Entscheidung, der zu

einem der Entwicklungen entlang der Linien „Dynamisierung“ und „Trennung von Stoffen“ entspricht.

Es ist sehr wichtig, die Entwicklungslinien „Dynamisierung“ und „Trennung von Stoffen“ zu kennen und sich daran zu erinnern. Auf der anderen Seite sollte es aber nicht mechanisch angewendet werden. Es ist wichtig, ein technisches System zu analysieren; die Evolution seiner Entwicklung; aufkommende Probleme. Es ist notwendig, die Funktion, die vom technischen System gefordert wird, korrekt zu definieren und erst danach die Entwicklungslinien „Dynamisierung“ und „Trennung von Stoffen“ und andere Werkzeuge des OTSM-TRIZ anzuwenden.

**Lemma:** Für das technische System (TS) und seine Teile wird es zumindest eine Funktion geben, die das vorgegebene TS nicht vollständig zu erfüllen vermag. Es ist daher notwendig das vorgegebene TS oder seine Teile entsprechend der Entwicklungslinien zu verändern.

(Bemerkung: Ein Lemma ist eine Annahme, die wegen seiner Offensichtlichkeit ohne einen Beweis angewandt wird).

#### 2.7.4 Instrumente – Werkzeuge (wie man sie verwendet)

Die Phase, in der dieses Problem auftritt:

Während der praktischen Anwendung des gegebenen Gesetzes ist es notwendig, die Phase der Entwicklung zu definieren, bei der ein Werkzeug des Systems gefunden wird, um einzuschätzen, ob es eine Grenze seiner Entwicklung erreicht hat oder ob es Alternativsysteme gibt, die eine Mikrolevel-Struktur haben.

Die Phase, in der das Problem gelöst wird:

Bei der Suche nach der Lösung eines Problems ist es notwendig, physikalische, chemische, geometrische Effekte und die Phänomene, welche die Möglichkeit des Übergangs zum Mikrolevel geben, zu beachten..

Das Gesetz des Übergangs vom Makro- zum Mikrolevel arbeitet oft mit anderen Gesetzen zusammen. Zum Beispiel, das Gesetz der energetischen Leitfähigkeit der Teile des Systems; das Gesetz von der Abstimmung der Rhythmisierung der Teile eines Systems; das Gesetz von der Erhöhung des Stoff-Feld Komplexität. Die Kriterien, die durch das Gesetz der energetischen Leitfähigkeit und durch das Gesetz von der Abstimmung der Rhythmisierung der Teile eines Systems vorgebracht werden, können erreicht werden, wenn der Übergang vom Makro- zum Mikrolevel vollständig ist. Und der Mechanismus des Gesetzes von der Erhöhung des Stoff-Feld Komplexität kann als Übergangsmethode vom Makro- zum Mikrolevel dienen.

Veranschaulichungen der Entwicklungslinien „Dynamisierung“ und „Trennung von Stoffen“ sind in den unteren Beispielen eines Subsystems eines „Rades“ als Transportmittel gezeigt.

Das Monolithische, starre System:

Ein monolithisches Rad aus Materialien wie Stein oder als Teil eines Baumstamms.

Ein System mit einer Verbindungsstelle:

Eine Verbindungsstelle wird verwendet, um die Funktion des Drehen des Rads zu vervollständigen.

Eine flexible Konstruktion:

Ein Rad mit einer Gummischicht (Oberfläche);

Der Übergang des Teils der festen Masse des Rads zu den Speichen;  
eine Kette wie an einer Zugmaschine oder einem Panzer;  
ein flexibles Zahnrad (das sich dem Bodenprofil anpasst).

Partikel; kleine Partikel; körnige Materialien:.

ein Rad mit einer Luftkammer;

Ein System nach Art einer Bürste;

ein Wasserjet-Motor;  
ein Interferenz-Motor.

Molekulare Aggregate, Moleküle, Atome, Ionen:  
"Luftkissen";  
der Ionenmotor (diese Idee wird in der Science-Fiction-Literatur beschrieben).

Elementare Partikel:  
das „Solarsegel“ (eine andere Idee beschrieben in der Science-Fiction-Literatur).

Ein Feld:  
das magnetische Kissen (Magnetschwebetechnik, verwendet wie bei den Zügen Transrapid und MAGLEV).

## 2.7.5 Beispiele

### 2.7.5.1 Beispiel

Lassen Sie uns kurz ein paar Beispiele von der Geschichte der Tonwiedergabe und der Speicherung des Tons für seine anschließende Wiedergabe betrachten.



Die ersten technischen Apparate zu diesem Zweck waren: eine bemerkenswerte Uhr mit verschiedenen Melodien; das mechanische Klavier; eine Drehorgel. Es sollte sofort angemerkt werden, dass diese eigentlich nicht die Tonwiedergabe umfassen, sondern die Programmgestaltung. Die Träger der Toninformation in solch einem System sind eine Folge von Zähnen, Senken, Simse auf einer rotierenden Welle oder einem Rad. Darüber hinaus sind Schnüre, vibrierende Platten etc. für die Wiedergabe der Töne notwendig, die auf diesem Weg „aufgenommen“ worden sind. Die Größe aller dieser Elemente für die Aufnahme und Wiedergabe von Tönen schwankt von Millimetern (in einer Taschenuhr) zu einigen Zentimetern bis hin zu Dezimetern in einer Turmuhr. Die Größe eines Speicherelements variiert daher von 0,1 mm bis 10 cm.

### 2.7.5.2 Beispiel

Die Tonaufnahme begann eigentlich mit der Erfindung des Phonographen durch Thomas Edison. Mechanische Schwingungen eines aufgenommenen Tons hinterlassen eine Spur auf der rotierenden Wachswalze. Diese „Spur“ eines Tons ist dann auf ein stabileres Medium übertragen worden – Metall und später Vinylplastik. Ein Element, das den aufgenommenen Ton bewahrt, war die variable Tonspur (Rille, die durch den Ton selbst erzeugt wird). Die Größe dieses Elements variiert in Millimetern. Die Größe eines Speicherelements hat sich im Vergleich zu den Zähnen, Senken und Schnüren gesenkt.



Die Größe eines Speicherelements lag nun bei 0,01 mm – 0,1 mm.

### 2.7.5.3 Beispiel

Mit dem Übergang zu einer magnetischen Art der Tonwiedergabe gab es neue technische Systeme – Kassettenrekorder. Ursprünglich wurde die Aufnahme auf einem dünnen Metalldraht, dann auf einem Plastikband mit ferromagnetischem Pulver ausgeführt. In diesen Fällen wurden magnetische Partikel und magnetische Bereiche Träger der Tonschwankungen, deren Größe von 1-10 Mikrometern variierte. Die Größe des Elements, das die Tonschwankungen speichert, ist um ein Vielfaches geschrumpft. Die Größe eines Speicherelements lag nun bei 0,001 mm – 0,01 mm (1-10 Mikrometern).



### 2.7.5.4 Beispiel

Heutzutage dienen optische Disks, magnetischen Disks und Festkörperelemente (Kristalle) als Datenträger und werden zur Tonaufnahme verwendet. Die Öffnung in optischen Laserdisks, magnetische Strukturen – Bereiche des magnetischen Speichers; Nanostrukturen in elektronischen Chips werden als Speicherelement in solchen Systemen verwendet. Die Größe der Spei-

cherelemente hat sich im Vergleich zum früheren Beispiel um ein Vielfaches verkleinert. Die Größe eines Speicherelements ist nun ein Bruchteil eines Mikrometers.

Wir betrachten die Evolution der Entwicklung der Mittel zur Tonaufnahme und -wiedergabe, indem viele Details übergangen wurden und die Technologie nur im Allgemeinen skizziert wurde. Das Ziel dieser Betrachtung ist es den Übergang der Speicherelemente vom Makro- zum Mikrolevel zu zeigen.

### 2.7.5.5 Beispiel

 Was schränkt die weitere Erhöhung der Geschwindigkeit der Züge ein? Probleme treten auf, wenn ein Zug sich mit einer sehr hohen Geschwindigkeit bewegt und kein Kontakt zwischen den Rädern und Schienen besteht.

Die nächste Entwicklungsphase ist ein Zug auf einem elektromagnetischen „Polster“ anstatt der gewöhnlichen Räder. Der Übergang von der „Rad-Schiene“-Paarung zur elektromagnetischen Wechselwirkung wird in der Zugkonstruktion vollzogen. Diese Art von Übergang hat manche Probleme gelöst: reibungsloser Bewegungsablauf, Lärmsenkung, Energieübertragung von der Quelle zum Motor des Zugs. Die Stromabnahme (Transfer) hat auch eine Veränderung durchlaufen – es gibt keinen Gleitkontakt „Stromabnahmedraht“ dabei. Die Funktion der Energieübertragung wird mittels eines Felds ausgetragen.



Abb. 7.2. „Transrapid“ Zug



Abb. 7.3. Geschwindigkeitsanzeige für Passagiere

### 2.7.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)

#### 2.7.6.1 Zusammenfassung

Das bestehende Werkzeug von vielen technischen Systemen ist ein Makro-Objekt. Seine Entwicklung wurde zuerst auf dem Makrolevel ausgeführt. Später, nachdem die Ressourcen seiner Entwicklung verbraucht sind, wird das Werkzeug auf einen Mikrolevel übertragen.

#### 2.7.6.2 Fragen

Wie können wir den Übergang vom Makro- zum Mikrolevel definieren?

Was sind die Hauptbedingungen der Veränderung des Werkzeugs und seinen Übergang vom Makro- zum Mikrolevel?

Nennen Sie einige Beispiele für den Übergang vom Makro- zum Mikrolevel.

### 2.7.7 Literatur

 Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moskau, 1979), S. 126-127.

Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 230.

Salamatov, J., “System of development of creativity laws”. In *Chance of Adventure* (russisch), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), S. 112-124.



Sehe auch:

2.7 Gesetz von der Erhöhung des Grades der Idealität eines Systems

## 2.8: Das Gesetz von der Erhöhung der Stoff-Feld Komplexität

Ein wundervolles Foto von einem Wolf liegt vor mir: einem vorsichtigen und umsichtigen Blick in den cleveren Augen, beängstigende Fangzähne in einem habgierigen Grinsen und angespannte Muskeln vor einem entscheidendem Sprung. Aber es ist eher die Cleverness und der Einfallsreichtum, die mich am meisten an diesen Tier faszinieren. Wir können viele Analogien und Parallelen in der Entwicklung biologischer und technischer Systeme ziehen. Es gibt sogar eine Wissenschaft namens Bionik, welche die Möglichkeiten der Anwendung von biologischen Lösungen in der Technik untersucht.

**Wir sind nicht an Lösungen interessiert, sondern primär an den Methoden, die zur Lösung führen.**

Hier gibt es ein Problem. Sogar Kinder wissen, dass ein Wolf rohes Fleisch isst und sich nicht seine Zähne putzt. Diejenigen, die jemals einen Wolf im Zoo gesehen haben, wissen, was für ein unangenehmer und strenger Geruch aus dem Maul eines Tieres kommt. Wie auch immer, es ist sein Geruch. Der Geruch ist normal für ihn und dient ihm sogar als seine „Visitenkarte“ bei Treffen und Kommunikation mit anderen Wölfen. Aber dieser Geruch kann einen Wolf stören. Oft attackiert ein Wolf seine Beute von einer Deckung heraus, aus einem Hinterhalt. Er kriecht auf seine Beute von der windabgewandten Seite zu, sodass der Wind von der Beute in Richtung Wolf bläst und nicht umgekehrt. In diesem Fall riecht der Wolf das Tier, das er jagt, und der Geruch des Wolfs wird in die entgegengesetzte Richtung davongetragen.



Aber wie soll sich der Wolf bei windstillem Wetter verhalten, oder wenn die Distanz zur Beute sehr kurz ist? Dieses Problem ist besonders akut im Winter. Die Gerüche vom erhitzten Atem eines Wolfes in der kalten Luft breiten sich sehr gut aus. Es gibt keine maskierenden Düfte von Zierpflanzen und anderen Erscheinungsformen der Natur. Alles ist abgestorben bis der Frühling wieder kommt. Der Wolf bleibt weiter in seinem Hinterhalt. Er wird von einem mächtigen jahrhundertealten Instinkt, der Erfahrung und dem Wissen seiner Vorfahren, und seinen persönlichen Erfahrungen und Geist geleitet. Sehr oft ist der Preis für die Ignoranz und das Nicht-Beachten solcher Regeln sein Leben, oder das Leben seiner Nachkommen.

Deswegen nimmt ein Wolf im Winter vor dem entscheidenden Sprung auf die Beute im Hinterhalt ein Maul voll Schnee. Schnee reduziert die Temperatur des Wolfsmauls und die Verdunstung von Feuchtigkeit, d.h. seinen Geruch, für eine Weile. Zudem hat dieser natürliche Filter aus einer Vielzahl kleiner Schneekristalle eine große Oberfläche und unterdrückt Gerüche. Schließlich schmilzt der Schnee im Wolfsmaul und das Wasser nimmt die Gerüche mit sich weg, ohne ihnen eine Chance zu geben, sich auszubreiten. Falls sich der Zeitpunkt für einen passenden Moment, um die Beute zu attackieren, verspätet, nimmt der Wolf wieder eine Schnauze voll Schnee und wieder und wieder...

Was hat sich in der Struktur des Systems verändert? Um es kurz zu halten, geben wir eine so genannte Stoff-Feld-Formel eines widersprüchlichen Teils des Systems „Wolfsbeute“ vor und danach die Einführung der Veränderung „Schnee im Maul, um einen Geruch zu eliminieren“.

Eine genauere Erklärung des Werkzeugs, finden Sie in diesem Kapitel, Beispiel.

Problem:

$S1_{(Maul)} \rightarrow F_{(Geruch)} \rightarrow S2_{(Beute)}$

Lösung:

$S1_{(Maul)} \rightarrow F_{(Geruch)} \rightarrow S2_{(Beute)}$

$S3_{(Schnee)}$

### 2.8.1 Definition



Die Entwicklung technischer Systems verläuft in Richtung Erhöhung der Stoff-Feld-Komplexität.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 231.



### 2.8.2 Theorie (Details)

Wir wissen bereits, dass sich Teile eines technischen Systems im Laufe der Entwicklung des technischen Systems ungleichmäßig entwickeln. Zu bestimmten Entwicklungsmomenten wird einer der Teile eines technischen Systems kompliziert. Aber diese Steigerung der Komplexität, diese Entwicklung, kann logisch erklärt werden.

Jener Teil eines technischen Systems unterläuft eine Entwicklung (in diesen besonderen Fall: er wird komplexer), welche aus einem Konflikt, technischer und physikalischer Widersprüche, einen Kompromiss schließt. Ein Stoff-Feld-Modell entspricht genau dieser Situation. In diesem Fall können wir über die Richtung der Entwicklung eines Technischen Systems aussagen, dass sich ein Stoff-Feld-Modell in ein komplexeres Stoff-Feld-Modell weiterentwickelt..

Das Stoff-Feld Modell (Su-Field) ist ein Werkzeug zur Beschreibung eines technischen Systems und besteht mindestens aus zwei oder drei Elementen. In der Regel sind alle technischen Systeme in der Phase der Erzeugung Produkte, die durch die Verwendung von Arbeitskräften, mit einem Werkzeug vorangehen. Es sind einfache Arbeitsinstrumente wie ein Speer, ein Messer und so weiter. Allmählich werden die Nachteile dieses technischen Systems bekannt, neue Bedürfnisse und Lösungen entsprechen der Veränderung des anfänglichen Systems, um die aufgetretenen Bedürfnisse zufrieden zu stellen. Im Laufe der Veränderungen des anfänglichen technischen Systems nutzt ein technisches System neue Subsysteme. Darüber hinaus deckt auch ihre Nachteile, die Lösungen in Bezug auf spezifische Verbesserungswünsche mit sich bringen, auf.

Um die Probleme und ihre Lösungswege zu analysieren und zu identifizieren, ist es notwendig die Struktur eines technischen Systems, eine Widerspruchszone, d.h. den „Flaschenhals“, klar aufzuzeigen. Ebenso die Veränderungen, die in dieser Struktur stattfinden, wenn sich das technische System entwickelt. Dies wird durch die Verwendung eines Stoff-Feld Modells möglich.

### 2.8.3 Modell

Ein technisches System kann als ein Stoff-Feld-Modell beschrieben werden. Dieses Modell besteht aus den Hauptfeldern und Stoffen eines technischen Systems und seiner Verbindungen. Nicht alle Felder und Stoffe, die im technischen System vorhanden sind, sind im Modell enthalten, sondern nur diese, die direkt arbeiten, um die Funktion eines technischen Systems zu erreichen.

$S1 \rightarrow F \rightarrow S2$

Betrachten wir als Beispiel einen elektrischen Wasserkocher. Die Funktion dieses technischen

Systems ist es, eine Flüssigkeit (Wasser) von der Anfangstemperatur (Raumtemperatur) zur Siedetemperatur zu erhitzen.

Oder: „den Parameter des Elements Wasser vom Wert „Raumtemperatur“ zum Wert „Siedetemperatur“ zu verändern“. In diesem Fall ist die S-Feld-Formel:

S1 – elektrisches Element eines Kessels;

F – Thermisches Feld;

S2 – Wasser in einem Kessel.

Die Formel bedeutet: das elektrische Element eines Kessels (S1) erhitzt Wasser zur Siedetemperatur mithilfe eines Thermischen Feldes (F).

Ein Stoff-Feld Modell eines elektrischen Kessels kann in einem detaillierteren und breiteren Modell abhängig von den Zielen der Analyse dargelegt werden.

Wenn wir zum Beispiel Probleme analysieren, identifizieren und beschreiben wollen, die mit der Umwandlung elektrischer Energie in thermale verbunden sind, müssen wir ein anderes Stoff-Feld erzeugen. In diesem Fall wird das Stoff-Feld Modell durch ein weiteres Element vervollständigt: „elektrisches Energiefeld“.

$F(\text{Elektrizität}) \rightarrow S1(\text{Spirale}) \rightarrow F(\text{Hitze}) \rightarrow S2(\text{Wasser})$ .



#### 2.8.4 Instrumente – Werkzeuge (wie man sie verwendet)

Es ist möglich, dass ein vorliegendes technisches System die Kundenbedürfnisse nicht mehr erfüllt. Zum Beispiel, wir könnten mit dem Betriebsmodus eines Kessels unzufrieden sein, wenn, nachdem wir den Kessel eingeschalten haben, das Wasser im Kessel kocht, das Wasser in Dampf umgewandelt wird bis das ganze Wasser verdampft ist und dann das elektrische Element des Kessels durchbrennt. Lassen Sie uns dann eine geforderte neue Funktion spezifizieren: Wenn die Siedetemperatur des Wasser erreicht ist, muss sich der Kessel automatisch, von selbst, ausschalten.

Eine mögliche Teillösung wird in dem neuen Stoff-Feld Modell widergespiegelt. In dem Technischen System wird ein neuer Stoff S2 eingeführt (zum Beispiel, eine bimetallische Platte, die sich biegt, wenn die Temperatur von 100°C erreicht ist, und die Kontakte des Element trennt).

$S2_{(\text{bimetallische Platte})}$

$F_{(\text{Elektrizität})} \rightarrow S1_{(\text{Spirale})} \rightarrow F_{(\text{Hitze})} \rightarrow S2_{(\text{Wasser})}$

### 2.9 Beispiel

#### 2.9.1 Beispiel

Lassen Sie uns das Beispiel des Wolfs vom Standpunkt des Stoff-Feld Modells aus genauer betrachten. Das Problem ist, die Beute kann den Geruch eines Wolfes auf kurze Distanz wahrnehmen:



$S1(\text{Wolfsmaul}) \rightarrow F(\text{Geruch}) \rightarrow S2(\text{Beute})$

Was ist eine Möglichkeit? Den Geruch, der vom Maul des Wolfes kommt, zu unterdrücken oder zu eliminieren? Es ist notwendig, die schädliche Verbindung zu zerstören, um eine versteckte Funktion auszuführen:

$F(\text{Geruch}) \rightarrow S2(\text{Beute})$

Es ist notwendig, ein Stoff-Feld durch die Einführung eines neuen Feldes oder eines neuen Stoffes zu erzeugen :

$S1_{(\text{ein Wolfsmaul})} \rightarrow F_{(\text{Geruch})} \quad S2_{(\text{Beute})}$

$S3_{(\text{Schnee})}$

Den Stoffen und Feldern wurden konventionelle Namen gegeben. Der Zweck dieser Namen ist

es, das Verständnis der Situation zu verbessern. Tatsächlich dienen die chemischen Substanzen im Maul des Wolfs als Geruchsquelle. Von einem physikalischen Standpunkt aus ist ein Geruchsfeld, flüchtige chemische Mischungen, die ein anderes Tier durch den Atem des Wolfes erreichen. Der Stoff 2, oben als „Beute“ gekennzeichnet, sind Geruchsrezeptoren, dh. Sinnesorgane. Wie auch immer, für die Analyse ist es wichtig, ein geistiges Bild eines Stoff-Feldes zu erzeugen. Eine integrale Wahrnehmung der Situation ist wichtiger als die Details und die Präzision der Definitionen.

## 2.9.2 Beispiel



Wie holt man kleine Gegenstände (zum Beispiel, Metallablagen) aus einem tiefen Loch? Es ist schwierig, das mit Hilfe einer mechanischen Zange zu tun.. In der Formel eines Stoff-Feldes wird es in einer schlechten Wechselwirkung eines mechanischen Felds mit Ablagen ausgedrückt:

$F_1(\text{mechanisch}) \rightarrow S_1(\text{Ablagen})$

Lassen Sie uns das Stoff-Feld durch die Einführung einer neuen Substanz (Magnet) und eines neuen Felds (Magnetfeld) vervollständigen:

$F_1(\text{mechanisch}) \rightarrow S_2(\text{Magnet}) \rightarrow F_2(\text{Magnetfeld}) \rightarrow S_1(\text{Ablagen})$

Wie soll man dieses Problem lösen, wenn die Ablagen nicht magnetisch sind? Die Logik der Lösung ist die gleiche, aber es ist notwendig, ein Feld auszuwählen, das eine gute Wechselwirkung mit den Ablagen hat. Es kann eine klebende Substanz und Kraft einer mechanischen Adhäsion (mechanisches Feld) mit Ablagen sein, zum Beispiel.

$F_1(\text{mechanisch}) \rightarrow S_2(\text{klebende Substanz}) \rightarrow F_2(\text{mechanisch}) \rightarrow S_1(\text{Ablagen})$

## 2.9.3 Beispiel



Abb. 8.1. zeigt unten einen Ausschnitt der magnetischen Kette eines Lautsprechers.

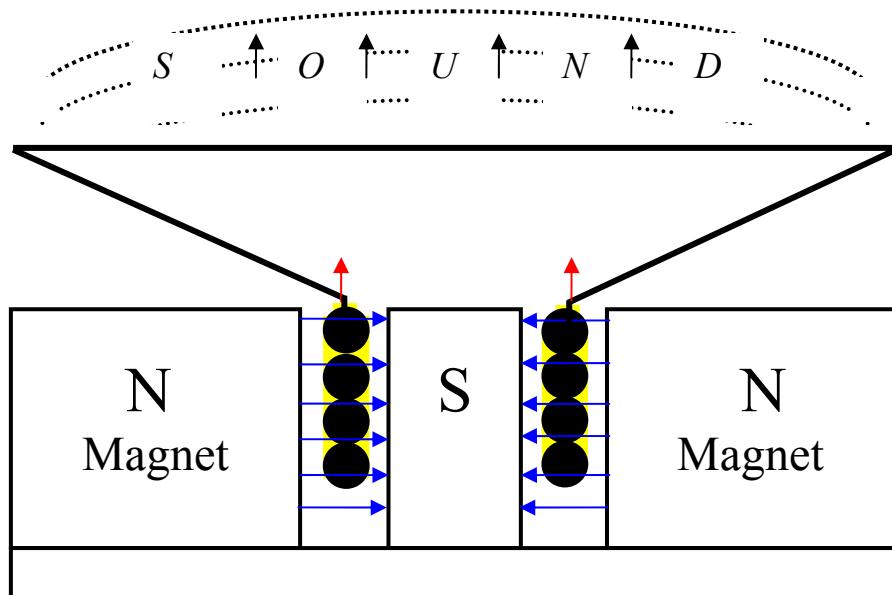


Abb. 8.1. Ausschnitt eines magnetischen Kette eines Lautsprechers

Legende:

1 – Magnet

2 – Verbundteil, welches die Funktionen eines Spulenraumes ausführt

3 – Spule

## 4 – Verteiler

### 5 – Feldlinien eines Magnetfelds

Eine Spule mit einem Leiter, der sich in einem Magnetfeld befindet, ist der Motor, der Wandler der elektrischen und magnetischen Felder in mechanische Vibrationen eines Verteilers und danach der Luft. Wir haben bereits früher (Kapitel 2, Beispiel 2.2., Aufgabe am Ende des Bereichs, und Kapitel 4, Beispiel 4.5.) die magnetische Kette eines Lautsprechers betrachtet.

Nachdem der Spulenrahmen durch eine Mischung, welche die Schlingen einer Spule befestigt wurden, ersetzt worden sind, wurde es möglich, die Kühlung der Spule zu verbessern und die Lücke der magnetischen Kette zu reduzieren. Um jedoch die Verluste in der magnetischen Kette zu reduzieren und die Effizienz des gesamten technischen Systems „Lautsprecher“ zu erhöhen, ist es notwendig, die Distanz zwischen den Magneten zu reduzieren. Je größer die Lücke, desto mehr Verluste.

Daher erscheint ein neuer Widerspruch: die Lücke muss kleiner sein, um die Verluste in einer magnetischen Kette zu reduzieren; die Lücke muss groß sein, um die Kühlung einer Spule zu verbessern. Idealerweise gäbe es keine Luflücke in einer magnetischen Kette.

Wir können verschiedene Situationen mithilfe einer Stoff-Feld Analyse betrachten:

Modell eines technischen Systems bei der Ausführung der Hauptfunktion;

Modell eines technischen Systems bei der Ausführung der Hauptumwandlung der Energie durch den Motor;

Konflikt 1: Energieverluste in der Lücke;

Konflikt 2: Spulenkühlung;

und Weitere.

Betrachten wir die Situation mit Verlusten in der Luflücke einer magnetischen Kette. Wir weisen auf einen Widerspruch hin: es muss eine Luflücke geben, um die freie Bewegung der Spule zu garantieren; es muss keine Luflücke geben, um Verluste in einer magnetischen Kette zu vermeiden.

Lassen Sie uns ein Stoff-Feld Modell von diesem Widerspruch erzeugen:

S1 (Magnet) → F(magnetisch) → S3 (Luflücke) → S2 (Spule)

Der vorgegebene Widerspruch kann auf die folgende Weise formuliert werden:

eine Lücke zwischen Magneten muss kontinuierlich sein, um magnetisch zu sein; die Lücke muss jedoch nicht kontinuierlich sein, um die Bewegung einer Spule zu erlauben. Der vorgegebene Widerspruch wird durch eine Erweiterung des Stoff-Felds gelöst durch die Einführung einer neuen Substanz in einer Lücke, einer Luflücke in einer magnetischen Kette:

~~S1 (Magnet) → F(magnetisch) → S3 (Luflücke) → S2 (Spule)~~

Wir erhalten das folgende Stoff-Feld Modell durch den Ersatz einer Luflücke mit einer magnetischen Flüssigkeit:

S1 (Magnet) → F(magnetisch) → S4 (magnetische Flüssigkeit) → S2 (Spule)

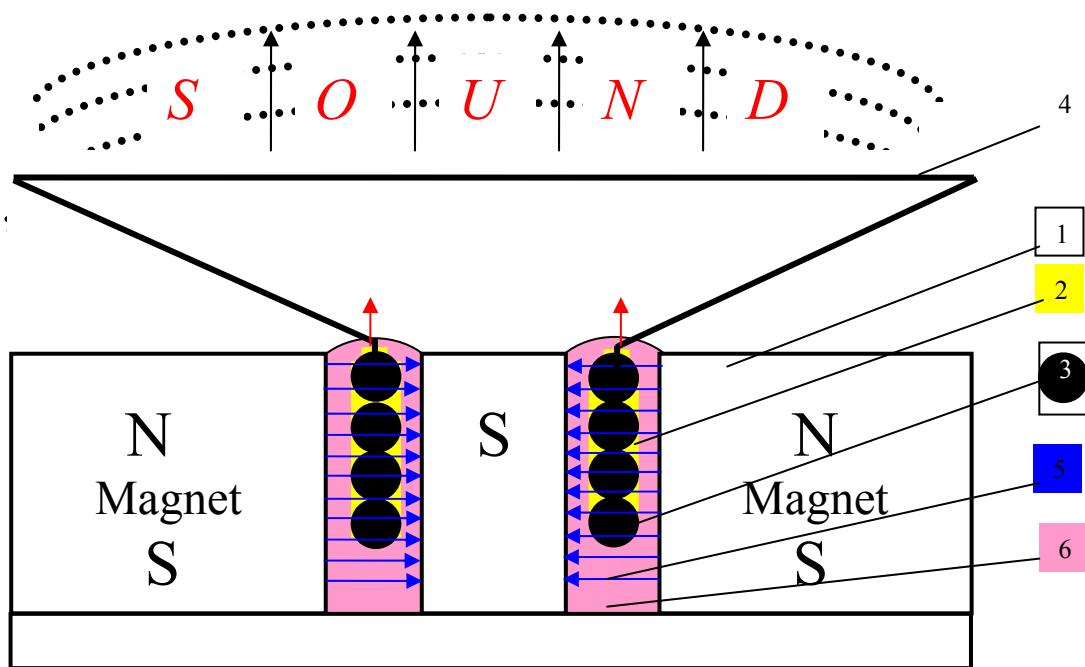


Abb. 8.2. Ausschnitt einer magnetischen Kette eines Lautsprechers mit einer Lücke gefüllt mit einer magnetischen Flüssigkeit (6)

Legende:

- 1 – Magnet
- 2 – Verbundbauteil, welches die Funktion eines Spulenrahmen ausführt
- 3 – Spule
- 4 – Verteiler
- 5 – Feldlinien eines Magnetfelds
- 6 – flüssiges magnetisches Material

Eine magnetische Flüssigkeit sind sehr kleine Partikeln von einem magnetischen Material, das sich in einen flüssigen Zustand auflöst. Solch eine Mixtur hat die Eigenschaften von zwei Substanzen: auf der einen Seite ist es magnetisch. Auf der anderen Seite hat es die Eigenschaften einer Flüssigkeit, d.h. es ist ein Fluid. Deshalb reduzieren sich durch die Füllung der Lücke mit magnetischer Flüssigkeit die Energieverluste, und ermöglichen es der Spule, sich trotzdem frei zu bewegen.

Die vorgegebene Lösung, also die Einbringung einer magnetischen Flüssigkeit in eine Luftlücke, ermöglicht die Lösung eines wichtigeren Problems: Spulenkühlung. Durch die Reduzierung der Lücke, um die magnetischen Verluste zu senken, verschlechtern wir die Abführung der Hitze von einer Spule. Luft hat eine sehr niedrige Hitzekapazität und schwache Wärmeleitfähigkeit. Das ist der Grund, warum wir durch eine Senkung des Volumens in der Lücke die Hitzeabfuhr reduzieren. Der Ersatz des Freiraums durch eine magnetische Flüssigkeit ermöglicht eine effizientere Übertragung der Hitze von der Spule zur Umwelt.



## 2.9.4 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)

### 2.9.4.1 Zusammenfassung

Ein technisches System und seine Teile können in der Form eines Stoff-Feld Modells dargestellt werden. Ein Stoff-Feld Modell besteht aus Stoffen und Felder, die in einem vorliegenden Technischen System oder seinen Teile, verwendet werden, um die beschriebene Funktion auszuführen.





Die Entwicklung des technischen Systems geht in eine Richtung das das Stoff-Feld Modells immer weiter ausgebaut wird. Diese Veränderungen finden in Richtung der Erhöhung der Komplexität des Stoff-Feldes statt. Im Besonderen, die Erhöhung der Anzahl der Elemente (Stoffe und Felder); die Erhöhung der Menge der Verbindungen zwischen den Elementen; die Erhöhung der Abhängigkeiten der Verbindungen zwischen den Elementen; die Einführung neuer Elemente; die Veränderung der Struktur eines Technischen Systems.

## 2.9.4.2 Fragen

Was ist ein Stoff-Feld Modell?

Was ist das Gesetz von der Erhöhung der Stoff-Feld Komplexität?

Nennen Sie einige Beispiele, um das Gesetz der Erhöhung der Stoff-Feld Komplexität zu zeigen.



## 2.9.5 Literatur

**Altshuller, G. S.**, *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (russisch) (Sovetskoye Radio, Moskau, 1979), S. 127.

**Altshuller, G. S.**, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (übersetzt von A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), S. 231.

**Salamatov, J.**, “System of development of creativity laws”. In *Chance of Adventure* (russisch), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), S. 103-110.

**Kaikov, O. I.**, “A few examples of problems and solutions taken from wolves’ life and behavior” (Karlsruhe, 2008, Manuskript).







Sehe auch:

4 Stoff-Feld Analyse und Standardlösungen  
5.3 Techniken zur Lösung Physikalischer Widersprüche

### 3 Kurzer Überblick über Altshullers Algorithmus des erfinderischen Problemlösens (ARIZ) dargestellt durch die Analyse eines realen Problems

Dieser Artikel hat das Ziel, das Verständnis der allgemeinen Prinzipien der Funktionsweise von ARIZ zu erleichtern, aber nicht in einer detaillierten Aneignung aller Schritte dieses Algorithmus. Wir werden nur das Ziel eines jeden Schrittes besprechen und seine Rolle im gesamten Analyseprozess. Wir wollen auch daran erinnern, dass der Autor des ARIZ geraten hat, eine Schulung zu besuchen, bevor TRIZ und ARIZ an realen Problemen angewandt wird. Es existieren zahlreiche Versionen, die für die Ausführung verschiedener ARIZ-Schritte wichtig sind. Es ist schwierig alle bei der Analyse eines Problems zu veranschaulichen; deshalb wäre es besser ARIZ unter der Führung eines erfahrenen Trainers zu lernen unter der Verwendung einer großen Anzahl an Übungsproblemen als Beispiele.

#### 3.0 ARIZ Entstehung und Entwicklung

Im Laufe der ARIZ-Entwicklung wurden die Analyseschritte und die Schritte zur Überwindung von Widerständen permanent verbessert, entwickelt, spezifiziert und getestet an komplizierten Problemen, die von ARIZ-Autor über 40 Jahre, von 1946 bis 1986, gesammelt wurden. Bis zur Mitte der 80er-Jahre hatte Genrich Altshuller über 120 Probleme gesammelt, bei denen frühere ARIZ-Versionen nur eine geringe Hilfe waren. Diese Probleme wurden verwendet, um neue ARIZ-Versionen zu testen und zu überarbeiten, inklusive der Verwendung bei Workshops und bei der Arbeit mit so genannten Fernstudenten.

Die ARIZ-Entwicklung ist ebenso mit der Entwicklung der Entwicklungsgesetze technischer Systeme verbunden und dem Verständnis, wie diese für den Entwurf neuer Systeme und für die Verbesserung bestehender angewandt werden sollen. Deshalb sind die Entwicklungsgesetze in der momentanen ARIZ-Version und ihrer OTSM-Ergänzungen hauptsächlich in einer nicht-offensichtlichen Form vorhanden.

Gegenwärtig ist ARIZ eine sehr detaillierte Methode und kann als kompliziert angesehen werden. Diese Unterlagen wurden entworfen, um das Verständnis der allgemeinen Logik von Altshullers letzter ARIZ-Version (ARIZ 85-C) zu erleichtern. Indem ein reales Problem als Beispiel verwendet wird, werden wir versuchen, die Hilfe, die OTSM bei der Lösung von Schwierigkeiten, die bei der Verwendung von ARIZ 85-C auftreten, leisten kann, zu veranschaulichen.

Es sollte auch erwähnt werden, dass eine exakte Durchführung der Schritte entsprechend ARIZ 85-C die Analyse im Vergleich zu früheren ARIZ-Versionen beträchtlich erleichtert. Die genaue Ausführung der Schritte schult bestimmte Denkfähigkeiten der Studenten, die beim Umgang mit Problemen effektiv sein können.

Es ist auch notwendig, einige Eigenheiten zu erwähnen, die beim Erlernen von ARIZ und bei der Anwendung für reale Probleme automatisch auftreten.

Erstens werden durch das wiederholte Praktizieren der ARIZ-Schritte bei Trainingsproblemen und realen Problemen zusätzliche Abstufungen bei der Ausführung jedes Schrittes abhängig von spezifischen Situationen erlernt. Eine Folge davon ist die automatisierte Ausführung der Schritte und man fängt an, die Schritte schneller und auf einer unbewussten Ebene auszuführen. Es passiert oft, dass Studenten ihre Leistungen in diesem Schritt nicht erkennen. Nicht selten gibt es Fälle, bei denen manche von ihnen denken, dass ein Problem ohne die Verwendung

von ARIZ gelöst wurde, und eine ziemlich akzeptable und praktisch realisierbare Lösung zeigen. Bei der Diskussion mit solchen Studenten über die Situation stellt sich heraus, dass er einen Widerspruch formuliert, die verfügbaren Ressourcen in der vorliegenden Situation analysiert und einen Weg gefunden hat, diese Ressourcen zur Lösung des Widerspruchs zu verwenden. Das Ergebnis liegt nahe dem IFR (ideales Endergebnis) mit einem erlaubten Ausmaß der Nutzung verfügbaren Ressourcen in dieser spezifischen Situation. Dies beweist meist, dass die Fähigkeiten etliche Schritte der ersten Teile von ARIZ auszuführen bereits bei den Studenten geweckt worden sind, aber die Fähigkeit der Reflexion, beschrieben im letzten Teil, noch selten im notwendigen Ausmaß entwickelt wurden. Das bedeutet, dass der Student das Problem gelöst hat, aber seinen eigenen Denkprozess und den Weg, welchen er gegangen ist, um eine Lösung zu erreichen, nicht nachhaltig analysiert hat. Das passiert oft mit relativ einfachen Problemen und Studenten könnten den Eindruck bekommen, dass sie ARIZ bereits durchschaut haben. Sie können jedoch kaum effektiv mit komplizierteren Problemen umgehen, wo die Reflexionsfähigkeit besonders wichtig für die Ausführung der Schritte des dritten Teiles ist. Nachdem diese Aneignungsphase für denn ARIZ durchlaufen worden ist, erreichen die Studenten einen höheren Level an Fertigkeiten über dieses Werkzeug. Sie sind nicht nur in der Lage eine Lösung vorzuschlagen, nachdem sie mit der anfänglichen Beschreibung der Situation vertraut sind, sondern auch zeigen, wie es von der anfänglichen Beschreibung zur Lösung gekommen ist.

Nachdem einige Erfahrung mit der Arbeit an realen Problemen gesammelt worden ist, wird dann eine weitere Fähigkeit entwickelt. Tatsache ist, dass Schulungsprobleme für gewöhnlich mehr oder weniger an spezifische Ziele der Schulungsschritte angepasst werden. Genauer gesagt ist diese Situation typisch für eine Schulung in jedem anderen Fachgebiet.

In Wirklichkeit ist die anfängliche Beschreibung eines Nicht-Standard-Problems oft entweder voller unnötiger und unwesentlicher Besonderheiten oder, im Gegenteil, voller Informationslücken, die wichtig für das Verständnis über das Wesen des Problems sind.

Professionelle TRIZ-Experten schlagen oft Lösungen vor, indem sie für ein Problem gedanklich alle Schritte (des ARIZ) durchlaufen lassen, um die anfängliche Beschreibung der Problemsituation genauer zu definieren bevor sie mit der tiefergehenden Analyse beginnen. Von außen mag es wie eine gewöhnliche Trial und Error-Methode aussehen, aber in Wirklichkeit ist es eine ziemlich unterschiedliche Technik im Umgang mit Problemen.

Indem ein Problem gedanklich gemäß den ARIZ-Schritten analysiert wird, evaluiert ein Experte bereits die verfügbare Information und verschafft sich zusätzliche wichtige Information über das Problem, die in der anfänglichen Problembeschreibung fehlt.

Nachdem die Beschreibung der Problemsituation ausreichend vervollständigt worden ist, beginnt eine ernste, tiefergehende Analyse unter der Verwendung von ARIZ- oder anderen OTSM-TRIZ-Werkzeugen. Zum Beispiel, wenn eine Situation zahlreiche Probleme umfasst, wäre es sinnvoll, zuerst die Beschreibung in Form eines OTSM-Problemnetzwerkes zu formulieren. Während der Erzeugung dieses Netzwerks wird die Analyse von getrennten Subsystemen und ihre Spezifikationen verwendet, wie oben beschrieben.

Daher ist ARIZ nicht nur ein Werkzeug zur Lösung komplexer Probleme, sondern auch, was am wichtigsten ist, ein Werkzeug zur Formung eines Denkstils bei der Arbeit – in Hinblick auf das Wissen über eine Problemsituation.

Es ist die Arbeit mit dem bereits verfügbaren Wissen, mit dem Ziel der Beschaffung und der kreativen Verwendung von neuem Wissen, dass ARIZ zu einem wichtigen pädagogischen Werkzeug macht, welches im Spektrum des erzieherischen Prozesses und der Techniken hilfreich sein kann,

Zum Beispiel, kann es die Effektivität des sogenannten Lehren an Problemen bedeutend verbessern, wo die Einführung eines neuen Themas damit beginnt, dass den Studenten ein paar typische Problemsituationen vorgelegt werden, mit denen sie umgehen müssen, um darauf vor-

bereitet zu werden, sich neuen Stoff anzueignen und zu verstehen, wie ihnen das untersuchte Material helfen kann mit ähnlichen typischen Situationen umzugehen. Die für die Ausführung einzelner Schritte von ARIZ notwendigen Denkfähigkeiten erweisen sich auch als nützlich für verschiedene pädagogische und erzieherische Situationen und Techniken.

Um diesen Teil der Einführung zu ARIZ zusammenzufassen, möchten wir anmerken, dass die Fähigkeiten, die bei der Meisterung von ARIZ geformt werden, den Lehrern helfen, ihre pädagogischen Probleme, die beim Erziehungsprozess aufkommen, (wie auch ihre privaten Probleme) zu lösen. Ebenso ist es bei Studenten. Diese Fähigkeiten helfen ihnen, sich neues Wissen in einer effektiveren und systematischen Art und Weise anzueignen. Diese Fähigkeiten können auch geformt werden durch separate OTSM-TRIZ-Schulungen gefördert werden, wie das Training basierend auf dem so genannten „Ja-Nein“-Spiel. Jedoch ist es in diesem Fall extrem wichtig, all diese Teilsfähigkeiten durch Übungen für alle ARIZ-Schritte in ein System zu integrieren.

### **3.0.1 Ein Problem lösen: ein kurzer Überblick über die Hauptphasen ARIZ-basierender Arbeitsweise**

Bei jedem wissenschaftlichen Ansatz ist es zuallererst notwendig, ein Modell, welches das Problem beschreibt, auszusuchen und zu erzeugen. Das bedeutet, dass eine anfängliche Situationsbeschreibung in ein Modell dieser Situation umgewandelt werden sollte, welches auf eine bestimmte Art und Weise gemäß den eindeutigen Regeln formuliert ist. Man muss dieses Ergebnis in Form eines Modells der anfänglichen Problemsituation, beschrieben durch einen Widerspruch, lösen.

Der Übergang von einer anfänglichen Beschreibung einer Problemsituation zur Beschreibung eines Problemmodells passiert auf dem gleichen Weg wie in der Physik oder der Mathematik: es ist notwendig, zu versuchen, die Situation in vorschriftsmäßiger Form umzuformulieren, die dann analysiert während der Entwicklung einer Lösung wird. Es ist sehr wichtig anzumerken, dass im Prozess von ARIZ-basierender Arbeit, wie in der klassischen TRIZ und in OTSM, die Idee einer konzeptionellen Lösung nicht zufällig gesucht wird, sondern Schritt für Schritt im Prozess der Analyse einer Problemsituation und daraus als Synthese eine zufriedenstellende konzeptionelle Lösung entwickelt wird. Es ist eine der Hauptunterschiede der klassischen TRIZ und OTSM von vielen anderen Methoden zur Lösung komplizierter, untypischer, kreativer Probleme.

Der Übergang von einem anfänglichen Problem zu einem Modell kann das Problem zu einem typischen, Standardproblem (vom TRIZ-Sicht aus) reduzieren, dessen Lösung in einer allgemeinen Form bereits bekannt ist. Dann, nach der Erzeugung eines Modells einer Problemsituation und am Ende des ersten Teils von ARIZ-85, wird der Übergang zum System der standardisierten erforderlichen Lösungen ausgeführt. Gegenwärtig beinhaltet dieses System 76 Standardproblemsituationen. Wenn die bekannten generalisierten Standardlösungen aus verschiedenen Gründen nicht zu unserer spezifischen Situation passen, wird die Situation weiterhin gemäß ARIZ analysiert. Wenn die weitere Analyse in einer zufriedenstellenden Lösung resultiert, sollte letzteres in eine typische Standardlösung umgewandelt werden, welche die Eigenheiten ähnlicher spezifischer Situationen in Betracht ziehen. Das ist im grob zusammengefasst, wie die Sammlung der standardisierten erforderlichen Lösungen der klassischen TRIZ (76 Standards) erzeugt wurden.

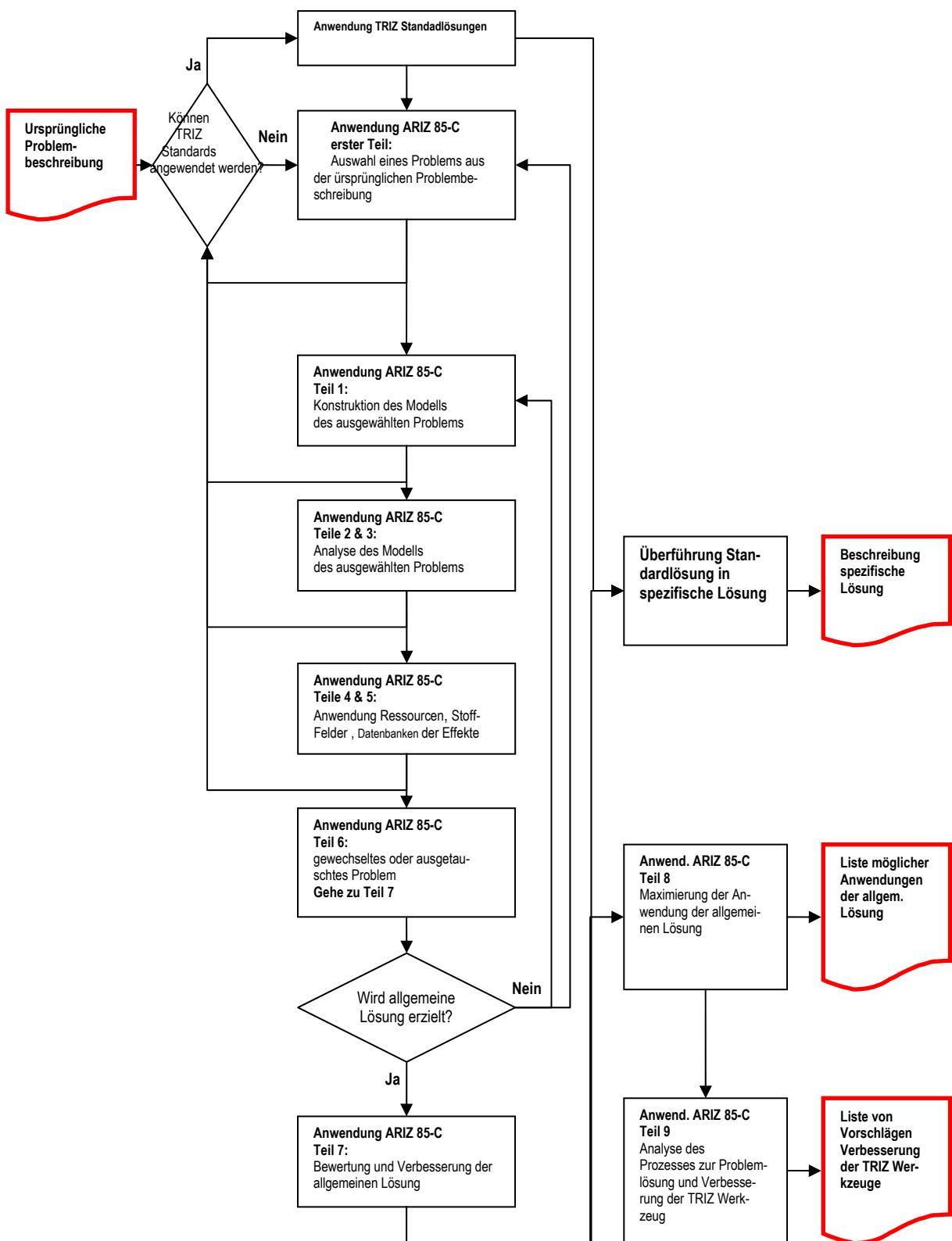


Abb. Das Schema der Phasen einer ARIZ-basierenden Problemanalyse

### 3.1. Ablauf

#### 3.1.1 Die erste Phase. Konstruktion eines Problemmodells unter der Verwendung von standardisierten erfinderischen Lösungen

Die Auswahl eines zu lösenden Problems aus einer Reihe von Problemen, die in einer anfänglichen Problemsituation enthalten sind, gehört nicht zu klassischen ARIZ-Aufgaben. In der ARIZ-basierenden OTSM-Technik "Widerspruch" wird die so genannte "Expressanalyse" für diesen Zweck verwendet. Sie funktioniert effektiv mit vergleichbar einfachen Problemsituatien. Für kompliziertere ist es zweckdienlich die Werkzeuge der OTSM-Technik "Neues Problem" zu verwenden.

Das Ziel des ersten Teils von ARIZ ist es, ein Modell eines zu lösenden Problems zu erzeugen. Am Ende des ersten Teils wird das Problem, das aus der anfänglichen Situation ausgewählt wurde, als ein Widerspruch formuliert – ein Widerspruch, der einen Konflikt zwischen zwei Parametern beschreibt, die verwendet werden, um die Qualität eines vorgegebenen Systems zu bewerten (Bewertungsparameter). Dementsprechend nennt man die technischen Widersprüche in OTSM einen Widerspruch eines spezifischen Systems, was bedeutet, dass ein vorgegebenes System mit einem Konflikt zwischen zwei wichtigen Parametern bei der Entwicklung behindert wird.

Beispiel: Es gibt ein System „Gummiabdichtung eines Lochs durch welches ein rotierende Welle geht“. Je enger die Dichtung an der Welle fixiert wird, desto besser ist die Dichtungseigenschaft. Jedoch führt dies zu einem abrupten Energieverlust, verursacht durch Reibung zwischen der Dichtung und der Welle. Daher haben wir einen Widerspruch zwischen zwei Parametern, die wichtig sind für die Bewertung des spezifischen Systems – „Rotierende Welle Dichtung“.



In OTSM beschreiben diese Widersprüche Konflikte zwischen Parametern eines nicht-technischen Systems (wissenschaftlich, Management, soziales und gesellschaftliches System, wirtschaftliches System, etc.).

Beispiel: Um ein Problem effektiv zu lösen, ist eine typische Lösung attraktiv für eine große Zahl an Mitarbeitern, die Wissen in verschiedenen Bereichen haben. Diese Leute verstehen jedoch oft die Probleme der anderen aufgrund fehlenden Wissens in anderen Bereichen kaum oder nicht. Die Treffen werden ineffektiv, das Problem bleibt ungelöst.



Hier haben wir es mit dem „Arbeitsteam“-System zu tun, wo ein Konflikt zwischen den Parametern „Grad der Kompetenz in ähnlichen Wissenschaften“ und „Effektivität bei der Diskussion verschiedener Aspekte einer Problemsituation“ entsteht.

Wenn die Identifizierung von Widersprüchen für die erste Phase von ARIZ in einer vorgegebenen Situation schwierig ist, wird die Verwendung der Methoden der OTSM-Technik "Neues Problem" empfohlen. In vergleichbar einfachen Fällen können Sie auch die Expressanalyse der anfänglichen Problemsituation anwenden, entwickelt in der OTSM-Technik "Widerstand". Für kompliziertere Situationen kann das OTSM "Problemnetzwerk"-Werkzeug angewendet werden. Dieses Werkzeug erlebt es, eine detailliertere Analyse einer komplizierten Problemsituation durchzuführen und die Schlüsselprobleme zu identifizieren, die vorrangig gelöst werden müssen.

Es ist nützlich, die Expressanalyse bei solchen Problemen anzuwenden, um eine präzise Formulierung des ersten Schrittes von ARIZ zu gewährleisten. Die Anwendung der OTSM Expressanalyse auf eine Problemsituation erfordert zusätzliches Wissen über die minimale Systemvorstellung.

Die Ausführung der Schritte des ersten Teils von ARIZ-85-C auf der Basis der OTSM-Kommentare führt zur Schaffung eines Problemmodells, welches weiter analysiert wird. Aber bevor man zum zweiten Teil des Algorithmus übergeht, ist es notwendig zu schauen, ob die erfinderischen Standards der klassischen TRIZ verwendet werden können.

Tatsache ist, dass nach der Umwandlung der Beschreibung einer anfänglichen Problemsituati-

on in ein Problemmodell nur die wichtigsten Komponenten, verantwortlich für die Erzeugung der Problemsituation, in der Modellbeschreibung verbleiben. Als eine Folge davon wird es leichter der Beschreibung der Problemsituation eine Form zu geben, die eine Anwendung der standardisierten erfinderischen Lösungen, gesammelt in der klassischen TRIZ, erlaubt.

### **3.1.2 Die zweite Phase. Die verfügbaren Ressourcen analysieren**

Im zweiten Teil von ARIZ steht folgendes im Zentrum: Die Analysierung des gewonnenen Problemmodells und die Vorbereitung für die Identifikation der dem Problem zugrundeliegenden Widersprüche. Um genauer zu sein, ist dieser Teil für die Analyse der Ressourcen, die möglicherweise zur Lösung des Problems verwendet werden, entworfen worden, besonders die Ressourcen des Raums (Orts), der Zeit, der „Stoffe“ und der „Felder“.

Teilweise wird auch die Möglichkeit getestet, ob manche Standardlösungen anzuwenden sind, durch welche Widersprüche vermieden komplett gelöst werden.

Gleich wie der erste Teil von ARIZ, beinhaltet der zweite Teil einige Mechanismen und Werkzeuge zur Überbrückung der psychologischen Trägheit.

### **3.1.3 Die dritte Phase. Entwicklung einer Idee einer zufriedenstellenden Lösung durch die Analyse der IFRs und der physikalischen Widersprüche in Hinblick auf die spezifischen Ressourcen**

Die Aufdeckung der in der Tiefe liegenden Wurzeln eines Problems und die Entfernung dieses Problems mithilfe der in einer spezifischen Situation verfügbaren Ressourcen steht im Zentrum von ARIZ .

Im dritten Teil des Algorithmus wird die Spezifizierung der Beschreibung eines erstrebenswerten Resultats – des idealen Endresultats - und der Widersprüche, welche die Erreichung dieses Resultats behindern, weiter entwickelt.

Das erste Ziel des dritten Teils von ARIZ ist die Spezifizierung des Problemmodells, das im ersten Teil gewonnen wurde. Dieses Ziel wird durch die Verwendung zusätzlicher Information, erhalten durch die Modellanalyse, die im zweiten Teil des Algorithmus durchgeführt wurde, erreicht. Dieses neue spezifizierte Modell wird entsprechend verschiedener Regeln konstruiert und unterscheidet sich grundlegend von dem Modell, das im ersten Teil erzeugt worden ist. In diesem Teil ist es notwendig, festzulegen, welches Resultat als Lösung für das Problem in Betracht gezogen werden kann, und zahlreiche Widersprüche, die die Verwendung verfügbarer Ressourcen zur Erreichung des erstrebenswerten Resultats verhindern, zu identifizieren.

Das zweite Ziel dieses Teils ist es, Teillösungen zu schaffen, die für die Zusammensetzung einer konzeptionellen Lösung des gesamten Problems als Ganzes verwendet werden. Die erhaltenen Teillösungen werden in ein einziges Lösungssystem integriert, das die maximale Annäherung zum erstrebenswertesten Resultat bietet. Zu diesem Zweck werden die Prinzipien von der Beseitigung der physikalischen Widersprüche und die Systemwellenmechanismen angewandt. Allgemein beginnt beim dritten Teil die Anzahl der erlangten Teillösungen zu wachsen und neue Endlösungen werden formuliert. In solch einer Situation gibt es einen Versuch den Prozess zur Lösungssuche festzulegen. Nichtsdestotrotz befürworten die Algorithmusregeln den Durchlauf aller ARIZ-Phasen, weil diese helfen, zusätzliche Ideen zu erlangen, eine gefundene Lösung zu stärken oder andere Problemlösungswege zu entdecken, die mit einer fortgeschrittenen Phase der Systementwicklung übereinstimmen.

Die Ausführung des dritten Teils resultiert darin, dass unsere Vorstellung von der Problemsituation sich wieder grundlegend verändert und in Schritt 3.5 des Algorithmus formuliert wird. Anschließend bezieht sich der letzte Schritt der Phase einmal mehr auf das System der erfinderischen Standardlösungen.

### **3.1.4 Die vierte Phase. Ressourcen mobilisieren**

Im vierten Teil von ARIZ wird das Verständnis, wie die verfügbaren Ressourcen für die Lösung des Problems, und für die Erhöhung der Effektivität für die bereits gefundenen verwendet werden können. Wobei die verfügbaren Ressourcen im dritten Teil des Algorithmus definiert wurden.

Der vierte Teil beinhaltet eine Reihe von Werkzeugen mit dem Ziel eine Version zu erhalten, die vom Standpunkt der Entwicklungsgesetze eines Systems fortschrittlicher wären.

Wenn uns eine erhaltene Lösung passt, können wir zum siebenten Teil von ARIZ mit der vorläufigen Bewertung der Lösungen in Entsprechung mit den ARIZ-Regeln übergehen.

Wenn hingegen keine zufriedenstellende Lösung gefunden wurde, geht die Analyse gemäß dem fünften Teil des Algorithmus weiter.

### **3.1.5 Die fünfte Phase. Verwendung der Wissensansammlung in TRIZ**

Im fünften Teil wird den Problemlöser vorgeschlagen die Sammlung der verschiedenen TRIZ-Werkzeuge zu nutzen. Die in verschiedenen Formen beschriebenen Standardlösungen: das System der erfinderischen Standards, die Prinzipien zur Lösung physikalischer Widersprüche, Sammlung physikalischer u.a. Effekte.

Wenn die Verwendung dieser Datenbanken nicht zu einer zufriedenstellenden Lösung führt, ist es notwendig zum **sechsten Schritt** von ARIZ überzugehen.

### **3.1.6 Die sechste Phase. Die anfängliche Problembeschreibung verändern und/oder korrigieren**

Der sechste Teil des Algorithmus bietet Ratschläge betreffend der Veränderung oder Korrektur einer Problemdefinition oder eines Problemmodells, bevor es dann erneut, beginnend beim ersten Teil von ARIZ, neu analysiert wird.

### **3.1.7 Die siebente Phase. Bewertung der erhaltenen Lösungen**

Der siebente Teil von ARIZ beinhaltet die Regeln zur Bewertung der Lösungen vom TRIZ-Standpunkt aus und zur Stärkung der erhaltenen Lösung.

Es ist aber eine vorläufige Bewertung. Im Laufe dieser Bewertung können neue Ideen auftreten, welche die erhaltene Lösung weiter spezifizieren oder verbessern.

Man spricht von einer vorläufigen Expressbewertung der Lösung.

Manchmal hilft die Lösung eines Problems nach ARIZ Stereotypen von Fachleuten zu überwinden und bringt die Problemlöser außerhalb ihrer beruflichen Kompetenz. Dann ist es notwendig, die jeweiligen Spezialisten für die Bewertung der erhaltenen Lösungen zu befragen.

Wenn eine Lösung akzeptiert worden ist, macht es Sinn mit den Patentingenieuren über eine Möglichkeit, einen Patentantrag zu stellen, zu diskutieren.

### **3.1.8 Die achte Phase. Das Anwendungsziel erweitern und eine kreative Lösung standardisieren**

Der achte Teil von ARIZ dient dazu, die Implementierung einer Endlösung vorzubereiten und zu kontrollieren, ob diese Lösung auch zum Lösen anderer Probleme angewandt werden kann, inklusive derer aus anderen Themenbereichen.

Das erlaubt, der Lösung eine allgemeine Standardform für eine weitere praktische Anwendung zu geben. Dieser Teil ist ebenfalls notwendig, um einen besseren Patentschutz für die Lösung bereitzustellen (Erzeugung eines Patentschirms).

Außerdem hilft dieser Teil die Effektivität der Lösung zu erhöhen und zusätzlichen Profit von seiner Implementierung abzuleiten.

### 3.1.9 Die neunte Phase. Reflexion der ausgeführten Arbeit

Die neunte Phase hilft den Kern der ausgeführten Arbeiten besser zu verstehen.

Das Ziel dieser Phase besteht darin, so viel als möglich im Bereich der Problemlösung zu lernen, und dabei das kreative Potential eines Individuums oder eines Teams zu erhöhen.

Diese Phase wird für die Entwicklung der Reflexionsfähigkeiten über die ausgeführte Arbeit genutzt. Im Prinzip soll auf jeden ARIZ-Schritt eine Reflexion folgen, wie der Schritt gemacht wurde, welchen Schwierigkeiten man bei der Ausführung dieses Schrittes gegenüberstand, welche Schwierigkeiten überwunden wurden, wie genau die ARIZ-Ratschläge ausgeführt wurden, ob die ausgeführte Arbeit sich unterscheidet von dem, was ARIZ rät, und warum solche Unterschiede aufgetreten sind.

Die Antworten auf diese Fragen entwickeln die Reflexionsfähigkeiten und erleichtern das Verständnis für den ARIZ-basierenden Problemlösungsprozess in der Phase der Aneignung des Algorithmus anhand der Beispiele von Schulungsproblemen. In der Phase der professionellen Anwendung von ARIZ auf reale Probleme erleichtern sie die weitere Entwicklung von ARIZ selbst und die Verbesserung seiner Effektivität bei der Lösung neuer, zunehmend komplizierter Probleme.

Als Schlussfolgerung sollte angemerkt werden, dass die Reflexionsfähigkeit eine der wichtigsten Denkfähigkeiten im Allgemeinen ist, nicht nur hinsichtlich der klassischen TRIZ und OTSM-Werkzeuge. Der neunte Teil von ARIZ hilft uns diese fundamentale Denkfähigkeit zu entwickeln.

### 3.2 Die Liste der ARIZ-Schritte

Die vorherigen Abschnitte haben kurz die Festlegung eines jeden ARIZ-Teils in jeder Phase der Arbeit an einem Problem beschrieben.

Nachfolgend wird eine Auflistung der Algorithmus-Schritte angeführt.

Danach werden wir zeigen wie diese Schritte bei der Problemlösung angewandt werden.

#### Schritt 1: Konstruktion eines Problemmodells unter der Verwendung von standardisierten erforderlichen Lösungen.

- Schritt 1.1. Beschreibung einer Problembedingung
- Schritt 1.2. Identifizierung der Widerspruchselemente eines Systems
- Schritt 1.3. Erzeugung eines grafischen Schemas eines Systems von Widersprüchen
- Schritt 1.4. Auswählen eines grafischen Modells eines Systems
- Schritt 1.5. Verstärkung des wesentlichen Widerspruches
- Schritt 1.6. Formulieren eines Problemmodells
- Schritt 1.7. Suchen nach einer Standardlösung

#### Schritt 2: Analyse eines Problemmodells / der Ressourcen.

- Schritt 2.1. Analyse des operativen Ortes
- Schritt 2.2. Analyse der operativen Zeit
- Schritt 2.3. Analyse der Stoff-Feld Ressourcen

#### Schritt 3: Definieren eines idealen Endergebnisses (IFR) und der physikalischer Widersprüche, welche die Erreichung des IFR verhindern.

- Schritt 3.1. Formulierung eines idealen Endergebnisses (IFR-1)
- Schritt 3.2. Verstärkung der Definition des IFR-1
- Schritt 3.3. Definition physikalischer Widerspruchs (PC) auf Makrolevel
- Schritt 3.4. Definition physikalischer Widerspruch auf Mikrolevel
- Schritt 3.5. Formulierung eines idealen Endergebnisses (IFR-2) für verschiedene Ressourcen und Spezifizierung des anfänglichen Problems

Schritt 3.6. Verwendung des Systems der Standards (76 Standardlösungen für erfinderische Probleme, Verwendung des Stoff-Feld Modells)

**Schritt 4: Nutzung der Ressourcen.**

- Schritt 4.1. Modellierung eines Problems mit den „Schlauen Zwergen“
  - Schritt 4.2. Verwendung der „einen Schritt zurück vom IFR - Methode“ (Backcasting)
  - Schritt 4.3. Verwendung einer Mischung von verfügbaren Ressourcen
  - Schritt 4.4. Verwendung von Hohlräumen verschiedener Art in verfügbare Ressourcen
  - Schritt 4.5. Verwendung von Substanzen, welche von den verfügbaren Ressourcen abgeleitet werden können
  - Schritt 4.6. Kontrollieren, ob ein Problem gelöst werden kann, indem eine Substanz durch ein elektrisches Feld oder die Wechselwirkung zweier elektrischer Felder ersetzt wird.
  - Schritt 4.7. Kontrollieren, ob ein Problem durch die Einführung eines „Feldes“ – bzw. durch ein "Feld-Paar" gelöst werden kann
- .....

**Schritt 7: Methode zur Kontrolle der Beseitigung eines physikalischen Widerspruchs.**

- Schritt 7.1. Kontrollieren der Lösung
- Schritt 7.2. Vorläufige Bewertung einer erhaltenen Lösung
- Schritt 7.3. Kontrollieren des Fehlens dieser Erfindung in der Patentsammlung
- Schritt 7.4. Bewertung der Subprobleme, die bei der Implementierung auftreten

**Schritt 8. Verwendung einer erhaltenen Lösung.**

**Schritt 9: Analyse der Lösungsabläufe.**

## Beispiel einer Problemlösung unter Verwendung von ARIZ

Wir haben bereits zuvor die Rolle eines jeden der neun ARIZ-Teile beschrieben.

Nun beginnen wir die Ziele eines jeden Schrittes zu beschreiben, die diese Teile des Algorithmus bilden. Und wir werden es an eines der realen Probleme, das unter der Verwendung von TRIZ gelöst wurde, anwenden.



### Anfängliche Problembeschreibung

Um Betonrohre mit einem großen Durchmesser (bis zu 6m Durchmesser) herzustellen, wird eine Betonmischung in eine Doppelstahl-Verschalung gegossen (siehe Abb. 1).

Um die Rohrqualität zu verbessern, wird die Betonmischung einer Vibrationsbehandlung durch einen sog. Schwingungserzeuger unterzogen, die an der Verschalung angebracht sind. Das Betriebsprinzip des Schwingzeugers ist sehr einfach: es ist ein exzentrisches Schwungrad über einer Motorkardanwelle. Wenn der Motor läuft, berührt das exzentrische Schwungrad die Verschalung und ruft Vibrationen hervor, die von der Verschalung zum Beton übertragen werden.

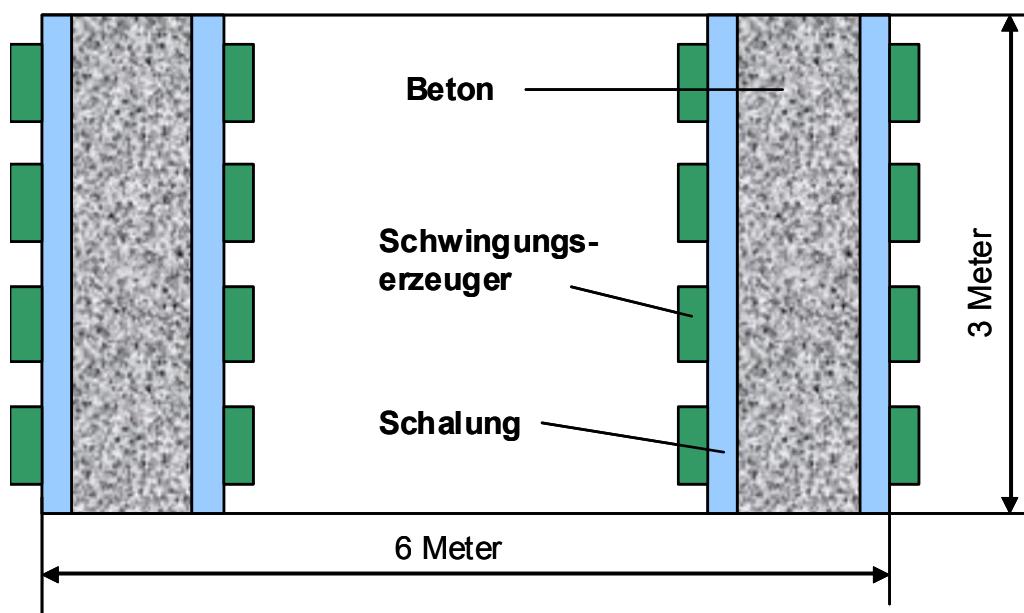


Abb: Ausschnitt einer Verschalung für die Betonrohrherstellung, ausgestattet mit einem Schwingungserzeuger um den Beton zu härten

Auf dem Level eines Produktionsprozesses führt der Schwingungserzeuger seine Funktion gut genug aus. Der einzige Nachteil dieses Systems ist ein hoher Lärmpegel. Was die Stärke des produzierten Geräusches betrifft, kann es mit einem Düsentriebwerk konkurrieren. Wie kann dieser Nachteil durch die Einführung von minimalen Veränderungen im existierenden System und durch die Verwendung von minimalen externen Ressourcen und durch die maximale Nutzung interner (im System vorhandener) Ressourcen oder Ressourcen der umliegenden Umwelt beseitigt werden?

In Hinblick auf die klassische TRIZ wird eine solche Formulierung eines Problems ein "Mini-Problem" genannt. Ein Mini-Problem wird dadurch charakterisiert, dass es maximale Beschränkungen betreffend der Einführung neuer Komponenten beinhaltet.

Die allgemeine Regel über die Definition eines Mini-Problems ist „Alles soll so bleiben wie es ist, aber der Nachteil soll verschwinden“.

Umgekehrt lässt ein Maxi-Problem jede Veränderung bis zu einer radikalen Veränderung des

Systems selbst oder seinen Ersatz durch ein unterschiedliches System, das frei von dem vorliegenden unerwünschten Effekt ist, zu.

Also können Lösungen gemäß den Einschränkungen im Rahmen der Problemlösung klassifiziert werden, beginnend bei den maximalen Einschränkungen eines Mini-Problems und endend mit den minimalen Einschränkungen eines Maxi-Problems.

Es ist offensichtlich, dass die kürzlich fortgeschrittene Technologie des selbsthärtenden Betons die Verwendung eines Schwingungserzeugers nicht erfordert und es eine Problemlösung ist, die sich von dem unterscheidet, was in diesem Absatz beschrieben wird. Jedoch ist das Lösen des Problems durch selbsthärtenden Betons keine Mini-Problem-Lösung, weil es mehr Änderungen erfordert. Fortgeschrittenere Forschung ist für diese vorgeschlagene Lösung notwendig. Die Idee eines solchen Betons entstand ganz zu Beginn des Problemlösungsprozesses. Zu jener Zeit, jedoch, war die Herstellung von solch einem Beton ein ernsthaftes Forschungsproblem und erforderte viel Zeit. Wir sollten auch erwähnen, dass das Problem in einem Produktionsbetrieb aufkam und binnen kurzer Zeit mit den verfügbaren Ressourcen und zu akzeptablen Kosten gelöst werden musste.

Und schließlich wollen wir unsere Leser erinnern, dass dieses Beispiel von einem TRIZ-Spezialisten geschrieben worden ist, der kein Experte in Sachen Bauwesen ist. Es ist nicht nur für Spezialisten auf einem gewissen Gebiet durchschaubar, sondern auch für die Allgemeinheit.



### **3.2.1 Teil 1: Analyse eines Problems und Erzeugung eines Modells**

#### **Schritt 1.1. Beschreiben einer Problembedingung**

##### **1.1.1. Eine kurze Beschreibung eines technischen Systems, seine Bestimmung und die grundlegenden Komponenten**

Das vorliegende technische System dient zur Herstellung von Betonrohren. Es besteht aus einer konzentrischen Doppelstahl-Verschalung (in die eine Betonmischung gegossen wird) und Schwingungserzeugern (welche die Verschalung rühren, um die Betondichte zu erhöhen und die Lufthohlräume, entstanden während des Eingießens des Beton in die Verschalung, zu beseitigen).

##### **1.1.2. Ein System von Widersprüchen**

Vom TRIZ-Standpunkt aus ist jenes Problem erfinderisch, welches einen versteckten oder einen offensichtlichen Widerspruch beinhaltet. Um das Problem zu lösen, ist es notwendig, den Widerspruch zu identifizieren und das Problem in solch einer Art und Weise zu beschreiben, um diesen aufgedeckten Widerspruch zu überwinden oder zu eliminieren.

Es ist daher notwendig damit zu beginnen, einen Widerspruch, der ein Problem hervorruft, zu identifizieren. In TRIZ bedeutet das korrekte Beschreiben eines Problems, diesen Widerspruch zu finden und ihn so klar wie möglich gemäß bestimmten Regeln zu definieren. Das kann unter der Verwendung der OTSM Expressanalyse einer Problemsituation gemacht werden. In manchen relativ einfachen Fällen jedoch kann ARIZ sofort für eine Problemsituation angewendet werden. Zu diesem Zweck beinhaltet ARIZ ein System von technischen Widersprüchen genannt TW-1 und TW-2.

Eine korrekte Beschreibung des Systems der Widersprüche erlaubt zu verstehen, welche Parameter, die für die Bewertung der Eigenschaften eines vorliegenden Systems verwendet werden, mit einem Widerspruch verbunden werden: zwei Parameter eines technischen System, das betrachtet wird, (Bewertungsparameter 1 und Bewertungsparameter 2) sind durch einen dritten Parameter verbunden, der verwendet werden kann, um die Werte der Bewertungsparameter zu verändern. Dieser Parameter wird Kontrollparameter oder Steuerungsparameter genannt, weil die Veränderung seiner Werte erlaubt, die Bewertungsparameter zu kontrollieren bzw. zu steuern. (Kontrollparameter).

Bei der Formulierung von TW-1 und TW-2 ist es wichtig, das Element, welches diesen Kontrollparameter und die zwei Bewertungsparameter verbindet, zu finden. Es gilt die Verbindung, die den Bewertungsparameter 1 verbessert und den Bewertungsparameter 2 verschlechtert und umgekehrt, zu identifizieren.

Wir werden den anfänglichen Situationsprozess nicht im Detail beschreiben und direkt ein System von Widersprüchen aufzeigen.

#### TW-1:

Wenn die Vibrationskraft (Kontrollparameter 3) der Schwingungserzeugern (Element E) groß ist (Wert des Kontrollparameters 3), sind die Betondichte und Homogenität (Bewertungsparameter 2) hoch (Wert des Bewertungsparameters 2, positiv), aber der Geräuschpegel (Bewertungsparameter 1) ist sehr hoch (Wert des Bewertungsparameter 1, negativ).

#### TW-2:

Wenn die Vibrationskraft (Kontrollparameter 3) der Schwingungserzeuger (Element E) nicht groß ist (Wert gegensätzlich zu dem Wert des Kontrollparameters 3 angezeigt in TW-1), dann kann der Geräuschpegel (Bewertungsparameter 1) reduziert werden (Wert des Bewertungsparameters 1, positiv), aber die Betondichte und Homogenität (Bewertungsparameter 2) werden reduziert (Wert des Bewertungsparameters 2, negativ).

Parameter 1 – Bewertung	Geräuschpegel
Parameter 2 – Bewertung	Dichte und Homogenität des Betons
Parameter 3 – Kontrolle	Vibrationskraft



Es sollte angemerkt werden, dass die Gruppierung in Kontroll- und Bewertungsparameter in der klassischen TRIZ fehlt. Sie wurde im Rahmen von OTSM für die klare Unterscheidung der Rollen der Parameter im Laufe der Analyse der Problemsituation eingeführt, wenn ein und derselbe Parameter verschiedene Rollen spielt. Zusätzlich kommt oft in ARIZ-basierenden Analysen von relativ einfachen Problemen die Notwendigkeit auf, neue Kontrollparameter einzuführen, die als Alternative zu den bestehenden dienen.



Es ist wichtig zu verstehen, dass die in Schritt 1.1. ausgewählten Bewertungsparameter während der gesamten Problemanalyse unverändert bleiben. Sie können lediglich spezifiziert werden. Zu selben Zeit kann die Liste der Kontrollparameter während der Analyse des Problems im dritten Teil des Algorithmus ausgeweitet werden.

#### 1.1.3. Das erwünschte Ergebnis

Wenn das System der Widersprüche korrekt aufgebaut wird und wenn das Modell richtig definiert wird, dann reicht es aus, die positiven Werte der Bewertungsparameter 1 und 2 im Modell des Systems der Widersprüche zu sammeln wie in Abb. 2 gezeigt.



#### Die Definition des erwünschten Ergebnisses

Um ein Problem zu lösen, ist es notwendig eine hohe Dichte und Homogenität des Betons (gewünschter Wert des Parameters 1, positiv) zu gewährleisten, wobei der Geräuschpegel (gewünschter Wert des Parameters 2, positiv) niedrig gehalten wird.



Es ist wesentlich, die Gesetze eines Themenbereichs (physikalisch oder anders) zu begreifen, der die Schlüsselparameter des Systems (die oben erwähnten Bewertungsparameter 1 und 2) verbinden. Was klassisches TRIZ und OTSM angeht, ist das Gesetz eine ständig wiederkehrende Beziehung zwischen Parametern, Phänomenen oder Ereignissen. Wenn ein Ereignis passiert, folgen andere von Natur aus. Wenn ein Parameter seinen Wert ändert, dann ändern sich

auch die Werte der anderen, mit diesem Parameter verbundenen, Parametern.

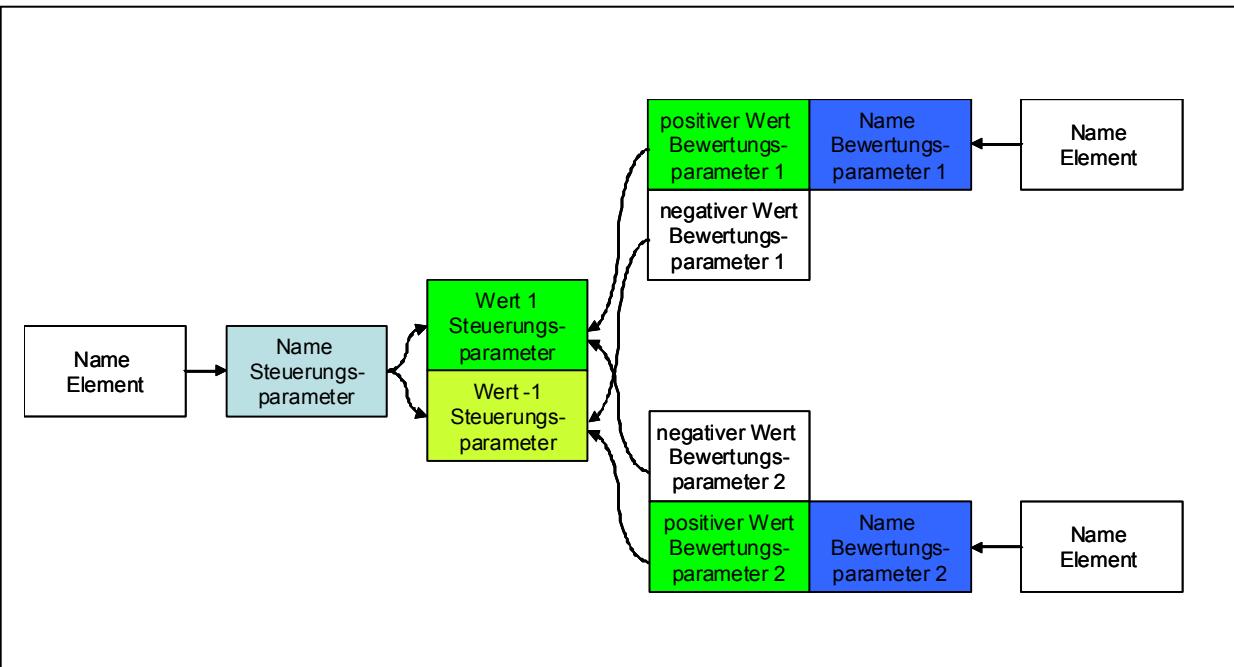


Abb. 2. Das OTSM ENV Schema des Systems der Widersprüche.

Wenn die Erfüllung des ersten Schrittes von ARIZ Schwierigkeiten im Umgang mit manchen Problemen verursacht, wird geraten, die OTSM Expressanalyse zur Umwandlung der anfänglichen Problemsituation in ein OTSM ENV Schema des Systems der Widersprüche zu verwenden.

### Schritt 1.2. Identifizieren der Widerspruchselemente eines Systems

Dieser Schritt hat das Ziel, die Systemelemente zu identifizieren, welche die positiven und negativen Parameter, beschrieben in Schritt 1.1., durch Ursache-Wirkungs-Beziehungen, bzw. Gesetze, verbinden.

Die ARIZ-Schritte sind eng verbunden, jeder folgende Schritt ist immer die logische Fortsetzung des vorhergehenden. Das Fehlen einer solchen Wechselwirkung bedeutet, dass einige logische Fehler gemacht worden sind und es notwendig ist, den vorigen Schritt zu überarbeiten, den Fehler in der Analyse zu finden und zu korrigieren. Mit einer korrekt ausgeführten Analyse resultiert jeder nachfolgende Schritt logisch aus den vorhergehenden.



Wenn der erste Schritt unter Verwendung der OTSM Expressanalyse einer Problemsituation ausgeführt worden ist, dann sollte das Ergebnis von Schritt 1.2. mit dem Schema des positiven Systems erhalten als Ergebnis der Expressanalyse entsprechen.

Die zwei Widerspruchselemente sind das Werkzeug und das Produkt.

Das Produkt ist ein Element, das gemäß den Problembedingungen bearbeitet (hergestellt, bewegt, verändert, verbessert, beschützt vor schädlichen Einflüssen, enthüllt, gemessen, etc.) werden muss. Bei Messproblemen kann das Element, das als Werkzeug (entsprechend seiner Grundfunktion) betrachtet wird, als Produkt betrachtet werden (z.B. ein Sensor erhält eine Funktion von der Signalquelle, folglich ist es ein Produkt und nicht ein Werkzeug).

Das Werkzeug ist ein Element, das direkt mit dem Produkt interagiert (z.B. eine Mühle eher als eine Mahlmaschine, ein Feuer eher als ein Brenner). Im Besonderen kann ein Teil der Umwelt als Werkzeug betrachtet werden. Die Standardteile, aus denen ein Produkt zusammengesetzt ist, können auch als Werkzeug betrachtet werden (z.B. ist ein mechanisch-elektrischer Wandler ein Werkzeug, welches mehrere "Produkte" hat.)

Eines der Elemente des Widerspruchspaares kann verdoppelt werden. Zum Beispiel, zwei verschiedene Werkzeuge werden vorgegeben, und sie müssen gleichzeitig auf das Produkt wirken, wobei ein Werkzeug das andere stört. Oder es werden zwei Produkte vorgegeben und sie müssen von einem Werkzeug bearbeitet werden, wobei ein Produkt das andere stört.

Zu unserem Beispiel können folgende Beteiligt an der Problemsituation als Produkt und Werkzeug identifiziert werden:

**Produkt:** Betonmischung

Wir müssen eine dichtere Betonmischung herstellen. Das bedeutet, die Ausführung dieser Funktion muss in einer erhöhten Betondichte resultieren.

**Werkzeug:** Schwingungserzeuger und Verschalung

Die Verschalung interagiert direkt mit dem Beton, aber die Verschalung selbst kann die Betonvibration nicht verursachen; deshalb betrachten wir, gemäß den ARIZ-Regeln, das Doppelwerkzeug „Verschalung + Schwingungserzeuger“.

Das Werkzeug vibriert und härtet die Betonmischung, was seine Hauptfunktion ist. Jedoch entsteht bei diesem Vorgang ein schädliches (unerwünschtes) Produkt – Lärm. Er sollte beseitigt werden, ohne dass die Ausführung der Hauptfunktion verhindert wird. Das Auftreten von einem lauten Geräusch ist ein sekundäres Phänomen. In dieser Situation wird es wieder als unerwünscht betrachtet. Deshalb sollte das Phänomen beseitigt werden, um das Problem zu lösen. Um diesen Schritt zu vervollständigen, ist es notwendig, zu formulieren, was das System tun soll, oder mit anderen Worten, die Funktion zu formulieren. Zur Beschreibung der Funktion empfiehlt OTSM-TRIZ die Verwendung von Synonymen. Es hilft die psychologische Trägheit zu überwinden, die durch die professionelle Terminologie auferlegt ist. Im Übrigen behandeln wir hier eine der allgemeinen Regeln der klassischen TRIZ, die besagt, dass alle Spezialausdrücke durch gewöhnliche Wörter, die im Alltag verwendet werden, ersetzt werden muss.

Das zwingt den Problemlöser ein Phänomen von Interesse von verschiedenen Winkeln aus zu untersuchen und besser zu verstehen, was genau der Sinn des System ist.

Der Algorithmus der Drei-Schritte-Funktionsbeschreibung, der in OTSM-Modellen entwickelt wurde und in diesen Unterlagen nicht beschrieben wird, ist ein effektiveres Werkzeug, um die psychologische Trägheit zu überbrücken



Bei der Anwendung von ARIZ ist es wichtig, dass ein Lehrer darauf achtet, den Studenten zu lehren selbst die ausgeführten Schritte zu überprüfen. Das ist eine der Reflexionsfähigkeiten, die so wichtig im Umgang mit komplizierten Problemen ist. Dabei ist den Studenten beizubringen die Selbstüberprüfung jener Schritte durchzuführen, die eng mit der Ausführungsqualität der verschiedenen OTSM-TRIZ-Modelle, Postulaten und Werkzeugen verbunden ist. Je umfangreicher und tiefer das Wissen der Studenten über den gesamten Komplex der theoretischen Grundlagen und praktischen Werkzeugen von OTSM-TRIZ ist, desto leichter ist es, die Qualität der Schritte, die sie ausführen, zu kontrollieren und desto höher ist die Qualität des gesamten Problemlösungsprozesses.

Zum Beispiel, wenn die Ausführungsqualität des Schrittes 1.2. kontrolliert wird, ist es nützlich das erhaltene Ergebnis mit der Systembeschreibung in Schritt 1.1. zu vergleichen. Wenn ein Problemlöser, zum Beispiel, mit dem Drei-Schritte-Funktionsbeschreibungsalgorithmus vertraut ist, dann wäre es hilfreich ihn für die Festlegung eines Produktes zu benutzen.

Wenn aber die OTSM Expressanalyse einer Problemsituation durchgeführt worden ist, dann wäre es nützlich bei Schritt 1.2. einen Stopp zu machen und zu kontrollieren, wie Schritt 1.2. von ARIZ mit den Modellen, gewonnen im Laufe der Expressanalyse, koordinierbar ist.

Der Prozess der Überprüfung der Ausführungslogik der ARIZ-Schritte gleicht oft dem Prozess der Verifizierung der Rechenergebnisse in der Mathematik: es ist notwendig, die Kalkulationen durch eine andere Methode auszuführen und die Ergebnisse zu vergleichen.



Dies wird auch durch die Hilfsmittel des nächsten Schrittes getan.

### Schritt 1.3. Erzeugen eines grafischen Schemas eines Systems von Konflikten

Das Ziel dieser Phase ist es, die Eignung und logische Einheit der vorher ausgeführten Schritte zu analysieren. Im Laufe der Analyse wird bis zum Ende ein grafisches Problembeschreibungsmodell erzeugt.

Die Präsentation des Textes, erhalten zur Beschreibung eines Widerspruches in Schritt 1.1., in Form eines grafischen Modells (siehe Kapitel Stoff-Feld-Modellierung) ist einer der ARIZ-Werkzeuge, die verwendet werden, um die psychologische Trägheit zu überwinden. Um diesen Vorgang auszuführen, werden andere Mechanismen unseres bewussten und unbewussten Denkens angewandt. Die Sache ist, dass laut Forschern, die sich mit den Studien der Hirnaktivität befassen, verschiedene Teile des Hirns allgemein für Texte und Grafiken verantwortlich sind. Folglich sind die Beschreibung eines Widerspruches durch Grafiken und durch Texte alternative Werkzeuge welche hilfreich zur Selbstüberprüfung unserer Arbeitsqualität sind.

Generell ist es notwendig nach jedem zweiten oder dritten ARIZ Schritt darüber nachzudenken und die ausgeführte Arbeit, welche die ausgeführten Schritte zusammenfasst, zu überprüfen. Wenn die Schritte logisch aufeinander folgen und einander nicht widersprechen, kann man zum nächsten Schritt übergehen.

Aber wenn die Logik zwischen den vorherigen Schritten und dem einen, der im vorliegenden Moment ausgeführt wird, gebrochen ist, wenn die formale Logik verletzt ist, ist es ein Signal, dass wir uns mit der Ursache dieses Bruches der Logik mehr Gedanken widmen müssen.

In unserem Beispiel ist es notwendig, das grafische Widerspruchsmodell aus Schritt 1.3. mit der textlichen Beschreibung und dem ENV-Schema (Diagramm) im Schritt 1.1. zu vergleichen. In den grafischen Schema, so wie in Schritt 1.1., stehen die Bewertungsparameter Geräusch, Intensität, Qualität (Dichte und Homogenität) des Betons in Widerspruch zueinander. Der Name des Bewertungsparameter „Dichte und Homogenität“ des Betons, vorliegend im Text, verändert sich in der grafischen Präsentation in den „Qualitäts“-Parametern.

Die Sache ist die, dass die Auffassung von „Qualität“ von vielen Bewertungsparametern abhängt und verschiedene Bedeutungen für ein und dasselbe Produkt oder Dienstleistung akquirieren abhängig von einer Situation; entsprechend ist diese Auffassung einfach zu verwenden, indem es für spezifischere Kriterien und spezifischer Bewertungsparameter ersetzt wird.

Dies reduziert jedoch oft die Effektivität der Analyse. Es ist generell ratsam, breitgefächerte Ausdrücke zu vermeiden und spezifische Bewertungsparameter anzugeben, die verwendet werden, um die Ausführungsqualität einer Funktion zu bewerten.

Beachten Sie, dass das Widerspruchsschema beides, das Produkt und das Werkzeug, identifiziert in Schritt 1.2., beinhalten. Beides, der Beton und die Vibrationsverschalung, sind im grafischen Schema enthalten.

Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass grafische Schemata in willkürlicher Form, geeignet für den Problemlöser, ausgeführt werden können. Die Hauptbedingung ist die logische Entsprechung aller vorher ausgeführten Schritte: Wechselbeziehung mit der Textbeschreibung des Widerspruches und das Vorhandensein des gleichen Produkts und Werkzeugs in der grafischen und textlichen Beschreibungen der Widersprüche.

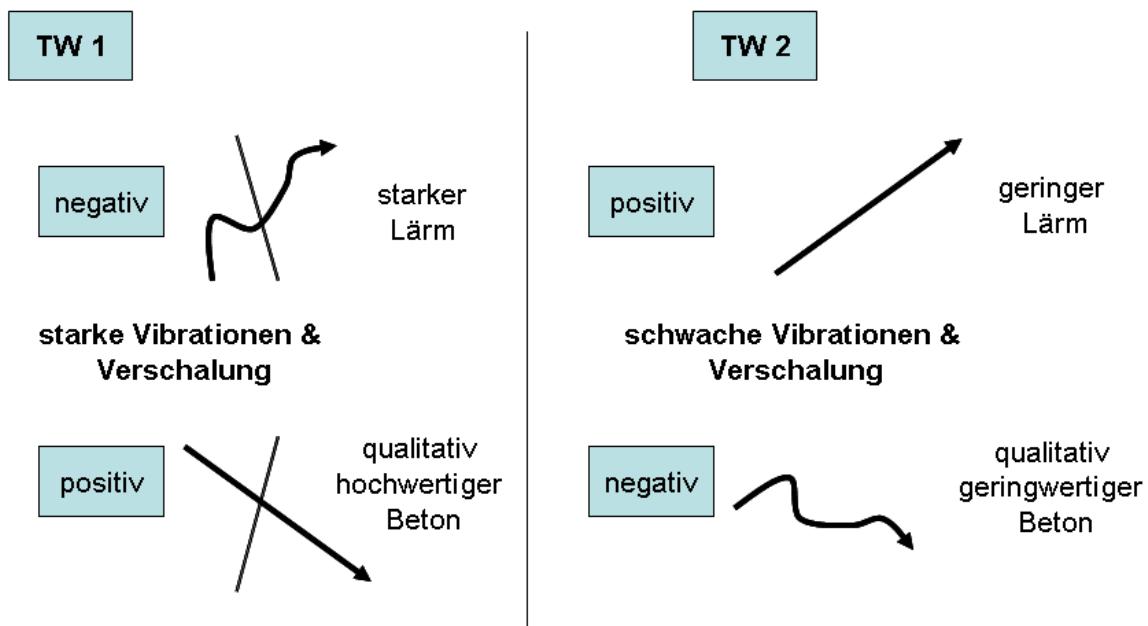


Abb. 3: grafisches Modell des Problems

#### Schritt 1.4. Aussuchen eines Modells eines Systems

Um ein Problemmodell zu bauen, wählen wir einen der aufgedeckten Widersprüche aus. Um eine korrekte Wahl zu treffen, schlägt die OTSM-TRIZ vor, die Hierarchie der Ziele für das System zu betrachten, zu dem die Funktion des System, das betrachtet wird, gehört. Solch ein Ansatz erlaubt ein besseres Verständnis von dem, was genau der Hauptproduktionsprozess ist, was die klassische TRIZ angeht. Entsprechend den ARIZ-Regeln wird vorgeschlagen, das grafische Modell von zweien auszuwählen, das möglicherweise bei Realisierung einer Lösung den Hauptproduktionsprozesses verbessert.

TRIZ-Anfänger verwechseln oft die Hauptfunktion eines Systems mit dem Hauptproduktionsprozess. Um diesen Fehler zu vermeiden, macht es Sinn, mit dem Schritt der Erzeugung einer Hierarchie der Ziele zu starten. Es sollte beachtet werden, dass die Funktion und das Ziel für gewöhnlich als Synonyme betrachtet werden, was OTSM-TRIZ angeht. Mit anderen Worten, die Systemfunktion wird als der Existenzzweck des Systems betrachtet. Der Hauptproduktionsprozess ist der Existenzzweck (Funktion) von einem Supersystem, zu dem ein System von Interesse als eines seiner Subsysteme gehört.

Beispiel. Die Hauptfunktion und der Hauptproduktionsprozess.

Die Funktion eines Elektromotors einer Drehbank ist es elektrische Energie in mechanische Rotationsenergie umzuwandeln. Dann wird die mechanische Energie verwendet, um einen Materialblock rotieren zu lassen und ein Schneidwerkzeug in verschiedene Richtungen zu bewegen. Als Folge dessen wird der Materialblock in die Form eines notwendigen Teils, wie einem Zylinder eines Verbrennungsmotors, gebracht. Folglich ist der Hauptproduktionsprozess die Produktion eines Verbrennungsmotors. Die Hauptfunktion des „Elektromotors“ ist die Umwandlung von elektrischer Energie (Elektrizität) in mechanische Rotationsenergie.

Um den Hauptproduktionsprozess festzulegen, ist es notwendig, mindestens 3 oder 4 Levels über dem Level des Systems zu gehen und diesen zu analysieren.

## 1.4.1 Die Hierarchie der Ziele

Wir müssen den Geräuschpegel senken. Aber der Lärm wird durch die Schwingungserzeuger während der Ausführung der Hauptfunktion produziert.

Die Schwingungserzeuger berühren die Verschalung, dabei werden Vibrationen im flüssigen Beton verursacht. Die entstandenen Vibrationen werden allmählich über die gesamte Betonmasse ausgebreitet.

Als eine Folge davon bewegt sich der Beton nach unten und drückt die Luft heraus, die während des Gießvorgangs hineingekommen ist.

Als eine weitere Folge verbessert sich die Qualität der vom Unternehmen produzierten Betonrohre. Qualitativ hochwertige Rohre werden verwendet, um Pipelines aller Art zu bauen.

## 1.4.2. Auswählen des grafischen Modells eines Problems

Entsprechend der analysierten Hierarchie der Ziele erfordert die Bildung von verschiedenen Produktionssystemen für qualitativ hochwertige Betonrohre. Deshalb werden wir das grafische Modell verwenden, das erlaubt Beton von der besten Qualität (hohe Dichte und Homogenität) herzustellen. Mit anderen Worten, wir werden ein Problemmodell verwenden, beschrieben durch den Widerspruch TW-1.



Wenn Schritt 1.1 unter Verwendung der OTSM Expressanalyse der Problemsituation ausgeführt wurde, dann wäre es nützlich die Hierarchie der Ziele, erhalten in Schritt 1.4., mit den durch die Expressanalyse gewonnenen zu vergleichen. Wenn ein bedeutender Unterschied zwischen ihnen entdeckt wird, ist es notwendig, die Gründe zu verstehen und sie zu eliminieren. Gegen Ende, müssen wir manchmal an den Anfang zurückkehren und den ganzen Verlauf der Analyse, beginnend beim Prozess der Hierarchiebildung während der Expressanalyse, kontrollieren. Ein Problemlöser muss die Aufmerksamkeit von der Problemlösung zur Reflexion der durchgeföhrten Analyselogik wechseln, wobei er versucht zu verstehen, wo und warum die Logik nicht eingehalten wurde und einen bedeutenden Unterschied zwischen den Hierarchien der Ziele und als eine Folge davon, einen Unterschied in der Festlegung des Hauptproduktionsprozesses in verschiedenen Analysephasen verursacht hat. In solchen Fällen wird oft klar, dass die Besonderheiten der Problemsituation sich im Laufe der Analyse verändert haben, aber die Veränderung unbemerkt blieb. Daher ist es notwendig, den gesamten Analyseprozess zu wiederholen in Entsprechung mit dem neuen Wissen über die Problemsituation.

Es sollte angemerkt werden, dass oft ein Problem auftaucht, weil ein klares Verständnis über das, was in der vorliegenden Situation passiert, und wieso manche Phänomene als negativ betrachtet werden, fehlt. Der Analyseprozess einer Problemsituation unter Verwendung des OTSM-TRIZ-Werkzeuges hat ein besseres Verständnis und die Beseitigung der für das Auftreten der Problemsituation zugrunde liegenden Ursachen zum Ziel. Der Problemlösungsprozess wird in solch einer Art und Weise organisiert, dass wir den identifizierten Konflikt von verschiedenen Winkeln aus sehen können, so wie wir es tun, wenn wir eine Skulptur betrachten.

Für eine bessere Veranschaulichung lassen Sie uns eine Analogie zu einer Videokamera ziehen. Bei der Analyse eines Problems bewegen wir uns abwechselnd davon weg, um die Situation als Ganzes zu überblicken, und kommen näher, um die Details zu sehen. Dann bewegen wir uns wieder davon weg und ändern unsere Position, um das Problem von einem anderen Winkel zu sehen, wobei die Analyselogik überprüft und die Lösungsideen, die von der Unbewusstheit aufgekommen sind, umcodiert werden. Wenn wir das so machen, werden unsere Vision und unser Verständnis des Problems permanent verändert und spezifiziert.

Es ist wichtig zu erwähnen, dass im Laufe der Anwendung der klassischen TRIZ und OTSM-Werkzeuge die anfängliche Hypothese von G.S. Altshuller, dass die enthüllten Mechanismen für die Lösung technischer Probleme sich auch für die Lösung nicht-technischer Probleme als nützlich erweisen würde, bestätigt wurde. Es ist nur notwendig, eine effektive Kooperation zwischen TRIZ-Fachleuten und Experten von dem eingegrenzten Themenbereichen zu organi-

sieren. Die OTSM-Werkzeuge bewegen sich sogar noch weiter, was das betrifft. Sie sind praktisch nicht mit einem Themenbereich verbunden. Ob es eine Technologie oder eine Forschungstätigkeit ist, Geschäft oder Wirtschaft, die OTSM-TRIZ-Werkzeuge erlauben eine effektive Entwicklung des Wissens in verschiedenen Themenbereichen. Es ist Wissen, das benötigt wird.

Tatsache ist, dass die Analyse einer Problemsituation gemäß OTSM-TRIZ oft begrenzt wissende Spezialisten auf eine Idee bringt, dass ein Problem durch das Heranziehen von Wissen von anderen Wissensgebieten menschlicher Aktivität gelöst werden kann. Unsere Werkzeuge helfen zu verstehen, welche Art von Wissen gebraucht wird und die Sphäre der Aktivität festzulegen, wo dieses Wissen am öftesten und effektivsten verwendet wird. Das Einladen von Experten dieser Wissensbereiche kann Ihnen helfen, eine notwendige konzeptionelle Lösung zu finden und die allgemeinen Ideen dieser Lösung auf ein detailliertes Level zu bringen, dass die Implementierung dieser Lösung ermöglicht.

Beispiel aus jüngerer Praxis. Ein Student des Innovation Design Programms entwickelte ein Projekt über den Zusammenbau von zwei sehr kleinen Objekten für eine nachfolgende weitere Verwendung. Er und seine Kollegen waren Maschinenbauingenieure. Weil der meiste Teil ihres Wissens zu diesem Bereich gehörte, waren sie nur darauf fokussiert, eine mechanische Lösung für ihr Problem zu finden. Die Problemanalyse, die sie unter Verwendung von OTSM-TRIZ durchgeführt haben, brachte sie zur Schlussfolgerung, dass durch die Ergänzung des mechanischen Teils mit einem optischen Teil ihr Problem gelöst werden könnte. Zuerst waren sie verwirrt, weil sie in dem vorliegenden Bereich der Optik nicht kompetent genug waren. Das ist der Grund wieso sie nie Lösungen betrachtet und vorgeschlagen haben, die Wissen außerhalb ihrer Kompetenz erfordern. Nichtsdestotrotz veranlasste ARIZ sie dazu, Spezialisten aus diesen Wissensbereichen herbeizuziehen. Das Unternehmen, für das der Student arbeitete, fand entsprechende Spezialisten für die Optik und infolgedessen wurde ein Patentantrag gestellt.

Dieses Beispiel, wie viele andere Beispiele aus unserer Praxis, beweist, dass OTSM-TRIZ-Werkzeuge einen Problemlöser dazu zwingen, von der eingeschlagenen Spur in den Innovationsbereich abzuweichen, wo ebenso sehr interessante und vielversprechende Lösungen gefunden werden können. Dieses Merkmal der OTSM-TRIZ-Werkzeuge erlaubt Ingenieuren und anderen Nutzern, effektiver neue Produkte und Dienstleistungen zu erzeugen, Geschäftsprozesse in den Organisationen so zu organisieren, dass sich die Wettbewerbsfähigkeit ihres Geschäfts am sich schnell ändernden Markt der Produkte und Dienstleistungen erhöht, ihr Unternehmen fähig zu machen, stetig notwendige Innovationen effektiv und rechtzeitig zu erzeugen. Natürlich erfordert das Mühe von Seiten der obersten Ebene des Managements und entsprechende Koordination der Mühen zwischen Managern und Fachleuten auf allen Ebenen. Aber die Mühe lohnt sich.

Hier ein weiteres Beispiel. Samsung Corporation, die TRIZ und die OTSM-Elemente 1999-2000 eingeführt haben, waren weltweit Zweite in Bezug auf die Nummer der registrierten Patente in den USA, der erste Platz wurde von IBM belegt. Einer meiner Studenten, der bei IBM angestellt ist, hat mir erzählt, dass ein solches Wachstum von Samsungs Innovationspotential eine ernsthafte Besorgnis in seinem Unternehmen verursachte....

Aber lassen Sie uns zur Analyse des Problems der Betonrohre zurückkehren.

Nachdem wir unsere Wahl für den Prozess getroffen haben, der eine hohe Dichte und Homogenität des Betons gewährleistet, müssen wir daher einen unerwünschten Effekt auswählen, den wir unter Verwendung aller verfügbaren Ressourcen eliminieren werden. Die vorläufige Analyse des unerwünschten Phänomens sowie die Analyse der in der anfänglichen Problemsituation möglicherweise verfügbaren Ressourcen wird im zweiten Teil von ARIZ durchgeführt.

Beginnend mit Schritt 1.4. werden das negative Phänomen und die verfügbaren Ressourcen immer parallel und gleichzeitig analysiert. Nachdem die Details des unerwünschten Phäno-



mens identifiziert worden sind, klären wir, welche Ressourcen verwendet werden können, um dieses Phänomen zu eliminieren (der zweite Teil von ARIZ). Dann sehen wir, was die Verwendung der verfügbaren Ressourcen zur Beseitigung des unerwünschten Phänomens behindert (der dritte Teil von ARIZ). Teile 2 und 3 von ARIZ stimulieren systematisch die Arbeit unbewusster kreativer Mechanismen. Die individuellen Abstufungen des unerwünschten Phänomens werden in ein vollständigeres und detaillierteres Bild des Geschehens und in die Entwicklung des unerwünschten Effekts, ausgewählt in Schritt 1.4., integriert. Konzeptionelle Teillösungen ergeben sich parallel dazu. Sie knüpfen an ein vollständigeres und detailliertes Bild der Zukunftslösung zu dem Problem an. In diesem Fall, um die Lösungen künstlich herzustellen, können Problemlöser verschiedene Werkzeuge verwenden, die oft nicht direkt in den anerkannten ARIZ-Texten erwähnt werden. Die ARIZ-Texte sind eine Art Strategie zur Verwendung individueller Werkzeuge und theoretischer Statements von der sich ständig entwickelnden OTSM-TRIZ. Individuelle ARIZ-Schritte sind taktische Pläne, die für die Realisierung der Strategie gebraucht werden. Abhängig vom Entwicklungslevel der neuen Werkzeuge und theoretischen Grundlagen von OTSM-TRIZ sowie vom Bewusstsein dieser Neuheiten führt der Problemlöser die entsprechenden ARIZ-Schritte aus, die ihn zu einer konzeptionellen Lösung führen.

Aber bevor man zum zweiten Schritt von ARIZ übergeht, müssen wir den Prozess von der Bildung des Problemsituationsmodells vervollständigen. Schritt 1.5. macht OTSM-TRIZ ähnlich Karate.

G.S. Altshuller nannte die klassische TRIZ sogar intellektuelles Karate. Warum? Wir werden diese Frage im nächsten Schritt beantworten.

## Schritt 1.5. Intensivierung eines Konflikts

Klassische TRIZ und OTSM weist mit einem hohen Grad an Präzision die Richtung zu einer Lösung. Jedoch, um sich durch das Labyrinth des Problems zu bewegen, ist es nicht genug, die Richtung zu kennen. Es ist auch notwendig, ein „Transportmittel“ zu haben, das erlaubt, sich in die angezeigte Richtung zu bewegen. Solche Mittel sind oft das Wissen in einigen wissenschaftlichen Gebieten. Einer der Vorteile der klassischen TRIZ-Werkzeuge ist, dass sie nicht nur die Richtung anzeigen, sondern auch helfen ein „Transportmittel“ zu wählen.

Mit anderen Worten, sie erlauben das Wissen, das wirklich unentbehrlich für die Problemlösung ist, von einer großen Menge Fachwissen auszuwählen. Wenn das notwendige Wissen bereits existiert und verfügbar ist, bringt es uns der Problemlösung näher. Wenn nicht, erlauben uns die TRIZ-Werkzeuge klar zu verstehen, welches Wissen notwendig ist, um das formulierte Problem zu lösen oder einen Weg zu finden, dieses Problem zu vermeiden. Das ist, die Situation in solch einer Art und Weise zu ändern, dass sie das Lösen des Problems unnötig macht.

Beispiel vom Überwinden eines Problems.

Vor etlichen Jahren mussten die Leute bei der Verwendung eines öffentlichen Telefons für einen Anruf bezahlen, indem sie Münzen in einen engen Schlitz warfen, und es gab ein spezielles Service, das verantwortlich war, diese Münzen regelmäßig einzusammeln. Räuber, die von diesem Geld angelockt wurden, machten diese Telefonapparate oft kaputt. Es entstand ein Problem der Herstellung absolut verlässlicher öffentlicher Telefongeräte, sicher geschützt gegen Vandalismus und Raub.

Viele Ingenieure wurden engagiert, um dieses Problem zu lösen, indem sie neue und wieder neue Modelle von Telefonapparaten herstellten. Sie scheiterten jedoch in diesem Wettbewerb mit den Räubern.

Was musste getan werden?

Wie wir alle heute wissen, wurde das Problem durch eine komplett Änderung des Ansatzes



der Bezahlung der Anrufe gelöst. Es gab ein organisiertes System vom Verkauf von Telefonkarten oder der direkten Nutzung von Bankkarten. Das Geld verschwand von den Telefonapparaten und diese hörten auf, Räuber anzulocken.

Ein wichtiger Schritt in Richtung Problemlösung ist der Schritt 1.5., **Intensivierung des Widerspruches**.

Für Anfänger ist es oft schwierig, den kreativen Beitrag dieses Schrittes zur Problemlösung zu verstehen. Sie versuchen unbewusst, ihn zu vermeiden, oder ihn nur formal auszuführen (nur um zu zeigen, dass sie ihn ausgeführt haben). ARIZ ist ein Analysewerkzeug, aber es kann die Analyse selbst nicht ersetzen. Alle ARIZ-Phasen formal durchzugehen resultiert sehr oft im Versagen der Problemlösung. Das ist der Grund, warum TRIZ-basierende Computerprogramme nicht immer zu erfolgreichen Lösungen führen, sogar wenn ein Problemlöser formal alle Phasen durchlaufen hat. Diese Programme helfen sich in eine notwendige Richtung zu bewegen, aber sie werden nicht entworfen, um eine denkende Person zu ersetzen. Um die Ratschläge von ARIZ oder TRIZ-basierender Programme zu verstehen, ist es notwendig, ein gutes Wissen von TRIZ zu haben und klar zu verstehen wie die Werkzeuge dieser Theorie arbeiten.

Lassen Sie uns erklären wie der Schritt 1.5. arbeitet und Welch vielseitige Rolle er spielt in Bezug auf die anderen Schritte von G.S. Altshullers Algorithmus.

Diejenigen, die mit Karate oder anderen orientalischen Kampfkünsten vertraut sind, wissen, dass diese nicht nur physikalische Körperbewegungen beinhalten, sondern auch sehr anspruchsvolle Gehirnbewegungen, die es einem Kämpfer erlauben, eine notwendige Bewegung auf die effektivste Weise auszuführen. Einmal habe ich diese Denkmechanismen beim Holz hacken verwendet. Aber lassen Sie uns am Anfang beginnen.

Beim Karate gibt es ein allgemeines Prinzip, den entsprechenden Punkt am Körper des Gegners anzuvisieren bevor der Schlag ausgeführt wird. Man darf mental nicht den Schlagpunkt fixieren, aber einen Punkt, der viel weiter entfernt ist als der Zielpunkt. In diesem Fall ist der ausgeführte Schlag viel stärker, die verbrauchte Kraft gleich.

Das Prinzip funktioniert sehr gut beim Holz hacken. Sie können es selbst überprüfen. Man sollte sich nicht auf das obere Ende eines Holzscheits und nicht einmal auf die Oberfläche des Hackblocks, auf dem der Holzscheit steht, konzentrieren, sondern auf einen viel tieferen Punkt. Dann wird Ihre Axt fast mühefrei durch den Holzscheit gehen... Warum?

Man kann aber die Tatsache bewundern, dass die Entwickler des Karate Lösungen gefunden haben, indem psychologische, physiologische und physikalische Mechanismen kombiniert worden sind.

Es stellt sich heraus, dass, wenn wir einen Punkt nahe dem Ziel erreicht haben, unser Unterbewusstsein einen Befehl an den physiologischen Mechanismus unseres Organismus gibt.

Wenn sich unsere Hand dem Schlagpunkt nähert, beginnen wir instinktiv, auf einer unterbewussten Ebene, die Bewegung zu verlangsamen, um Schaden für unseren eigenen Körper zu vermeiden, zuerst verbrauchen wir Energie, um zu beschleunigen und, beim Annähern an den Aufprallpunkt, verbrauchen wir sie zur Verlangsamung. Als eine Folge davon erhöht sich der Energieverbrauch und die Schlagkraft reduziert sich.

So etwas wie das passiert bei der Arbeit an einem Problem. Ein Problemlöser versucht instinktiv einen dem Problem zugrunde liegenden Widerspruch zu glätten und ihn zu komprimieren anstatt ihn zu lösen.

Wie wir von den theoretischen Grundlagen der klassischen TRIZ wissen, haben die Werkzeuge der angewandten Theorie die größtmögliche Reduktion der Anzahl der leeren Trial und Errors unter den vorliegenden Bedingungen zum Ziel.

Schritt 1.5. ist eines der Werkzeuge, das uns erlaubt, eine große Anzahl von Kompromissen, unzufriedenstellende Ideen abzulehnen ohne sie zu erzeugen. Am Anfang schaut es für Anfän-

ger seltsam aus, aber mit der Aneignung des gesamten Wissens über OTSM-TRIZ kommt das Verständnis über das Wie und Warum.

Der vorherige Schritt hat uns geholfen, die Problembeschreibung zu formulieren und eine detailliertere Beschreibung des Wesens des Problems zu geben. In Schritt 1.4. haben wir eine Lösungsrichtung ausgewählt, den Punkt des intellektuellen Schlags, auf den wir unsere Aufmerksamkeit bei den folgenden Schritten des Algorithmus, nicht einmal, fokussieren werden.

Von der Karateterminologie haben wir den Zielpunkt, auf den wir unsere Mühen fokussieren, ausgesucht. Nun bleibt nur übrig, den Zielpunkt mental so weit als möglich zu bewegen. Dann werden sich unsere intellektuellen Mühen als erfolgsbringender erweisen, das Problem und die Barrieren, die seine Lösung behindern, zu beseitigen.

Lassen Sie uns zum Münztelefon-Beispiel zurückgehen. Es gab ein Raubproblem mit den Telefonapparaten. Lassen Sie uns die Bedingungen, die einer Lösung auferlegt worden sind, erhöhen. Wann wird der Raub bei Münztelefonen unmöglich werden? Die Antwort ist ziemlich offensichtlich: wenn es kein Geld darin gibt, gibt es auch nichts zu stehlen. Diese allgemeine Lösungsrichtung führt uns zu einer offensichtlichen Lösung: es ist notwendig, solche Telefonapparate zu machen, in denen Geld niemals erscheinen könnte. Dementsprechend kommen wir zur Idee, dass Anrufe anderswo bezahlt werden sollten, wo die Geldsicherheit bereits garantiert wird. Daher lösen wir anstatt des Problems der Vorbeugung von Raub in öffentlichen Telefonen das Anrufbezahlungsproblem.

Lassen Sie uns das Betonrohrbeispiel betrachten.

Der unerwünschte Effekt – Lärm – ergibt sich, weil es notwendig ist, dass Beton fest wird. Es wird keinen Lärm geben, wenn wir die Verschalung nicht berühren, aber dann wird der Beton nicht fest werden. Eine der möglichen Formulierungen des neuen Problems wird sich wie folgt anhören: es darf keine Berührung der Verschalung geben, sondern der Beton muss von selbst härten. Dies führt zur Idee, eine neue Art von Beton zu kreieren. Heute existiert ein solcher Beton. Jedoch existierte zu der Zeit, als das Problem akut war, kein solcher Beton. Es war also ein wichtigeres Detail. Wie wir bereits erwähnt haben, kam das Problem in einem Betrieb auf, der keine Forschungsabteilung hatte, die fähig war einen solchen Beton zu erzeugen. Als eine Folge davon mussten sie ein Mini-Problem fokussieren: die Betonrohrherstellungstechnik darf keine bedeutenden Veränderungen durchmachen, aber der Lärm muss eliminiert oder beträchtlich reduziert werden.

Die Intensivierung des Widerspruchs ist eine der Phasen, die rein formal durchlaufen werden kann. Aber dieser Vorgang wird nicht in der Lage sein, uns zu einer Lösung zu führen, bis eine Person, die ARIZ studiert, die Mechanismen dieser Phase gemeistert hat. Je besser sein Wissen über diese ARIZ-Phase ist, desto höher ist sein professioneller Level. Um diesen Schritt angemessen zu durchlaufen, ist es notwendig, die psychologische Trägheit zu überwinden, die das Finden einer Lösung verhindert. Diejenigen, die in der Lage sind, das zu tun, erhöhen ihre Problemlösungsfähigkeiten bedeutend. Eines der klassischen TRIZ-Werkzeuge, das helfen kann diesen Schritt auf bestmögliche Art auszuführen, ist der GZK (Größe-Zeit-Kosten)-Operator. Wir werden jedoch die Schrittausführungsbeschreibung auslassen und nur die Ausführungsergebnisse anführen.

## Ursprünglicher Widerspruch:

Die Schwingungserzeuger berühren die Verschalung, um den Beton zu härten, aber das verursacht starken Lärm, der unter den vorliegenden Bedingungen als Nachteil betrachtet wird.

Weil wir das Mini-Problem zur Lösung ausgewählt haben, müssen wir den intensivierten Widerspruch so formulieren wie genau angewendet für die existierende Technologie:





## Intensivierter Widerspruch:

Die Schwingungserzeuger berühren die Verschalung mit einer solchen Kraft, dass der erzeugte Lärm sogar in einer Entfernung von Hunderten von Kilometern von der Rohrherstellungsstätte unerträglich ist. Dieser Vorgang ruft Vibrationen hervor, die nicht gedämpft werden (ihre Amplitude ist die gleiche wie in der gesamten Betonmasse) und beweist dadurch beste Verdichtungsqualität.

Es sollte angemerkt werden, dass die Intensivierung eines Widerspruchs gemäß den OTSM-TRIZ-Regeln erlaubt, die Phase 1.5. nicht nur formal zu durchlaufen, sondern tief genug in das Problem einzugehen. Wie wir sehen, um die Betonqualität zu verbessern, müssen wir eine notwendige Vibrationsamplitude der gesamten Betonmasse gewährleisten. Der unerwünschte Effekt kam nur auf, weil es notwendig ist, eine erforderliche Vibrationsamplitude der Betonpartikeln im Zentrum der Betonmasse zwischen zwei Verschalungsseiten zur gewährleisten. Wegen der Betoneigenschaften schwächen die Vibrationen schnell jedoch ab bei der Verbreitung von der Wand in Richtung Zentrum der Betonmasse.

Eine der Regeln, die in den oberen Beispielen angewendet worden sind, weist darauf hin, dass die Intensivierung des Widerspruches nicht nur auf die Intensivierung des unerwünschten Effekts (der starke Lärm wurde sogar schlimmer) beschränkt sein soll, sondern sollte auch die Intensivierung des positiven (erwünschten) Effekts voraussagen, den wir verwenden könnten (einheitliche und kontinuierliche Vibration in der gesamten Betonmischung).

Schritt 1.5. beweist einmal mehr, dass beide, die erwünschten und unerwünschten Effekte, logisch miteinander verbunden sind. In Schritt 1.5. wird es manchmal klar, dass diese Verbindung fehlt. Das bedeutet, dass wir das Problem anders definieren müssen und es wird wahrscheinlich durch eine typische Methode gelöst werden.

Also führt der Schritt 1.5. auch die Überprüfungsfunktion aus. Er prüft, ob eine Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen zwei Bewertungsparametern durch einen Kontrollparameter existiert.

Nach Ausführung des Schrittes der Intensivierung der Widersprüche weiß ein erfahrener OTSM-TRIZ-Anwender bereits grob, wo sich die Lösung „versteckt“. Nichtsdestotrotz sogar ohne spezielle Fähigkeiten in der Verwendung von TRIZ, hilft diese Phase, etwas zu bemerken, das die verlagerte Aufmerksamkeit der Spezialisten, die kürzlich an diesem Problem gearbeitet haben, besonders, dass um ein notwendiges Ergebnis zu produzieren, es genug ist, zu wissen, wie man anhaltende Vibrationen im Betonkörper hervorzurufen oder wie man Vibratiorionen des Betons selbst erzeugt unter Verwendung der Ressourcen.



Zum Beispiel, bei der Lösung dieses Problems in einer Klasse kommen einige der Studenten oft auf die Idee, Vibrationen durch die Verwendung eines Verstärkung platziert in der Betonmasse zu erzeugen.

Es ist eine der häufigsten in diesem Schritt erhaltene Teillösungen. Es gibt auch andere Lösungen, weil die psychologische Trägheit beginnt zusammenzubrechen und das Problem wird mehr und mehr sogar für Spezialisten, die schon lange damit umgehen, verständlich wird.

Es ist praktisch unmöglich, einem Anfänger alle Abstufungen der Arbeit an realen Problemen zu zeigen, indem nur ein Problem als Beispiel verwendet wird. Das wirkliche Leben wird immer reicher an Trainingsbeispielen sein. Deshalb müssen Studenten beim ernsthaften Studium von ARIZ ihr eigenes praktisches Problem lösen, das aus ihrem Berufs- oder Privatleben genommen wird.

Viele ARIZ-Schritte können als beides selbstversorgend, unabhängige Werkzeuge und in Kombination mit anderen OTSM-TRIZ-Werkzeuge verwendet werden. Jedoch liefern sie, als Teile des Algorithmus verwendet, bessere Resultate.

## Schritt 1.6. Formulierung eines Problemmodells

Schritt 1.6. fasst die getane Arbeit entsprechend mit dem ersten Teil von ARIZ zusammen. In diesem Schritt spielen wir die Rolle eines außenstehenden Beobachters und fassen alle Ergebnisse, erreicht in den einzelnen Schritten, in ein organisches Ganzes zusammen, um das neue Verständnis der Problemsituation klar zu beschreiben – das Problemmodell.

### 1.6.1. Spezifizierung der Beschreibung der Elemente des Widerspruches

Nun, basierend auf der Arbeit, die der Auswahl des Widerspruchsschemas gewidmet worden ist, und auf der intensivierten Formulierung des ausgewählten Widerspruchs, können wir die Widerspruchselemente wieder festlegen und sie mit den, in Schritt 1.2. identifizierten, vergleichen:

Werkzeug:

Ein Hochleistungsschwingungserzeuger, der eine Verschalung mit viel Kraft berührt (Verschalung + Schwingungserzeuger). Es berührt die Verschalung mit so viel Kraft, dass anhaltende Vibrationen in der gesamten Betonmasse hervorgerufen werden.



Produkt:

Eine Mischung von Beton und Luft (enthalten im Beton)

Das Produkt blieb unverändert, aber der Status des Werkzeugs wurde bedeutend korrigiert.

### 1.6.2. Formulierung des intensivierten Widerspruchs

Der Hochleistungsschwingungserzeuger berührt die Verschalung mit einer solchen Kraft, dass die Amplitude der „Regung“ (Bewegung, Schwankung, Vibration) der Betonmischung virtuell nicht gedämpft wird und in der gesamten Betonmasse gleich bleibt. Aber der erzeugte Lärm wird unerträglich.



Wenn der Schritt 1.5. sorgfältig ausgeführt worden ist, kann es scheinen, dass seine Formulierung nur kopiert wird. Jedoch ist es nicht wert, das zu tun. Es wäre besser, einen weiteren Gedanken daran zu verwenden, wie der Widerspruch noch weiter intensiviert werden kann und wie man die Schlussfolgerungen fokussiert, die von dem intensivierten Widerspruch abgeleitet werden können. Im momentanen Fall bei der Intensivierung des Widerspruches haben wir die besten Betonverdichtungsbedingungen entdeckt: eine gleich starke Vibrationsamplitude der Betonmasse über die gesamte Distanz zwischen den Verschalungswänden. Nun können wir die gewünschte Ergebnisbeschreibung korrigieren.

### 1.6.3. Umformulierung des gewünschten Ergebnisses

Es ist notwendig, ein unbekanntes Element einzuführen oder notwendige Veränderungen zu machen, von dem in weiterer Folge als ein X-Element gesprochen wird, das, auf der einen Seite, die notwendige Kraft bereitstellen wird und die Amplitude der Regung (Bewegung, Schwankung, Vibration) in der Betonmasse und, auf der anderen Seite, wird es eine absolut geräuschlose Arbeitsweise der Schwingungserzeuger gewährleisten.

Beachten Sie, dass ein X-Element nicht notwendigerweise ein physikalisches Objekt ist; es kann genauso gut eine strukturelle Veränderung der bereits verfügbaren Elemente eines anfänglichen Systems sein. Das ist nur worauf wir abzielen: minimale Veränderungen einzuführen, aber einen negativen Effekt zu eliminieren, was einen positiven Effekt bewahrt und fördert.

Folglich haben wir all die getane Arbeit entsprechend dem ersten Teil von ARIZ analysiert und zusammengefasst. In diesem Teil haben wir eine klare Formulierung des Problemmodells erhalten, das wir für die Analyse der im System verfügbaren Ressourcen bis zum Anfang des dritten Teils des Algorithmus verwenden werden. Zudem, wie wir bereits erwähnt haben, we-

gen der Intensivierung des Widerspruches ruft diese Formulierung unsere Aufmerksamkeit auf Ratschläge betreffend Problemlösung hervor.

Bevor schließlich der Schritt 1.6. vervollständigt wird, lassen Sie uns die OTSM-Regel verwenden und getrennt die Beschreibung des positiven Phänomens aufzuschreiben, das bewahrt und gefördert wird, indem auch eine klare Beschreibung des negativen Phänomens, das zu beseitigen ist, angeführt wird.



Den positiven Effekt wollen wir durch die Lösung des Problems sowohl erhalten als auch bewahren:

Erhaltung einer erforderlichen Kraft und Amplitude der Vibration (Bewegung) in der Betonmasse.

Der unerwünschter Effekt ist zu beseitigen:

Lärm, auftretend bei der Betonverdichtung. Eine geräuschlose Betonverdichtung möglich zu machen.

Wie gesehen, wurde die Problembeschreibung beträchtlich vereinfacht. Nun hat sie weniger Details, das Wesen des Problems wurde bewahrt. Wir brauchen nicht über verschiedene Lösungen nachzudenken, die mit diesem Modell nicht funktionieren. Nichtsdestotrotz können solche Ideen vorkommen. Sie sollten, wie alle anderen Ideen, separat vom Text der Algorithmus-Schritte aufgenommen werden, die ausgeführt werden, so um die Effektivität der OTSM-TRIZ-basierender Arbeit an diesen Ideen in der fälligen Zeit zu erhöhen und nicht um im gesamten Text der ARIZ-basierenden Problemanalyse nach ihnen zu suchen.

## Schritt 1.7. Suchen nach einer Standardlösung

Bei einer aufmerksameren Betrachtung der Problemmodellbeschreibung kann man bemerken, dass obwohl das Systemelement „Schwingungserzeuger“ in der Problemmodellbeschreibung bewahrt wurde, es aber bedeutungslos erschien nur die auszuführende Funktion zu hinterlassen: ausreichend starke Vibrationen einer spezifischen Amplitude in der Betonmasse hervorzurufen.

Deshalb ist es oft sinnvoll mit einem Stoff-Feld-Modell anzufangen, wo wir nur einen Stoff haben und eine entsprechende Standardlösung oder eine Gruppe von solchen Lösungen auszuwählen.

Hier ist eine der Standardlösungen, zu der durch die Systeme der Standards geraten wurde „die folgende: Hinzufügen eines Stoffes (einer Substanz) oder eines Feldes, Organisation der Wechselwirkung der zwei Stoffe und des Felds auf eine solche Art, dass der unerwünschte Effekt verschwindet, während der positive Effekt bleibt oder sogar sich verbessert.“

In der vorliegenden Analysephase erscheinen diese Ratschläge sehr vage. Jedoch wird uns der nachfolgende Verlauf der Analyse erlauben, besser zu verstehen, welcher Stoff und welches Feld in das System eingeführt werden sollte, um es lösen zu können.

Die existierende Version des Systems der erforderlichen Standards vorgeschlagen von G.S. Altshuller erlaubt, das Problem bereits in diesem Schritt zu lösen. Aber das Ziel dieser Unterlagen ist nicht, zu zeigen, wie das System der erforderlichen Standards arbeitet, sondern die Arbeit der ARIZ-Schritte zu beschreiben, wenn uns die standardisierten erforderlichen Lösungen nicht zu einer zufriedenstellenden Lösung führen.

Deshalb lassen wir die detaillierte Beschreibung dieses Schritts und den Übergang zu Altshullers System der erforderlichen Standards weg.

## 3.2.2 Teil 2: Analyse eines Problemmodells

Der zweite Teil des Algorithmus wurde entworfen, um eine vorläufige Analyse der verfügbaren Ressourcen für die Lösung des Widerspruches, beschrieben im Problemmodell, zu ermöglichen,. In diesem Teil analysieren wir Raum und Zeit, stoffliche und feldförmige Ressourcen, die in der anfänglichen Problemsituation verfügbar sind.

Wenn das betrachtete Problem keinen technischen Charakter hat, wird es notwendig sein, andere Arten von Ressourcen, spezifisch für Systeme, die eine Verbesserung brauchen oder die im Rahmen der Problemlösung erzeugt werden müssen, zu analysieren.

All das ist die Vorbereitung für den Höhepunkt des Lösungsprozesses, der im dritten und vierten Teil des Algorithmus passiert.

Im zweiten Teil von ARIZ beginnt die Anzahl der aufkommenden Idee für gewöhnlich zu wachsen. Diese Ideen erscheinen oft lächerlich, unrealistisch oder haben nur ernsthafte Nachteile. Der typische Fehler der Problemlöser hier ist, diese Ideen abzulehnen, ohne sie ausreichend analysiert zu haben, während der Grund für die Ablehnung und Unterschätzung in der psychologischen Trägheit liegt.

Alle, sogar die unrealistischsten und lächerlichsten, Ideen sollten in einem separaten Protokoll, einer Ideenbank, registriert werden. Das ist die allgemeine Regel der OTSM-TRIZ-Analyse der Problemsituationen, ungeachtet dessen, ob ein klassisches TRIZ- oder OTSM-Werkzeug bei der Arbeit an einem Problem verwendet wird.

### Schritt 2.1. Analyse des operativen Ortes

Das Ziel dieses Schrittes ist, unsere Hirnarbeit, gemäß bestimmter Regeln, nur auf die Analyse des Ortes (bzw. Raums), wo ein Widerstand aufkommt, zu fokussieren und eine Möglichkeit zur Lösung des Widerspruchs im Raum zu prüfen.

Der operative Ort ist ein Teil des Raums, wo das Problem aufkommt. Er kann als die Region identifiziert werden, wo das Werkzeug und das Produkt, identifiziert in Schritt 1.2., eine unerwünschte oder unzufriedenstellende Wechselwirkung haben.

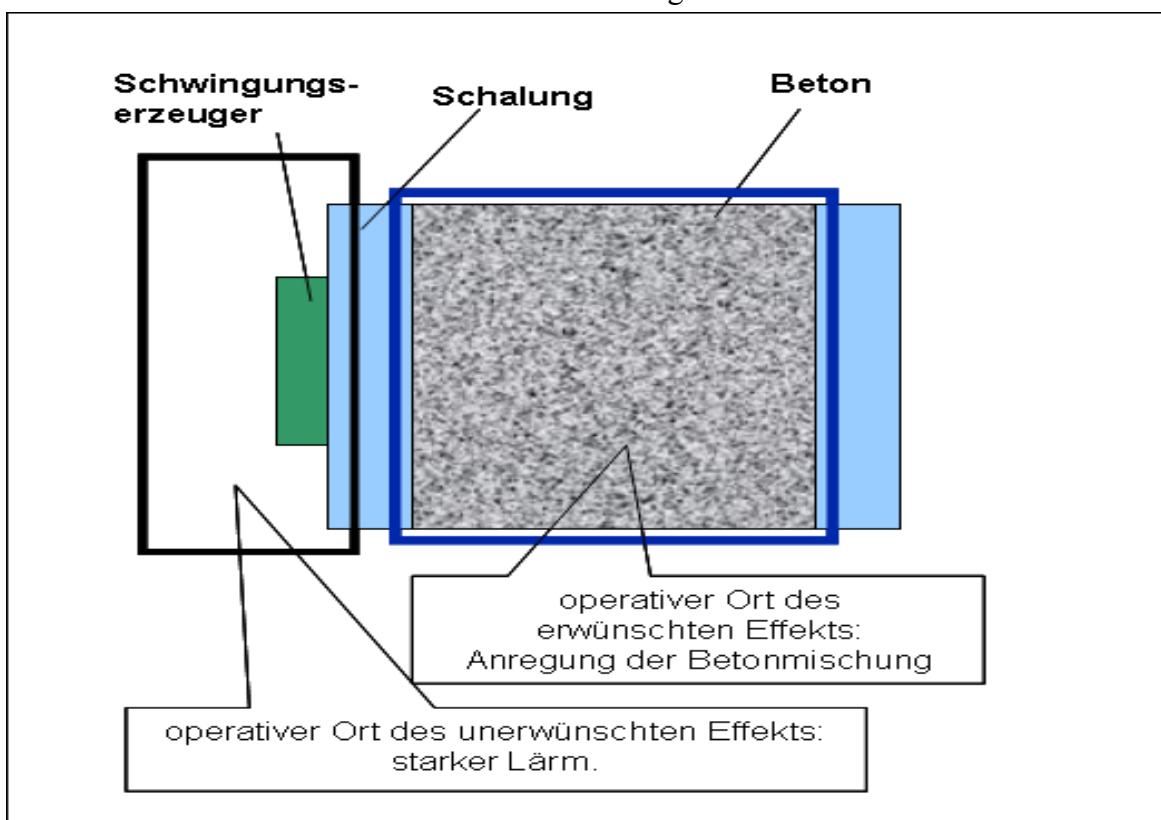


Abb 4: Operative Orte, wo erwünschte und unerwünschte Effekte vorkommen.



Diese Abbildung zeigt, dass die Anregung des Betons und die Lärmerzeugung in verschiedenen Regionen des Raums auftreten.

Die Analyse der Abbildung der operative Orte zeigt, dass der Ort wo der gewünschte Effekt (Anregung der Vibration des Betons) vorkommen muss, und der Ort, wo der unerwünschte Effekt (Luftvibration) vorkommen soll, sich im Raum nicht überlappen.

Das führt zur Behauptung, dass das Problem durch eine Trennung im Raum gelöst werden kann. Diese ist eine derallgemeinen Lösungen für einen Widerspruch , welcher in der klassischen TRIZ verwendet wird. Folglich ist es notwendig, sich zu überlegen, was getan werden kann, um Vibrationen nur im inneren Teil der Verschalung hervorzurufen oder sogar nur im Beton, sodass es keine Vibration in allen externen Teil der Verschalung oder in der Verschalung als Ganzes auftritt. Diese Lösung wird für gewöhnlich von TRIZ-Anfängern abgelehnt und vergessen, was jedoch ein großer Fehler ist. Diese Idee sollte in eine Ideenbank gelegt werden, die verwendet werden soll, um allmählich die Anforderungen der Zukunftslösung zu bilden.

Das ist eine Art weiteres Stichwort, welches in Betracht gezogen und gemeinsam mit anderen Lösungsideen und verfügbaren Ressourcen analysiert werden muss.

Beachten Sie auch, dass wir bei der Beschreibung der gewünschten und unerwünschten Effekte einen Ausdruck verwenden und eine kurze Erklärung dazu geben. Die Sache ist, dass gemäß der klassischen TRIZ die Fachterminologie, verwendet im Lösungsprozess, durch einfache, manchmal sogar stark vereinfachte Ausdrücke, die nur die Funktionalität, die im vorliegenden Fall wichtig ist, ersetzt werden. Das ist der Grund, wieso wir den Ausdruck „Vibration“ durch den Ausdruck „Anregung“ ersetzt haben mit Blick auf den gewünschten Effekt. Aus irgendwelchen Gründen wird der Ausdruck „Lärm“ durch den Ausdruck „Luftvibrationen“ ersetzt.

Eine allgemeinsame Analyse der Ersetzung von Ausdrücken und des operativen Ortes erlaubt uns, eine vorläufige Lösungsbeschreibung zu liefern, die anschließend spezifiziert und mit Details ausgestattet werden wird. Wir werden diesen Prototypen der Lösung hier und jetzt beschreiben. Aber wir würden gerne unsere Leser daran erinnern, dass alle Ideen und Ideenkominationen, die im Arbeitsprozess an dem Problem erhalten wurden, für ihre weitere Analyse unter der Verwendung von OTSM-TRIZ-Regeln und Werkzeuge registriert werden sollten.

Daher lassen Sie uns als Zusammenfassung von Schritt 2.1. eine Ergebnisanalyse durchführen. Das Problem kann durch das Bereitstellen von Betonanregung nur in der Verschalung gelöst werden, sodass der äußere Teil der Verschalung nicht vibriert und keine Luftvibrationen hervorruft. Dann wird absolut kein Lärm durch die Betonanregung und Verdichtung entstehen.

Diese allgemeine Beschreibung mag zu verschwommen scheinen, Konkretes vermissen lassen und unrealistisch sein. Nichtsdestotrotz lassen Sie uns unsere Analyse fortführen.

Diejenigen, die erfahrener in TRIZ sind, mögen in dieser Beschreibung den Hinweis auf mindestens zwei Suchrichtungen für interessante Lösungen bemerken. Da die psychologische Trägheit oft den Geist des Lesers paralysiert, lassen Sie uns weitermachen. Wenn Sie bei ein paar mehr oder weniger realisierbaren Ideen angekommen sind, sollten Sie noch immer mit der ARIZ-basierenden Analyse fortfahren bis Sie den vierten Teil erreicht haben. Das wird Ihnen helfen die gewonnenen Ideen zu „polieren“ und sie bedeutend zu verbessern. In manchen Fällen können wir sogar zu absolut unterschiedlichen Ideen kommen, die aus der oben beschriebenen generalisierten, verschwommenen konzeptionellen Lösung herauswachsen oder aus anderen Idee, erhalten im Laufe der weiteren Analyse.

Die Wahrheit ist, dass das Zusammenfassen (die Reflexion) nach jedem einzelnen Schritt gemacht werden sollte und die Ideen, die bei der Reflexion aufkommen, sollten in der Ideenbank für weitere Analysen registriert werden. Wir jedoch tun das hier nicht, um den Text nicht mit überflüssigen Kommentaren und Erklärungen zu überladen. Wir versuchen den Prozess der Analyse einer Problemsituation und der künstlichen Herstellung einer Lösung in einer allgemeinen Form zu zeigen.

## Schritt 2.2. Analyse der operativen Zeit

Der Zweck dieses Schrittes ist es, unter der Verwendung bestimmter Regeln, unsere Hirnarbeit nur auf die Analyse der Zeitintervalle zu fokussieren, während derer ein Widerspruch entsteht, und zu überprüfen, ob der Widerspruch zeitlich gelöst werden kann.

Am Ende müssen wir, wie im Fall der Analyse des Ortes, die Zeitintervalle separat analysieren, während derer die erstrebenswerte und nicht-erstrebenswerte Phänomene starten und enden.

Tatsächlich wird die operative Zeit als das Intervall zwischen dem Werkzeug und dem Produkt, identifiziert in Schritt 1.2., definiert, in welcher eine unerwünschte und nicht-zufriedenstellende Wechselwirkung besteht.

In unserem speziellen Fall geschehen beide Effekte, der unerwünschte und der erwünschte, im Moment des Startens des Schwingungserzeugers und dauern bis zu dem Moment ihrer Entladung an.

Daher sind die Zeitintervalle, in denen der gewünschte Effekt (Anregung der Betonmischung) und der nicht-erstrebenswerte Effekt (starke Luftvibrationen) auftreten, identisch.

Es ist unwahrscheinlich, dass wir es schaffen werden, den Widerspruch durch die Zeitressource zu lösen, obwohl es in manchen Fällen möglich sein wird, die Geschwindigkeit des Betonregelungsprozesses zu verändern und dabei die Geräuschentwicklung zu beseitigen. Zum Beispiel, wenn die Geschwindigkeit des Vorkommnisses des Verschalungsdrucks auf den Beton und die Geschwindigkeit der Eliminierung dieses Drucks niedrig genug sind, dann werden die Verschalungsvibrationen nicht solch einen starken Lärm hervorrufen.

Die Geschwindigkeiten dieses Prozesses zu verändern ist eine der Methoden dieses Problem rechtzeitig zu lösen. Um die Trennung in der Zeit angemessen zu verstehen, wird vorgeschlagen sich mit dem Multidimensionalen Denken (System Operator) vertraut zu machen.

### Kommentare zum Multidimensionalen Denken (System Operator)

#### Lehrhilfe für ARIZ und TRIZ

Diejenigen Leser, die vertraut mit dem Multidimensionalen Denken (System Operator) der klassischen TRIZ sind, können bemerken, dass wir bei der Ausführung der Schritte 2.1. und 2.2. wir eine Situation analysieren entlang zweier der drei Achsen des Multidimensionalen Denkschemas : der Zeitachse und der Hierarchieachse.



Der TRIZ-Autor, G.S. Altshuller, betrachtete ARIZ als eine detaillierte Analyse einer Problemsituation entsprechend dem Systemoperator dargestellt in der Form eines linearen Prozesses. Durch seine Natur beschreibt der Systemoperator nicht-lineares Denken. Wie wir bereits erwähnt haben, ist die Hauptfunktion von ARIZ die Lösung eines spezifischen, nicht-standardisierten Problems. Aber der Hauptproduktionsprozess, an dem ARIZ teilnimmt, entwickelt sich in einen Problemlöser der Fähigkeiten des kreativen Denkens gebaut auf dem Multidimensionalen Denken .r.

Der Ausdruck „System Operator“ kam im Umfeld der TRIZ-Spezialisten als ein Synonym für den vollen Namen auf, der von G.S. Altshuller vorgeschlagen worden war, - „Multi Screen-Diagramm des kraftvollen Denkens“ - Multidimensionalen Denken. G.S. Altshuller betrachtete den TRIZ-Trainingsprozess als einen Entwicklungsprozess der kraftvollen Denkfähigkeiten, entdeckt mit Hilfe des Multi-Screen-Diagramms. ARIZ ist eines der wichtigsten Werkzeuge der klassischen TRIZ, verwendet für die Bildung solcher Fähigkeiten. Ein Student sammelt, mit der Anhäufung von Erfahrung in der Anwendung von ARIZ auf verschiedene Trainingsprobleme und Probleme aus dem echten Leben, einen Komplex dieser Fähigkeiten an.

Lassen Sie uns zurückschauen und die ausgeführte Arbeit vom Standpunkt der Anwendung des Multidimensionalen Denkens (System Operators) aus bewerten. Während unserer Arbeit entsprechend dem ersten Teil haben wir anfänglich das allgemeine Bild der Problemsituation im ersten Schritt beobachtet. Es war eine allgemeine Umfrage von einigen Fragmenten der Problemsituation entsprechend dem System Operator. Wir haben die Systembezeichnung (inklusive

Vibrationen im Beton, um die Luflöcher zu beseitigen und die Betondichte zu erhöhen) und seine Komponenten (Subsysteme) betrachtet. Wir haben auch das Supersystem identifiziert und den Hauptproduktionsprozess (Rohrherstellung), die in der anfänglichen Beschreibung des Problems gezeigt worden sind.

Wir haben auch kurz die Problemsituation entlang der Zeitachse betrachtet (erster Beton wurde in eine leere Verschalung gegossen, dann die Schwingungserzeuger gestartet und der Beton wurde fest).

Die Achse des Antisystems wurde detaillierter dargestellt in der Form von zwei Problemlösungsversionen, von denen keine zufriedenstellend ist (TW-1 und TW-2). Das System der Widersprüche zeigt uns die Beziehungen zwischen dem System und dem Antisystem.

Wir haben auch entschieden, wie das Supersystem in Zukunft ausschauen soll von unserem Standpunkt aus (der Endteil von Schritt 1.1.).

Dann zoomten wir auf nur zwei Systemkomponenten heran: das Produkt und das Werkzeug. In Schritt 1.3. haben wir die Aufmerksamkeit erneut auf die Wechselwirkung zwischen dem System und dem Antisystem geschwenkt. Aber dieses Mal haben wir die Widersprüche in einer grafischen Form dargestellt.

In Schritt 1.4. zoomten wir weg, dabei die Zone des System Operators ausgeweitet, und wählten den Widerspruch, der auf dem Level des ausgesuchten Systems auftritt und eine bestmögliche Ausführungsqualität einer ausreichend höheren Funktion (Hauptproduktionsprozess) bereitstellt. In Schritt 1.5. fokussierten wir wieder den ausgewählten Widerspruch und intensivierten ihn geistig.

Diese vierte Achse – die Achse der geistigen Transformationen – fehlt beim klassischen System Operator. G.S. Altshuller wollte diese Achse in den System Operator in den 70ern vor der Publikation des Buches „Creativity as an Exact Science“ einführen. Er sagte, dass er die Achse der geistigen Veränderungen deshalb abgelehnt hatte, weil er es nicht geschafft hatte, ein einfaches und verständliches Bild für einen 4D-System Operator zu finden. Es sollte angemerkt werden, dass das grafische Schema des Operators in dem Manuskript seines Buches in 3D war, aber es wurde durch einen Fehler bei der Publikation durch ein 2D-Schema ersetzt. Das 2D-Schema hat nur 9 Fenster wohingegen die Originalzeichnung von G.S. Altshuller in dem Manuskript 18 Fenster beinhaltete. Die Achse des Antisystems wird im Text des Buches erwähnt, aber fehlt in der Zeichnung. Während der OTSM-Entwicklung tauchte ein fortgeschrittener System Operator, der diese Achse – die Achse der geistigen Experimente – sowie ein paar andere Achsen beinhaltet, die von G.S. Altshuller als gleichermaßen wichtig betrachtet wurden, auf.

In Schritt 1.6. zoomten wir weg, dabei das Feld unserer geistigen Betrachtungen der Situation ausweitend, und beschrieben das Problemsituationsmodell.

Im zweiten Teil fokussieren wir die verschiedenen Ressourcen, die im System, seinen Subsystemen und dem Supersystem verfügbar sind (wegzoomen). Das ist, was wir bei der Ausführung von Schritt 2.3. tun werden.

## Schritt 2.3. Analysieren der Stoff-Feld-Ressourcen

Das Ziel dieses Schrittes ist, die Arbeit unseres Gehirns nur auf die Analyse der Stoffe und Felder (materiellen Objekten) zu fokussieren, die beide im Rahmen des Problemmodells und im Rahmen der gesamten Problemsituation verfügbar sind. Wenn ein Problem mit einem nicht-technischen System verwandt ist, sind Ressourcen der zu analysierende Gegenstand, auf denen die vorliegende Art von System errichtet ist: finanzielle Ressourcen für Geschäftssysteme; Psychologie für ein Individuum, Sozialpsychologie fürs Management und erzieherische Systeme, etc.

Wir möchten Sie daran erinnern, dass Schritt 2.3. nur eine vorläufige Analyse der materiellen Substanzen der anfänglichen Situation behandelt. Ihre detailliertere, komplexe Analyse wird

im Rahmen der Grenzen der operativen Zone innerhalb der operativen Zeitintervalle im dritten Teil des Algorithmus durchgeführt werden.

### 2.3.1. Interne Systemressourcen

**Die Stoff-Feld-Ressourcen des Werkzeuges:** Metallgehäuse des Schwingungserzeugers, elektrischer Motor, elektrische Energie, exzentrisches Schwungrad, akustische Wellen erzeugt durch den Schwingungserzeuger und die Verschalung, Leitungen.



**Die Su-Feld-Ressourcen des Produkts:** Zement, Wasser, Kies, mechanische Wellen auftretend in der Betonmasse.

Interne Systemressourcen sind Ressourcen, in der operativen Zone (Ort) gelegen, spezifiziert in Schritt 2.1., innerhalb der operativen Zeit, spezifiziert in Schritt 2.2.

### 2.3.2. Externe Systemressourcen (Außerhalb des Systems)

Die Stoff-Feld-Ressourcen der Umwelt, die charakteristisch für dieses Problem sind:

Die Eigenheit dieses Prozesses gegenüber dem allgemeinen Prozess, der dieses Betonmischprinzip anwendet, besteht darin, dass die Verschalung in einer zylindrischen Ausnehmung positioniert ist, die in den Boden gemacht wurde. Aber eine geräuschisolierende Platte über dieser Ausnehmung anzubringen ist nicht erstrebenswert.



Die Stoff-Feld-Ressourcen der Umwelt, die alle Probleme gemein haben: Gravitation, die eine Betonverdichtung mittels Vibrationen erlaubt.



### 2.3.3. Ressourcen in einem Supersystem

Der Abfall (Müll) eines externen Systems (wenn ein solches System im Rahmen eines Problems zugänglich ist) – billige Ressource.

Wirklich, verschiedene Betriebe einer Region produzieren verschiedene Arten von Abfall. In unserem speziellen Fall wissen wir bis jetzt nicht, welche Charakteristiken der Abfall, den wir brauchen, besitzen sollte. Es wird möglich sein, Antworten auf diese Fragen bei der Zusammenfassung der Ergebnisse des dritten und vierten Teils von ARIZ (Reflexion) zu erhalten. Die Sache ist, dass am Ende des dritten Teils und, noch mehr, nach dem vierten Teil das Bild einer Zukunftslösung im Allgemeinen klarer wird und wir können wieder eine Möglichkeit der Verwendung dieser Art von Ressourcen betrachten.

„Billige“ Ressourcen sind: externe Elemente deren Preis beinahe vernachlässigt werden, so wie Wasser und Luft.

### Zusammenfassung des zweiten Teils:

Die Analyse der Stoff-Feld-Ressourcen des Systems (Werkzeug-Produkt) bringt einen zum Nachdenken über die Methode der Erzeugung der mechanischen Wellen in der gesamten Betonmasse ohne die Erzeugung akustischer Wellen in der Umwelt. Solch eine räumliche Trennung wäre bestimmt hilfreich bei der Lösung des Problems.

Die Analyse der internen und externen Ressourcen des Systems liefert keine klare Antwort. Sie weisst jedoch auf die Ressourcen hin, die zur Lösung des Problems verwendet werden könnten, nachdem die zur Ausführung der nützlichen Funktion notwendigen Charakteristiken klar definiert worden sind. Mit der Ansammlung von Erfahrung in der Anwendung von ARIZ und der Befreiung der Gedanken beginnen verschiedene Ideen zur Verwendung verschiedener Arten von Ressourcen aufzukommen. Wie erwähnt wirken diese Ideen manchmal lächerlich und unrealistisch. Nichtsdestotrotz sollten sie in der Ideenbank aufbewahrt werden für folgende Analysen in Entsprechung mit OTSM-TRIZ, um sie künstlich in ein einzelnes funktionsfähiges Ideensystem einzubauen.

In Schritt 1.7. erhielten wir ein Stichwort vom System der so genannten Standardlösungen (erfinderische Standards), dass zusätzlich zur Betonmischung eine zweite Substanz (Stoff) und ein Feld in der operativen Zone erscheinen sollte. Wir haben bis jetzt eine sehr schwache Idee davon. Es ist nur klar, dass sie eine Betonregung gewährleisten müssen im Rahmen einer gesamten Masse mit einer notwendigen anhaltenden Amplitude ohne die Erzeugung starker Luftvibrationen über die Verschalung hinaus.

Leser, die erfahrener in TRIZ und ARIZ sind, könnten wahrscheinlich hinzufügen, dass all das eine minimale Veränderung im System verursachen muss, das bedeutet, dass die im Betrieb verfügbaren Ressourcen des anfänglichen Systems – die Schwingungserzeuger - verwenden müssen.

Wenn wir ein neues System entwickeln und unser System zuerst nur in unserem Geist existiert, haben wir viel mehr Möglichkeiten Ressourcen auszuwählen als wenn wir ein bereits existierendes System behandeln. Der zweite Fall ist allgemein typisch für Produktionsbetriebe, wo gewisse Einrichtungen bereits verwendet worden ist, aber dieses Equipment stellt nicht alle Voraussetzungen, gebildet durch den technologischen Prozess, zufrieden.

TRIZ-Anfänger sind oft bei der Analyse bereits existierender Systeme und ihrer Komponenten mit Schwierigkeiten konfrontiert. Diese Schwierigkeiten sind wegen der psychologischen Trägheit in jedem von uns inhärent. Wir wünschen uns eine fertige Lösung für ein Nicht-Standard-Problem zu finden, so wie es im Fall von Standardproblemen ist. Wenn es ein Standardproblem entsprechend einer typischen Problembeschreibung gibt, dann müssen wir, um dieses Problem zu lösen, eine entsprechende Standardlösung verwenden.

Wenn wir es aber mit einem Nicht-Standard-Problem umgehen, ist dieser Ansatz erforderlich und viel Mühe wird gefordert, um mit unserer eigenen psychologischen Trägheit fertig zu werden, um die Denkstereotypen zu zerstören, die unseren Denkprozess und die kreativen Lösungen beeinflussen. Wir sollten bereit sein, die existierenden Systeme in unabhängige Komponenten aufzuspalten, diese Komponenten als absolut unabhängige Ressourcen zu betrachten und versuchen zu verstehen, wie die eine oder andere Komponente uns helfen kann unser Problem zu lösen...

Es ist notwendig, einen weiteren sehr wichtigen Moment für die Problemlöser, besonders für Manager, zu erwähnen. Die Sache ist die, dass wir unter der Verwendung von OTSM-TRIZ-Werkzeuge bei unserer Arbeit, Schritt für Schritt, unsere psychologische Trägheit überwinden. Als Folge ist eine erhaltene kreative Lösung so unterschiedlich von den bekannten Standardlösungen, dass sie für gewöhnlich sofort von den Leuten, die nicht am Lösungsprozess beteiligt waren und folglich unfähig sind, die erhaltene Lösung sofort akzeptiert, abgelehnt wird; die anderen (Manager?) sind oft nicht einmal bereit solch eine außergewöhnliche Lösung zu diskutieren, diese Situation kommt üblicherweise vor, wenn erhaltene Ideen vorzeitig den Managern präsentiert werden. Manager lehnen unübliche Ideen generell ab, wenn sie von den Problemlösern nicht vorbereitet werden, weil sie noch von der psychologischen Trägheit beeinflusst werden anders als die Problemlöser, die es geschafft haben, diese im Laufe der Arbeit an dem Problem zu überwinden.

Im Jahr 2000 haben wir für ein bekanntes europäisches Unternehmen gearbeitet und versucht, zusammen mit den Spezialisten dieses Unternehmens, einige Probleme zu lösen. Die erhaltene Lösung war ungewöhnlich: das Problem konnte gelöst werden durch den Ersatz eines monolithischen Metallstücks durch eine Metallbürste. Es war etwas noch nie da Gewesenes in dieser Industrie. Als die Lösung zur Freigabe an den Manager geschickt wurde, warf Letzterer die Blätter Papier, wo die Ideen beschrieben waren, einfach in den Abfalleimer ohne den Spezialisten zwei oder drei Tage mehr zu geben, um die Ideen auf einem Computer zu modellieren.

Das Unternehmen lud OTSM-TRIZ-Spezialisten ein, weil das Problem kompliziert war. Wir haben alle zusammen daran gearbeitet unter Verwendung der OTSM-TRIZ-Werkzeuge. Schritt für Schritt produzierten wir neue Ideen, indem wir die psychologische Trägheit überwunden

und neue, kreative Ideen erzeugt haben, indem wir versuchten, sie in ein Lösungssystem zu integrieren, und eine Lösung zu bilden, die von dem Unternehmen akzeptiert werden würde. Viel Geld und die Arbeitszeit der Spezialisten wurden verbraucht. Es schien, dass weitere zwei oder drei Arbeitstage eines Spezialisten, um die Lösung zu simulieren und zu testen, kein Problem waren und es die Mühe wert war. Die Entwickler gingen zum Manager, um eine scheinbar einfache Frage, über die Zuteilung der Zeit einer Person für die Ausführung einer Computermodellierung der erhaltenen Lösung, zu klären, aber rannten gegen eine willkürliche, nicht stichhaltige, emotionale Entscheidung, die Arbeit völlig zu beenden...

Wir alle waren sehr enttäuscht.

Es ist kein außergewöhnliches Beispiel. Es gab auch Situationen in unserer Praxis, wo Lösungen, die von Managern abgelehnt wurden, nach einiger Zeit von Konkurrenten gefunden und eingeführt wurden.

Das ist der Preis, den man zahlen muss, für die vorzeitige Präsentation der erhaltenen erfinderischen Nicht-Standard-Lösungen vor dem Management.

Manager sind normalerweise sehr beschäftigt und überlastet. Permanente Arbeit unter Stress, fehlende Zeit und die Notwendigkeit, komplizierte Prozesse zu koordinieren, hält sie manchmal davon ab, wohlgrundete Entscheidungen zu treffen. Bevor man neue Nicht-Standard Ideen zu ihrer Betrachtung vorlegt, ist es notwendig, zweimal zu denken, wie man ihnen helfen kann, die psychologische Trägheit binnen einiger Minuten zu überwinden (Spezialisten selbst verbringen üblicherweise einige Wochen oder Monate damit, das zu tun).

Unglücklicherweise sind sich Manager der Ineffektivität und Irrationalität mancher ihrer Entscheidungen selbst gar nicht bewusst. In diesem Zusammenhang wäre es interessant, an die Forschungsergebnisse im IBM-Bericht zu erinnern, der den Innovationen in den Unternehmen weltweit gewidmet war. Der Bericht besagt, dass 85% der Manager denken, sie sind in der Lage, die richtigen Entscheidungen zu treffen. Zur gleichen Zeit bewiesen die Ergebnisse einer anderen Forschung, dass 65% der von Managern getroffenen Entscheidungen gestoppt werden oder eine aufgrund ihrer Ineffizienz bedeutende Korrekturen erfordern ...

Altshullers Studien der zahlreichen Situationen verwandt mit der Einführung neuer Idee zeigten, dass je höher das Neuheitslevel der Idee war, desto stärker ist der Widerstand auf ihrem Weg zur Umsetzung auf den diese Idee stößt ...

Der Absatz, der die Beziehung zwischen den Managern und Problemlösern beschreibt, scheint in keiner Weise mit dem Problem verwandt zu sein unter Betrachtung von TRIZ. Tatsache aber ist, dass die Werkzeuge, die im Rahmen der klassischen TRIZ und OTSM-Entwicklung gebildet wurden, oft erlauben, nicht-standardisierte technische Lösungen, die ein hohes Innovationspotential enthalten, zu finden. Unternehmen lehnen solche Lösungen oft aufgrund dessen ab, dass keiner es auf diese Art gemacht hat und daher Patentpriorität verliert, die wiederum zu entgangenen Gewinn führt. Später besinnen sie sich, kommen zu TRIZ-Experten, drücken ihr Bedauern aus und bitten um Hilfe, das Patent des Konkurrenten zu umgehen.

Unglücklicherweise sind solche Situationen in unserer Praxis nicht selten. Ideen werden oft nicht nur von Managern abgelehnt, sondern sogar von Arbeitsgruppenmitgliedern. Die Kombination der psychologischen Trägheit mit einem bestimmten Persönlichkeitsmerkmal eines bestimmten Mannes, wenn Leute Teillösungen nicht akzeptieren wollen, weil diese leer und unnotwendig erscheinen, stoppt manchmal jede Arbeit, die nicht zu den bekannten Standardlösungen führt.

Komplizierte Nicht-Standard Probleme können nicht gelöst werden, indem Standardlösungen, die den Fachleuten bekannt sind, angewendet werden. Das ist der Grund, wieso sie schwierig zu lösen sind. Das Lösen solcher Probleme erfordert, über die Grenzen des traditionellen Denkens hinauszutreten. Die Grundprinzipien zu verletzen erscheint solchen Leuten unzulässig und sie geben ihr Bestes, die Arbeit der Arbeitsgruppe, die OTSM-TRIZ zur Lösung des Problems verwendet, zu blockieren und versuchen die Arbeit zurück zu vertrauten Lösungen zu bringen,

die im vorliegenden Fall nicht funktionieren. Das verursacht einen beträchtlichen Schaden in den Interessen des Unternehmens.

Vorausschauend müssen wir sagen, dass die Lösung für das beschriebene Problem zuerst auch auf starken Widerstand traf. Trotzdem bekam der Problemlöser eine Chance, die Realisierbarkeit der erhaltenen Ideen zu beweisen.

Das Umgekehrte ist auch möglich. Eine erhaltene Lösung ist so simpel und leicht zu implementieren, dass Manager denken, dass es ziemlich offensichtlich war und man keine TRIZ-Experten einladen muss. Zur gleichen Zeit vergessen sie oft, dass die Intellektuellen des Unternehmens seit Monaten und Jahren mit dem Problem gekämpft haben ohne eine zufriedenstellende Lösungsversion zu finden. Nichtsdestotrotz halfen die OTSM-TRIZ-Werkzeuge den Spezialisten die Denkträgeit zu überwinden und eine ziemlich unerwartete Lösungsrichtung auszuwählen, wo eine simple und scheinbar simple Lösung gefunden wurde. Das oben beschriebene beweist, dass die klassischen TRIZ und OTSM-Werkzeuge hilfreich beim effektiven Überwinden psychologischer Denkträgeit sind. Daher sollte man verstehen, dass die ersten Versuche eine erhaltene Lösung zu präsentieren gegen psychologische Trägheit rennen wird und Staunen der Kollegen oder Ablehnung verursachen.

Die psychologische Trägheit von beiden, Spezialisten und Managern, verursacht oft einen riesigen Schaden für ihre eigenen Interessen sowie für die Interessen ihrer Unternehmen.

Wir haben ein sehr ernstes Problem, welches oft in Innovationsprojekten auftritt, angesprochen. Es stellt sich heraus, dass es nicht genug ist, effektive Werkzeuge zur Erzeugung von Innovationen zu haben, um bei der Anwendung von Innovationen erfolgreich zu sein. Ernsthaft Veränderungen in der Kultur eines Unternehmens werden auch gefordert. Auch in diesem Bereich werden Innovationsideen zur Überwindung der psychologischen Trägheit des Managements gebraucht.

### **3.2.3 Teil 3: Definition des idealen Endresultates (IFR) und der physikalischen Widersprüche, welche die Erreichung des IFR verhindern**

Der dritte Teil von ARIZ unterscheidet sich deutlich von den vorherigen in der Struktur und Ausführung der Algorithmusschritte.

In diesem Teil verändern Aktionen, die zu einer Problemlösung führen, ihre Richtung. In den vorherigen Teilen haben wir hauptsächlich die Analyse (Teil 1 und 2) behandelt, während wir im dritten Teil von ARIZ zu einer Aktivität übergehen, die als erstes auf die Erarbeitung von Teillösungen abzielt und dann auf die Erarbeitung zufriedenstellender konzeptioneller Lösungen (Teile 3, 4 und 5). Der dritte Teil ist eine Art Höhepunkt der Problemanalyse und Übergang zur Synthese einer zufriedenstellenden konzeptionellen Lösung.

Wir möchten erinnern, dass TRIZ-Werkzeuge nicht für die Suche nach einer Lösung entworfen werden, sondern für eine geplante, phasenweise Erzeugung eines Lösungsbilds, das ausreichend detailliert ist, um die Übertragung zur Entwicklung eines Prototyps oder eines Computermodells zum Testen der erhaltenen konzeptionellen Lösung zu gewährleisten.

Das Bild einer Zukunftslösung wird Schritt für Schritt gebildet und wird zunehmen klarer. Das Bild wird durch die Anhäufung der konzeptionellen Lösungen erzeugt, die mit technischen Voraussetzungen übereinstimmen. Wir nennen diese Lösungen „Teillösungen“, weil sie ein Problem nur zum Teil lösen. Teillösungen dienen als Rohmaterial, um eine zufriedenstellende konzeptionelle Lösung zu erzeugen. Eine zufriedenstellende Lösung wird auf der Basis von Teillösungen durch die Verwendung verschiedener klassischer TRIZ und OTSM-Werkzeuge erhalten.

Jene Elemente der Teillösungen, die sie davon abhalten vollständige Lösungen zu sein, können in der Form von Voraussetzungen dargestellt werden, die von einer zufriedenstellenden Lösung erfüllt werden sollten. Es ist eine Art von zusätzlicher technischer Spezifizierung. Indem OTSM-TRIZ-Werkzeuge auf diese technische Spezifikation angewendet wird, bilden wir zu-

sätzliche Teillösungen, die dann in ein einziges Lösungssystem – zufriedenstellende konzeptuelle Lösung – integriert werden.

Das ist der Vorteil der Verwendung von „Teillösungen“: Aufdeckung der Gründe, für die eine Teillösung als eine zufriedenstellende Lösung nicht in Betracht gezogen werden können, erlaubt uns die technischen Voraussetzungen zu spezifizieren und die Beschränkungen, die bei der Erzeugung einer zufriedenstellenden konzeptionellen Lösung beobachtet werden sollen, besser zu identifizieren. Die zufriedenstellende konzeptionelle Lösung macht es möglich, eine technische Lösung zu erzeugen: Zeichnungen, Berechnungen, etc. Die technische Lösung wird uns erlauben, einen Prototyp zu erzeugen, der, wenn er getestet worden ist, uns zu einer verbesserten Lösungsversion führt.

Dann wollen wir fortschreiten mit dem dritten Teil von ARIZ, auf die Lösungssynthese zielen, aber zur gleichen Zeit eine notwendige Analyse ausführen. In dieser Situation kann ARIZ mit dem Blutgefäßsystem eines menschlichen Körpers verglichen werden. Der erste und zweite Teil von ARIZ entspricht den Arterien, die Information über ein Problem tragen. Der dritte Teil des Algorithmus ist ähnlich dem Kapillarnetzwerk, wo die gesammelte Information verändert und allmählich in eine Lösung gewandelt wird. Teillösungen bilden zusammen mit kritischen Kommentaren Bäche von Ideen, die ein entstehendes Bild einer zufriedenstellenden Lösung speisen. Dieser Teil fädelt alle anschließenden Teile von ARIZ so wie das Blut auf, das durch die Venen fließt. Nun lassen Sie uns schauen, wie die Problemanalyse sich allmählich im Verlauf der ARIZ-Anwendung in die Lösungssynthese ändert. Dieser Übergang verläuft gleichzeitig in verschiedenen parallelen Zweigstellen, die am Ende des dritten Teils von ARIZ verschmelzen.

### Schritt 3.1. Definition des idealen Endresultates (IFR)

Das Ziel von Schritt 3.1. ist es, ein Problem einmal mehr umzuformulieren, um so damit zu beginnen allmählich eine Lösung entstehen zu lassen. In dieser Phase widmet man sich der Festlegung der Voraussetzungen, die für eine weitere Verwendung und die für die Lösung des Problems zufriedengestellt werden sollen. Anschließend werden wir die Problembeschreibung, die in Schritt 3.1. gewonnen wird, anstatt des Problemmodells, produziert in Schritt 1.6., verwenden, weil wir im zweiten Teil von ARIZ die Details von Raum und Zeit (operativer Ort und operative Zeit) des Problemgeschehens spezifiziert haben. Zusätzlich haben wir eine vorläufige Liste von Ressourcen erstellt, die für die Lösung des Problems verwendet werden kann. All das wird zu einer Transformation des Problemmodells in 3.1. führen.

Es wird oft gesagt, dass ein gut definiertes Problem mindestens die halbe Lösung ist. Das ist der Grund, wieso die Idee von der Spezifizierung eines Problems und die Voraussetzungen, die einer Lösung auferlegt sind, den gesamten ARIZ durchlaufen.

#### IFR-1:

Ein X-Element eliminiert, ohne das System zu verkomplizieren und ohne schädliche Phänomene zu verursachen, den unerwünschten Effekt – „starker Lärm“ während der <operativen Zeit> innerhalb des <operativen Ortes>.

Mit anderen Worten, der nicht-erstrebenswerte Effekt darf nicht auftreten in der Umwelt, welche den Schwingungserzeuger umgibt. Die Vibrationen wirken und "stoßen" mit großer Kraft, was zur Erhärtung der Betonmischung führt.

Zur selben Zeit müssen die Schwingungserzeuger ihre Kraft und die Amplitude, welche für die Erhärtung der Betonmischung erforderlich ist, im gesamten Verschalungsvolumen bewahren. Bereits in dieser Problemspezifizierungsphase können den Lesern einige neue Idee kommen oder einige alte, längst vergessene können zurückkommen. Wegen der psychologischen Trägheit wurden diese bekannten Lösungen vorher in unserem Bewusstsein nicht mit dem vorliegenden Problem verbunden.



Wie gesehen, resultiert die Ausführung der ARIZ-Schritte in der geplanten Spezifizierung des Problemursachen und der Voraussetzungen, die einer Zukunftslösung auferlegt sind. Zur gleichen Zeit beginnen einige neue Lösungsideen aufzutauchen. Selbst wenn diese Ideen recht gut realisierbar und bereit zur Implementierung erscheinen, macht es Sinn, mit der Problemanalyse weiterzumachen bis der vierte Teil erreicht wird. Das ist eine verpflichtende ARIZ-Regel. Tatsache ist, dass alle ARIZ-Schritte in Entsprechung mit den Entwicklungsgesetzen technischer Systeme aufgestellt wurden. Bei der Ausführung dieser Schritte folgen wir hauptsächlich diesen Entwicklungsgesetzen. Und eine erhaltene Lösung kann durch die Ausführung der anschließenden Schritte des Algorithmus entwickelt und verbessert werden.

Wir können in der **Ideenbank** (ein spezieller Notizblock, wo wir Teillösungen sammeln) niederschreiben, dass eine der möglichen konzeptionellen Lösungen in der Positionierung der Schwingungserzeuger in der Betonmischung besteht. Dann wird der Lärmpegel beträchtlich reduziert werden. Jedoch sind die Verschalungsbenutzer gegen diese Lösung.

Um bei der Erzeugung einer Problemlösungsbeschreibung zu helfen, sollten, wie wir bereits erklärt haben, Einwände zur vorgeschlagenen Lösung und kritische Kommentare in Voraussetzungen umgewandelt werden.

In unserem Fall sah die Idee, die Schwingungserzeuger in der Betonmischung zu positionieren, sehr reizvoll aus, weil der Beton dann selbst die geräuschisolierende Rolle spielen und den Lärmpegel reduzieren kann. Jedoch erlauben die externen Voraussetzungen, die dem Produktionsprozess auferlegt sind, nicht die Schwingungserzeuger in der Betonmischung zu positionieren. Folglich können wir eine neue Voraussetzung für die Lösung formulieren: es ist notwendig, Vibration innerhalb der Betonmasse zu gewährleisten ohne Mechanismen einzuführen, die nach der Betonherstellung unmöglich zu beseitigen wären ...

Wie kann das erreicht werden? Es ist nicht leicht zu sagen, aber diese Idee sollte auch in der **Ideenbank** aufgenommen werden, egal wie lächerlich es scheint.

Schritt 3.1. ist eine Vorbereitung für die Ausführung von Schritt 3.2.

Alle anderen ARIZ-Schritte arbeiten genau gleich – die Ausführung eines Schrittes bereitet unsere Gedanken für die Ausführung von Vorgängen der nächsten Schritte vor.

## **Schritt 3.2. Intensivierung der Definition des IFR-1**

Im Schritt 3.2. beginnt sich die Analyse sich in die ersten Schritte der Lösungssynthese umzuwandeln. Das IFR, formuliert in Schritt 3.1., wird durch eine der Ressourcen, beschrieben in Schritt 2.3., ersetzt. Nun kommt einer der Mechanismen für die Überwindung der psychologischen Trägheit ins Spiel. Um diesen Mechanismus zu meistern, sollte man etwas Erfahrung haben und mit anderen TRIZ-Werkzeugen vertraut sein. Die Schlüsselidee des dritten Teils ist, die Gründe zu studieren, die Lösungen verhindern, die in 3.1. beschriebenen Voraussetzungen durch die Verwendung einer der verfügbaren Ressourcen zufrieden zu stellen. Die Analysemechanismen, die von Altshuller vorgeschlagen worden sind, stimulieren unbewusste kreative Prozesse, die manchmal in witzigen und manchmal in sehr ernsthaften partiellen und sogar zufriedenstellenden Lösungen resultieren. Das Auftreten von witzigen Lösungen ist ein gutes Zeichen. Es zeigt, dass wir allmählich die psychologische Trägheit zerstören und beginnen offener zu denken, wie sie in den USA sagen, „außerhalb der Box zu denken“ (thinking out of the box), welche die Vorstellungskraft und das Denken hindert und worin wir durch unsere professionelle Erziehung gehalten werden, die in uns die professionelle Denkträgheit innerhalb der Grenzen der Standardlösungen für Standardprobleme entwickelt hat.

Standardlösungen machen professionellen Reichtum und Fähigkeiten in jedem Beruf aus. Sie helfen Fachleuten Probleme schnell und effektiv zu lösen, bis sie mit einem Nicht-Standard-Problem konfrontiert werden, welches mittels professioneller Standardlösungen nicht gelöst werden kann. In vielen Fällen resultiert eine systematische Verwendung der OTSM-TRIZ-

Werkzeuge darin, dass ein anfängliches Problem, das ursprünglich nicht-standardisiert ausschaute, die Form eines Standardproblems annimmt, nicht nur vom OTSM-TRIZ-Standpunkt aus, sondern auch vom Standpunkt der Spezialisten. Das passiert oft am Ende des ersten Teils von ARIZ. Aber sogar in solchen Fällen ist es nützlich bis zum Ende des vierten Schritts von ARIZ weiterzumachen. Die Erfahrung von TRIZ-Experten beweist, dass im ersten Teil erhaltenen Lösungen beträchtlich verbessert werden können und man ein gesamtes Angebot von zufriedenstellenden Lösungen erhalten kann.

Die Ideen, welche in der Ideenbank bei der Ausführung der ARIZ-Schritte oder der Anwendung von anderen OTSM-TRIZ-Werkzeuge gesammelt werden, können in drei Gruppen unterteilt werden. Die erste Gruppe beinhaltet Ideen, die schnell implementiert werden können. Die zweite Gruppe besteht aus Ideen, die etwas Zeit für zusätzliche Forschung und Entwicklung, Verkauf des Equipments, etc. benötigen. Die dritte Gruppe besteht aus Ideen, die in die Zukunft gerichtet sind, Ideen über die Systementwicklungsrichtung und über neue Produkte, Dienstleistungen und Technologien, die mit etwas mehr Zeit weiterentwickelt werden können. Unglücklicherweise wird OTSM-TRIZ als ein Werkzeug zur Beseitigung von Notfallsituativen betrachtet, wenn eine Lösung hier und jetzt erhalten und implementiert werden muss. Das fällt normalerweise in die Kompetenz des "Lower Managements" bis zu dem Punkt, wo eine Notfallsituation aufkommt. Sie müssen das Problem um jeden Preis eliminieren. Ideenbänke sind nicht ihre Kompetenz. Es gehört zur Kompetenz der höherrangigen Manager, manchmal sogar der höchstrangigen wie die Leiter der Organisationen oder Unternehmen. Manager dieses Rangs sind sich im Allgemeinen einer Existenz von OTSM-TRIZ und der Möglichkeiten, die es dem Upper Management bietet, nicht bewusst. Die zweite und dritte Gruppe der Lösungen aber sind die Würze aus dem, was vom Upper Management bei ihrer schwierigen Arbeit verwendet werden könnte. OTSM-TRIZ kann auch den Leitern der "unteren Bereiche", beteiligt an der Entwicklung der Strategie und Entwicklung eines Unternehmens und Geschäftes, Assistenzdienste bieten. In diesem Fall jedoch wird ARIZ als ein Element in komplizierteren OTSM-Werkzeuge eingebaut.

Der Kürze willen behandeln wir hier nur die drei parallelen Wege der Verwendung der drei Ressourcen: der Schwingungserzeuger, Verschalung und Betonmischung.

TRIZ-Anfänger sind für gewöhnlich von den Wortphrasen, gebildet gemäß den TRIZ-Regeln, verwirrt. Tatsächlich, vom Standpunkt eines Sprachforschers aus, sind diese Phrasen nicht wirklich korrekt. Der Vorteil dieser Phrasen besteht darin, dass OTSM-TRIZ die Rolle der interdisziplinären Sprache bei der Arbeit an komplizierten und/oder interdisziplinären Problemen spielen kann. Diese Sprache wird für die Arbeit an Problemen entworfen, die normalerweise komplizierter sind wegen der Verwendung der gewöhnlichen Sprache, weil letzteres die psychologische Trägheit verursacht. Zusätzlich ist die gewöhnliche Sprache gut angepasst als Kommunikationsmittel, aber sie erlaubt uns nicht immer, Probleme effektiv zu lösen. Manchmal behindert eine gute literarische Sprache sogar die Problemlösung. Zur gleichen Zeit ist eine gute bildliche Sprache oft eine helfende Hand für OTSM-TRIZ beim Umgang mit einem Problem. OTSM-TRIZ-Werkzeuge erzeugen Bilder – Teillösungen.



Die bildliche Sprache erlaubt, dass separate Besonderheiten (features) in ein einzelnes Bild vereint werden. Das ist der Grund, wieso Tatyana Sidorchuk eine spezielle pädagogische Technik entwickelt hat, Kindern zu lehren, Metaphern zu finden und metaphorische bildliche Aussagen zu verfassen. Diese Methode wird momentan von Erwachsenen in der Werbung zur Erzeugung bildlicher Texte und Videoclips verwendet. Die Standardsprache, alltägliche Phrasen und Ausdrücke sind oft Träger psychologischer Trägheit. Diese Trägheit kann ein unüberwindliches Hindernis für das Finden einer Problemlösung werden. Es bedeutet, dass man diese Phrasen gemäß den OTSM-TRIZ-Regeln mutig bilden sollte, selbst wenn diese nicht immer schön sind und oft ursprünglich keinen literarischen Wert besitzen.

## **Intensiviertes IFR-1, Verwendung der Ressource „Schwingungserzeuger“**

Der Schwingungserzeuger SELBST beseitigt, ohne das System zu verkomplizieren und ohne nicht-erstrebenswerte Effekte, den nicht-erstrebenswerten Effekt: „starker Lärm“ im Raum umgeben von dem Schwingungserzeugersystem (dh. außerhalb der Verschalung). Die Vibrationen wirken und "stoßen" mit großer Kraft , was zur Erhärtung der Betonmischung führt.

Zur selben Zeit bieten die Schwingungserzeuger die Vibrationskraft und die Amplitude, erforderlich für die Erhärtung der Betonmischung im gesamten Volumen.

Nachdem die Formulierung von Schritt 3.2. für die Ressource „Schwingungserzeuger“ niedergeschrieben worden ist, ist es notwendig, jene Kontrollparameter dieser Ressource zu identifizieren, welche die Bewertungsparameter „Lärmpegel“ und „Betondichte“ festlegen.

In unserem Fall hängen beide Parameter von den Kontrollparametern ab:

Schwingungserzeuger berührt Kraft

Verschalungsvibrationsamplitude erzeugt vom Schwingungserzeuger.

Können Sie sagen, welche anderen Parameter beide Bewertungsparameter gleichzeitig beeinflussen? Lieber Leser, versuchen Sie die folgenden Schritte von ARIZ mit den Parametern, die Sie selbst vorgeschlagen haben, auszuführen.

## **Intensivierte IFR-1, Verwendung der Ressource „Betonmischung“**

Die Betonmischung SELBST beseitigt, ohne das System zu verkomplizieren und ohne schädliche Effekte zu erzeugen, den nicht-erstrebenswerten Effekt: „starker Lärm“ im Raum, der das System der Schwingungserzeuger umgibt (dh. außerhalb der Verschalung),

Die Vibrationen wirken und "stoßen" mit großer Kraft , was zur Erhärtung der Betonmischung führt.

Zur selben Zeit hindert die Betonmischung die Schwingungserzeuger an der Bereitstellung der Vibrationskraft und der Amplitude, erforderlich für die Erhärtung der Betonmischung.

Nach dem Niederschreiben der Formulierung aus Schritt 3.2. für die Ressource „Betonmischung“, ist es notwendig, jene Parameter dieser Ressource, welche die Bewertungsparameter „Lärmpegel“ und „Betondichte“ festlegen.

Lieber Leser, versuchen Sie jene Parameter der Ressource „Betonmischung“ zu finden, welche die Betondichte beeinflussen. Machen Sie eine Liste jener Parameter.

Der nächste Schritt ist, eine Liste der Ressourcenparameter „Betonmischung“ zu schreiben, die den Bewertungsparameter „Geräuschpegel“ unseres Systems beeinflussen.

Vergleichen Sie die zwei Listen und machen Sie eine separate Liste der Parameter, die beide Bewertungsparameter gleichzeitig beeinflussen.

Der folgende Algorithmus könnte hilfreich sein bei der Ausführung von Schritt 3.2.

Ersetzen Sie „X-Element“ mit "[Ressource] SELBST". Das Wort [Ressource] konnte durch einen Namen einer entsprechenden Ressource ersetzt werden.

Identifizieren Sie in der intensivierten IFR-Formulierung die Namen der zwei Bewertungsparameter, deren Werte auf einem notwendigen Level zur Verfügung gestellt werden sollten.

Identifizieren Sie eine Liste von Kontrollparametern für den ersten Bewertungsparameter, indem Sie Ihr Wissen und/oder das Wissen von Experten verwendeten. Eine Veränderung der Kontrollparameter kann die Werte der Bewertungsparameter verändern.

Erzeugen Sie auf dieselbe Art eine Liste der Kontrollparameter, die es uns erlauben wird, die Werte des zweiten Bewertungsparameter zu verändern.

Vergleichen Sie die zwei Listen der Kontrollparameter und identifizieren Sie jene von Ihnen, die erlauben beide Bewertungsparameter zu verändern. Sie werden später verwendet werden, um die Schritte 3.3. und 3.4 von ARIZ auszuführen.

Das Fehlen von gemeinsamen Parametern in der Liste der Parameter ist eines der Zeichen, dass das Problem durch eine Veränderung der entsprechenden Parameter der Bewer-

tungsparameter gelöst werden kann. Die müssen verbessert werden, um die bestmögliche Ausführung des Hauptproduktionsprozesses (das Hauptziel, für das, das vorliegende Problem gelöst werden soll) zu gewährleisten.

Es sollte betont werden, dass der Hauptproduktionsprozess (das ultimative Ziel der Lösung des vorliegenden Systems) die Funktion eines Supersystems ist, definiert in einem System Operator 3-4 Levels über dem Systemlevel, wo das vorliegende Problem gelöst wird.

Bei der Beschreibung einer anfänglichen Problemsituation und der Auswahl eines Produkts und eines Werkzeugs in Schritt 1.2. sollte man nicht den Hauptproduktionsprozess (MPP – main production process) und die Hauptfunktion eines Systems verwechseln, gezeigt in Schritt 1.1.

Zusätzlich zu anderen Ratschlägen, was die Ausführung von ARIZ-Schritten betrifft, wurde dieser Algorithmus im Laufe der Forschung in der Weiterentwicklung der klassischen TRIZ und ihrer Werkzeuge in OTSM und ihrer Werkzeuge vorgeschlagen.

OTSM hat ähnliche detaillierte Abläufe für jeden ARIZ-Schritt entwickelt. Ihre detaillierte Beschreibung steht hinter dem Ziel dieser Unterlagen. Diese Prozeduren zu meistern stellt das Haupttraining in den professionellen ARIZ-Geheimnissen dar, so wie die Betonvibration ein Teil der Herstellung von Betonrohren mit großem Durchmesser ist, die dann verwendet werden, um Pipelines zu bauen. Eine Pipeline zu errichten ist der Hauptproduktionsprozess (MPP), weswegen die Schwingungserzeuger den Beton erhärten sollen.

Indem wir zusammen mit den Spezialisten eine Liste der Parameter aufstellen, die für die Veränderung der Betondichte verwendet werden können, können wir jene ermitteln, welche die Betondichte erhöhen können ohne Lärm zu produzieren. Das führt uns zur Idee eine momentan bekannte Selbsterhärtung des Betons einzusetzen. Aber das Problem kam vor vielen Jahren auf, als diese Art von Beton nicht existierte. Die Erzeugung von solch einem Beton erforderte Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Das Problem war, dass die Produktionsbetriebe, wo dieses Problem passierte, keine F&E-Abteilung hatten. Zusätzlich war die Situation dringend und eine Lösung, die minimale Veränderungen des Produktionsprozesses mit sich bringen würden, musste so bald als möglich gefunden werden.

Wie gesehen bringt ARIZ uns zu interessanten Ideen. Manchmal scheinen manche dieser Ideen unrealisierbar im Moment ihres Geschehens und der existierenden Bedingungen. Die TRIZ und OTSM-Geschichte kennt viele Beispiele, wo Ideen dieser Art im Moment des Auftretens abgelehnt wurden, aber später implementiert werden.

Es sollte beachtet werden, dass ARIZ-Anwendung oft in einer Reihe von Ideen resultiert, die in drei Gruppen klassifiziert werden können und müssen.

**Die erste Gruppe** beinhaltet Ideen, die sofort für die Implementierung akzeptiert werden.

**Die zweite Gruppe** besteht aus Ideen, die etwas geringfügige Forschung oder Anschaffungen erfordern. Oder es ist notwendig, auf einen günstigen Moment im Leben des Unternehmens zu warten, zum Beispiel, Wechsel der Produktionseinrichtungen oder die Herstellung einer neuen Form für die Produktion von Plastikartikeln.

**Die dritte Gruppe** wird durch Ideen gebildet, die beträchtliche Zeit und Investitionen erfordern. Manche von ihnen können fantastisch oder sogar unrealistisch erscheinen. Nichtsdestotrotz sollten sogar solche Ideen in eine spezielle Ideenbank gelegt werden. Nach einiger Zeit werden diese Ideen analysiert unter der Verwendung von klassischen TRIZ und OTSM-Methoden, entworfen für die Umwandlung von Unwirklichen, in etwas, das unter bestimmten Bedingungen implementiert werden kann.

Fantastische und unrealistische Ideen sollten angesammelt und diskutiert werden, sei es nur, weil sie die psychologische Trägheit zerstören und besiegen und helfen ein Bild des meist erwünschten Ergebnisses (MDR – most desirable result) zu erzeugen, dem wir uns anzunähern versuchen. Wie das passiert, welche Werkzeuge verwendet werden, steckt hinter dem Ziel die-

ser Erarbeitung und ist das Thema von intensiveren Kursen in der klassischen TRIZ und OTSM.

### **Intensiviertes IFR-1, Verwendung der Ressource „Verschalung“**

Die Verschalung SELBST beseitigt, ohne das System zu verkomplizieren und ohne schädliche Effekte zu erzeugen, den nicht-erstrebenswerten Effekt: „starker Lärm im Raum, der das Schwingungserzeugersystem umgibt (dh. außerhalb der Verschalung),

Die Vibrationen wirken und "stoßen" mit großer Kraft , was zur Erhärtung der Betonmischung führt.

Zur selben Zeit hindert die Verschalung die Schwingungserzeuge nicht davor, die erforderliche Vibrationskraft und Amplitude für die Erhärtung der Betonmischung, im gesamten Volumen, beschränkt durch die Verschalung, bereitzustellen.

Auf den ersten Blick scheint eine solche Formulierung nichts Anderes zu bieten, als das, was wir bereits wissen. Jedoch ist es ein oberflächlicher Blick, denn TRIZ ist ein Werkzeug für das Denken und nicht anstatt des Denkens...

Lassen Sie uns diese Formulierung, produziert in einer formalen Weise, Schritt-für-Schritt betrachten. Ein bemerkenswertes Merkmal von ARIZ ist, dass man alle Schritte formal ausführen kann, ohne eigentlich einen einzigen Schritt in Richtung Lösung zu machen. Also ist es nach der Ausführung eines jeden Schrittes notwendig, von außen darauf zu schauen und zu überlegen, welche neuen Striche zum Lösungsbild hinzugefügt werden können, welches neue Verständnis der Situation vom Diagramm oder der erhaltenen Formulierung abgeleitet werden kann durch die Ausführung des vorliegenden Schrittes.

Lassen Sie uns diese Arbeit gemeinsam machen:

**Die Frage des Problemlösers gestellt an ihn selbst oder einen Experten:**  
Wann wird die Verschalung keinen Lärm produzieren?

**Die Antwort des Problemlösers an sich selbst basierend auf seinem eigenen Wissen oder dem Wissen, das er von Experten annimmt , die in der Lage sind diese Frage zu beantworten:**

*Die Verschalung wird keinen Lärm produzieren, wenn sie nicht einer Deformation ausgesetzt ist und nicht als Membran funktioniert, die Luftvibrationen im Raum um die Verschalung produziert.*

**Die Frage, die der Problemlöser an sich selbst oder an Experten richtet:**

*Wann wird die Verschalung die „Schwingungserzeuge“ nicht daran hindern, Energie auf den Beton zu übertragen, welche für eine notwendige Amplitude und Kraft zur Erzeugung der Betonvibration erforderlich ist?*

**Die Antwort:**

*Die Verschalung wird die Energieübertragung von den Schwingungserzeugern zum Beton nicht verhindern, wenn sie nicht im Energiefluss eingebunden ist .*

**Betrachtung der Antworten zu den Fragen:**

*Im anfänglichen System führt die Verschalung die Rolle der Übertragung durch das Übertragen der Energie von den Schwingungserzeugen zum Beton aus. Das ist der Grund, wieso es sich vor und zurück bewegt. Wegen des Aufpralls des Schwingungserzeugers und der dadurch erzeugten elastischen Spannung.. Diese Bewegungen der Verschalung verursacht Vibration von beidem, dem Beton in der Verschalung und der Luft um die Verschalung.*

*Wir brauchen keine Luftvibration um die Verschalung, aber wir brauchen Betonvibration innerhalb der Verschalung.*

*Die Verschalung wird nicht vibrieren, wenn die Schwingungserzeuger sie nicht berühren: Aber die Schwingungserzeuger müssen sie berühren, um Energie zum Beton zu vermitteln.*

### **Schlussfolgerung:**

*Wenn die Verschalung nicht den Stößen des Schwingungserzeugers ausgesetzt ist, wird es keinen Lärm geben, aber es wird notwendig sein, Energieübertragung durch die Verschalung bereitzustellen – von den Schwingungserzeugern zum Beton.*

*Mit anderen Worten sollte die Energie durch die Verschalung übertragen werden, ohne Vibration darin zu produzieren.*

Es ist sehr wichtig, zu bemerken, dass die Umformulierung eines Gedanken einige Male unter Verwendung verschiedener Worte einer der Mechanismen ist, um bereits verfügbare Ideen (Modelle) einer anfänglichen Problemsituation noch einmal zu durchdenken. Es ist auch ein Mechanismus, um die unbewussten kreativen Prozesse durch Mittel des eigenen Bewusstseins des Problemlösens zu stimulieren. Zusätzlich sind Umformulierungen (verschiedene Verbalsierung) und Verwendung von Vorstellungskraft oder Zeichnungen (Visualisierung) zur Präsentation einer anfänglichen Problemsituation und einer Situation, die durch die Lösung eines Problems geformt werden soll, Mechanismen zur Überwindung psychologischer Trägheit und der Brechung von Denkstereotypen, die ein Hindernis für die Problemlösung bilden.

Um gegen psychologische Trägheit zu kämpfen, ist es notwendig, Fachausdrücke durch einfache, funktionelle Ausdrücke zu ersetzen. Das sollte getan werden, indem man mit den ersten ARIZ-Schritten bei der gesamten Analyse beginnt. Unsere Stereotypen bestehen darauf, Fachausdrücke zu verwenden. Bei der Arbeit mit Nicht-Standard-Problemen jedoch wandelt sich diese Terminologie in eines der mächtigsten Hindernisse für die Findung einer Lösung. Fachausdrücke produzieren muffige Bilder, wohingegen das Lösen eines Problems die Verwendung von flexiblen, dynamischen, funktionalitätsreflektierenden Bildern erfordert.

In unserem Fall ist es nützlich den Ausdruck „Schwingungserzeuger“ mit dem Ausdruck „Vibrationsenergieerzeuger“ zu ersetzen. Der Ausdruck „Verschalung“ kann ersetzt werden, zum Beispiel, mit dem Ausdruck „Betonformer“.

### **Fortsetzung der Schlussfolgerung (Teillösung):**

*Folglich müssen die Schwingungserzeuger und die Verschalung sich derartig ändern, um in der Lage zu sein, auf der einen Seite, alle ihre Funktionen ausführen und auf der anderen Seite die negativen Phänomene beseitigen, ohne neue nicht-erstrebenswerte Effekte zu verursachen. Beides, die Verschalung und die Schwingungserzeuger müssen sich verändern ohne sich zu ändern, dh. sie müssen sich ändern, um keine schädlichen Phänomene zu produzieren, und dürfen sich nicht verändern, um in der Lage zu sein, ihre Funktionen auszuführen.*

*Die „Verschalungs“-Parameter (Charakteristiken, Eigenschaften), die beides, den Lärm um die Verschalung und die Betonqualität, beeinflussen:*

*Flexibilität der Verschalung*

*Empfänglichkeit für mechanische Energie*

*Festigkeit, Härte, die Fähigkeit als Dämpfer zu dienen.*

ARIZ-Schritte und Regeln leiten effektiv unser Denken; deshalb wird das Lehren von TRIZ darauf reduziert, Studenten zu lehren, zu verstehen (laut einigen Experten, zu fühlen) wie, wo

und wann ARIZ unser unbewusstes, kreatives Denken leitet. Als eine Folge davon verursacht die reguläre Verwendung von ARIZ eine Entwicklung des parallelen Denkens entlang der Achsen (Subräume der Parameter) des System Operators: Hierarchie der Systemlevels (Subräume der Systemlevelparameter); zeitabhängige Charakteristika der verschiedenen Levelsysteme – die Zeitachse (Subraum des Parameter); die Anti-System-Achse (Subraum der Systeme, die unser System herausfordern, seine Funktionsweise behindern und seine Entwicklung stimulieren).

Es sollte angemerkt werden, dass der System Operator einen viel tieferen Inhalt jenes Modells ist, das oft bei einem lückenhaften Wissen mit dem so genannten „Neun Fenster Schema“ gemeint ist. Gemäß dem Konzept von G.S. Altshuller ist ARIZ nicht so sehr ein Problemlösungswerkzeug als vielmehr ein Werkzeug zur Entwicklung von Systemdenken basierend auf dem klassischer TRIZ System Operator. Wir entwickeln in uns die Fähigkeit, diese Denkwerkzeuge zu verwenden, und dabei entwickeln wir auch Problemlösungsfähigkeiten.

Er ist sehr wichtig, um ARIZ zu beherrschen. Man kann sich an alle ARIZ-Regeln, Kommentare sowie alle klassischen Beispiele der ARIZ-Anwendung auswendig erinnern, aber dennoch unfähig sein, ARIZ praktisch anzuwenden.

ARIZ-basiertes Denken oder Denken basierend auf dem klassischen TRIZ-System Operator kann nur durch praktisches Lösen von Trainingsproblemen und Problemen aus dem echten Leben entwickelt werden. Bloßes Verständnis der ARIZ-Funktionslogik ist nicht genug. ARIZ ist ein Werkzeug, das einem Problemlöser hilft seine eigenen unbewussten kreativen Prozesse zu aktivieren, zu füttern und zu leiten. ARIZ bietet auch Regeln für die Arbeit mit Wissen von verschiedenen Bereichen und dieses Wissen in die Methode zu integrieren. Das erlaubt einem spezifischen Problem in einem spezifischen Kontext gelöst zu werden, aber auf der Basis eines gemeinsamen universalen Ablaufs.

Erwachsene erreichen ein tiefgehendes Verständnis von ARIZ nur durch den praktischen Umgang mit Problemen, die Rolle des Lehrers ist der eines Pilotenlehrers ähnlich. Zuerst studiert ein zukünftiger Pilot separat die Flugregeln auf Trainingssimulatoren. Dann kommt er in ein Flugzeug und legt seine Hand an einen Kontrollhebel. Er fliegt das Flugzeug nicht, aber er fühlt die Handlungen des Lehrers durch den Kontrollhebel. Dann erlaubt der Lehrer dem Anfänger das Flugzeug zu fliegen, aber er ist bereit, das Flugzeug selbst zu kontrollieren, falls notwendig. Wenn die Flugzeugkontrollfähigkeiten im Fluganfänger geformt werden, werden die Einmischungen des Lehrers in den Flugkontrollprozess zunehmend selten. Schließlich wird dem Fluganfänger erlaubt, das Flugzeug ganz allein zu fliegen ohne die Überwachung des Lehrers. Eine weitere Entwicklung der Fähigkeiten passiert unabhängig durch permanente Praxis in der Luft und am Boden. Dasselbe passiert beim Lehren von TRIZ.

Ein professioneller TRIZ-Experte führt einen Anfänger Schritt für Schritt durch ARIZ. Je nachdem wie gut sich die Anwendungsfähigkeiten von ARIZ im Anfänger zu formen beginnen, führt letzterer ARIZ-Schritte mehr und mehr von selbst durch.

Den ARIZ-Prozess zu meistern, entwickelt sich meist in verschiedenen Phasen: Bekanntschaft mit den ARIZ-Regeln und Schritten; ARIZ-Anwendung an Hand von Trainingsproblemen und allmähliche Entwicklung der Fähigkeiten einzelne Schritte auszuführen bis zum Level der vollen Anwendung von ARIZ. Die zweite Phase hat zwei Unterphasen: erstens, die Studenten fangen an, ARIZ-Regeln und Schritte auf einem unbewussten Level zu benutzen, ohne sich dessen bewusst zu sein. Die zweite Unterphase ist der Übergang zur bewussten Ausführung von ARIZ-Schritten auf einem unterbewussten Level. Als eine Folge lernen die Studenten den ARIZ-Denkstil absichtlich zu verwenden in ihrem alltäglichen Berufs- und Privatleben. Es pas-

siert ziemlich auf die gleiche Weise wie mit einer Fremdsprache als eine zweite lebendige Sprache, wenn wir sie außerhalb unseres Heimatlandes verwenden.

Wir haben gezeigt, wie ein anfängliches Problem in Subprobleme in Schritt 2.3. unterteilt werden ist, jedes Subproblem zeigt eine Möglichkeit, das anfängliche Problem zu lösen unter der Verwendung der einen oder anderen Ressource.

Es kann gesagt werden, dass durch laufendes Training von ARIZ die Notwendigkeit, die allmählichen Modifikationen einer Problemsituation zu sehen, zu verstehen und zu akzeptieren sowie die scheinbar unrealistischen Problemformulierungen und Teillösungen zu definieren, besser verstanden wird. Manchmal erscheinen diese Formulierungen dumm, undurchführbar, unzugänglich und unmöglich für Anfänger. Durch die Ansammlung von Erfahrung in der Anwendung von ARIZ und TRIZ als Ganzes fangen die Anwender an zu verstehen, dass die Lösung eines Nicht-Standard-Problems erfordert, dass wir über die Grenzen der Vorstellung des Möglichen und Unmöglichen hinaus gehen. Diese neuen Probleme und Teillösungen sollten für die Überwindung der psychologischen Trägheit sorgfältig betrachtet werden.

Um mit diesen neuen, scheinbar unlösabaren Problemen und mit den scheinbar unrealistischen oder unanwendbaren Lösungen umzugehen, wäre es nützlich den OTSM-Grundsatz des Unmöglichen und den entsprechenden Werkzeug für die praktische Anwendung dieses theoretischen Grundsatz zu verwenden.

Diese Werkzeuge helfen unsere Vorurteile betreffend des Möglichen und Unmöglichen im Leben zu überwinden. Diese Werkzeuge erlauben uns das „Unmögliche“ in „Mögliches“ zu wandeln. Eine detaillierte Beschreibung dieser Werkzeuge steckt hinter dem Ziel unserer kurzen Einführung zu ARIZ.

Besondere Bedeutung sollte auf die Tatsache gelegt werden, dass ein Nicht-Standard-Problem nur erscheint, weil standardisierte, echte, versuchte Lösungen uns nicht in den Kontext einer spezifischen Situation passen. Um eine Lösung zu finden, müssen wir die Grenzen der Stereotypen des Möglichen und Unmöglichen überschreiten. Aus diesem Grund sollten wir ungewöhnliche Ideen nicht ablehnen nur weil sie anfänglich unmöglich erscheinen.

Bei der Ausführung eines der Projekte begann und endete jedes Treffen der Experten des Unternehmens mit den TRIZ-Experten auf die gleiche Art und Weise. Zuerst präsentierten die TRIZ-Experten dem Publikum das Ergebnis der Analyse der Problemsituation und einige, als Ergebnis der Analyse, erhaltene Ideen. Und jedes Mal waren die ersten Worte der Spezialisten des Unternehmens, dass die Ideen nichts wert seien, unrealisierbar und dass niemand jemals so etwas gemacht hat.

Jedes Mal, nach einer halbstündlichen Analyse der Gründe, wieso eine Teillösung nicht umgesetzt werden konnte, wurde klar, dass etwas in dieser Richtung getan werden könnte und die Lösung könnte irgendwie umgesetzt werden. Diese Situation ist nicht selten.

Wirklich einzigartig war, dass die Experten des Unternehmens alle Fragen praktisch sofort beantworteten, notwendige geistige Experimente ausführten und erpicht darauf waren, scheinbar sehr seltsame Lösungen zu diskutieren. Tatsache war, dass sie über sechs Jahre an dem Problem gearbeitet hatten und viele Experimente durchgeführt hatten, somit viel Erfahrung erlangten, was das Wesen des Problems und die Komponenten betrifft. Unglücklicherweise ist diese Situation nicht alltäglich.

Der zweite Grund, wieso das Projekt als einzigartig betrachtet werden kann, ist, dass eine neue unerwartete Lösung von den Experten akzeptiert wurde. Viel mehr Zeit wurde dafür verwendet, die Manager des Unternehmens zu überzeugen. Als eine Folge davon kamen die Manager

zu der Schlussfolgerung, dass die Lösung sehr interessant und nützlich war und patentiert werden musste. Bei der Patentierung wurde klar, dass in den Tagen, als die Frage der Akzeptanz der Lösung diskutiert wurde, eine Anwendung für ein ähnliches Patent von einer der Konkurrenzunternehmen angemeldet wurde. Eine wichtige Schlussfolgerung ist, dass eine erfolgreiche Innovationsarbeit eines Unternehmens eine gemeinsame Innovationskultur erfordert. Effektive Problemlösungsmethoden zu haben ist nicht genug. Die effektive Verwendung der erzeugten Innovationsideen in Unternehmen erfordert die Erzeugung eines speziellen Systems für die Arbeit mit Innovationen.

Innovationsaktivitäten unterscheiden sich stark von der alltäglichen Aktivität eines Unternehmens. Die Erfahrung meiner Kollegen – TRIZ-Experten – beweist, dass Unternehmen heute kaum bereit für die Arbeit für permanente Innovationen sind.

Der Übergang vom Umgang mit einzelnen Innovationsproblemen zu einer systematischen Behandlung der Abläufe solcher Probleme kann sich schnell als Konkurrenzvorteil eines Unternehmens erweisen. Solch eine Arbeit erfordert eine unternehmensspezifische Innovationskultur, die sich oft stark von den Prinzipien, die den momentan existierenden Unternehmenskultur unterliegen, unterscheidet. Jene Unternehmen, die als erstes dieses Problem zwischen der existierenden Kultur und einer unternehmerischen Innovationskulturlösen werden bedeutende Vorteile gegenüber ihren Konkurrenten erzielen.

Die dritte Besonderheit dieses Projekts war, dass sich durch die Diskussion mit meinen alten Kollegen, alle TRIZ-Experten (bei zufälligen Zusammentreffen), eine Tendenz zeigte.

Was von einem TRIZ-Experten nicht bemerkt werden konnte, wurde einer Gruppe von Experten, die alle über 25 Jahre TRIZ-Erfahrung haben, ersichtlich... Beeindruckend ist, dass Unternehmen anfangen, bei ihrer Arbeit immer öfter TRIZ-Elemente zu benutzen, die ihnen erlauben, effektive Lösungen für die Probleme zu finden.

Lösungen, die von diesen Unternehmen patentiert wurden, sind zunehmend schwierig patentrechtlich zu umgehen (sogar durch Verwendung von TRIZ-Werkzeugen). Das resultiert in einem weiteren Konkurrenzvorteil. Unter Anderem wird die systematische Verwendung von TRIZ-Elementen zusammen mit einer unternehmerischen Innovationskultur solchen Unternehmen erlauben, einen ständigen Innovationsprozess für Produkte und Dienstleistungen zu organisieren.

Unter den modernen Bedingungen des harten Wettbewerbs auf der ganzen Welt und einem sich schnell ändernden Marktes kann diese Entwicklung nicht Zufall sein. Zufällige Versuche und Fehler sind kostspielig für Unternehmen und Investoren. Das Problem der Schnelligkeit und des Erfolgs der Innovationen wird immer dringender.

Das scheint nicht unbedingt mit dem Thema der Unterlagen zusammen zu passen – eine kurze Einführung zu ARIZ. Wie wir schon oben erwähnt haben, bringt uns das Arbeiten gemäß ARIZ-Regeln jedoch zu einer Reihe von starken, effektiven und fortgeschrittenen Lösungen. Diese Lösungen können in drei Gruppen unterteilt werden: Lösungen von „heute“, „morgen“ und „in absehbarer Zukunft“. Das ist eine Art der Entwicklungsvorhersage für die Produkte des Unternehmens. Das passiert jedoch heute auf der Ebene der Unterabteilungen und Manager, die wegen ihrer Position nur daran interessiert sind, erhaltene Lösungen „genau jetzt“ zu implementieren, ohne über die Zukunft des Unternehmens und seines Geschäftsbetriebs nachzudenken.

Ergebnisse, die wichtig sind für die strategische Planung, werden einfach weggeworfen. Es ist das Sammeln, Organisieren und Analysieren dieser Art von Information, das eine neue Unternehmenskultur, die alle Unternehmensebenen umfassen würde, erfordert. Zukünftige Manager von erfolgreichen Innovationsunternehmen beginnen ihre Arbeit heute. Sie überdenken die

existierende Unternehmenskultur und planen seine allmähliche, aber effektive Überführung in eine unternehmerische Innovationskultur. ARIZ, klassisches TRIZ und OTSM können einen bedeutenden Beitrag zur Lösung dieses schwierigen Managementproblems leisten. Der Aufbau hoch-effektiver Innovationsunternehmen, ausgestattet mit einer entsprechenden Unternehmenskultur, ist eine ernsthafte Herausforderung für das Management zu Beginn des 21. Jahrhunderts.

Es ist ein sehr interessantes Thema, bei dem ARIZ-Denken neue Ideen und Entwicklungstrends bieten kann. Somit, lassen Sie uns mit ARIZ arbeiten.





Siehe auch:

- 4.1.2 - Modell eines Minimalen Technischen Systems
- 4.2.2 - Klassifizierung der Standardlösungen

## 4 STOFF-FELD ANALYSE UND STANDARD-LÖSUNGEN

### 4.1 STOFF-FELD ANALYSE UND STANDARD-LÖSUNGEN: GRUNDBEGRIFFE

#### Definition

**Die Stoff-Feld Analyse** ist ein TRIZ Werkzeug, das darauf abzielt, das Verhalten eines Technischen Systems im Bezug auf seine Elemente und Wechselwirkungen abzubilden.  
**Standardlösungen** sind Methoden von Vorschriften für die Darstellung und die Veränderungen eines Stoff-Feld Modells, die auf die Lösung eines technischen Problems abzielen.

#### Theorie

Die *Funktion* eines Technischen Systems (TS) ist die Begründung für seine Existenz; auf der Struktur-Ebene wird ein TS von Elementen, Eigenschaften (Attributen) dieser Elemente und Beziehungen zwischen ihnen dargestellt (siehe auch *ENV Modell*).

Die Stoff-Feld Modellierung ist eine Technik um Elemente und Wechselwirkungen darzustellen, die das Verhalten eines Technischen Systems auszeichnen. Demzufolge ist ein Stoff-Feld Modell ein Hilfsmittel um ein Technisches System zu analysieren und Probleme hinsichtlich fehlender, ungenügender oder unerwünschter Wechselwirkungen, Unwirtschaftlichkeiten etc. abzubilden.

Ein Problem, das mittels eines Stoff-Feld Modells abgebildet wird, kann durch das System der so genannten Standardlösungen angegangen werden, welches Veränderungen des Stoff-Feld Modells empfiehlt, die geeignet sind, die Funktionen des Technischen Systems zu verbessern und/oder dessen unerwünschte Effekte zu entfernen.

#### Modell

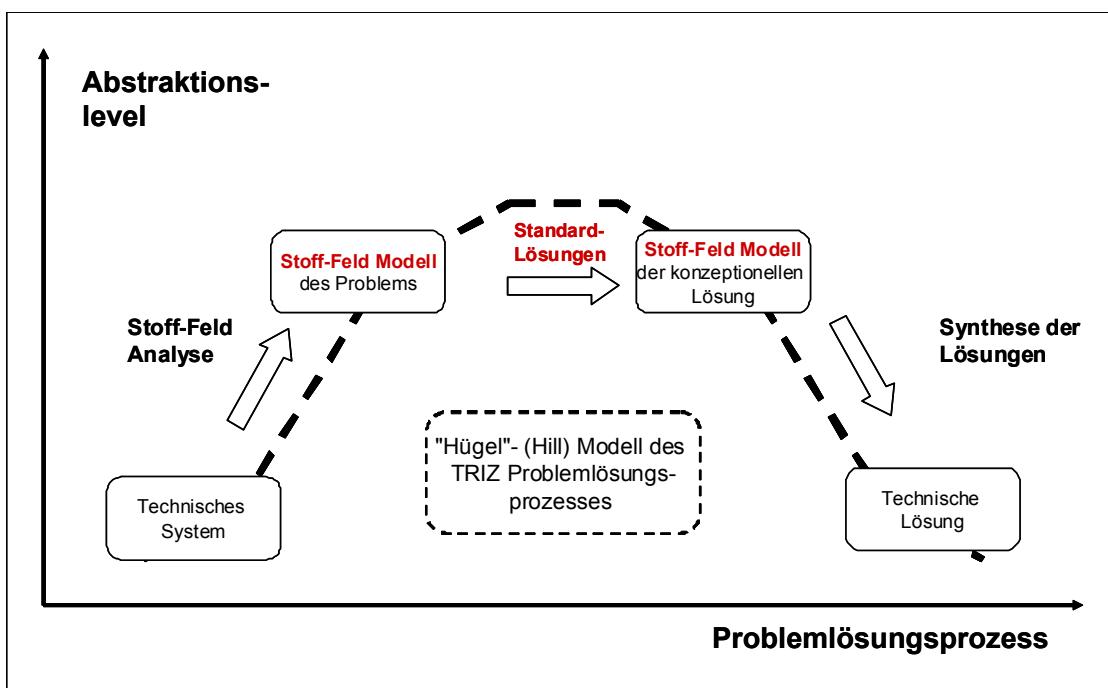


Abb. 1.a – “Hill” Modell des TRIZ Problemlösungsprozesses und die Rolle der Stoff-Feld Modellierung und der Standardlösungen

## Instrumente

Der Problemlösungsprozess, der auf dem Einsatz der Standardlösungen basiert, besteht aus den folgenden Schritten (Abb. 1.a):

1. Beschreibung des zu lösenden Problems durch Benutzung allgemeiner Begriffe (technische Begriffe sind starke Faktoren für die psychologische Trägheit) - Festlegung der Bewertungs-/Auswahlkriterien, die auf die erzeugten Ideen angewandt werden
2. Erstellung eines Stoff-Feld Modells der Problemsituation (Abstraktionsprozess)
3. Auswahl der geeigneten Standardlösungen um die Problemsituation gemäß den Merkmalen des Stoff-Feld Modells zu bearbeiten. (2.2 – *Abgrenzung der Standardlösungen*). Festlegung des Stoff-Feld Modells der konzeptionellen Lösung.
4. Entwicklung einer praktischen Lösung für das unter Schritt 1 ausgewiesene Problem, durch Umsetzung der konzeptionellen Lösung aus Schritt 3 gemäß den *Stoff-Feld Ressourcen*, die in der spezifischen Situation benutzbar sind.

## Beispiel



### Problemsituation:

Es ist erforderlich, die landwirtschaftlichen Möglichkeiten in einem sandigen Gebiet zu verbessern. Mittels eines Leitungssystems wurde fließendes Wasser in den Feldern weitgehend verbreitet, aber das Wachstum der Pflanzen ist immer noch zu langsam. Was sollte getan werden?

### Schritt 1:

Wir wollen das Wachstumstempo einiger Pflanzen in einem sandigen Gebiet erhöhen. Die Pflanzen sind richtig bewässert, aber ihre Nährstoffbedürfnisse sind nicht vollständig abgedeckt.

### Schritt 2:

Ein Stoff-Feld Modell der Problemsituation wird gemäß den Hinweisen des Kapitels 1.2 – *Modell eines Minimalen Technischen Systems* entwickelt: (Abbildung 1.b): es gibt eine nicht ausreichende nützliche Wechselwirkung zwischen der Erde und der Pflanze mittels eines chemischen Feldes.

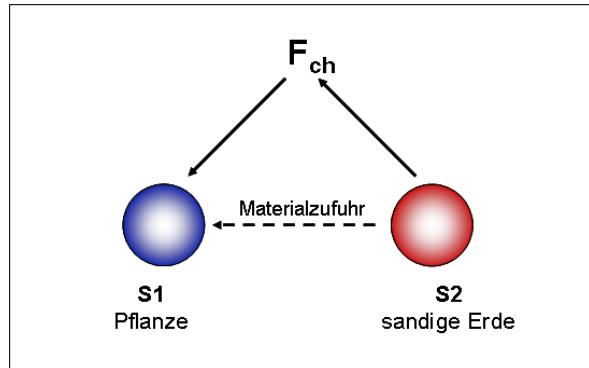
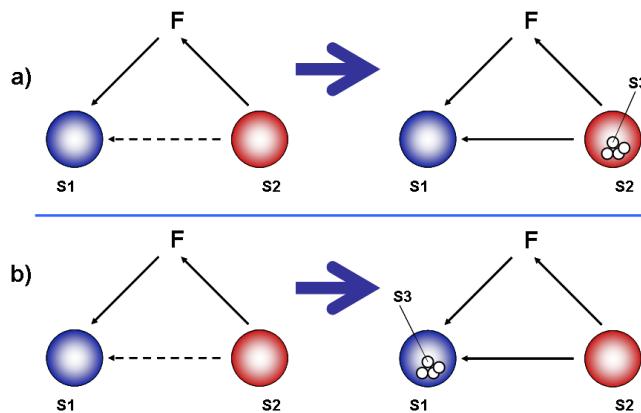


Abb. 1.b – Stoff-Feld Modell einer Problemsituation

### Schritt 3:

Um den positiven Effekt einer Stoff-Feld Wechselwirkung zu verbessern, wird vorgeschlagen, Standardlösungen der Klasse 1.1 (2.2 – *Abgrenzung der Standardlösungen*) in Betracht zu ziehen. Der erste passende Standard ist Nummer 1.1.2: Verbesserung der Wechselwirkungen durch das Einführen von Zusätzen in die Objekte. (Abb. 1.c). Die Stoff-Feld Modelle auf der rechten Seite der Abb. 1.c stellen konzeptionelle Lösungen für das unter Schritt 1 beschriebene und in Schritt 2 formalisierte Problem, dar. Durch die Anwendung weiterer Standards, könnten mit einem ähnlichen Ansatz weitere konzeptionelle Lösungen festgelegt werden.



#### Schritt 4:

Um aus dem Modell einer konzeptionellen Lösung eine praktische Lösung zu erhalten, ist es notwendig, die spezifische Situation zu berücksichtigen (Abb. 1.d). Es lohnt sich, zu beachten, dass eine alternative Interpretation für dieselbe Standardlösung auf die Einführung von Zusätzen in die Pflanze hindeuten würde (Abbildung 1.c, unten).

Welche Art von Stoff S<sub>3</sub>, könnte dem sandigen Boden beigemischt werden, um seine chemische Wechselwirkung mit der Pflanze zu verbessern? Ein Düngemittel könnte die erwartete Verbesserung unterstützen.

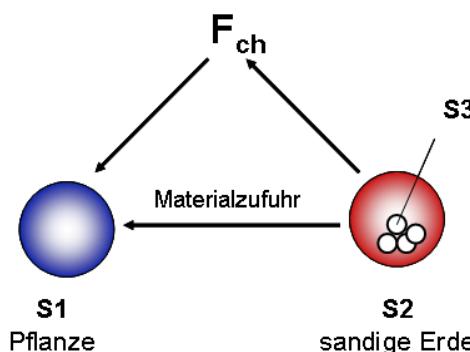


Abb. 1.d – Exemplarische Anwendung des Standards 1-1-2 zum Stoff-Feld Modell der Abb. 1.b: Die Wechselwirkung kann durch einführen von Zusätzen in die Erde verbessert werden (Abb. 1.c, oben).

#### Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## 4.1.1 ELEMENTE EINES MINIMALEN TECHNISCHEN SYSTEMS



### Definition

Das minimale Technische System, das geeignet ist eine bestimmte Funktion zu erfüllen, muss aus drei Elementen bestehen: zwei Stoffe und einem Feld.

Ein Stoff (Stoff) ist ein Element eines Systems (ein Grundbestandteil oder ein komplexes Teil-  
system), welches in einer funktionellen Wechselwirkung mit anderen Stoffen sowohl als ein  
Funktionsträger wie auch als das Objekt der Funktion selbst, beteiligt sein kann.

Ein Feld ist eine Wechselwirkung, die durch einen Fluss von Energie (jeder Art), oder Infor-  
mation oder mechanischer Kraft etc. gekennzeichnet ist, und durch einen Stoff, welcher mög-  
licherweise andere Stoffe beeinflusst, erzeugt wird.

### Theorie

Die wesentlichen Elemente einer funktionellen Wechselwirkung sind ein Funktionsträger (Arbeitswerkzeug), ein Objekt der Funktion und ein Feld. Sowohl der Funktionsträger als auch das Objekt werden Stoffe genannt.

Im Bezug auf TRIZ, kann ein Stoff ein System jedes Komplexitätsgrades sein, von einem ein-  
fachen grundlegenden Gegenstand (z.B. einem Nagel, einem Ball, einem Staubkorn) bis hin zu  
einem komplexen Bauteil (z.B. einem Flugzeug, einem Laptop, einem Satellit).

Was immer die Komplexität des Systems ist, erfordert ihre Wechselwirkung mit anderen Stof-  
fen zwangsläufig das Beisein von mindestens einem Feld, das heißt ein Fluss jeder Art von  
Energie, ein Fluss von Information, eine Kraft etc.

Es gibt verschiedene Arten von Feldern (*1.1.1- Arten von Wechselwirkungen und zugehörige Symbole*) ebenso wie verschiedene Arten von Wechselwirkungen zwischen zwei Stoffen vor-  
handen sind. (*1.1.2- Arten von Feldern und zugehörige Symbole*)



### Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-  
7545-0020-3



#### 4.1.1.1 ARTEN VON FELDERN UND ZUGEHÖRIGE SYMBOLE

##### Definition

Gravitationsfeld: die natürliche Anziehungskraft zwischen zwei beliebigen massiven Körpern, welche unmittelbar proportional zu dem Produkt ihrer Massen und umgekehrt proportional zum Quadrat der Distanz zwischen ihnen ist.



Mechanisches Feld: Wechselwirkung verbunden oder beherrscht von mechanischen Systemen, d.h. Kräfte auf Masse- oder materielle Systeme (Reibung, Trägheit, Elastizität, Auftrieb, Schwungkraft, Druck oder Flüssigkeiten)

Akustisches Feld: Wechselwirkung, aufkommend durch, ausgelöst von, beinhaltet, erzeugt oder bezogen auf Schallwellen, auch außerhalb des hörbaren Frequenzbereichs.

Thermisches Feld: mit beliebiger Art von Wärmeaustausch verbundene Wechselwirkung (Ableitung, Wärmekonvektion, Abstrahlung)

Chemisches Feld: Wechselwirkung verbunden mit Aufbau, Struktur, Merkmalen und Reaktionen eines Stoffes.

Elektrisches Feld: Physikalisches Phänomen, das durch die Reaktion von Elektronen und Protonen auftaucht und durch die Anziehungskraft von Partikeln mit gegensätzlicher Aufladung und die Abstoßung von Partikeln mit derselben Aufladung hervorgerufen wird.

Magnetfeld: Kraft die zwischen magnetischen Polen benötigt wird, um Magnetisierung zu erzeugen.

Elektromagnetisches Feld: Wechselwirkungen, verbunden mit der Erzeugung, Verbreitung und Gleichrichtung von elektromagnetischer Strahlung, die größere Wellenlängen hat als Röntgenstrahlen, z.B. Licht und Sehen

Biologisches Feld: Wechselwirkungen verbunden mit, hervorgerufen durch oder beeinflussend für Leben oder lebende Organismen, z.B. Gärung, Verfall.

Kernfeld: Wechselwirkungen verbunden mit Kräften, Reaktionen und inneren Strukturen des Atomkerns, z.B. Verschmelzung, Kernspaltung, Strahlen.

##### Theorie

Ein Feld ist eine Wechselwirkung, die durch einen Fluss von Energie (jeder Art), Information, mechanischer Kraft etc. gekennzeichnet ist, und durch einen Stoff, der möglicherweise andere Stoffe beeinflusst, erzeugt wird.

Die Art des Feldes ist durch die Art der Wechselwirkung zwischen zwei Stoffen festgelegt. Es lohnt sich daran zu denken, dass die Definitionen der Feldarten manchmal überschneidend sind: ein biologisches Feld kann auf einer tieferen Detailebene auch als chemisches betrachtet werden; Wärmeaustausch durch Abstrahlung kann als ein thermisches und als ein elektromagnetisches Feld betrachtet werden. Trotzdem beeinflusst eine solche Mehrdeutigkeit die Verwertbarkeit und die Leistungsfähigkeit der Modellierungstechnik nicht, soweit einer folgerichtigen Definition innerhalb der Gesamtanalyse eines zuverlässigen Technischen Systems gefolgt wird.

## Modell

Art des Feldes	Symbol
Gravitation	$F_{Gr}$
Mechanisch	$F_{Mec}$
Akustisch	$F_{Ac}$
Thermisch	$F_{Th}$
Chemisch	$F_{Ch}$
Elektrisch	$F_{El}$
Magnetisch	$F_M$
Elektro-Magnetisch	$F_{EM}$
Biologisch	$F_B$
Nuklear	$F_N$

Abb. 1.1.1.a – Feldarten und zugehörige Symbole

## Beispiel



Art des Feldes	Beispiele
Gravitationsfeld	Erdanziehung, Anziehung zwischen Planeten
Mechanisches Feld	Reibung, Druck, Trägheit
Akustisches Feld	Schallwellen, Ultrawellen
Thermisches Feld	Wärmeaustausch durch Ableitung, Konvektion, Abstrahlung
Chemisches Feld	Oxidation, Lösung, Verbrennung, Bindung
Elektrisches Feld	Elektrostatik, elektrische Induktion
Magnetisches Feld	Magnetostatik, magnetische Induktion
Elektromagnetisches Feld	Licht, Laser, Mikrowellen, Röntgenstrahlen, Gammastrahlen
Biologisches Feld	Gärung, Verfall
Nukleares / atomares Feld	Kernverschmelzung, Kernspaltung

Abb. 1.1.1b – Exemplarische Felder

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:



Analysieren Sie die folgenden Wechselwirkungen zwischen Stoffen, legen Sie die Art der Felder fest und ordnen Sie das passende Symbol zu:

- ein Besen kehrt den Boden;
- ein Kühlschrank kühlt eine Wasserflasche;
- ein Radio spielt Musik ab;
- ein Ofen brät ein Hähnchen;
- ein Anstrich färbt eine Wand;
- eine Taschenlampe beleuchtet eine Höhle;
- die Flamme eines Streichholzes zündet eine Zigarette an;
- die Orientierung lässt die Nadel eines Kompass rotieren;
- ein Hammer schlägt auf einen Nagel;
- ein Gemüse beginnt zu schimmeln;
- etwas Zucker löst sich in einer Tasse Kaffee auf;
- ein Neutron schließt sich einem Wasserstoffkern an.

## Antwort 1:

Wechselwirkung	Art des Feldes	Symbol
ein Besen kehrt den Boden	Mechanisch (Druckkraft)	$F_{Mec}$
ein Kühlschrank kühlt eine Wasserflasche	Thermischl (Konvektion)	$F_{Th}$
ein Radio spielt Musik ab	Akustisch (Schallwellen)	$F_{Ac}$
ein Ofen brät ein Hähnchen	Thermisch (Strahlung) or Elektro-magnetisch (Infrarot)	$F_{Th} - F_{EM}$
ein Anstrich färbt eine Wand	Chemischal (Adhäsion)	$F_{Ch}$
eine Taschenlampe beleuchtet eine Höhle	Elektro-magnetisch (Licht)	$F_{EM}$
die Flamme eines Streichholzes zündet eine Zigarette an	Chemisch (Verbrennung)	$F_{Ch}$
die Orientierung lässt die Nadel eines Kompass rotieren	Magnetisch (Magnetfeld der Erde)	$F_M$
ein Hammer schlägt auf einen Nagel	Mechanisch (Stosskraft)	$F_{Mec}$
ein Gemüse beginnt zu schimmeln	Biologisch (Fäulnis)	$F_B$
etwas Zucker löst sich in einer Tasse Kaffee auf	Chemisch (Lösung)	$F_{Ch}$
ein Neutron schließt sich einem Wasserstoff-kern an	Nukleares Feld (Fusion)	$F_N$



## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3





Siehe auch:

4.1.2 - Elemente eines minimalen technischen Systems

## 4.1.1.2 ARTEN VON WECHSELWIRKUNGEN UND ZUGEHÖRIGE SYMBOLE



### Definition

Lassen Sie uns zwei sich gegenseitig beeinflussende Stoffe, S1 und S2, derart betrachten, dass S2 einen bestimmten Einfluss auf eine Eigenschaft eines Bewertungsparameters (EP – Evaluation Parameter) von S1 ausübt.

Nützliche Aktion: Eine Aktion wird als nützlich betrachtet, wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP erwünscht ist.

Schädliche Aktion: Eine Aktion wird als nachteilig angesehen, wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP unerwünscht ist oder in die falsche Richtung führt.

Ungenügende, unvollständige Aktion: Eine nützliche Aktion wird als ungenügend oder unvollständig erachtet, wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP geringer ist als der erwünschte Wert.

Fehlende Aktion: Eine nützliche Aktion wird als fehlend betrachtet, wenn der erwartete Einfluss auf den Bewertungsparameter EP möglicherweise benutzbar ist, aber nicht in das System eingebaut wurde.

Unkontrollierte Aktion: Eine nützliche Aktion wird als unkontrolliert angesehen, wenn der Wertebereich des angenommenen Bewertungsparameters EP zu groß ist.

Überhöhte Aktion: Eine nützliche Aktion wird als überhöht betrachtet, wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP den erwünschten Wert überragt.

Überflüssige Aktion: Eine nützliche Aktion wird als überflüssig erachtet, wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP für das Funktionieren des Systems nicht notwendig ist, aber keinen Nachteil verschafft.

### Theorie

Eine Funktion wird durch einen Funktionsträger, (im Bezug auf TRIZ, ein "Werkzeug"), eine Aktion und ein Objekt, welches die Funktion aufnimmt, gekennzeichnet. Die Aktion ist richtig definiert, wenn sie als eine Kombination von einem unter vier Verben (erhöhen, vermindern, ändern, stabilisieren) und dem Namen einer Eigenschaft des Objekts ausgedrückt werden kann (*ENV Modell*).

Die Eigenschaft dieses Objekts, z.B. die Größe, die Farbe, die elektrische Leitfähigkeit, die Form, ist demzufolge dank der Auswirkung der Funktion auf einen bestimmten Wert festgelegt, z.B. ein Meter, rot, fünf Siemens pro Meter, kugelförmig.

Wenn die Änderung der Objekteigenschaft erwünscht ist, wird die Funktion als nützlich betrachtet, wenn die Änderung der Objekteigenschaft hingegen unerwünscht ist, wird die Funktion als schädlich angesehen. Unter den nützlichen Funktionen haben wir, sofern die Eigenschaft des Objekts den erwarteten Wert genau annimmt, eine genügend nützliche Funktion; zudem, wird die Funktion als nützlich aber ungenügend betrachtet, wenn der Wert der Eigenschaft unangemessen ist.

## Modell

Modell	Art der Wechselwirkung	Symbol
	nützlich	
	schädlich	
	nützlich, ungenügend	
	fehlend	
	unkontrolliert	
	überhöht	
	überflüssig	

Abb. 1.1.2.a – Wechselwirkungsarten und zugehörige Symbole

## Instrumente

Schritte zur Einteilung einer Wechselwirkung zwischen zwei Stoffen:

Festlegung der sich gegenseitig beeinflussenden Stoffe. Unterscheidung zwischen dem *Werkzeug* und dem *Objekt*

Festlegung der Art des Feldes (*4.1.1.1 – Arten von Feldern und zugehörige Symbole*)

Festlegung des Bewertungsparameters und des Objektes, der durch das Werkzeug und dessen Feldes beeinflusst wird.

Analyse des Einflusses des Feldes auf den Bewertungsparameter (EP):

Wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP erwünscht ist, bestimmt das Feld eine nützliche Wechselwirkung;

Wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP erwünscht ist, aber weniger als erwartet, dann bestimmt das Feld eine ungenügende nützliche Wechselwirkung;

Wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP erwünscht ist, aber der Wertebereich von Variationen zu groß ist, bestimmt das Feld eine unkontrollierte nützliche Wechselwirkung;

Wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP erwünscht, aber fehlend ist, dann bestimmt das Feld eine fehlende nützliche Wechselwirkung;

Wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP erwünscht ist, aber mehr als erwartet wurde, dann bestimmt das Feld eine überhöhte nützliche Wechselwirkung;

Wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP unerwünscht ist, dann bestimmt das Feld eine schädliche Wechselwirkung;

Wenn der Einfluss auf den Bewertungsparameter EP nicht erwünscht ist, aber keine Nachteile herbeiführt, dann bestimmt das Feld eine überflüssige Wechselwirkung.

## Beispiel

### Beispiel 1:

Sommerzeit: Nina möchte ihren Freunden einige kühle Fruchtsäfte anbieten, weil sie durstig sind und es sehr heiß ist. Unglücklicherweise ist der Kühlschrank leer und alle Säfte sind ziemlich warm. Sie stellt die Säfte in den Kühlschrank, aber dieser kühlt sie ziemlich langsam. Nach 15 Minuten sind sie immer noch warm.



Lassen sie uns die Wechselwirkung des letzten Satzes einstufen:

die sich gegenseitig beeinflussenden Stoffe sind der Kühlschrank und die Säfte, beziehungsweise das sind das Werkzeug und das Produkt.

Kühlschrank und Säfte beeinflussen sich gegenseitig durch ein thermisches Feld (Wärmeströmung im Inneren des Kühlschranks);

Der Parameter, der den Saft (Produkt) durch das thermische Feld des Kühlschranks (Werkzeug) beeinflusst, ist die Temperatur (Bewertungsparameter EP): Der Kühlschrank „verringert“ die Temperatur der Säfte;

Die Auswirkung des Kühlschranks auf den Bewertungsparameter EP ist erwünscht (es ist erwünscht, dass der Kühlschrank die Temperatur der Säfte reduziert), aber weniger als erwartet (die Temperatur ist nach 15 Minuten noch zu hoch), folglich bestimmt das Feld eine ungenügende nützliche Wechselwirkung (Abb. 1.1.2.b).

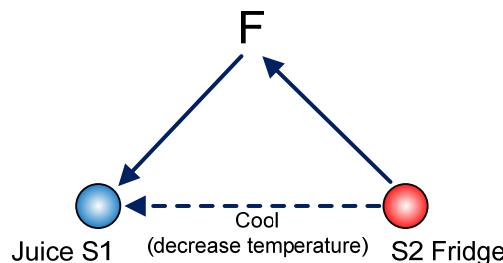


Abb. 1.1.2.b – Die Wechselwirkung zwischen dem Kühlschrank und den Fruchtsäften ist nützlich, aber ungenügend, da es zu viel Zeit kostet sie ab zu kühlen.

### Beispiel 2:

Winterzeit: in Ninas Stadt geht die Temperatur im Januar oft unter 0°C, demzufolge gefriert manchmal das Wasser in den Rohrleitungen. Da Eis ein größeres Volumen als fließendes Wasser hat, setzt es einen hohen Druck auf die Innenfläche der Leitungen aus, so dass es vorkommt, dass eine Leitung bricht.



Lassen Sie uns die Wechselwirkung des letzten Satzes einstufen:

die sich gegenseitig beeinflussenden Stoffe sind Eis und die Leitung, beziehungsweise das sind das Werkzeug und das Produkt.

Eis und Leitung beeinflussen einander durch ein mechanisches Feld (Druck infolge der Volumenvergrößerung des Wassers von flüssig zu fest);

Der Parameter, der die Leitung (Produkt) durch das mechanische Feld des Eis (Werkzeug) beeinflusst, ist die materielle Beanspruchung (Bewertungsparameter EP): Das Eis „vergrößert“ die materielle Beanspruchung der Leitung;

Die Auswirkung des Eises auf den Bewertungsparameter EP ist unerwünscht (es ist unerwünscht, dass das Eis die materielle Beanspruchung der Leitung vergrößert), folglich bestimmt das Feld eine schädliche Wechselwirkung (Abb. 1.1.2.c).

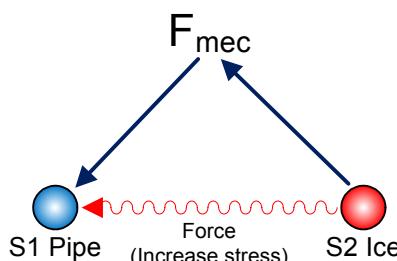


Abb. 1.1.2.c – Die Wechselwirkung zwischen dem Eis und der Leitung ist nachteilig, da es nicht erwünscht ist, dass die materielle Beanspruchung der Leitung vergrößert wird.



### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:

Nina ist in der Küche. Sie bemerkt, dass die Pfanne auf dem Gas Kocher steht und während die Flamme den Boden der Pfanne erhitzt, erhitzt sie auch den Griff der Pfanne. Versuchen Sie diese zwei Situationen darzustellen.



#### Antwort 1:

Wir müssen zwei Modelle entwickeln: Das erste bezieht sich auf die Funktion der Flamme in Richtung des Pfannenbodens. Dort gibt es zwei Stoffe, den Pfannenboden ( $S_1$ ) und die Flamme ( $S_2$ ) und ein thermisches Feld. Die entwickelte Aktion ist nützlich und genügend, Abb. 1.1.2.d.



# teTRIS

Das zweite Modell, das zu entwickeln ist, ist Teil der Situation, welcher das Erhitzen des Griffes darstellt. In diesem Fall sind die zwei Stoffe der Griff selbst ( $S_1$ ) und die Flamme ( $S_2$ ). Das Feld ist immer thermisch, aber dieses Mal ist die Aktion, welche das Feuer in Richtung des Griffes entwickelt, nachteilig, weil ein heißer Griff vielleicht Ninas Hand verbrennt.

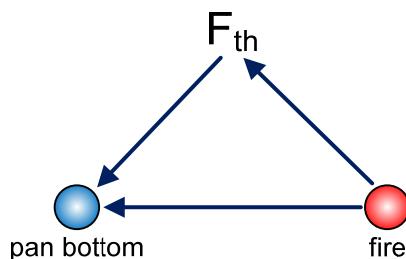


Abb. 1.1.2.d – Stoff-Feld Modell einer Pfanne auf dem Herd

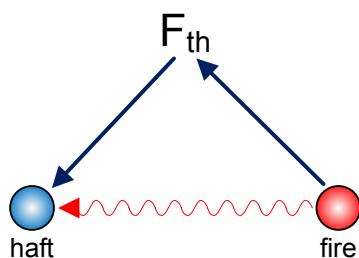


Abb. 1.1.2.e – Stoff-Feld Modell einer schädlichen Aktion, welche die Flamme auf dem Griff der Pfanne entwickelt

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## 4.1.2 Modell eines Minimalen Technischen Systems



Siehe auch:

- 4.1.1 Arten von Feldern und zugehörige Symbole
- 4.1.2 - Modell eines Minimalen Technischen Systems

### Theorie:

Das Minimale Technische System muss mindestens aus drei Elementen bestehen: zwei Stoffen und einem Feld.

Folglich ist das einfachste Modell eines Arbeitssystems eine Dreiergruppe S1, S2, F, so dass der Stoff S2 durch ein Feld F eine Aktion auf den Stoff S1 ausführt (Abb. 1.2.a).

Das Feld ist gemäß der in *1.1.1 Arten von Feldern und zugehörige Symbole* definierten Kriterien eingeteilt. Die Aktion die von S2 auf S1 ausgeübt wird, kann gemäß der in *1.1.2 Arten von Wechselwirkungen und zugehörige Symbole* definierten Kriterien eingeordnet werden. Ein Stoff-Feld Modell wird graphisch durch Hilfsmittel von spezifischen Symbolen und Regeln dargestellt. (*1.2.1 Graphische Darstellung eines Stoff-Feld Modells*)

### Modell

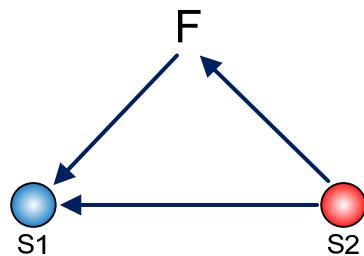
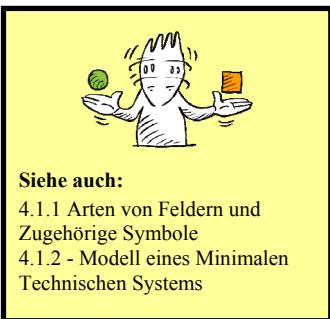


Abb. 1.2.a – Modell eines Minimalen Technischen Systems



## 4.1.2.1 GRAPHISCHE STOFF-FELD MODELLS DARSTELLUNG EINES

### Modell

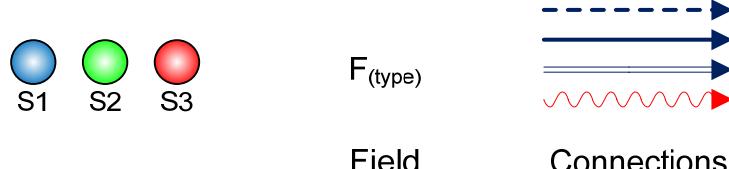


Abb. 1.2.1.a – Elemente eines Stoff-Feld Modells: Stoffe Felder, Wechselwirkungen

### Instrumente

Schritte um ein Stoff-Feld Modell einer funktionellen Wechselwirkung zu entwickeln:

Festlegung der Stoffe, die in die funktionelle Wechselwirkung eingebunden sind;  
Überprüfung der Existenz von einem oder mehreren Feldern zwischen jedem Paar von Stoffen;

Einordnung des Feldes (1.1.1) und der Wechselwirkung (1.1.2)

Bestimmung eines passenden Symbols für jedes Element (Abb. 1.2.1.a)

### Beispiel

#### Beispiel 1: Nina bereitet Sandwiches zu

Während Sie das Brot schneidet um ein paar Sandwiches für ein Picknick vorzubereiten, verletzt sich Nina ihren Finger leicht mit dem Messer.

Lassen Sie uns ein Stoff-Feld Modell der Situation entwickeln.

1. Hier haben wir drei Hauptstoffe: S1 - Brot (Objekt für die Aktion schneiden); S2 - Ninas Finger (Objekt für die Aktion verletzen); S3 – Messer (Subjekt der Aktion schneide Brot und verletzte Ninas Finger) – Abb. 1.2.1.b.



Abb. 1.2.1.b – Stoffe, die sich gegenseitig beeinflussen während Nina Sandwiches zubereitet

2. Es gibt keine Felder zwischen dem Brot und dem Finger (laut der obigen Beschreibung ist es nicht relevant darzustellen, dass Nina das Brot mit ihren Fingern gehalten hat); Es gibt ein Feld (eine Wechselwirkung) zwischen dem Brot und dem Messer ebenso wie zwischen dem Finger und dem Messer – Abb. 1.2.1.c

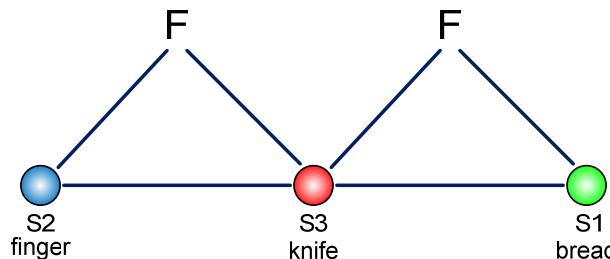


Abb. 1.2.1.c – Felder die zwischen den festgelegten Stoffen wirken

3. Das Feld  $F_1$  zwischen dem Messer und Ninas Finger ist klar mechanisch: das Messer verursacht durch einen hohen lokalen Druck eine Wunde am Finger, oder umständlich ausgedrückt „erhöht die Anzahl von Wunden auf den Fingern“ (von null auf eins) oder „reduziert die Gesundheit des Fingers“. Da die Auswirkung des Messers (Werkzeug) auf den Bewertungsparameter des Produkts unerwünscht ist, ist die Wechselwirkung zwischen  $S_3$  und  $S_2$  schädlich.
- Das Feld  $F_2$  zwischen dem Messer und dem Brot ist auch mechanisch: das Messer schneidet das Brot oder umständlicher ausgedrückt „erhöht die Anzahl von Brotscheiben“. Da die Auswirkung des Messers (Werkzeug) auf den Bewertungsparameter des Produkts (Anzahl an Scheiben) erwünscht ist und wir keine Informationen über eine unzulässige Menge von Scheiben haben, ist die Wechselwirkung zwischen  $S_3$  und  $S_1$  nützlich.
4. Abb. 1.2.1.d

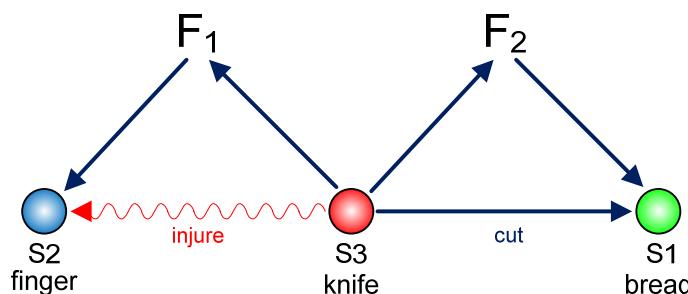


Abb. 1.2.1.2 – Stoff-Feld Modell von Nina, die Sandwiches zubereitet

## Selbsteinschätzung

### Aufgabe 1:

Nina muss ihrem Freund Matt einen bekannten MP3 Titel mit 4,6 MByte geben, den sie auf ihrem PC hat. Momentan hat er keine Internetverbindung, sodass Nina die Datei auf einen Datenträger schreiben muss. Da ihr USB Stick kaputt ist, denkt sie darüber nach eine CD zu benutzen. Als sie die Schublade öffnet merkt sie, dass ihre CDs aufgebraucht sind und sie nur eine DVD hat. Versuchen Sie ein Stoff-Feld Modell der Datenübertragung zu entwickeln.



### Antwort 1:

Der erste Schritt ist es alle Stoffe, die in der Situation auftauchen, festzulegen: in diesem Fall haben wir den PC ( $S_1$ ), den DVD Träger ( $S_2$ ) und den MP3 Titel ( $S_3$ ), Abb. 1.2.1.e.



Um das Modell zu vervollständigen sind auch die Felder zwischen den Stoffen erforderlich, Abb. 1.2.1.f. Der erste Teil des Modells stellt den Akt der Übertragung der Datei vom PC auf die DVD dar, also den „Brennvorgang“, während der zweite aufzeigt, dass die Datei nun in der DVD enthalten ist. Nun müssen wir herausfinden welche Art von Feldern  $F_1$  und  $F_2$  sind. Der Computer schreibt die Datei mit einem Laser auf die DVD, so dass  $F_1$  als ein elektromagnetisches Feld betrachtet werden könnte; die DVD beinhaltet eine Magnetspur die die Datei abbildet. So könnte  $F_2$  als ein Magnetfeld angesehen werden. Der Akt des Schreibens, welcher der

# teTRIS

PC in Richtung der DVD entwickelt, ist eine nützliche und ausreichende Aktion; des Weiteren entwickelt auch die DVD eine nützliche Aktion, „beinhaltet die Datei“, die aber in dieser Zeit als überhöht betrachtet werden könnte: Nina hat eine DVD mit einer Kapazität von 4,7GByte benutzt, um eine Datei mit nur 4,6 MByte zu übertragen, Abb. 1.2.1.g.



Abb. 1.2.1.e – Die drei Stoffe tauchen in der Szene auf

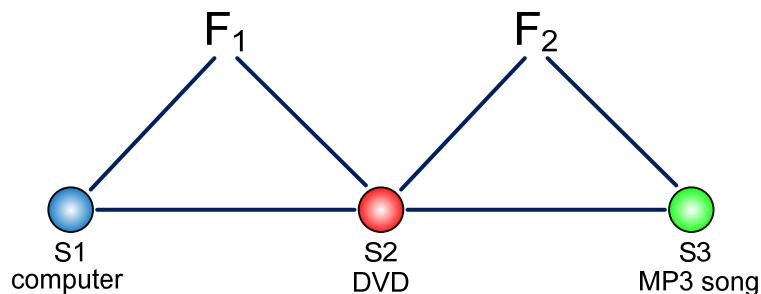


Abb. 1.2.1.f – Der erste Schritt in der Anordnung eines Stoff-Feld Modells

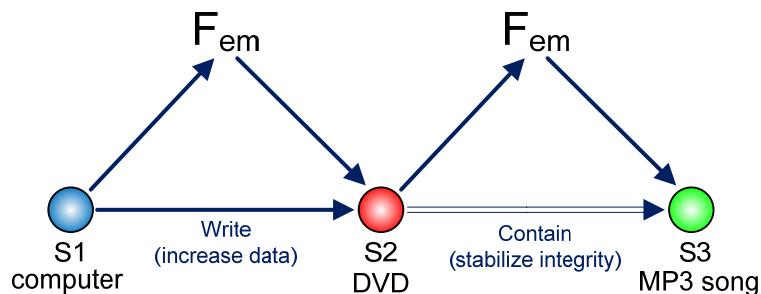


Abb. 1.2.1.g – Das fertige Stoff-Feld Modell

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## 4.2 - Die STANDARDLÖSUNGEN

### Definition

Eine *Standardlösung* ist ein Lösungsmodell eines typischen Problems, dargestellt mittels *Stoff-Feld Wechselwirkungen*.



### Theorie

Die *Standardlösungen* (in Kurzform manchmal auch *Standards* genannt) sind ein System von 76 Modellen der Synthese und Transformation von technischen Systemen in Übereinstimmung mit der Evolution technischer Systeme.

Gemeinsam mit ARIZ, der Datenbank der *Effekte* und den *Entwicklungsgesetzten technischer Systeme* bieten die Standardlösungen die am meisten erweiterte und effektivste Reihe von Instrumenten des klassischen TRIZ. Demzufolge ersetzten sie Altschuller's *Matrix der technischen Widersprüche* und die *Innovativen Prinzipien*.

Die Standards sind zwischen 1975 und 1985 mit dem Ziel entwickelt worden, eine strukturierte Methode zur Lösung von technischen Problemen zur Verfügung zu stellen, indem sie Kenntnisse Einzelner, sowie Datenbanken von *physischen chemischen geometrischen Effekten* systematisch durchsuchen.

Ursprünglich wurden die Standards als getrennte Lösungsmodelle entsprechend der Reihenfolge der Formalisierung aufgelistet. 1979 wurde ein System von 28 integrierten Systemen, gegliedert in drei hauptsächliche Teilmengen, von Altschuller in [1] vorgestellt und herausgegeben. In den folgenden Jahren wurden weitere Standards hinzugefügt und die letztliche Struktur mit 5 Klassen wurde veröffentlicht (Abbildung 2) [2].

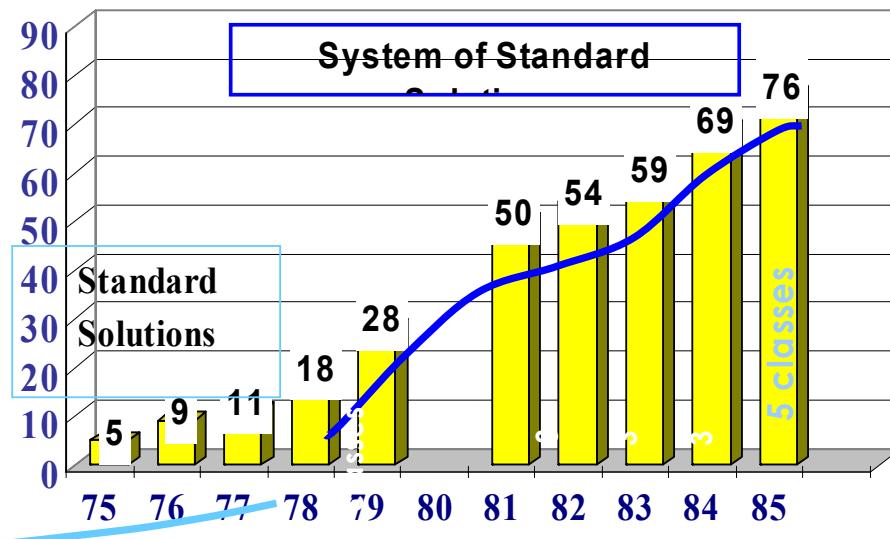


Abbildung 2 – Entwicklungsgeschichte der Standardlösungen



### Instrumente

Die Standardlösungen sollten genutzt werden, um die große Mehrheit von „typischen“ Problemen mittels der *Stoff-Feld Modelle* zu lösen, d.h. wenn eine ungenügende oder unerwünschte Wechselwirkung zwischen zwei oder mehreren *Teilsystemen* existiert. Sie erlauben *Widersprüche* zu beseitigen oder zu umgehen, ohne die Notwendigkeit diese selbst festzulegen und zu formulieren. Standards sind auch nützlich um die Kenntnisse Einzelner in Anlehnung an einen systematischen Prozess zu durchsuchen.



Um eine Standardlösung anzuwenden ist folgendes gefordert:  
Entwicklung eines Stoff-Feld Modells des Problems  
Auswahl der am besten geeigneten Standards  
Befolgung der Richtlinien der ausgewählten Standards

## Literaturangaben



- [1] Altschuller G.S., Selutskii A.B.: Wings for Icarus (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1980.
- [2] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## 4.2.1 STRUKTUR EINER STANDARDLÖSUNG

### Theorie

Jede Standardlösung ist wie eine Veränderung von einem anfänglichen “problematischen” *Stoff-Feld Modell* zu einem abgeänderten Stoff-Feld Modell, aufgebaut, wo die unerwünschten Ausprägungen der Wechselwirkungen zwischen den *Teilsystemen* verschwinden.

### Modell

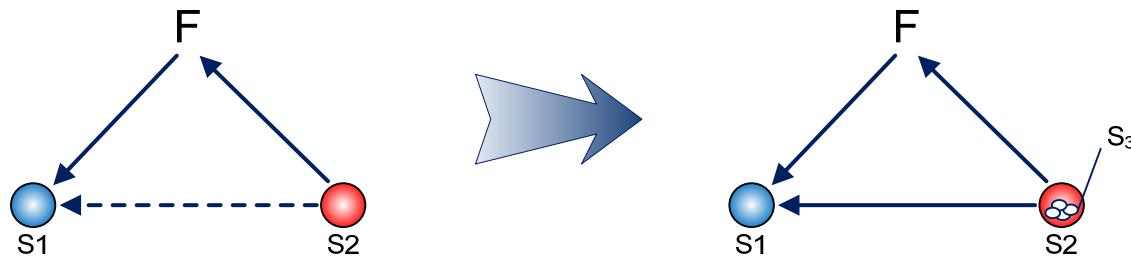


Abbildung 2.1.a – Exemplarisches Modell einer Standardlösung: eine unerwünschte Stoff-Feld Wechselwirkung (in diesem Fall eine ungenügende Wechselwirkung) verschwindet aufgrund der Veränderung des Stoff-Feld Modells



### Instrumente

Eine Standardlösung besteht aus drei Hauptelementen:

- B: (Beschreibung) Die Beschreibung der typischen Problemsituation, sofern es passend ist diesen Standard anzuwenden;
- R: (Richtlinien) Die Richtlinien, um Änderungen in das System einzuführen, um das typische Problem zu lösen;
- M: (wenn vorhanden, ein Modell) eine visuelle Darstellung der Veränderung mittels Stoff-Feld Modellen (Abbildung 2).

Das visuelle Modell der Veränderungen ist nicht immer vorhanden; spezieller; es entfällt, sofern die Veränderungen des Stoff-Feld Modells eine qualitative Änderung einer Stoff oder eines Feldes betrifft, statt der Einführung neuer/veränderter Elemente in das System.

A: (Anmerkungen) Manchmal wird den Richtlinien eine Anmerkung hinzugefügt um weitere Erklärungen über ihre Einführung zur Verfügung zu stellen.



### Beispiel

Die drei Elemente des Standards 1.1.2 sind folgende:

- B: Die Beschreibung der typischen Problemsituation, sofern es passend ist diesen Standard anzuwenden:

„Wenn es in einem Stoff-Feld System die Notwendigkeit gibt den positiven Effekt einer Wechselwirkung zu verbessern und die Auflagen keine Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von Zusätzen zu mindestens einer der gegebenen Stoffe beinhaltet.“

- R: Die Richtlinien, um Änderungen in das System einzuführen, um das typische Problem zu lösen: „Das Problem muss durch einen Übergang (dauerhaft oder vorübergehend) zu einem internen komplexen Stoff-Feld System gelöst werden, indem Zusätze in die gegenwärtigen Stoffe eingeführt werden. Diese Zusätze erhöhen die Regelbarkeit oder verleihen dem Stoff-Feld System die benötigten Eigenschaften.

M: siehe Abbildung 2.1.b

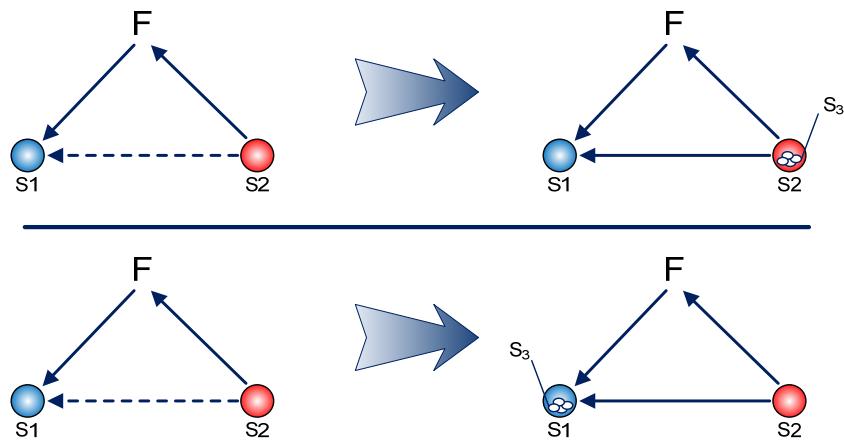


Abb. 2.1.b – Modell des Standards 1.1.2

### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:



Schauen Sie die folgende Standardsituation an und legen Sie ihre grundlegenden Elemente fest.  
STANDARD 1-1-4

Wenn es in einem Stoff-Feld System die Notwendigkeit gibt, den positiven Effekt einer Wechselwirkung zu verbessern und die Auflagen Beschränkungen hinsichtlich der Einführung oder Anlagerung von Stoffen beinhalten, kann das Problem gelöst werden, indem die bestehende Umgebung wie der Stoff benutzt wird, um die Effizienz der bestehenden Wechselwirkung zu erhöhen.

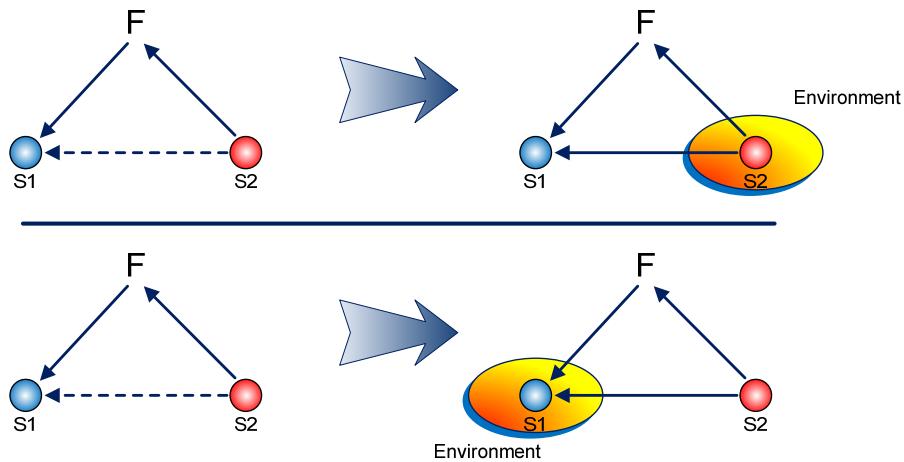


Abb. 2.1.c – Modell des Standard 1.1.4

#### Antwort 1:



B: Wenn es in einem Stoff-Feld System die Notwendigkeit gibt, den positiven Effekt einer Wechselwirkung zu verbessern und die Auflagen Beschränkungen hinsichtlich der Einführung oder Anlagerung von Stoffen beinhalten,

R: kann das Problem gelöst werden, indem man die bestehende Umgebung wie den Stoff benutzt, um die Effizienz der bestehenden Wechselwirkung zu erhöhen.

M: (Abbildung 1.1.4)

#### Übung 2:



Schauen Sie die folgende Standardsituation an und legen Sie ihre grundlegenden Elemente fest.

#### STANDARD 2-2-2

Die Effizienz eines Stoff-Feld Systems kann durch die Erhöhung des Unterteilungsgrades des

Elements, welches ein Werkzeug in der Wechselwirkung darstellt, verbessert werden. Der Standard stellt einen der Haupttrends der technologischen Entwicklung dar, d.h. die Unterteilung des Elements oder dessen Teil interagiert mit dem Produkt („Werkzeug“). Der Prozess ist beendet, wenn das Werkzeug durch ein Feld ersetzt wird, das geeignet ist, seine Funktion abzuliefern. Demzufolge durchläuft die Evolution des Werkzeuges die folgenden Phasen: nicht zerlegtes Objekt; zerlegtes Objekt; Pulver; Flüssigkeit; Gas; neues Feld.

## Antwort 2:

B: Die Effizienz eines Stoff-Feld Systems kann verbessert werden

R: durch die Erhöhung des Unterteilungsgrades des Elements, welcher ein Werkzeug in der Wechselwirkung darstellt.



A: Der Standard stellt einen der Haupttrends der technologischen Entwicklung dar, d.h. die Unterteilung des Elements oder dessen Teil interagiert mit dem Produkt („Werkzeug“). Der Prozess ist beendet, wenn das Werkzeug durch ein Feld ersetzt wird, das geeignet ist, seine Funktion zu erfüllen. Demzufolge durchläuft die Evolution des Werkzeuges die folgenden Phasen: nicht zerlegtes Objekt; zerlegtes Objekt; Pulver; Flüssigkeit; Gas; neues Feld.



## Literaturangaben

VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

#### 4.2.1.1 VERÄNDERUNG EINES STOFF-FELD SYSTEMS

##### Theorie

Gemäß dem System der Standardlösungen, können die folgenden Änderungen eines Stoff-Feld System durchgeführt werden:

###### Einführung eines neuen *Stoffes*

- ein neues Element (Abbildung 2.1.1.a-b)
- ein interner Zusatz
- ein externer Zusatz
- eine Ressource die in der Umgebung bereits vorhanden ist

###### Einführung eines neuen *Feldes* (Abbildung 2.1.1.c-d)

###### Änderung eines Stoffes

- Änderung des *Werkzeuges* (Abbildung 2.1.1.e)
- Änderung des *Objekts*
- Änderung der Umgebung, die die Stoffe des Stoff-Feld-Systems umgibt

###### Änderung eines *Feldes* (Abbildung 2.1.1.f)

Einsatz von physischen, chemischen oder geometrischen *Effekten*;

Eine beliebige Kombination der vorherig genannten Veränderungen.

Die oben genannten Änderungen können auf ein ganzes Element oder auf einen Teil in Bezug auf Veränderungen/Schwankungen jeder *Ressource*, angewandt werden, wie:

Raum: Zahl der Größenordnung, Topologie, Form, Größe;

Zeit: zeitliche Planung der Aktion, Dauer der Aktion, Häufigkeit der Aktion;

Eigenschaften: chemische Eigenschaften, physische (elektrische, magnetische, optische...) Eigenschaften

Energie: Menge an Energie, Art der Energie (kinetische, thermische, elektrische...)

##### Modell

Beispielhafte VeränderungsModelle eines Stoff-Feld Systems:

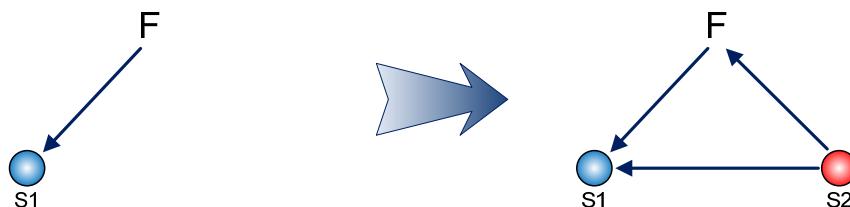


Abb. 2.1.1.a – Einführung eines neuen Stoffes

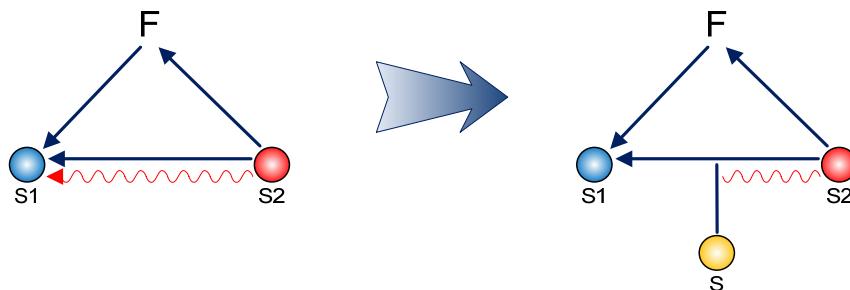


Abb. 2.1.1.b – Einführung eines neuen Stoffes

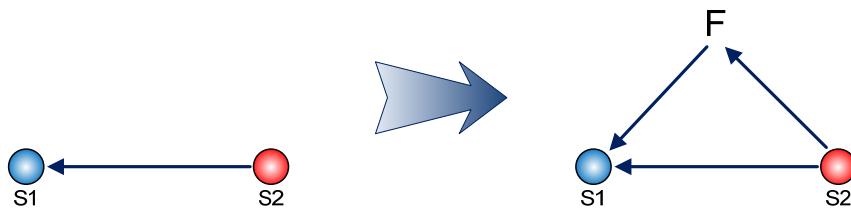


Abb. 2.1.1.c – Einführung eines neuen Feldes

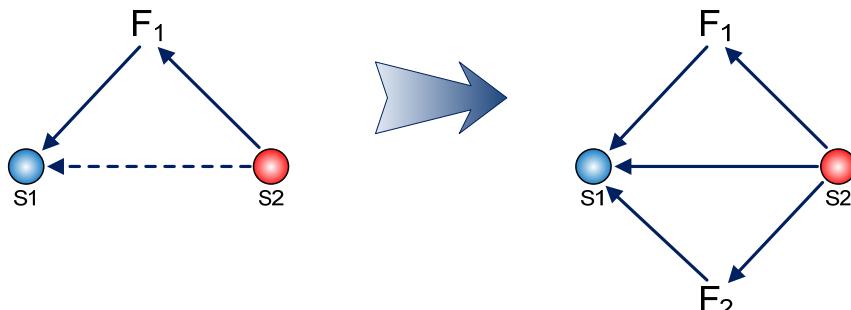


Abb. 2.1.1.d – Einführung eines neuen Feldes

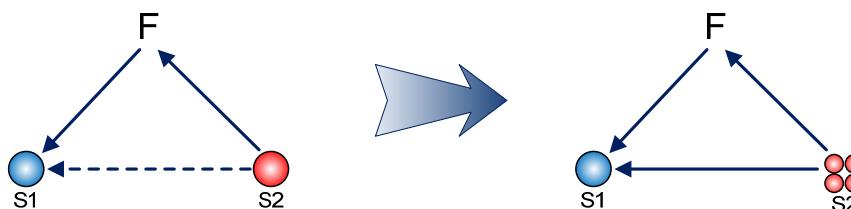


Abb. 2.1.1.e – Änderung des Werkzeugs

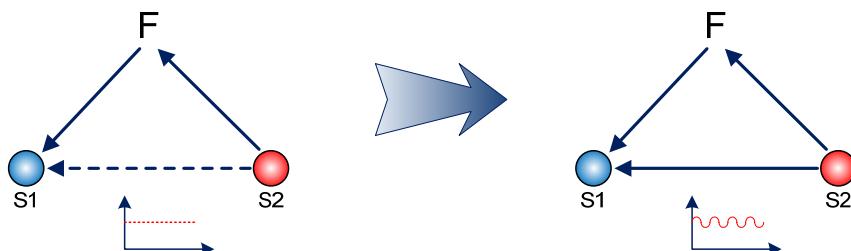


Abb. 2.1.1.f – Änderung des Feldes

## Instrumente

Die Anwendung einer Standardlösung bedeutet, den Hinweisen des ausgewählten Standards zu folgen um das ursprüngliche Stoff-Feld System, das durch wenig Effizienz und/oder unerwünschte Effekte dargestellt wird, in ein anderes Stoff-Feld System umzuwandeln, in dem das Problem verschwindet.



Wenn die Veränderung, die durch die ausgewählten Standards hervorgerufen wird, zum Einsatz kommt, muss in Betracht gezogen werden, dass die *Stoff-Feld Ressourcen* bereits im System vorhanden sind und zweitrangige neue/veränderte Ressourcen in das System einfließen. Solch eine Aufgabe kann durch die Orientierung an einer *Effektdatenbank* unterstützt werden, um individuelles und Teamwissen zu ergänzen.

## Beispiel



Es ist notwendig die Sterilisierung eines Essensbehälters mittels chemischen Reagenzien zu beschleunigen. Nach der *Entwicklung eines Stoff-Feld Modells* der gegenwärtigen Situation deutet einer der relevanten Standards zur Annäherung an dieses Problem, die folgende Veränderung an (Abbildung 2.1.1.g).

Die Analyse der vorhandenen Ressourcen, die ebenfalls durch eine Suche in der Effektdatenbank unterstützt wird, deutet auf Hyperthermie (Wärmestau) als eine mögliche Lösung hin, um die Effizienz des Prozesses zu verbessern (Abbildung 2.1.1.h).

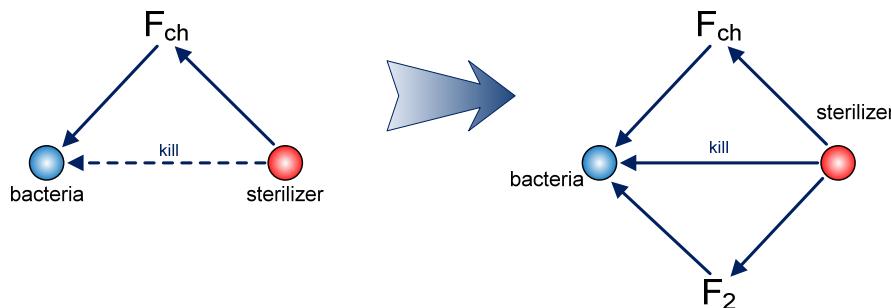


Abb. 2.1.1.g – Vorgeschlagene Veränderung zur Verbesserung eines Sterilisierungsprozesses

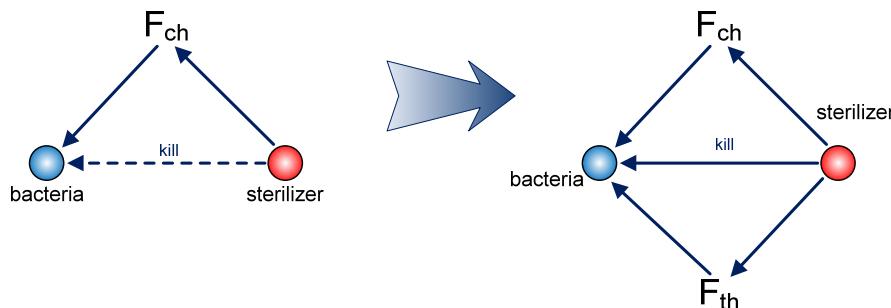


Abb. 2.1.1.h – Einsatz von Hyperthermie als ergänzende Aktion um die Bakterien abzutöten

## Selbsteinschätzung

### Aufgabe 1:



Wenn der Ton ausgeschaltet ist (z.B. während eines Meetings) weist ein Handy bei einem eingehenden Anruf durch Vibration darauf hin, wenn das Handy aber auf einem weichen Untergrund liegt (z.B. Ledermappe, Zeitung etc.) produziert die Vibration keinen Ton und der Benutzer könnte es nicht bemerken. Nach der Entwicklung eines Stoff-Feld Modells der gegenwärtigen Situation deutet einer der relevanten Standards zur Annäherung an dieses Problem, die folgende Veränderung an (Abbildung 2.1.1.i).

Entwickeln Sie gemäß dem vorgeschlagenen Hinweis eine Lösung.

### Antwort 1:

Um das vibrations-/akustische Feld, das bereits im System vorhanden ist zu ergänzen, kann dem Handy ein paralleles optisches Signal hinzugefügt werden (z.B. durch ein blinkendes Licht auf dem LCD Bildschirm, Abbildung 2.1.1.j)



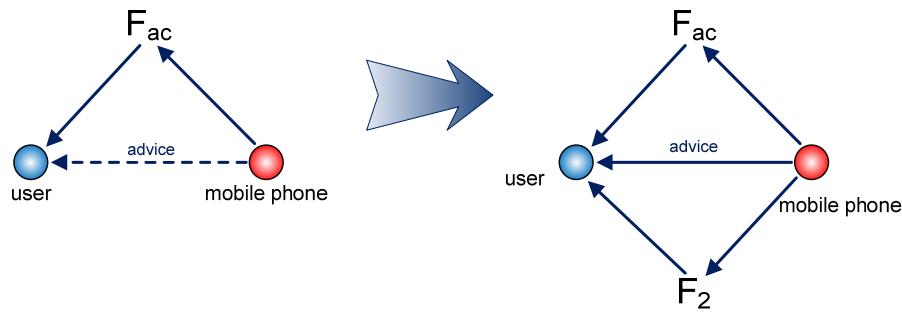


Abb. 2.1.1.i – Vorgeschlagene Veränderung zur Verbesserung der Effizienz eines Alarms in einem Handy

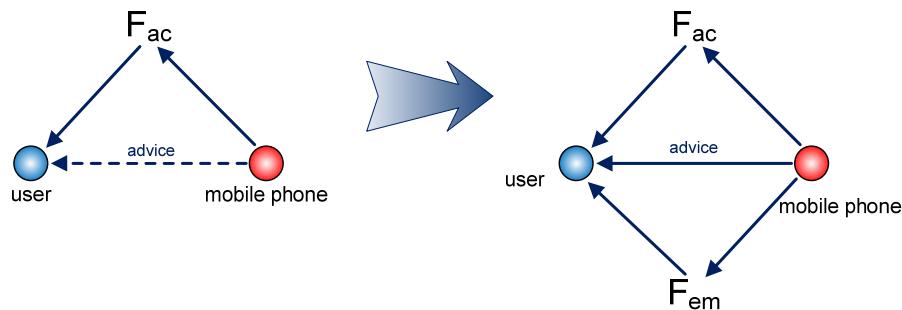


Abb. 2.1.1.j – Einsatz eines optischen Signals als ein ergänzendes Hilfsmittel um den Benutzer auf einen eingehenden Anruf aufmerksam zu machen

## 4.2.2 KLASIFIZIERUNG DER STANDARDLÖSUNGEN

### Definition



Im klassischen TRIZ sind die Standardlösungen in 5 Klassen gruppiert:

Verbesserung der Wechselwirkungen und Entfernen schädlicher Effekte (Aufbau des Stoff-Feld Modells)

Entwicklung von Systemen (Weiterentwicklung des Stoff-Feld Modells)

Übergang zur Makro- und Mikro Ebene (Übergang ins Sub- bzw. Supersystem)

Entdeckungs- und Messprobleme (Standards zum Erkennen und Messen)

Meta-Lösungen, Helfer (Standards für die Anwendung von Standards)



### Theorie

Die Standardlösungen wurden seit der zweiten Hälfte der 70er durch sammeln „typischer“ Lösungen von technischen Problemen entwickelt. Ursprünglich waren sie nur folgerichtig anhand der Reihenfolge ihrer Entdeckung nummeriert.

Im März 1979 entwickelte Altschuller das erste Standardsystem, bestehend aus drei Klassen:

Standards für Änderungen von Systemen

Standards für Erkennung und Bemessung

Standards für die Anwendung der Standards

Mit dem Ende von 1984 hat die Mehrheit der TRIZ Schulen der ehemaligen Sowjetunion zur Lösung eines beliebigen „alltäglichen“ Problems solch ein Standardsystem eingeführt, während ARIZ für die Analyse von nicht-standardisierten, d.h. erforderlichen Problemen so wie für die Anerkennung von weiteren Standards, angewandt wurde.

Nach der Einführung und Formalisierung der *Entwicklungsgesetze technischer Systeme* (LESE – Laws of Engineering System Evolution, 1938-1986) schlug Altschuller eine neue Abgrenzung der 76 Standardlösungen in fünf Klassen vor, um sie mit dem Entwicklungsgesetzten in Einklang zu bringen.

1. Verbesserung der Wechselwirkungen und Entfernen schädlicher Effekte (Aufbau des Stoff-Feld Modells)
2. Entwicklung von Systemen (Weiterentwicklung des Stoff-Feld Modells)
3. Übergang zur Makro- und Mikro Ebene (Übergang ins Sub- bzw. Supersystem)
4. Entdeckungs- und Messprobleme (Standards zum Erkennen und Messen)
5. Meta-Lösungen, Helfer (Standards für die Anwendung von Standards)

### Modell

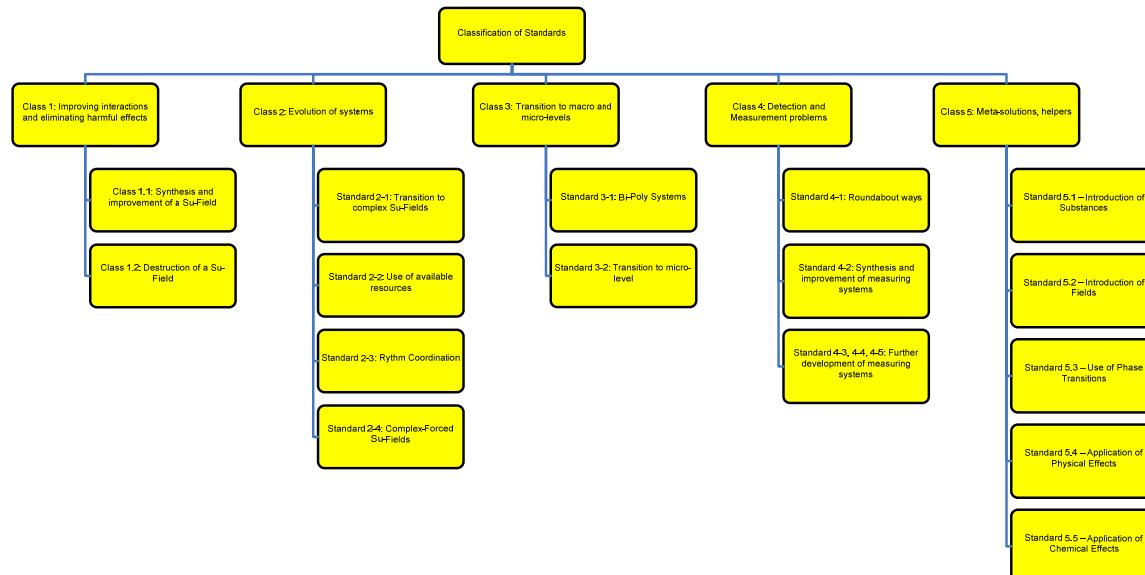


Abb. 2.2.a – Klassifizierung der Standardlösungen



## Instrumente

Die Klassifizierung der Standardlösungen ist ein Leitfaden zur Auswahl der zur Anwendung geeigneten Standards (Abbildung 2.2.a):

- wenn eine Funktion fehlt oder eine nützliche Wechselwirkung zwischen zwei Elementen eines *Technischen Systems* verbessert werden sollte, können passende Standards in Klasse 1.1 gefunden werden;
- wenn ein Problem von schädlichen Wechselwirkungen zwischen zwei Elementen eines Technischen Systems gekennzeichnet ist, dann können passende Standards in Klasse 1.2 gefunden werden;
- in beiden Fällen, kann die Änderung der bestehenden Stoffe/Ressourcen durchgeführt werden, indem man den Standards der Klasse 2 folgt;
- kritischere Probleme erfordern drastischere Veränderungen des Technischen Systems durch eine Integration auf *Super-System* Ebene (Klasse 3.1) oder durch einen Übergang zu einer kleineren Skala von Wechselwirkungen (Klasse 3.2).
- Erkennungs- und Messproblemen können einer Lösung zugeführt werden, indem man den Bedarf an Messung reduziert (Klasse 4.1), eine neue Wechselwirkung für die Informationsabgabe entwickelt (Klasse 4.2), oder bestehende Bemessungselemente weiterentwickelt (Klasse 4.3);
- was auch immer der anzuwendende Standard ist, es können einige spezielle Vorkehrungen getroffen werden, um Nachteilen vorzubeugen, indem man einen neuen Stoff (Klasse 5.1), ein Feld (Klasse 5.2), einen Phasenübergang (Klasse 5.3) bzw. physikalische und chemische Effekte (Klassen 5.4 und 5.5) einführt.
- Detailliertere Hinweise über die Auswahl und den Gebrauch von Standards sind in *Kapitel 3.* dargestellt.



## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## KLASSE 1: EINFÜHRUNG VON WECHSELWIRKUNGEN UND REDUZIERUNG SCHÄDLICHER WIRKUNGEN

### Theorie

Die erste Klasse der erforderlichen Standards ist dem Aufbau und der Vervollständigung einer Stoff-Feld Wechselwirkung, der Verbesserung des positiven Effekts einer Stoff-Feld Wechselwirkung oder der Reduzierung eines negativen Effekts einer Stoff-Feld Wechselwirkung, durch Veränderung im Stoff-Feld Modells gewidmet. (*Kapitel 2.1.1*)



### Literaturangaben

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## KLASSE 1.1: AUFBAU UND VERBESSERUNG EINES STOFF-FELDS

### Definition

Der Aufbau und Vervollständigung eines Stoff-Felds besteht in der Erstellung einer kompletten Dreiergruppe, Stoff 1 – Feld – Stoff 2, welche das *minimale Modell* eines Technischen Systems darstellt.

Die Verbesserung eines Stoff-Feld bedeutet den positiven Effekt einer funktionellen Wechselwirkung zwischen Stoff 2 (*Werkzeug* oder *Arbeitsorgan*) und Stoff 1 (*Produkt* oder *Objekt*) zu verbessern.



### Literaturangaben

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARD 1-1-1: AUFBAU UND DARSTELLUNG DES STOFF-FELD SYSTEMS

### Definition

Der Aufbau eines Stoff-Felds besteht in der Erstellung einer kompletten Dreiergruppe, Stoff 1 – Feld – Stoff 2, die das *minimale Modell* eines Technischen Systems darstellt.



### Theorie

Wenn es eine Notwendigkeit gibt, einen positiven Effekt auf ein *Objekt* (Stoff 1) auszuüben und dabei eine *nützliche Funktion* zu erfüllen, d.h. durch verändern eines Parameters oder eines Features des Objekts selbst, und die Auflagen keine Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von Stoffen und/oder Feldern beinhalten, ist das Problem durch den Aufbau eines kompletten Stoff-Feld Modells gelöst: Das Objekt unterliegt der Aktion eines physischen Feldes, das den notwendigen Wechsel in das Objekt erzeugt.

### Modell

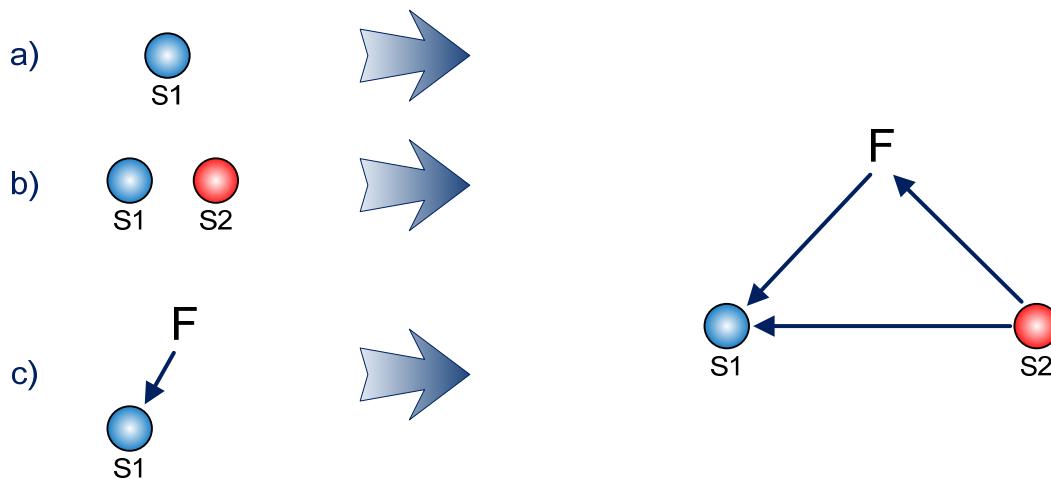


Abb. 2.2.1.1.1.a – Standard 1-1-1: Aufbau eines Stoff-Feld Systems

### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn eine nützliche Funktion auf einem vorgegebenen Objekt ( $S_1$ ) durchgeführt werden soll, aber eine geeignete Wechselwirkung fehlt, welche die erwartete Änderung des Objekts zur Verfügung stellt.



Drei unterschiedliche Situationen können sich ergeben (Abb. 2.2.1.1.1.a, links):

keine anderen Elemente sind vorhanden;

ein Arbeitselement ist vorhanden ( $S_2$ ), aber keine Felder um es mit dem Objekt ( $S_1$ ) interagieren zu lassen;

Ein Feld ( $F$ ) ist vorhanden, aber das Arbeitselement fehlt.

Um die nützliche Funktion zu erbringen, muss das System durch Hinzufügen der fehlenden Elemente, (Abb. 2.2.1.1.1.a, rechts), d.h. durch Einführung eines Stoffs und/oder eines Feldes in das System, vervollständigt werden. Um eine systematische Suche für den Stoff/das Feld, das dem System hinzugefügt werden soll, durchzuführen, wird vorgeschlagen, die Tabellen der *Stoff-/Feld-Ressourcen* zu durchsuchen.

### Beispiel

Es ist erforderlich, die Türe einer Kühltruhe fest geschlossen zu halten, um das Abtauen zu minimieren. Zuerst ist es notwendig die nützliche Funktion, die erreicht werden soll, zu bestimmen: das geschlossen halten der Türe kann in der Funktion als „Halten der Türe“ übersetzt



# tetTRIS

werden, d.h. „Stabilisieren der Ortsbestimmung in der geschlossenen Position“. Es lohnt sich zu beachten, dass die Funktion richtig ausgedrückt ist, wenn der Parameter des Objekts, das gesteuert – kontrolliert – wird (d.h. verbessert, reduziert, verändert, stabilisiert), eindeutig ist. Die anfängliche Situation ist demnach lediglich durch ein Objekt (die Türe) begründet, da keine anderen Elemente erwähnt wurden (Abb. 2.2.1.1.1.a, Teil a).

Gemäß dem Standard 1.1.1, ist es notwendig einen Stoff und ein Feld einzuführen (Abbildung 2.2.1.1.1.b).

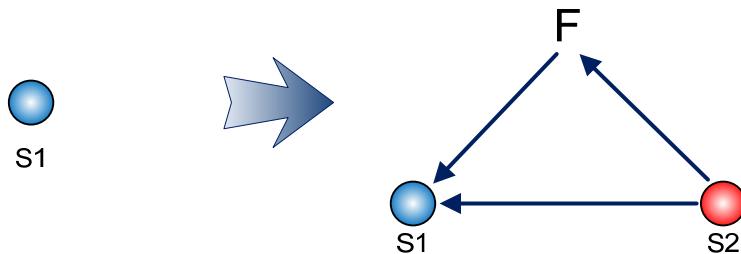


Abb. 2.2.1.1.1.b – Standard 1-1-1: Aufbau eines Stoff-Feld Systems

Durch Durchsuchen der Tabellen der Stoff-Feld Ressourcen oder einfach durch das Fokussieren der Aufmerksamkeit auf die Problemlösung, können nun einige Lösungsansätze gefunden werden:

Ein mechanisches Feld kann mittels einem Haken (Arbeitselement) geschaffen werden; ein magnetisches Feld kann durch einen Magneten etc. angewandt werden (Abbildung 2.2.1.1.1.c).

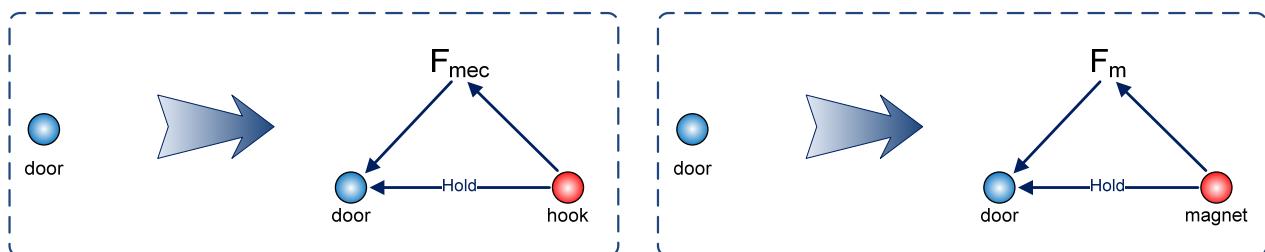


Abb. 2.2.1.1.1.c – Exemplarische Anwendungen des Standard 1.1.1 um die Funktion „halten der Türe“ zu erfüllen

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:



Nina ist in der Küche und bereitet mit ihrer Mutter einen Kuchen für das Abendessen vor. Sie benötigen etwas geschlagene Sahne, so dass die Mutter eine Schüssel mit der Sahne und einem Schneebesen vorbereitet, den sie auf dem Tisch zurücklässt. Offensichtlich bleibt die Sahne flüssig. Als Nina kommt vervollständigt sie schnell das Stoff-Feld Modell . Was macht sie?

### Antwort 1:

Dieses Problem ist offensichtlich sehr einfach, wird aber aufgelöst, um ein Mini-Modell zu vervollständigen, das unvollständig war (Abb. 2.2.1.1.1.d, links). Auf dem Tisch haben wir zwei Stoffe: die Sahne in der Schüssel und den Schneebesen. Entsprechend des Standards 1.1.1 ist es einfach zu erkennen, dass ein Feld fehlt. Bedauerlicherweise für Nina, könnte ein mechanisches Feld eine gute Lösung sein, so dass sie anfängt, den Schneebesen in der Sahne zu rühren, um sie steif zu schlagen (Abb. 2.2.1.1.1.d, rechts)

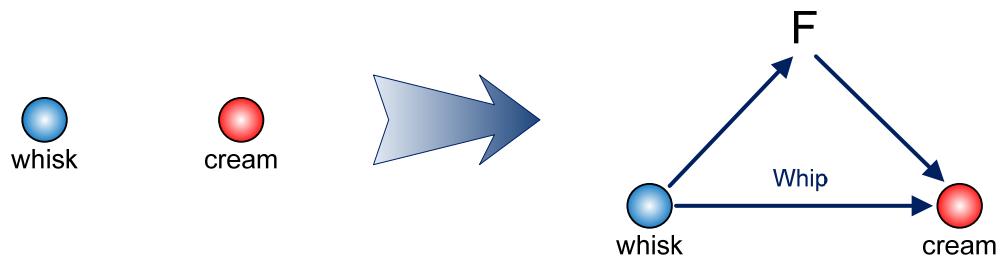


Abb. 2.2.1.1.1.d – ein einfaches Beispiel der Benutzung des Standards 1.1.1: Sahne steif schlagen



### Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARD 1-1-2: VERBESSERUNG DER WECHSELWIRKUNGEN DURCH EINFÜHRUNG VON ZUSÄTZEN IN DIE OBJEKTE

### Definition



Ein Stoff-Feld zu verbessern bedeutet, den positiven Effekt einer funktionellen Wechselwirkung zwischen Stoff 2 (*Werkzeug* oder *Arbeitsorgan*) und Stoff 1 (*Produkt* oder *Objekt*) zu verbessern, ohne das Hauptfeld das zwischen den Stoffen besteht, zu verändern.

Die Wechselwirkung kann verbessert werden, indem man einen internen Zusatz in die Stoffe einführt.

### Theorie

Wenn es eine Notwendigkeit gibt, den positiven Effekt einer nützlichen Funktion auf ein Objekt zu verbessern und die Auflagen keine Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von Zusätzen zu den vorgegebenen Stoffen beinhalten, kann das Problem gelöst werden, indem fremde Zusätze in die gegenwärtigen Stoffe eingeführt werden um die Regelbarkeit zu erhöhen oder die geforderten Eigenschaften der Stoff-Feld Wechselwirkung zu gewährleisten.

Die Rolle dieser Zusätze ist den Effekt der bestehenden Wechselwirkung zwischen den Stoffen unter dem gegenwärtigen Feld zu verstärken oder den Grad der Steuerung über die Wechselwirkung zu steigern. Deshalb ist es nicht erlaubt die Art des bestehenden Feldes zwischen den zwei Stoffen zu verändern.

### Modell

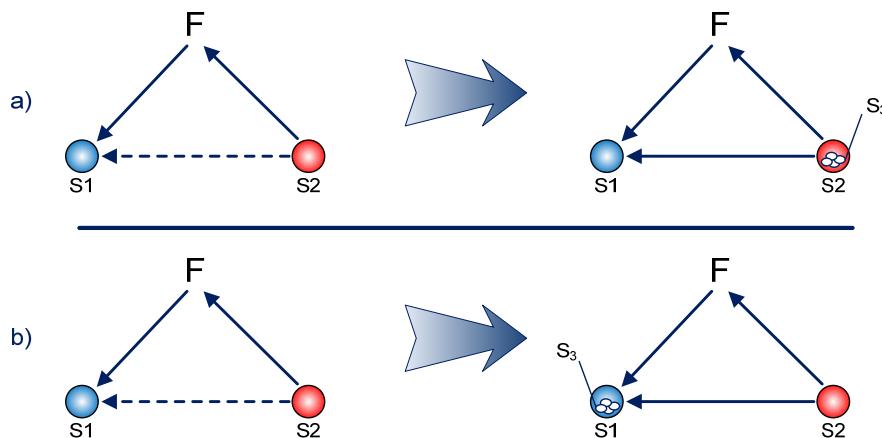


Abb. 2.2.1.1.2.a – Standard 1-1-2: Erhöhung der Wechselwirkungen durch Einführung von Zusätzen in die Objekte

### Instrumente

 Dieser Standard wird angewandt, wenn eine nützliche Funktion nicht genügend erfüllt wird, d.h. die auf das Objekt angewandte Änderung die Erwartungen nicht erfüllt und es erlaubt ist, Zusätze in das Arbeitselement (Abb. 2.2.1.1.2.a, oben) oder in das Objekt (Abb. 2.2.1.1.2.a, unten) einzuführen.

Die folgenden Schritte sollten angewandt werden:

Erstellung eines Stoff-Feld Modells der ungenügenden nützlichen Funktion; Festlegung der Parameteränderung die verbessert werden soll;

Überprüfung, ob es möglich ist Zusätze in das Arbeitselement und/oder in das Objekt einzuführen;

Suche nach Stoffen, welche möglicherweise die Effizienz des bestehenden Feldes verbessern; Überprüfung, ob es irgendwelche Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von solchen speziellen Stoffen in das Technische System gibt.

Anmerkung: Der dritte Schritt kann durch eine Tabelle von Stoff-Ressourcen vorangetrieben werden.



## Beispiel

Um die Oberfläche eines Gasherdes in einer Küche zu säubern, benutzen wir einen nassen Schwamm um Schmutzpartikel vom Essen aufzulösen. Wenn der Schwamm nur Wasser beinhaltet ist der Prozess sehr langsam und einige fette Stoffe bleiben am Herd kleben. Gemäß der Standardlösung 1.1.2 kann solch eine ungenügende Wechselwirkung mittels eines internen Zusatzes verbessert werden (Abb. 2.2.1.1.2.b).

Während es relativ kompliziert ist, dem Schmutz interne Zusätze einzuführen, ist es tatsächlich eine einfache Lösung dem Wasser etwas Reinigungsmittel ( $S_3$ ) zuzuführen, um dessen Fähigkeit den Schmutz aufzulösen, zu steigern.

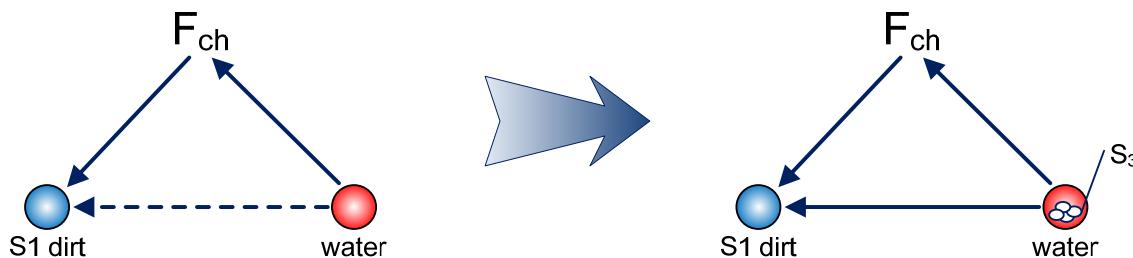


Abb. 2.2.1.1.2.b – Exemplarische Anwendung von Standard 1.1.2 um die nützliche Funktion „Schmutz auflösen“ zu verbessern.

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:

Wenn die Straße schneebedeckt ist, kann es gefährlich sein ein Auto zu fahren, weil die Haftung der Räder sehr gering ist (Beispiel aus Kapitel 2.2.1.1.3). Entwickeln Sie gemäß Standard 1.1.2 (und nicht Standard 1.1.3!) eine Lösung.



### Antwort 1:

Ein Modell das die ungenügende Wechselwirkung zwischen Straße und Rädern darstellt, wird in Abb. 2.2.1.1.2.c, links abgebildet.



Der Parameter der verändert (erhöht) werden muss, ist die Reibung die zwischen Rädern und Straße besteht, um mehr Haftung zu haben, kann den Hinweisen des Standards 1.1.2 gefolgt werden: Einführen von Zusätzen in das Arbeitselement und/oder in das Objekt um die Effizienz der Wechselwirkung zu verbessern (Abb. 2.2.1.1.2.c, rechts).

Anstatt interne Zusätze in die Straße einzuführen, ist es praktischer einen Stoff ( $S_3$ ) in den Reifen einzufügen. Ein bekanntes Beispiel stellt der Winterreifen mit Spikes dar (Abb. 2.2.1.1.2.d)

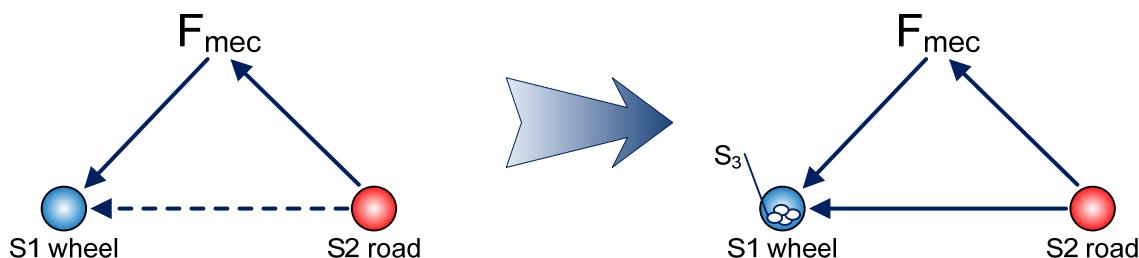


Abb. 2.2.1.1.2.c – Exemplarische Anwendung des Standards 1.1.2. um die nützliche Funktion „Rad unterstützen“ zu verbessern



Abb. 2.2.1.1.2.d – Exemplarische Anwendung von Standard 1.1.2 mit Winterbereifung (interner Zusatz = Spikes)



### Übung 2:

Heute hat jeder ein Notebook. Wir können es zum Beispiel von zuhause zur Arbeit oder zur Schule mitnehmen. Wir benutzen eine Tasche um den Computer zu tragen, aber es kann passieren, dass diese Tasche hinunter fällt, und folgerichtig den PC beschädigt. So dass manchmal der Schutz, der durch die Tasche angeboten wird nicht ausreicht. Wie könnten wir das verbessern?

### Antwort 2:

Bei der anfänglichen Situation haben wir  $S_1$ , dargestellt durch die Tasche, welche in Form eines mechanischen Feldes eine zweite Stoff  $S_2$  (das Notebook) beinhaltet und schützt (siehe Abb. 2.2.1.1.2.e, links). Der Parameter der verbessert werden muss, ist die Schutzfunktion der Tasche. Deshalb müssen wir gemäß Standard 1.1.2 einen neuen Stoff,  $S_3$ , hinzufügen um die Funktion besser zu erfüllen. Wir können wählen ob wir etwas in die Tasche oder in das Notebook einführen wollen: in diesem Fall ist die erste Alternative nützlicher. Der Stoff könnte z.B. Schaumstoff zwischen den Fächern der Tasche sein (Abb. 2.2.1.1.2.e, rechts).

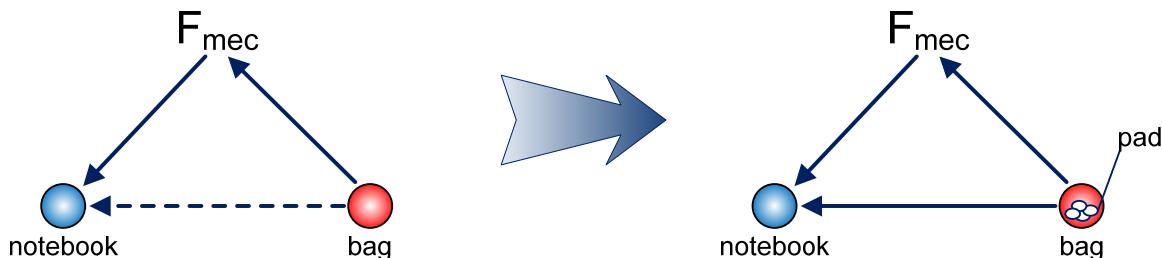


Abb. 2.2.1.1.2.e – Das Stoff-Feld Modell einer Notebook-Tasche.



### Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARD 1-1-3: VERBESSERUNG DER WECHSELWIRKUNGEN DURCH EINFÜHRUNG VON ZUSÄTZEN IN DAS SYSTEM

### Definition

Ein Stoff-Feld zu verbessern bedeutet, den positiven Effekt einer funktionellen Wechselwirkung zwischen Stoff 2 (*Werkzeug* oder *Arbeitsorgan*) und Stoff 1 (*Produkt* oder *Objekt*) zu verbessern, ohne das Hauptfeld das zwischen den Stoffen besteht, zu verändern.



Die Wechselwirkung kann verbessert werden, indem man einen externen Zusatz in die Stoffe einführt.

### Theorie

Wenn es eine Notwendigkeit gibt, den positiven Effekt einer nützlichen Funktion auf ein Objekts zu verbessern und die Auflagen keine Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von Zusätzen zu den vorgegebenen Stoffen beinhalten, kann das Problem gelöst werden, indem ein externer Zusatz an die gegenwärtigen Stoffe angehängt wird, um die Steuerbarkeit zu erhöhen oder die geforderten Eigenschaften der Stoff-Feld Wechselwirkung zu gewährleisten.

Die Rolle dieser Zusätze ist es, den Effekt der bestehenden Wechselwirkung zwischen den Stoffen unter dem gegenwärtigen Feld zu verstärken oder den Grad der Steuerung über die Wechselwirkung zu steigern. Deshalb ist es nicht erlaubt die Art des bestehenden Feldes zwischen den zwei Stoffen zu verändern.

### Modell

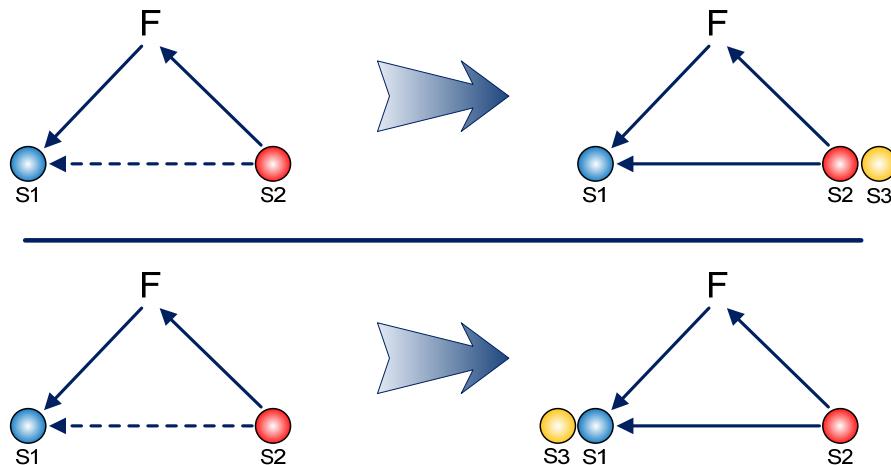


Abb. 2.2.1.1.3.a – Standard 1-1-3: Verbesserung der Wechselwirkungen durch Einführung von Zusätzen in das System

### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn eine nützliche Funktion nicht genügend erfüllt wird, d.h. die auf das Objekt angewandte Änderung die Erwartungen nicht erfüllt und es erlaubt ist, externe Zusätze in das Arbeitselement (Abb. 2.2.1.1.2.a, oben) oder in das Objekt (Abb. 2.2.1.1.2.a, unten) einzuführen.



Die folgenden Schritte sollten angewandt werden:

1. Erstellung eines Stoff-Feld Modells der ungenügenden nützlichen Funktion; Festlegung der Parameteränderung die verbessert wird;
2. Überprüfung, ob es möglich ist externe Zusätze in das Arbeitselement und/oder in das Objekt einzuführen;
3. Suche nach Stoffen, welche möglicherweise die Effizienz des bestehenden Feldes verbessern;
4. Überprüfung, ob es irgendwelche Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von solchen speziellen Stoffen in das Technische System gibt.

5. Anmerkung: Der dritte Schritt kann durch eine Tabelle von Stoff-Ressourcen vorangetrieben werden.

## Beispiel



Ein Auto zu fahren, wenn die Straße von Schnee bedeckt ist, kann gefährlich sein, weil die Haftung der Räder sehr gering ist. Ein Stoff-Feld Modell, welches diese Situation veranschaulicht, wird in Abb. 2.2.1.1.3.b, links gezeigt.

Um die nützliche Wechselwirkung zwischen der Straße (von Schnee bedeckt) und dem Rad zu verbessern, schlägt der Standard 1.1.3 vor, der Straße oder dem Rad einen externen Stoff hinzuzufügen (Abb. 2.2.1.1.3.a).

Trotzdem, dass es in der Theorie möglich ist einen externen Stoff auf der Straße anzuwenden, um deren Haftung zu verbessern, ist es klar, dass es geeigneter ist einen externen Zusatz auf das Rad anzuwenden (Abb. 2.2.1.1.3.b, rechts).

Eine bekannte Lösung ist der Einsatz von Schneeketten.

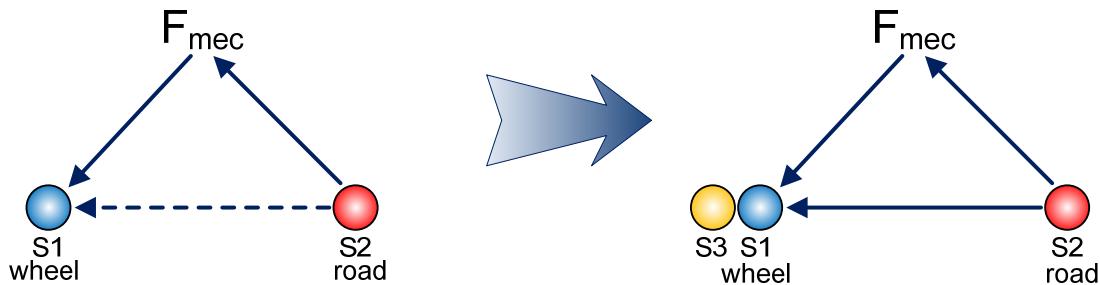


Abb. 2.2.1.1.3.b – Exemplarische Anwendung des Standards 1.1.3. um die nützliche Funktion „Rad unterstützen“ zu verbessern

## Selbsteinschätzung



### Übung 1:

Eine Kunststoffabdeckung muss bemalt werden. Aber sie ist sehr glatt, so dass die Farbe nicht haften bleibt und die Oberfläche wird nicht ausreichend abdeckt. Versuchen Sie dieses Problem zu lösen indem Sie Standard 1.1.3 benutzen.

### Antwort 1:

Die anfängliche Situation zeigt ein anderes Mal eine nützliche aber ungenügende Aktion zwischen S<sub>2</sub> (der Farbe) und S<sub>1</sub> (der Teil der bemalt werden soll), wie in Abb. 2.2.1.1.3.c, links dargestellt. Den Parameter den es zu verbessern gilt, ist das haften bleiben der Farbe an der Abdeckung. Um dieses Problem, anhand der Vorschläge der Standardlösung 1.1.3 zu lösen, müssen wir einen externen Stoff S<sub>3</sub> oder einen Stoff zur Farbe oder der Abdeckung hinzufügen, wie es in Abb. 2.2.1.1.3.c, links dargestellt ist. Etwas in der Farbe zu platzieren würde bedeuten, den Hinweisen aus Standard 1.1.2 zu folgen. Folglich muss der externe Stoff neben oder über der Abdeckung platziert werden. Eine erklärende Antwort könnte ein Fixiermittel sein, das über die Abdeckung gesprüht wird, bevor man es bemalt (Abb. 2.2.1.1.3.c, rechts).

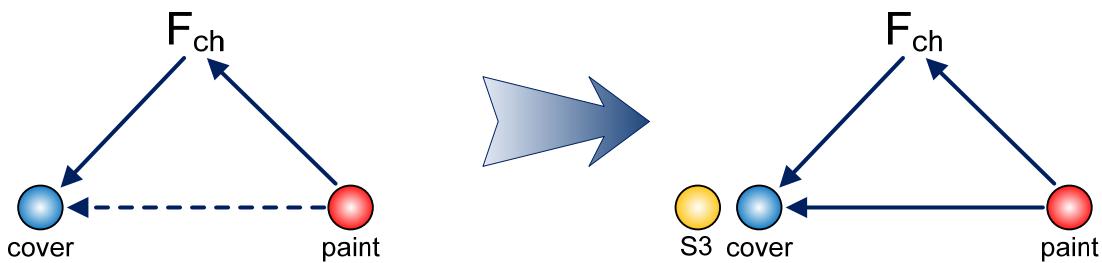


Abb. 2.2.1.1.3.c – Stoff-Feld Modell - Wie man eine Abdeckung bemalt



## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARD 1-1-4: EINSATZ VON RESSOURCEN DER UMGEBUNG UM WECHSELWIRKUNGEN ZU VERBESSERN

### Definition

Ein Stoff-Feld zu verbessern bedeutet, den positiven Effekt einer funktionellen Wechselwirkung zwischen Stoff 2 (*Werkzeug* oder *Arbeitsorgan*) und Stoff 1 (*Produkt* oder *Objekt*) zu verbessern, ohne das Hauptfeld zwischen den Stoffen zu verändern.



Die Wechselwirkung kann verbessert werden, indem man Ressourcen aus der Umgebung als 3. Stoff benutzt, welche die Effizienz des Systems erhöhen können.

### Theorie

Wenn es eine Notwendigkeit gibt, den positiven Effekt einer nützlichen Funktion auf ein Objekt zu verbessern und die Auflagen Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von Zusätzen zu den vorgegebenen Stoffen beinhalten, kann das Problem gelöst werden, indem Ressourcen aus der Umgebung als 3. Stoff benutzt werden um die Steuerbarkeit zu erhöhen oder die geforderten Eigenschaften der Stoff-Feld Wechselwirkung zu gewährleisten.

Die Rolle der Ressourcen der Umgebung ist es, den Effekt der bestehenden Wechselwirkung zwischen den Stoffen unter dem gegenwärtigen Feld zu verstärken oder den Grad der Steuerung über die Wechselwirkung zu steigern. Deshalb ist es nicht erlaubt die Art des bestehenden Feldes zwischen den zwei Stoffen zu verändern.

### Modell

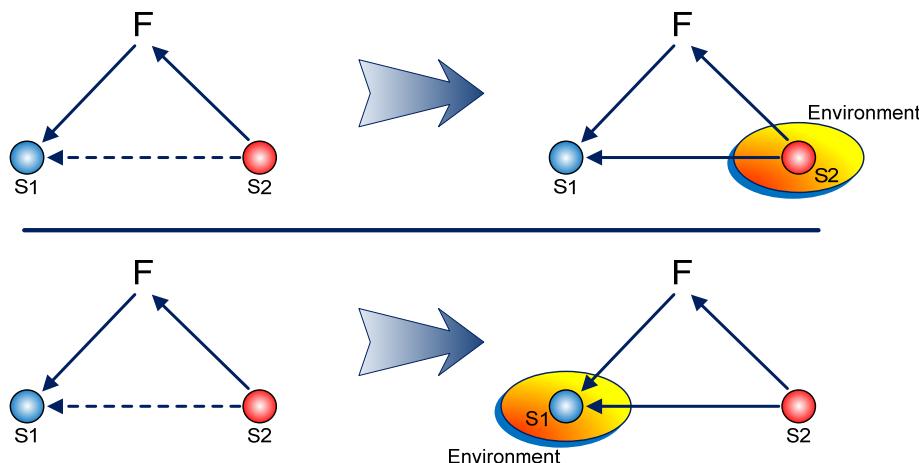


Abb. 2.2.1.1.4.a – STANDARD 1-1-4: Einsatz der Umgebung um Wechselwirkungen zu verbessern

### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn eine nützliche Funktion nicht genügend erfüllt wird, d.h. wenn die auf das Objekt angewandte Änderung die Erwartungen nicht erfüllt und es nicht erlaubt ist, externe Zusätze in das Arbeitselement einzuführen. In solch einem Fall muss überprüft werden, ob die Umgebung, die irgendeine der sich gegenseitig beeinflussenden Stoffe umgibt, die erwarteten Eigenschaften für das Feld zu Verfügung stellen kann.



Die folgenden Schritte sollten angewandt werden:

1. Erstellung eines Stoff-Feld Modells der ungenügenden, nützlichen Funktion; Identifikation der zu verbessernden Parameteränderung;
2. Definition der Eigenschaften potentieller Kandidaten, die die Effizienz des bestehenden Feldes verbessern können;
3. Analyse der Merkmale der Umgebung, welche das Arbeitswerkzeug (Abb. 2.2.1.1.4.a, oben) oder das Objekt (Abb. 2.2.1.1.4.a, unten) umgibt. Überprüfung, ob

alle in Schritt 2 definierten Eigenschaften vorhanden sind.

4. Überprüfung, ob es irgendwelche Beschränkungen hinsichtlich der Einführung der Umgebung als ein 3. Stoff der Stoff-Feld Wechselwirkung gibt.

Anmerkung: Der zweite und der dritte Schritt kann durch eine Tabelle der Stoff-Ressourcen beschleunigt werden.

## Beispiel



Um die Effizienz einer Klimaanlage zu verbessern, werden im Freien, an der Nordseite des Gebäudes, Lüfter installiert, um auf diese Weise den Vorteil der schattigen Umgebung auszunutzen. (Abb. 2.2.1.1.4.b).

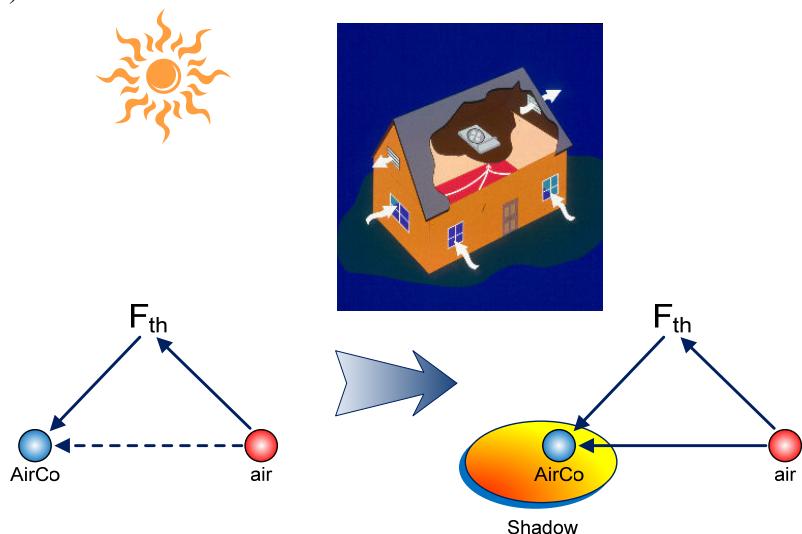


Abb. 2.2.1.1.4.b – Platzierung einer Klimaanlage auf der schattigen Seite eines Gebäudes

## Selbsteinschätzung



### Übung 1:

Wie oft haben wir eine Pizzaschnitte in einem Schnellimbiss mitgenommen und sie war nicht gut, weil sie zu kalt war? Recht oft. Wie ist es deshalb gemäß Standard 1.1.4 möglich, eine übertriebene Kühlung der Pizza zu vermeiden?

### Antwort 1:

Das Problem ist mit einem minimalen Modell sehr einfach darzustellen. Es gibt zwei Stoffe, die Pizza und die Theke des Schnellimbiss. Das Feld dazwischen ist ein thermisches, denn wir können die ungenügende Aktion der Wärmeisolierung der Pizza an der Theke tatsächlich beobachten (Abb. 2.2.1.1.4.c, links). Offensichtlich können wir keine Theke mit einem heißen Boden entwickeln, weil es zu teuer wäre; deshalb sollten wir, wie es die Standardlösung vorschlägt, einige Stoffe nutzen, die bereits in der Umgebung der Pizza und der Theke vorhanden sind: Die Lampen über dem Boden könnten eine gute Lösung sein (Abb. 2.2.1.1.4.c, rechts).

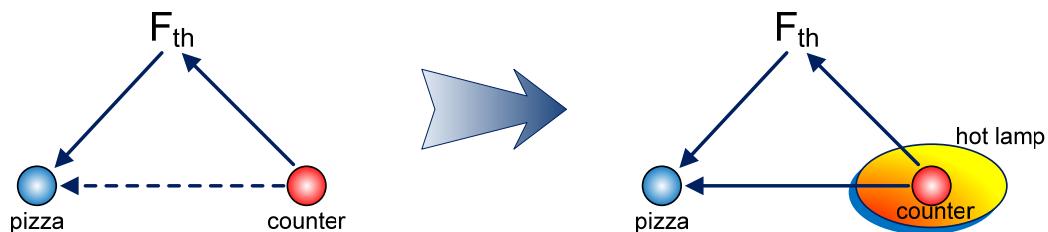


Abb. 2.2.1.1.4.c – Eine Pizzatheke dargestellt mit einem Stoff-Feld Modell



## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-5: VERÄNDERUNG DER UMGEBUNG UM WECHSELWIRKUNGEN ZU VERBESSERN

### Definition

Ein Stoff-Feld zu verbessern bedeutet, den positiven Effekt einer funktionellen Wechselwirkung zwischen Stoff 2 (*Werkzeug* oder *Arbeitsorgan*) und Stoff 1 (*Produkt* oder *Objekt*) zu verbessern, ohne das Hauptfeld das zwischen den Stoffen besteht, zu verändern.



Die Wechselwirkung kann verbessert werden, indem man eine Veränderung der Umgebung als 3. Stoff benutzt, welche die Effizienz des Systems erhöhen kann.

### Theorie

Wenn es eine Notwendigkeit gibt, den positive Effekt einer nützlichen Funktion auf ein Objekt zu verbessern und die Auflagen Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von Zusätzen zu den gegebenen Stoffen beinhaltet, kann das Problem gelöst werden, indem die bestehende Umgebung durch eine andere ersetzt wird oder die Umgebung zerlegt wird. Zudem können Zusätze in die Umgebung eingeführt werden, so dass die veränderte Umgebung die Rolle des 3. Stoffes übernehmen kann, um die Steuerbarkeit zu erhöhen oder die geforderten Eigenschaften der Stoff-Feld Wechselwirkung zu gewährleisten.

Die Rolle der veränderten Umgebung ist es, den Effekt der bestehenden Wechselwirkung zwischen den Stoffen unter dem gegenwärtigen Feld zu verstärken oder den Grad der Steuerung der Wechselwirkung zu steigern. Deshalb ist es nicht erlaubt die Art des bestehenden Feldes zwischen den zwei Stoffen zu verändern.

### Modell

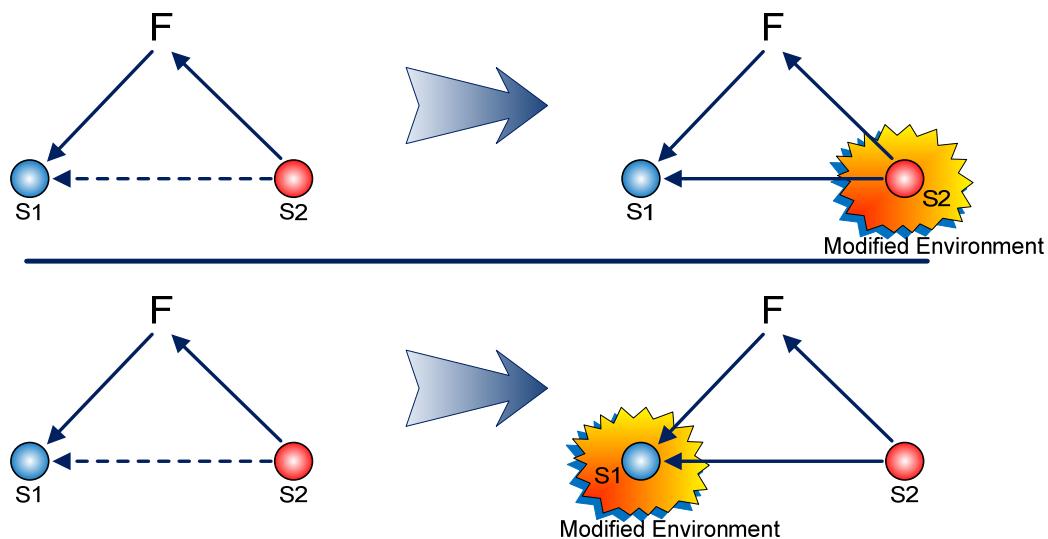


Abb. 2.2.1.1.5.a – STANDARD 1-1-5: Veränderung der Umgebung zur Verbesserung der Wechselwirkungen

### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn eine nützliche Funktion nicht genügend erfüllt wird, d.h. wenn die auf das Objekt angewandte Änderung die Erwartungen nicht erfüllt und es nicht erlaubt ist, externe Zusätze in das Arbeitselement einzuführen und es der bestehenden Umgebung an passenden Eigenschaften mangelt, um die Wechselwirkung zwischen zwei Stoffen zu verbessern. In solch einem Fall muss überprüft werden, ob eine Veränderung der Umgebung, die irgendeine der sich gegenseitig beeinflussenden Stoffe umgibt, die erwarteten Eigenschaften für das Feld zu Verfügung stellen kann.



Die folgenden Schritte sollten angewandt werden:

1. Erstellung eines Stoff-Feld Modells der ungenügenden nützlichen Funktion; Identifikation der zu verbessernden Parameteränderung;
2. Definition der Eigenschaften potentieller Kandidaten, die die Effizienz des bestehenden Feldes verbessern können;
3. Analyse der Merkmale der Umgebung, welche das Arbeitswerkzeug (Abb. 2.2.1.1.5.a, oben) oder das Objekt (Abb. 2.2.1.1.5.a, unten) umgibt. Überprüfung, ob alle der in Schritt 2 definierten Eigenschaften erhalten werden können durch:

Einführung eines dritten Stoffes in die Umgebung;

Zerlegung der Umgebung in ihre Bestandteile;

Austausch der Umgebung;

Überprüfung, ob es irgendwelche Beschränkungen hinsichtlich der ausgewählten Veränderung der Umgebung gibt.

Anmerkung: der zweite und der dritte Schritt kann durch eine Tabelle von Stoff-Ressourcen beschleunigt werden.

## Beispiel



In einem Raucherraum wird die Luft, selbst nach kurzer Zeit, sogar für einen Kettenraucher schlecht, weil die Luft, die die Raucher umgibt, den Rauch nicht angemessen ableitet bzw. verteilt. (Abb. 2.2.1.1.5.b, links). Wenn wir versuchen die Umgebung zu nutzen, können wir zum Beispiel die Frischluft finden, die helfen könnte den Rauch schnell abzuleiten bzw. zu verteilen. Wenn aber sowohl die frische, als auch die verschmutzte Luft unbeweglich ist, verändert sich die problematische Situation nicht genügend. Deshalb könnte man frische Luft in den Raum blasen, um eine größere Menge der verrauchten Luft in sehr kurzer Zeit abzutransportieren.

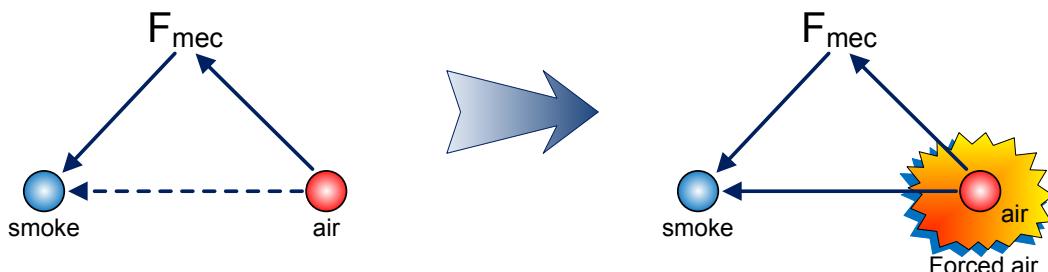


Abb. 2.2.1.1.5.b – Ein exemplarisches Modell der Standardlösung 1.1.5 – verrauchte Luft

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:



Nina hat ihre Freunde zum Abendessen eingeladen, um selbstgemachte italienische Pizza zu essen. Sie liest das Rezept in einem Kochbuch und bereitet den Teig vor, aber gerade als sie damit fertig ist, bemerkt sie, dass dieser bis zum Abendessen nicht schnell genug aufgeht, weil die Gehzeit ziemlich lange ist. Wie würden Sie unserer Freundin Nina helfen, nachdem Sie gerade Standard 1.1.5 kennengelernt haben?

## Antwort 1:

Die anfangs problematische Situation von Nina ist in Abb. 2.2.1.1.5.c, links dargestellt, wo  $S_2$ , das Treibmittel, durch ein chemisches Feld nicht in der Lage ist,  $S_1$  (den Teig) rechtzeitig aufgehen zu lassen. Der Parameter der verbessert werden muss ist die Aufgehzeit, die unter anderem von der Temperatur abhängt. Gemäß Standard 1.1.5 müssen wir die Umgebung des Teigs beobachten und versuchen sie irgendwie zu ändern. Das Treibmittel lässt den Teig schneller aufgehen (Abb. 2.2.1.1.5.c, rechts), wenn der Teig durch warme Luft unterstützt wird.

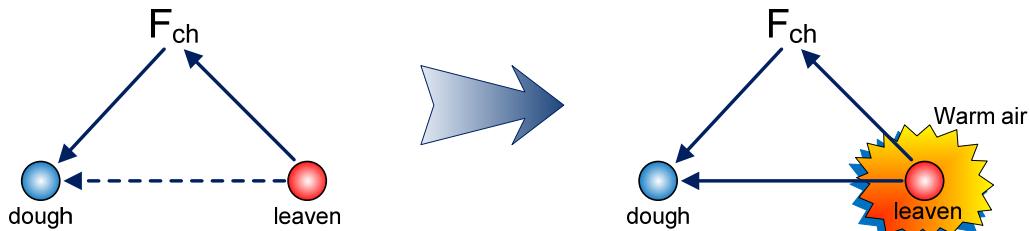


Abb. 2.2.1.1.5.c – Stoff-Feld Modell zur Verbesserung des Gehprozesses (Gärung)

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-6: UNTERSTÜZUNG DES MINIMALEN EFFEKTS EINER AKTION

### Definition



Eine Unterstützung des minimalen Effekts einer Aktion ist erforderlich, wenn eine überhöhte, nützliche Aktion ausgeführt wird, aufgrund der es notwendig ist, die Wirkung eines Werkzeuges auf das Objekt einer Stoff-Feld Wechselwirkung zu reduzieren.

### Theorie

Wenn es einen Überschuss oder ein Übermaß an einem Stoff oder einem Feld gibt, ist es schwierig oder unmöglich eine optimale Menge davon zur Verfügung zu stellen. Es wird deshalb empfohlen den Zustand des überschüssigen Stoffes oder des Feldes beizubehalten und den überflüssigen Teil im zweiten Schritt abzubauen. Das Übermaß eines Stoffes (S2) wird durch ein Feld (Abb. 2.2.1.1.6.a, oben) abgebaut, während das Übermaß eines Feldes durch einen Stoff (S2) (Abb. 2.2.1.1.6.a, oben) abgebaut wird.

### Modell

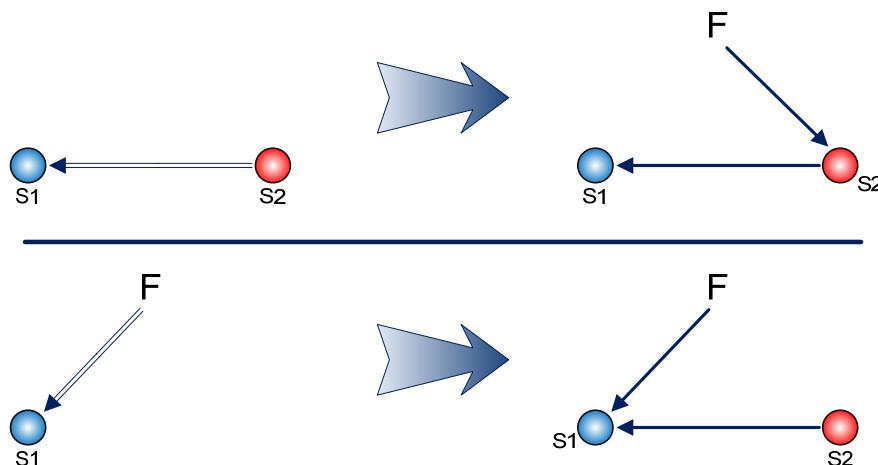


Abb. 2.2.1.1.6.a – STANDARD 1-1-6: Unterst utzung des minimalen Effekts einer Aktion

### Instrumente

 Dieser Standard wird angewandt, wenn eine überschüssige Menge von Stoffen im System gegenwärtig ist oder wenn eine nützliche Wechselwirkung überhöht ist. (1.1.2 – Arten von Wechselwirkungen und zugehörige Symbole)

Wenn es zu schwierig oder sogar unmöglich ist die Menge der Stoffe/des Feldes zu reduzieren und zu steuern, sollten die folgenden Schritte angewandt werden:

1. Erstellung eines Stoff-Feld Modells von der überschüssigen, nützlichen Wechselwirkung;
2. Festlegung des Parameters der den überhöhten Wert charakterisiert;
3. Einführung einer Veränderung die geeignet ist das Übermaß abzubauen;
  - wenn sich der  berm ige Parameter auf den Stoff S2 bezieht, schauen Sie nach Feldressourcen die auf S2 angewandt werden können und geeignet sind, den erwünschten Parameterwert von S2 zu erzeugen;
  - wenn sich der  berm ige Parameter auf die Wirkung eines Feldes F auf den Stoff S1 bezieht, schauen Sie nach Stoffressourcen, die auf S1 angewandt werden können und geeignet sind, die gewünschte Wirkung auf das Feld F zu erzeugen.

Anmerkung: Der dritte Schritt kann durch eine Tabelle der Stoff-Feld Ressourcen vorangetrie-

ben werden.

## Beispiel

Nina ist am Strand und nimmt ein Sonnenbad um braungebrannt und dadurch hübscher zu werden. Aber wie bekannt ist, ist zu viel Sonne gefährlich für unsere Haut, besonders die UV-B Strahlen. Nina ist eine TRIZ Schülerin und erkennt umgehend, dass sie eine Standardlösung anwenden könnte, um ihr Problem zu lösen. Sonne ist Sonne, sie hat nichts zu tun, weder mit dem elektromagnetischen Feld, das sie erzeugt, auch wenn es übertrieben ist, aber sie will sonnenbaden. So stellt sich die anfängliche Situation, wie in Abb. 2.2.1.1.6.b, links nachgebildet, dar. Wenn man Standardlösung 1.1.6.a anwendet, ist ein zweiter Stoff  $S_2$  notwendig, um den Effekt der durch die Sonne erzeugt wird, zu reduzieren. Dieser Stoff ist hier die Sonnencreme, die die Intensität der Sonnenstrahlen, die auf Ninas Haut treffen, reduziert.

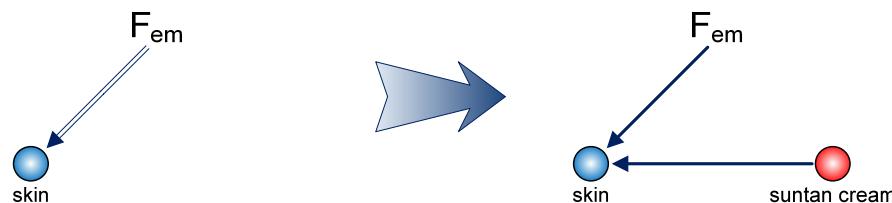


Abb. 2.2.1.1.6.b – Um das Problem des Sonnenbrandes mit einem Stoff-Feld zu lösen



## Selbsteinschätzung

### Übung 1:



Bill ist bei der Arbeit und er muss ein Gerät entwerfen um mit kleinen Granulaten alle sechzig Löcher zu füllen, die radial auf einem Spinnrad angeordnet sind. Das Rad hat eine horizontale Achse und rotiert mit sehr hoher Geschwindigkeit. Die Löcher helfen ein einzelnes Granulat jeweils zu einem anderen mechanischen Gerät zu befördern, welches das Granulat herauszieht und es auf ein Förderband ablegt. Das eigentliche Stecksystem des Rads besteht aus einem Tank voller Granulat; das Rad fährt durch den Tank und Granulat fallen unterstützt von der Schwerkraft und einem Luftstrom in das Loch. Aber angesichts der Geschwindigkeit gibt es einen hohen Prozentsatz von Fehlern. Wie kann Bill sein Gerät verbessern, indem er Standard 1.1.6 benutzt?



### Antwort 1:

Der erste Schritt zur Lösung ist zu bemerken, dass das Rad mit einer größeren Anzahl an Granulaten gefüllt ist als notwendig. Auf diese Weise wird die Anfangssituation unter Verwendung des Standards 1.1.6 erhalten: Eine übermäßige Anzahl an Granulaten ( $S_2$ ) füllt einen externen Anteil des Rads ( $S_1$ ), wie in Abb. 2.2.1.1.6.c, dargestellt. Die Zahl der Granulate ist der Parameter mit dem überhöhten Wert. Dieser wird durch einen anderen Stoff bereitgestellt. Deshalb müssen wir ein Feld finden, das garantieren kann, dass der ausgewählte Parameter den richtigen Wert hat. In diesem Fall haben wir ein Rad, das mit hoher Geschwindigkeit rotiert: Zentrifugalkräfte könnten unsere Ressource darstellen um dem Standard des Modells gerecht zu werden.

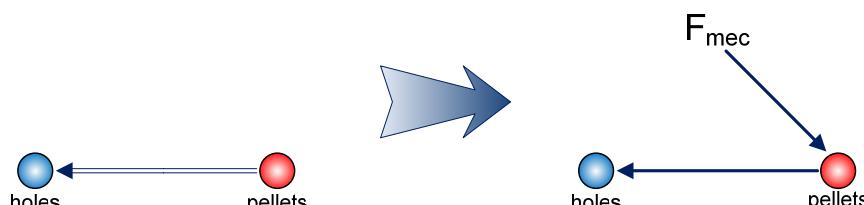


Abb. 2.2.1.1.6.c – Einsatz von Standard 1.1.6 zu Verbesserung eines Geräts





## Übung 2:

Manchmal sind Säuren notwendig um ein Kalkstein-Bad zu reinigen. Deren chemischer Effekt könnte für die Keramik aber zu stark sein, da diese möglicherweise erodiert wird. Wie könnten Sie das Problem gemäß Standard 1.1.6 lösen?



## Antwort 2:

Starten Sie damit den anfänglichen Zustand darzustellen: wir haben nur ein Feld ( $F_{ch}$ ), welches, wie in Abb. 2.2.1.1.6.d, links dargestellt, übermäßig auf die Keramik einwirkt. In diesem Fall können wir als Parameter des überhöhten Wertes den ph-Wert des Reinigers (Säure) wählen. Gemäß Standard 1.1.6 müssen wir einen zweiten Stoff ( $S_2$ ) finden, damit die Aktion nützlich und angepasst wird. Dieser zweite Stoff könnte ein Verdünnungsmittel in der Flasche der Säure sein, die das ätzende Pulver teilweise absorbiert und den PH-Werts der Lösung verringert (Abb. 2.2.1.1.6.d, rechts).

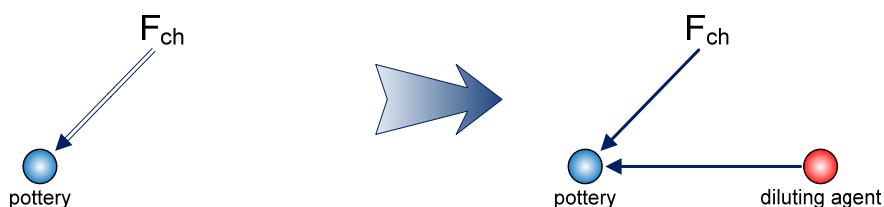
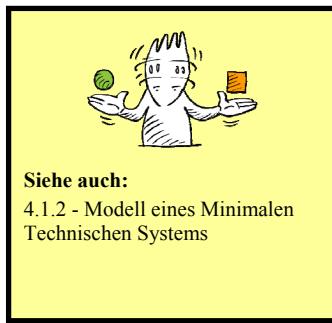


Abb. 2.2.1.1.6.d – eine mögliche Lösung für ein überhöhtes aktives Feld



## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-7: UNTERSTÜZUNG / ABSICHERUNG DES MAXIMALEN EFFEKTES EINER AKTION

### Definition

Wenn ein maximaler Effekt einer Aktion auf einen Stoff (Objekt) erforderlich ist und dies aber nicht erlaubt ist, muss die maximale Aktion bewahrt werden, aber zu einem anderen Stoff, der an das Objekt gekoppelt ist, umgeleitet werden.



### Theorie

Wenn es erwünscht ist den maximalen Effekt auf ein bestimmtes Objekt zu erzielen, aber die Beschaffenheit des Systems einige Hindernisse für die direkte Aktion eines solch starken Feldes auf das Objekt verursacht, wird folgendes vorgeschlagen: Dasselbe Feld ist auf einen anderen Stoff zu richten der mit dem Objekt verbunden ist, um die Vorteile zu erhalten, ohne irgendeine Beschränkung des Systems zu verletzen und/oder irgendetwas schädliches einzuführen (Abb. 2.2.1.1.7.a, rechts).

### Modell

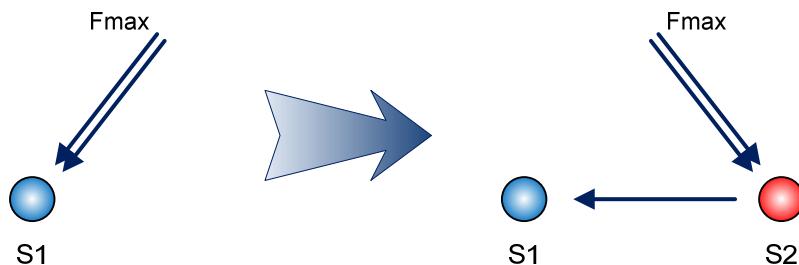


Abb. 2.2.1.1.7.a – STANDARD 1-1-7: Unterstützung / Absicherung der maximalen Wirkung einer Aktion

### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn eine nützliche Wechselwirkung in ihrem höchsten Maß erwünscht ist, aber zugleich nicht angewandt werden kann und folglich überhöht ist (1.1.2 – Arten von Wechselwirkungen und zugehörige Symbole).

Wenn es nicht erwünscht ist die Stärke des Feldes zu reduzieren und zu steuern, sollten die folgenden Schritte angewandt werden:

1. Erstellung eines Stoff-Feld Modells der überhöhten, nützlichen Wechselwirkung;
2. Festlegung des Parameters der durch einen überhöhten Wert gekennzeichnet ist;
3. Suche nach Stoffen die für dieselbe nützliche Wechselwirkung benutzt werden können und ihren maximalen Effekt zulassen;
4. Festlegung von möglichen Ressourcen (Eigenschaften, Abgrenzungen) des Stoffes S1, welche mit dem hinzugefügten Stoff S2 verknüpft werden können.



Anmerkung: Der dritte und der vierte Schritt können durch eine Stoff-Feld-Tabelle vorangetrieben werden.

### Beispiel

Häufig ist ein richtiges Drehmoment erforderlich um Schrauben anzuziehen. Wenn zu wenig



Kraft auf den Schraubenschlüssel angewandt wird, ist es unmöglich das geforderte Ergebnis zu erreichen. Wenn zu viel Kraft angewandt wird, könnte die Grenze des erwünschten Drehmoments auf die Schraube überschritten werden, was dazu führt, dass der Kopf der Schraube abbricht. Diese Situation in die Sprache eines Stoff-Feldes übersetzt, ergibt einen Stoff  $S_1$ , die Schraube, auf welche ein mechanisches Feld angewandt wird (Abb. 2.2.1.1.7.b, links). Das Feld muss auf seinem maximalen Level sein, um das Ziel zu erreichen, aber es ist, aufgrund des Risikos die Streckgrenze der Schraube zu überschreiten, unmöglich es anzuwenden. Deshalb ist ein zweiter Stoff  $S_2$  zwischen  $F_{mec}$  und  $S_1$  erforderlich: dieser Stoff könnte eine Feder sein, die die Übertragung des Drehmoments bis zu einem bestimmten vorgegebenen Wert zulässt und sich dann auf solch eine Weise verformt, dass die Schraube selbst bei maximaler Kraft sicher ist. (Abb. 2.2.1.1.7.b, rechts).

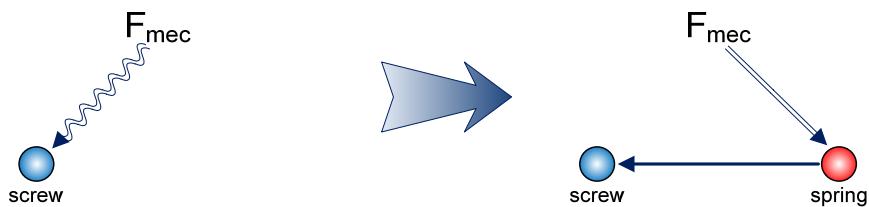


Abb. 2.2.1.1.7.b – Das Modell eines mechanischen Problems, das mit Standard 1.1.7 gelöst wird

## Selbsteinschätzung



### Aufgabe 1:

Nina's Großvater ist Tischler. Er baut einen Holzschränk und muss einen so genannten Schwabenschwanz herstellen. Dazu muss er auf das Holzstück mit einem Hammer schlagen. Weil sehr viel Kraft notwendig ist, kann der Hammer aber das Holz zerschrammen. Können Sie dem Tischler helfen?



### Antwort 1:

Die anfängliche Situation könnte mit einem durch den Hammer hervorgerufenen Feld, somit ein mechanisches, dargestellt werden, das auf eine überhöhte schädliche Art gegen den hölzernen Schwabenschwanz ( $S_1$ ) wirkt (siehe Abb. 2.2.1.1.7.c, links). Gemäß Standard 1.1.7 müssen wir einen zweiten Stoff finden, der an den ersten Stoff gekoppelt wird, welcher die maximale Wirkung des Feldes erhält ( Abb. 2.2.1.1.7.c, rechts). Dies könnte ein Holzstück über dem Schwabenschwanz sein, das die Kraft des Hammerschlags auf die Fuge überträgt und die schädliche Wirkung des Schlags vermeidet, indem die Kraft auf größeres Umfeld verteilt wird.

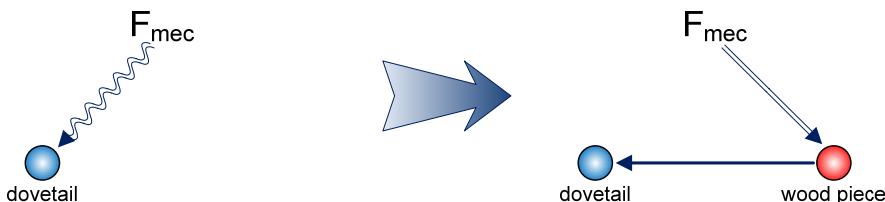


Abb 2.2.1.1.7.c – eine Standardlösung angewandt in einer Tischlerei

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-8: UNTERSTÜTZUNG DES SELEKTIVEN EFFEKTS

### Definition

Ein selektiver Effekt einer Aktion ist erforderlich, wenn der Effekt eines bestimmten Feldes auf einen Stoff (Objekt) unterschiedliche Werte in verschiedenen Bereichen des Objekts gewährleisten soll.



### Theorie

Wenn ein nützliches Feld auf ein bestimmtes Objekt angewandt wird, aber eine unterschiedliche Wirkung eines solchen Feldes auf unterschiedliche Bereiche des Objektes erwünscht ist, sind zwei Möglichkeiten denkbar:

Anwendung eines maximalen Feldes. Dann wird ein schützender Stoff in Stellen eingeführt, wo ein minimaler Effekt erforderlich ist (siehe 2.2.1.1.8.1).

Anwendung eines minimalen Feldes. Dann führt man einen neuen Stoff ein, der geeignet ist den lokalen Effekt dort zu vergrößern, wo der maximale Effekt erforderlich ist.

### Literaturangaben

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1-1-8-1: BEREITSTELLUNG EINES SELEKTIVEN EFFEKTS DURCH EIN MAXIMALES FELD UND EINEN SCHÜTZENDE STOFF

### Definition



Ein selektiver Effekt einer Aktion ist erforderlich, wenn der Effekt eines bestimmten Feldes auf einen Stoff (Objekt) erforderlich ist um in unterschiedlichen Bereichen des Objektes unterschiedliche Werte zu haben.

### Theorie

Wenn ein nützliches Feld auf ein bestimmtes Objekt angewandt wird, aber eine unterschiedliche Wirkung eines solchen Felds auf unterschiedliche Bereiche des Objektes selbst, erwünscht ist, ist es möglich ein maximales Feld auf das gesamte Objekt anzuwenden und dann einen schützenden Stoff an jenen Stellen einzuführen, wo ein minimaler Effekt erforderlich ist.

### Modell

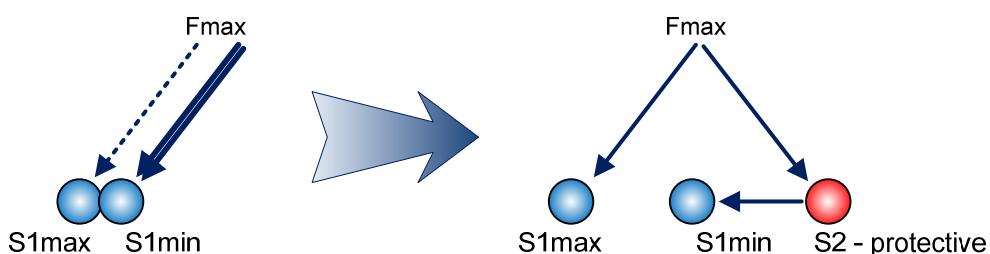


Abb. 2.2.1.1.8.1.a – STANDARD 1-1-8-1: Bereitstellung eines selektiven Effekts durch ein maximales Feld und einen schützenden Stoff

### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn eine nützliche Wechselwirkung mit dem größten Ausmaß erwünscht ist, aber nicht auf das ganze Objekt angewandt werden kann und folglich überhöht auf einen Teilbereich des Objektes wirkt (1.1.2 – Arten von Wechselwirkungen und zugehörige Symbole).

Wenn es nicht erwünscht ist die Menge des Feldes zu reduzieren und zu steuern, sollten die folgenden Schritte angewandt werden:

1. Entwicklung eines Stoff-Feld Modells der überhöhten, nützlichen Wechselwirkung;
2. Festlegung des operativen Ortes der Wechselwirkung und Hervorhebung der Bereiche des Stoffes S1 wo unterschiedliche Werte desselben Parameters gefordert sind;
3. Suche nach Stoffen, welche eine schützende Rolle für den Stoff S1 spielen können; genauer gesagt für jenen Bereich, wo ein minimaler Effekt erforderlich ist;
4. Festlegung von möglichen Ressourcen (Eigenschaften, Ausprägungen) um die Stoffe S1 und S1 zu verbinden.

Anmerkung: der dritte und vierte Schritt können durch eine Tabelle von Stoff-Feld Ressourcen vorangetrieben werden.

### Beispiel



Moderne Autos haben weite Fenster und Windschutzscheiben um die Sicht auf die äußere Umgebung zu maximieren. Nichtsdestotrotz, lässt eine große Windschutzscheibe, besonders im Sommer, wenn die Sonne hoch steht und ihr Licht sehr hell ist, zu viel Licht auf das Gesicht der Fahrer und Beifahrer durch.

Lassen Sie uns ein Modell dieser Situation bilden: es gibt das Sonnenlicht, das ein elektromagnetisches Feld ist, welches durch die Windschutzscheibe auf den gesamten Innenraum einwirkt

(Abb. 2.2.1.1.8.1.b, links).

Da das Licht für einen Teil des Innenraums (wo die Gesichter von Fahrer und Beifahrern positioniert sind) überhöht ist, müssen wir gemäß Standard 1.1.8.1, sofern wir fahren, einen fremden Stoff zwischen das Feld und die Augen hinzufügen, die den überhöhten Effekt des Feldes dort wo er stört, abfängt. Die Lösung könnte eine Sonnenblende an der Oberkante der Windschutzscheibe sein, wie in Abb. 2.2.1.1.8.1.b, rechts und 2.2.1.1.8.1.c, zu sehen, welche durchschauen lässt aber die übermäßige Helligkeit des Sonnenlichts stoppt.

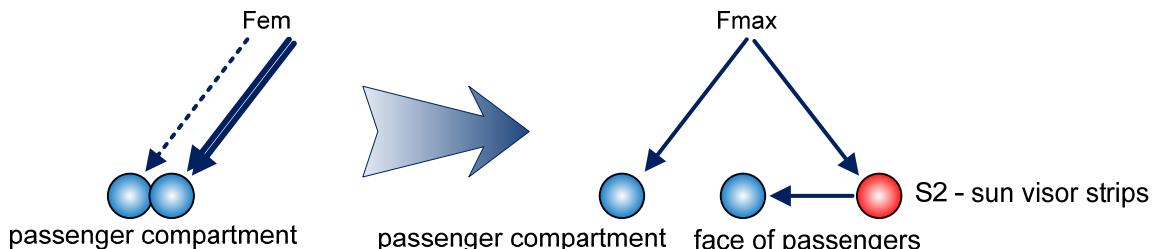


Abb. 2.2.1.1.8.1.b – um ein all tägliches Problem zu lösen wurde Standard Lösung 1.1.8.1. benutzt



Abb. 2.2.1.1.8.1.c – an der Oberkante der Windschutzscheibe ist die Sonnenblende sichtbar; sie lässt die Personen durchschauen, aber die Sonne ist nicht mehr lästig, weil sie dunkler als das durchsichtige Glas der Windschutzscheibe ist.

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:

Wir sind im Krankenhaus. Ninas Bruder hatte einen Unfall, und er muss einer Röntgenanalyse ausgesetzt werden. Dennoch muss der Arzt nicht den ganzen Körper, sondern nur einige betroffene und kritische Teile davon untersuchen. Wie jeder weiß, sind Röntgenstrahlen nicht unbedingt gesund, so dass Nina eine erforderliche Lösung vorschlägt. Haben Sie gemäß Standard 1.1.8.1 irgendeine Idee?



### Antwort 1:

Die anfängliche Situation könnte wie folgt beschrieben werden: ein starkes elektromagnetisches Feld trifft auf den Körper von Ninas Bruder, was in einigen Bereichen nützlich und in anderen sehr gefährlich sein könnte. Siehe Abb. 2.2.1.1.8.1.d, links.



Dasselbe Feld ist auf einigen Stellen des Körpers erwünscht, aber auf anderen ist es unerwünscht. Wenn wir somit den Vorschlägen aus Standard 1.8.1 folgen, brauchen wir einen Stoff

$S_2$ , der durch ein elektromagnetisches Feld getroffen wird und Schutz vor Röntgenstrahlen in allen nicht betroffenen Bereich bietet. Dasselbe Feld ist auf einigen Stellen erwünscht, aber in anderen ist es unerwünscht. Dieser zweit Stoff könnte ein spezieller Anzug sein, der aus einem Röntgenstrahlen-Absorptionsmittel oder reflektierendem Material hergestellt, und mit Löchern für die betroffenen Diagnosebereiche versehen ist.

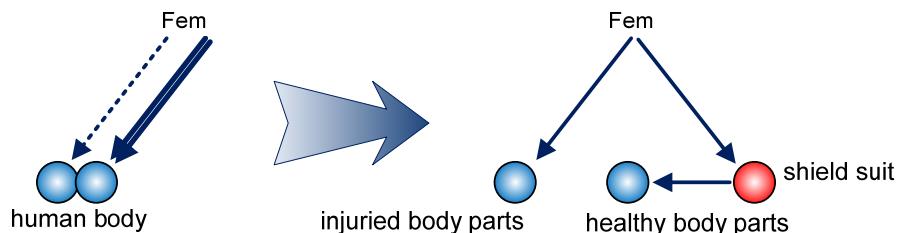
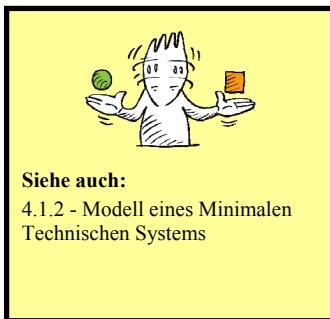


Abb. 2.2.1.1.8.1.d – eine Anwendung des Standard 1.1.8.1 im gesundheitlichen Umfeld

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3





Siehe auch:

4.1.2 - Modell eines Minimalen  
Technischen Systems

## STANDARD 1-1-8-2: BEREITSTELLUNG EINES SELEKTIVEN EFFEKTS DURCH EIN MINIMALES FELD UND EINEN WIRKSAMEN STOFF

### Definition

Ein selektiver Effekt einer Aktion ist erforderlich, wenn der Effekt eines bestimmten Feldes auf einen Stoff (Objekt) erforderlich ist um in unterschiedlichen Bereichen des Objektes unterschiedliche Werte zu haben.



### Theorie

Wenn ein nützliches Feld auf ein bestimmtes Objekt angewandt wird, aber eine unterschiedliche Auswirkung eines solchen Felds auf unterschiedliche Bereiche des Objektes selbst, erwünscht ist, ist es möglich ein minimales Feld anzuwenden und außerdem einen neuen Stoff einzuführen, der geeignet ist den lokalen Effekt, wo der maximale Effekt erforderlich ist, zu verstärken.

### Modell

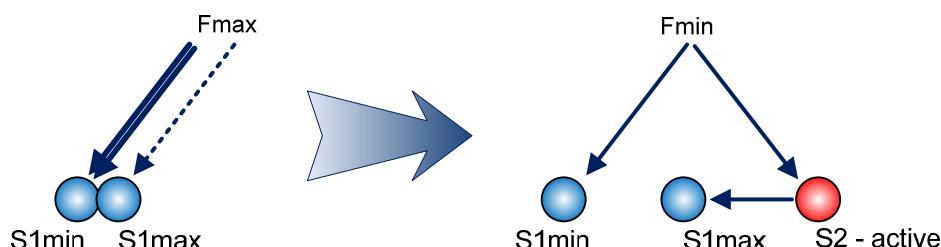


Abb. 2.2.1.1.8.2.a – STANDARD 1-1-8-2: Bereitstellung eines selektiven Effekts durch ein minimales Feld und einen wirksamen Stoff



### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn eine nützliche Wechselwirkung mit ihrem größten Ausmaß erwünscht ist, aber nicht auf das ganze Objekt angewandt werden kann und folglich überhöht auf einen Teilbereich des Objektes wirkt. (1.1.2 – Arten von Wechselwirkungen und zugehörige Symbole).

Wenn es nicht erwünscht ist die Menge des Feldes zu reduzieren und zu steuern, sollten die folgenden Schritte angewandt werden:

1. Entwicklung eines Stoff-Feld Modells der überhöhten nützlichen Wechselwirkung;
2. Festlegung des operativen Ortes der Wechselwirkung und Hervorhebung der Regionen des Stoffes S1 wo unterschiedliche Werte desselben Parameters gefordert sind;
3. Suche nach Stoffen welche eine wirksame Rolle für den Stoff S1 spielen können. Genauer gesagt für jenen Bereich wo ein maximaler Effekt erforderlich ist;
4. Festlegung von möglichen Ressourcen (Eigenschaften, Ausprägungen) um die Stoffe S1 und S2 zu verbinden.

Anmerkung: der dritte und der vierte Schritt können durch eine Tabelle von Stoff-Feld-Ressourcen vorangetrieben werden.



### Beispiel

Es mag seltsam erscheinen, aber einige Geräte die Kaltluft produzieren, und direktgefeuerte

Absorptionsklimaanlagen genannt werden, benötigen Wasser mit einer Temperatur über 100 Grad Celsius. Klimaanlagensysteme werden besonders in Sommermonaten benutzt, wenn wir viele sonnige Tage haben. Warum nutzen wir also nicht sie Sonne um Wasser zu erwärmen?

Wie bekannt ist, erreicht ein Swimming Pool, selbst wenn er einen ganzen Tag unter einer heißen Sommersonne bleibt, keine Siedetemperatur. Es ist viel einfacher etwas Wasser, wie in einem Siederohr aufzuwärmen, aber die Sonne selbst kann dieses Ergebnis nicht erreichen. Somit haben wir ein elektromagnetisches Feld, das uns mit der Sonne gegeben ist und ausreichend ist für das Leben auf der Erde, aber ungenügend ist, um ein Rohr voller Wasser bis auf 100 Grad Celsius aufzuheizen. Das ist das anfängliche Modell des Standards, wie in Abb. 2.2.1.1.8.2., links dargestellt wird. Da die Bestrahlungskraft der Sonne nicht erhöht werden kann, muss ein Stoff  $S_2$  gefunden werden, der das übernimmt (Abb. 2.2.1.1.8.2., rechts). Ein Parabolspiegel mit dem Rohr in der Mitte könnte den Effekt der Sonne einige Male vervielfachen und dadurch das Wasser in dem Rohr in sehr kurzer Zeit erwärmen und damit auch auf Temperaturen über 100 Grad Celsius bringen.

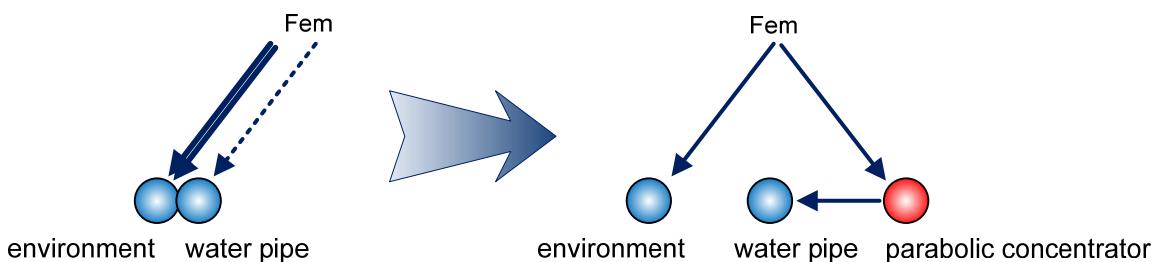


Abb. 2.2.1.1.8.2.b – ein Beispiel des Standards 1.1.8.2: Parabolspiegel

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:



Ninas Großvater ist 91 Jahre alt und inzwischen hat sein Gehör einige Probleme, so dass alle Verwandten gezwungen werden laut zu sprechen, um von ihm gehört zu werden. Nina mag diese Situation nicht und deshalb hat sie das Problem erforscht und eine gute Lösung anhand Standard 1.1.8.2. gefunden. Können Sie ihre Lösung erraten?

### Antwort 1:



Den ersten Schritt den Nina getan hat, war die anfängliche Situation darzustellen. Wir haben ein akustisches Feld, erzeugt durch sprechende Menschen, das ausreichend ist um von allen ( $S_2$ ) gehört zu werden, aber ungenügend für Ninas Großvater ( $S_1$ ) ist, siehe Abb. 2.2.1.1.8.2.c, links. Standard Lösung 1.1.8.2. sagt aus, dass wenn ein Feld in bestimmten Bereichen hoch, und in anderen niedrig, sein muss, es auf seiner geringeren Ebene bleiben und ein fremder Stoff, der mit dem Feld interagiert, dort eingeführt werden muss, wo der maximale Effekt notwendig ist. Eine Hörgerät ist die richtige Lösung: es wird in Großvaters Ohr gesetzt und verstärkt das äußere akustische Feld ohne, dass andere Menschen schreien müssen, um verstanden zu werden.

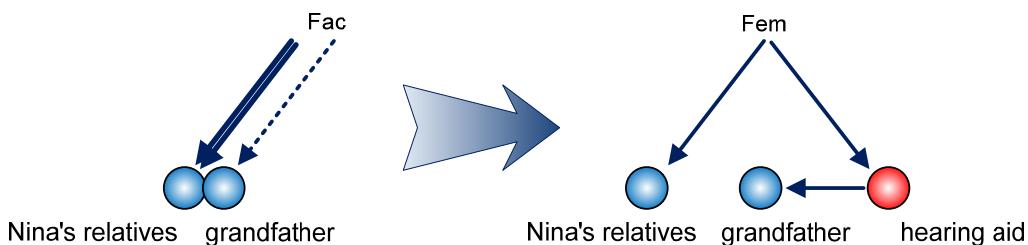


Abb. 2.2.1.1.8.2.c – Standard Lösung könnte überall benutzt werden, auch mit unserem Großvater. In der Abbildung das Problemmodell mit einer schwerhörigen Person.

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## KLASSE 1.2: BESEITIGUNG EINER SCHÄDLICHEN WECHSELWIRKUNG

### Definition

Die Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung kann durch die Modifikation des Stoff-Feld-Systems erreicht werden. Dadurch wird versucht zu vermeiden, dass eine Komponente einen unerwünschten Effekt auf das Objekt der Wechselwirkung ausübt.



### Instrumente

Die Standards 1.2.1-1.2.5 stellen Hinweise zur Beseitigung oder zumindest zur Minimierung des schädlichen Effekts einer unerwünschten funktionellen Wechselwirkung zwischen zwei Stoffen zur Verfügung.



### Literaturangaben

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1.2.1 – Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung durch einen fremdartigen Stoff

### Definition



Bei der Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung ändert man das Stoff-Feld System, um zu vermeiden, dass ein negatives Werkzeug irgendeinen unerwünschten Effekt auf das Objekt der Wechselwirkung ausübt.

### Theorie

Wenn nützliche und schädliche Effekte zwischen zwei Stoffen in einem Stoff-Feld-Modell auftreten und die Erhaltung des direkten Kontakts zwischen den Stoffen nicht nötig ist, wird das Problem durch die Einführung eines dritten Stoffes zwischen ihnen gelöst.

### Modell



Abb. 2.2.1.2.1.a – STANDARD 1-2-1: Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung durch einen fremdartigen Stoff

### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn zwischen zwei Stoffen sowohl positive als auch negative Wechselwirkungen bestehen (d.h. nützliche und schädliche Funktionen erfüllt werden) und es erlaubt ist, Zusätze zwischen die Elemente einzuführen (Abb. 2.2.1.2.1.a).

Die folgenden Schritte sollten angewandt werden:

1. Entwicklung eines Stoff-Feld Modells der schädlichen Funktion; Festlegung des zu beseitigenden Änderungsparameters;
2. Überprüfung der Möglichkeit einer Einführung von Zusätzen zwischen Komponente und Objekt bzw. der Notwendigkeit, beide Stoffe in Kontakt miteinander zu halten;
3. Suche nach Stoffen welche eingefügt werden könnten, um die bestehende schädliche Wechselwirkung zu unterbrechen;
4. Überprüfung, ob Beschränkungen hinsichtlich der Einführung eines solchen spezifischen Stoffes in das Technische System bestehen.

Anmerkung: der dritte Schritt kann durch eine Tabelle von Stoffressourcen unterstützt werden.

### Beispiel

Ninas Mutter bereitet ab und zu Gerichte im Backofen zu, aber sie mag diese Art der Zubereitung nicht, weil das Backblech von dem verkrusteten Öl sehr schmutzig wird. Wenn wir versuchen diese Situation darzustellen, könnte das Ergebnis wie in Abb. 2.2.1.2.1.b, links aussehen. Dargestellt ist ein Backblech (S<sub>1</sub>), das die nützliche Aktion durch ein mechanisches Feld des aufgenommenen Gerichts (S<sub>2</sub>) erfüllt, gleichzeitig wird aber das Blech durch das Gericht verschmutzt. Wir müssen einen anderen Stoff finden, der die schädliche Aktion unterbrechen kann. Die Lösung könnte ein Backpapier unter dem Gericht sein, das das Blech sauber hält.



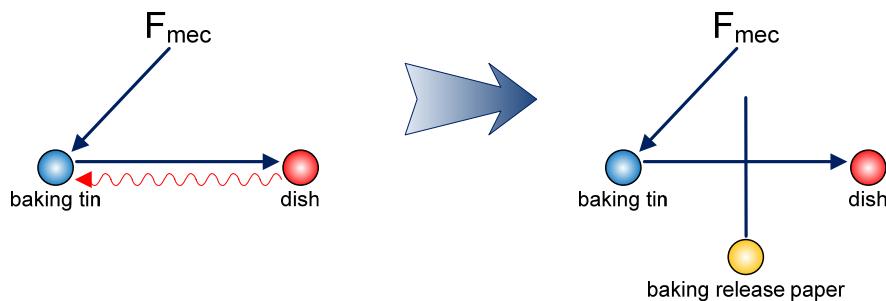


Abb. 2.2.1.2.1.b – Exemplarische Anwendungen des Standards 1.2.1 um den zusätzlichen schädlichen Effekt der durch S2 erzeugt wird zu beseitigen: ein dritter Stoff wurde zwischen S1 und S2 eingeführt.

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:

Wir sind im Auto und es regnet . Um die Frontscheibe zu reinigen können wir die Scheibenwisanlage betätigen. Jedoch ist die Reibungskraft zwischen dem Gummi und dem Glas, der für das Reinigen nützlich ist, wegen der Abnutzung des Wischerblattes nachteilig.

Versuchen sie das Problem anhand der Standard Lösung 1.2.1 zu lösen.



### Antwort 1:

Die Anfangssituation könnte mit einem Mini-Modell bestehend aus einem ersten Stoff S<sub>1</sub>, den Gummischeibenwischerblättern, die durch ein mechanisches Feld den zweiten Stoff S<sub>2</sub>, nämlich die Windschutzscheibe, reinigen, dargestellt werden. Aber zusätzlich zur nützlichen Reinigungsfunktion müssen wir auch die schädliche Aktion darstellen, die durch die Abnutzung des Gummiblattes durch Reibung verursacht wird. Der gleiche Effekt ist aber gleichzeitig zur Reinigung der Scheibe nötig (Abb. 2.2.1.2.1.c, links). Standard Lösung 1.2.1 sieht vor, unser System durch einen dritten Stoff zu unterstützen, der den schädlichen Effekt des mechanischen Feldes stoppen kann (siehe Abb. 2.2.1.2.1.c, rechts). In der Praxis wird der Gummi mit einer Graphitbeschichtung versehen.

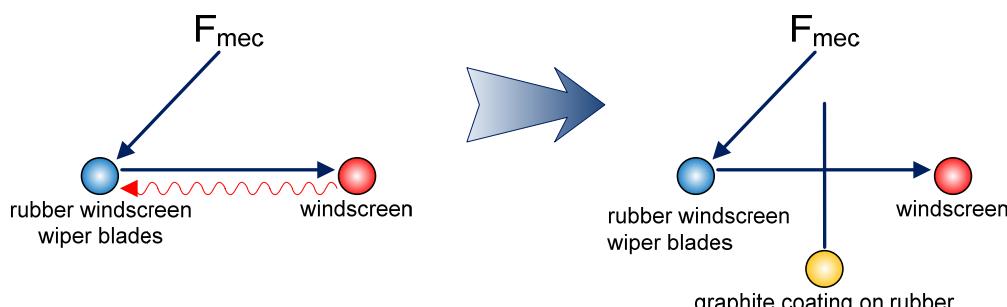


Abb. 2.2.1.2.1.c – wie Standard 1.2.1 benutzt wird, um ein Problem mit einem Scheibenwischer zu lösen

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1.2.2 – Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung durch Änderung eines bestehenden Stoffes

### Definition



Die Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung besteht in der Änderung eines Stoff-Feld Systems, um zu vermeiden, dass ein negatives Werkzeug irgendeinen unerwünschten Effekt auf das Objekt der Wechselwirkung ausübt.

### Theorie

Wenn nützliche und schädliche Effekte zwischen zwei Stoffen in einem Stoff-Feld-Modell auftreten und kein direkter Kontakt zwischen den Stoffen bestehen muss, wird das Problem durch die Einführung eines dritten Stoffes zwischen S1 und S2, der eine Abwandlung des ersten oder zweiten Stoff ist, gelöst.

### Modell

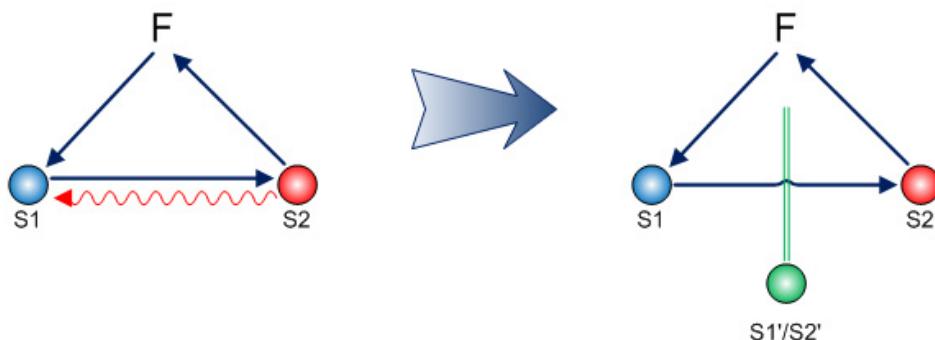


Abb. 2.2.1.2.2.a – STANDARD 1-2-2: Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung durch Änderung eines bestehenden Stoffes

### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn zwei Stoffe sowohl positive als auch negative Wechselwirkungen austauschen (d.h. nützliche und schädliche Funktionen erfüllt werden) und es erlaubt ist Zusätze zwischen die Elemente einzuführen (Abb. 2.2.1.2.2.a).

Die folgenden Schritte sollten durchgeführt werden:

1. Entwicklung eines Stoff-Feld Modells der schädlichen Funktion; Festlegung des Änderungsparameters der beseitigt wird;
2. Überprüfung, ob es möglich ist Zusätze zwischen das Werkzeug und das Objekt einzuführen, d.h. es ist nicht zwingend notwendig, die zwei Stoffe in Kontakt zu halten;
3. Suche nach einer erlaubten Variation der sich gegenseitig beeinflussenden Stoffe S1 und S2, welche als ein dritter Stoff benutzt werden könnte. Dieser wird eingeführt um die bestehende schädliche Wechselwirkung zu unterbrechen;
4. Prüfung ob es irgendwelche Beschränkungen hinsichtlich der Einführung dieses spezifischen Stoff in das Technische System gibt.

Anmerkung: der dritte Schritt kann durch eine Tabelle von Stoff-Ressourcen vorangetrieben werden.



## Beispiel

Beim Motorrad fahren kann man den Luftdruck durch die Geschwindigkeit spüren. Somit nützt es manchmal etwas, eine kleine Schutzscheibe zu befestigen, die die Luft anstelle des Helmes unterbricht, aber gleichzeitig störende Turbulenzen erzeugt. Wenn wir diesen anfänglichen Zustand darstellen wollen, haben wir die Schutzscheibe ( $S_1$ ), die den Helm ( $S_2$ ) durch ein mechanisches Feld vom Luftdruck schützt, aber gleichzeitig Turbulenzen erzeugt. Gemäß Standard 1.2.2. müssen  $S_1$  oder  $S_2$  verändert werden, um die schädliche Aktion der Schutzscheibe zu beseitigen. Eine Art das Problem zu lösen, ist ein Loch am unteren Teil der Schutzscheibe zu erzeugen, sodass die Luft der Form der Schutzscheibe von beiden Seiten folgen kann und die Wirbelbildung am oberen Teil des Glases reduziert.

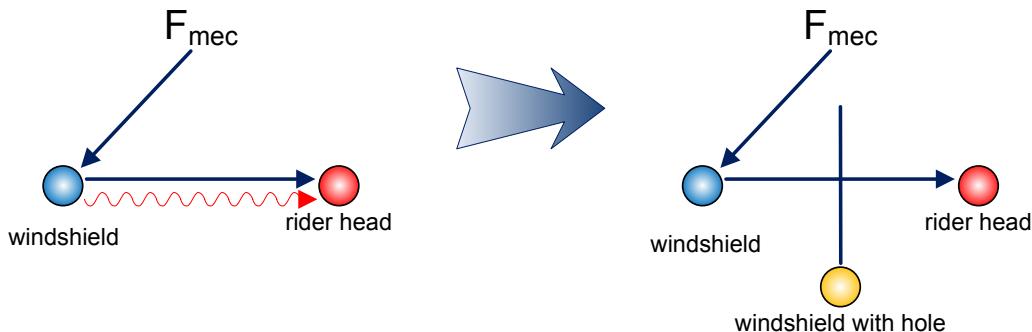


Abb. 2.2.1.2.2.b – Exemplarische Anwendungen des Standards 1.2.2. um den zusätzlichen schädlichen Effekt der durch  $S_1$  entsteht zu beseitigen.

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:

Wenn es draußen kalt ist, tragen wir normalerweise Jacken, Regenmäntel etc. Unser Körper ist zwar eine gute Wärmequelle und die Jacke hat die Funktion vor kalter Außenluft zu isolieren. In besonderen Situationen, zum Beispiel durch eine körperliche Anstrengung, kann es aber vorkommen, dass die Innentemperatur ansteigt und somit die Bildung von Schweiß verursacht. Die Feuchtigkeit bleibt in dem Bereich eingeschlossen, wo die Jacke näher am Körper ist. Ist es möglich dieses Problem mit Hilfe von Standard Lösung 1.2.2. zu lösen?



## Antwort 1:

In diesem Fall führt die Jacke zwei Aktionen aus: die erste, nützliche, ist den Körper vor der Außenluft zu isolieren und die zweite, diesmal schädliche, ist es zu vermeiden, dass die Feuchtigkeit verschwindet. In Stoff-Feld Begriffen könnte das wie in Abb. 2.2.1.2.2.c, links dargestellt werden, wobei die Jacke  $S_1$  ist, welche durch ein thermisches Feld den Körper isoliert und nass macht. Da wir erkennen, dass es sehr schwierig ist einige Körpereigenschaften auszuwechseln, können wir nur an  $S_1$  eine Änderung finden, um die Feuchtigkeitsbildung zu unterbrechen (Abb. 2.2.1.2.2.c, rechts). Da warme Luft aufsteigt, könnte eine spezielle Membran an der Schulter der Jacke unser Problem lösen (Abb. 2.2.1.2.2.d).

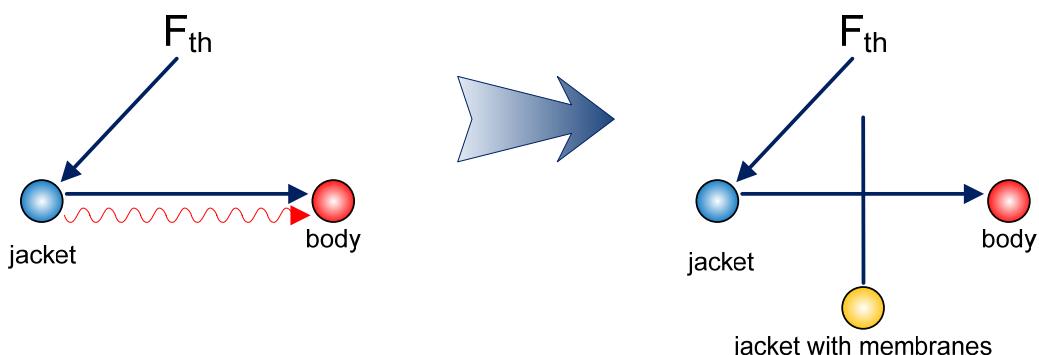


Abb. 2.2.1.2.2.c – Exemplarische Anwendungen des Standards 1.2.2. um die zusätzlichen schädlichen Effekte die durch  $S_1$  entstehen, zu beseitigen.

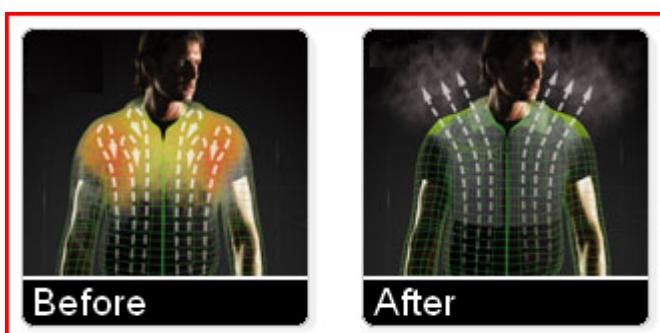


Abb. 2.2.1.2.2.d – die kommerzielle Lösung der vorhergehenden Übung.

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1.2.3 – Beseitigung eines schädlichen Effekts eines Feldes

### Definition

Die Beseitigung eines schädlichen Feldes ist die Änderung eines Stoff-Feld Systems mit dem Ziel der Vermeidung eines überwünschten Effekts auf einen bestimmten Stoff.



### Theorie

Wenn es erforderlich ist, den schädlichen Effekt eines Felds auf einen Stoff zu beseitigen, kann das Problem gelöst werden, indem ein zweiter Stoff, der von dem schädlichen Effekt des Feldes nicht beeinflusst wird, eingeführt wird.

### Modell

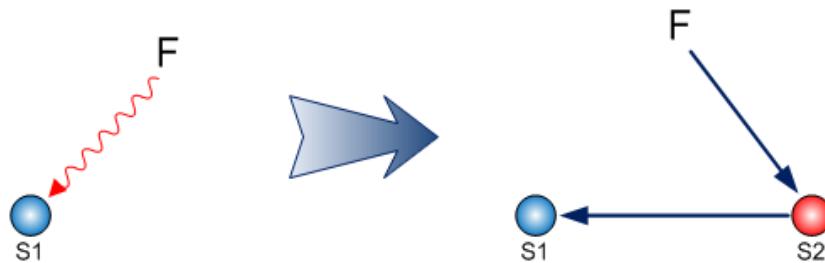


Abb. 2.2.1.2.3.a – STANDARD 1-2-3: Beseitigung eines schädlichen Effekts eines Feldes

### Instrumente

Der Standard wird angewandt, wenn eine schädliche Funktion auf ein bestimmtes Objekt ausgeübt wird und es erlaubt ist Zusätze in das System einzuführen (Abb. 2.2.1.2.3.a).



Die folgenden Schritte sollten angewandt werden:

1. Entwicklung eines Stoff-Feld Modells der schädlichen Funktion; Festlegung des Änderungsparameters der beseitigt wird;
2. Überprüfung, ob es möglich ist Zusätze in das System einzuführen;
3. Suche nach einem weiteren Stoff S2, der geeignet ist die bestehende schädliche Wechselwirkung auf sich zu ziehen und das System zu erhalten;
4. Überprüfung, ob es irgendwelche Beschränkungen hinsichtlich der Einführung eines solchen spezifischen Stoffes in das Technische System gibt.

Anmerkung: der dritte Schritt kann durch eine Tabelle von Stoff-Ressourcen vorangetrieben werden.

### Beispiel

Die Karosserie eines Autos besteht aus Metall und könnte durch Rost angegriffen werden. Wenn wir ein Stoff-Feld Modell erstellen, haben wir ein chemisches Feld ( $F_{ch}$ ) das eine schädliche Aktion auf die Karosserie ( $S_1$ ) ausübt, siehe Abb. 2.2.1.2.3.b, links. Das ist genau der Effekt, den wir beseitigen müssen. Gemäß Standard Lösung 1.2.3 müssen wir einen anderen Stoff hinzufügen um den schädlichen Effekt des Feldes zu beseitigen. Offensichtlich ist der gewünschte Stoff der Lack, der die Karosserie bedeckt und das Auto gegen Feuchtigkeitseinfluss schützt (Abb. 2.2.1.2.3.b, rechts).



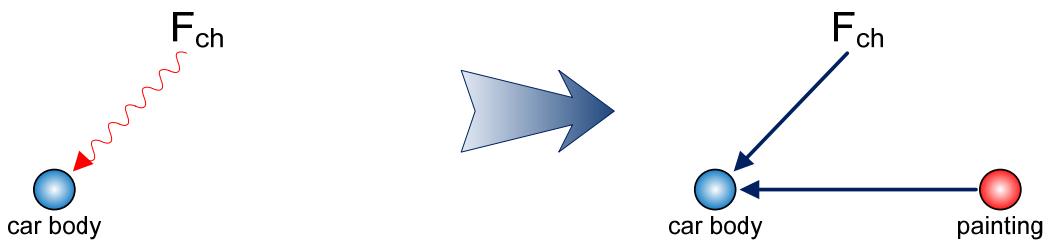


Abb. 2.2.1.2.3.b – Exemplarische Anwendungen des Standards 1.2.3 um die schädlichen Effekte des Feldes „chemische Beanspruchung“ zu beseitigen.

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:



An einem sonnigen Tag kann das Sonnenlicht für die Augen zu hell sein. Versuchen sie diese einfache Situation darzustellen und finden Sie eine Lösung gemäß Standard 1.2.3.

### Antwort 1:

In der Problembeschreibung haben wir die Elemente um ein Stoff-Feld Modell zu entwickeln. Es gibt Sonnenlicht, das wir als ein elektromagnetisches Feld betrachten können; es erfüllt einen schädlichen Effekt in Richtung unserer Augen, welche den Stoff ( $S_1$ ) darstellen (Abb. 2.2.1.2.3.c, links). Ein zweiter Stoff ist gefordert um den Effekt des Feldes zu beseitigen. Die Lösung ist eine dunkle Sonnenbrille, die es den Augen erlaubt hindurchzusehen, aber die Helligkeit des Sonnenlichts reduziert (Abb. 2.2.1.2.3.c, rechts).

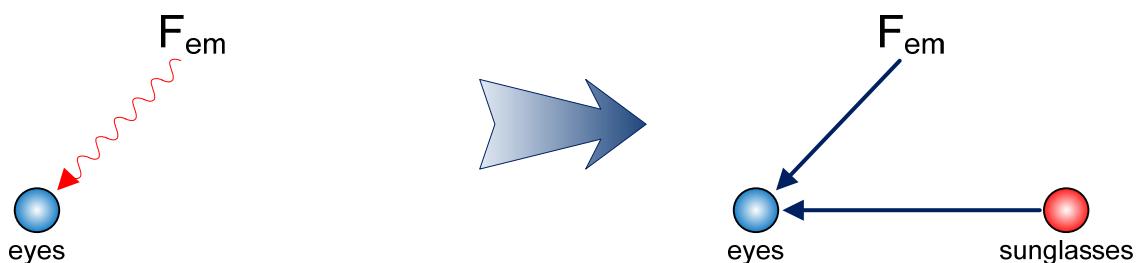


Abb. 2.2.1.2.3.c – Exemplarische Anwendungen des Standards 1.2.3 um den schädlichen Effekt des elektromagnetischen Felds „blenden“ zu beseitigen.

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 1.2.4 – Beseitigung eines schädlichen Effekts durch ein neues Feld

### Definition

Die Beseitigung eines schädlichen Feldes ist die Änderung eines Stoff-Feld Systems, um einen unerwünschten Effekt auf einen bestimmten Stoff zu vermeiden.



### Theorie

Wenn nützliche und schädliche Effekte zwischen zwei Stoffen in einem Stoff-Feld System auftreten und ein direkter Kontakt zwischen den Stoffen aufrechterhalten werden muss, kann das Problem durch Überführung zu einem dualen Stoff-Feld System gelöst werden. In diesem Stoff-Feld System wird der nützliche Effekt durch das bestehende Feld beibehalten, während ein neues Feld den schädlichen Effekt neutralisiert (oder den schädlichen Effekt in einen nützlichen Effekt umwandelt).

### Modell

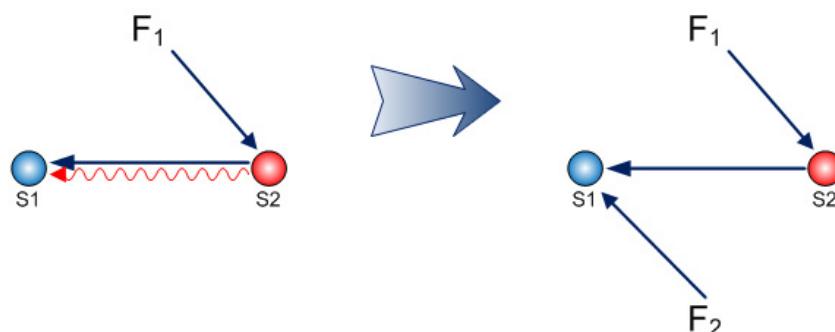


Abb. 2.2.1.2.4.a – STANDARD 1-2-4: Beseitigung eines schädlichen Effekts durch ein neues Feld

### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn ein schädlicher Effekt ein bestimmtes Objekt beeinflusst und es erlaubt ist, ein neues Feld in das System einzuführen (Abb. 2.2.1.2.4.a).



Die folgenden Schritte sollten angewandt werden:

1. Entwicklung eines Stoff-Feld Modells der schädlichen Funktion; Festlegung des zu beseitigenden Änderungsparameters;
2. Überprüfung, ob es möglich ist, ein neues Feld in das System einzuführen;
3. Suche nach einem weiteren Feld F2, das geeignet ist den bestehenden schädlichen Effekt zu neutralisieren und das System zu erhalten.
4. Überprüfung, ob es irgendwelche Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von solchen spezifischen Feldern in das Technische System gibt.

Anmerkung: der dritte Schritt kann durch eine Tabelle von Stoff-Ressourcen vorangetrieben werden.



### Beispiel

Gino arbeitet in einer Schreinerei. Sehr oft muss er einen geraden Schnitt mit einer Pendelstichsäge machen, so dass er zuerst als Markierung eine gerade Linie mit einem Bleistift auf das abzuschneidende Holzstück zeichnet. Wenn er jedoch zu sägen beginnt, verdeckt Sägemehl die Linie neben der Säge und Gino muss durch Blasen den Staub beseitigen. Ist es möglich Gino zu helfen, indem man Standard 1.2.4 benutzt? Zuerst müssen wir das Stoff-Feld Modell entwickeln: Wie aus der Beschreibung zu entnehmen ist, gibt es die Säge (S<sub>1</sub>), welche durch ein mechanisches Feld (F<sub>mech</sub>) die nützliche Aktion des Sägens des Holzstücks (S<sub>2</sub>) ausführt, siehe Abb. 2.2.1.2.4.b, links. Dennoch erfüllt die Säge auch eine schädliche Aktion: Der Staub bedeckt die Markierungslinie auf dem Holz. Als schädlicher Effekt ist das Verdecken der Linie zu sehen. Somit müssen wir gemäß Standard 1.2.4 ein zweites Feld finden um die Linie vom Staub zu befreien oder seine Gegenwart zu

beseitigen. Ein elektromagnetisches Feld könnte eine gute Antwort sein, da ein Laserstrahl mit einer gerade projizierten Linie das Problem lösen könnte.

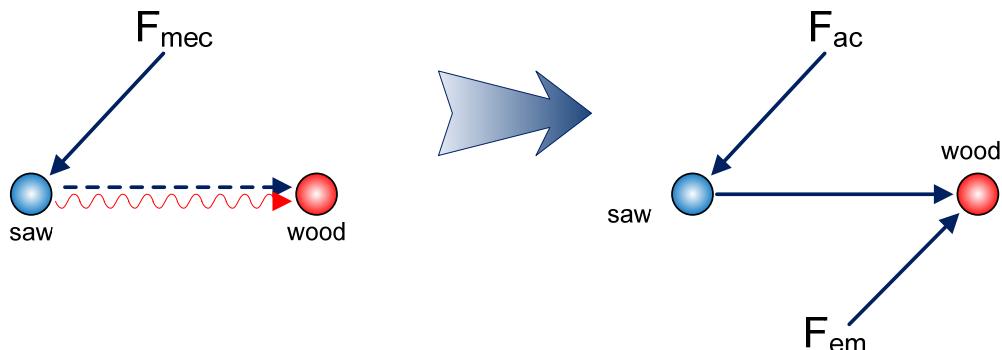


Abb. 2.2.1.2.4.b – Exemplarische Anwendung des Standards 1.2.4: ein zweites Stoff-Feld Modell wurde entwickelt um den schädlichen Effekt der durch das erste Feld erzeugt wird, zu beseitigen.

### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:



In einer technischen Werkstatt gibt es viele Maschinen. Eine davon arbeitet sehr gut mit hohen Umdrehungszahlen aber die Reibung zwischen dem Werkzeug und dem Arbeitsobjekt können eine Überhitzung und damit auch eine mögliche Verformung des Objekts verursachen, die die Arbeit nicht präzise macht. Versuchen sie dieses Problem unter Hilfe von Standard Lösung 1.2.4 zu lösen.

#### Antwort 1:



Wir müssen mit der Entwicklung des anfänglichen Modells der Situation beginnen. Wir haben das Werkzeug der Maschine ( $S_1$ ), das das Objekt ( $S_2$ ) durch ein mechanisches Feld bearbeitet, und eine nützliche, genügende Funktion erfüllt. Aber die Beschreibung besagt, dass die Reibung zwischen  $S_1$  und  $S_2$ , dieselbe die für die bearbeitende Funktion nützlich ist, eine Überhitzung des Objekts verursacht: diese ist offensichtlich eine schädliche Aktion, weil es eine Verformung des Objektes hervorruft und somit den Verlust der Exaktheit der Herstellung. (Abb. 2.2.1.2.4.c., links). Standard 1.2.4. schlägt vor ein neues Feld mit dem Ziel einzuführen, den schädlichen Effekt der Feldentwicklung und die nützliche Funktion des Systems zu neutralisieren. Dieses Feld könnte zum Beispiel ein thermisches sein, das nur auf das Objekt oder sowohl auf Werkzeug als auch auf Objekt einwirkt, um sie abzukühlen, um die Verformung des Objekts und den Verlust der Exaktheit zu vermeiden.

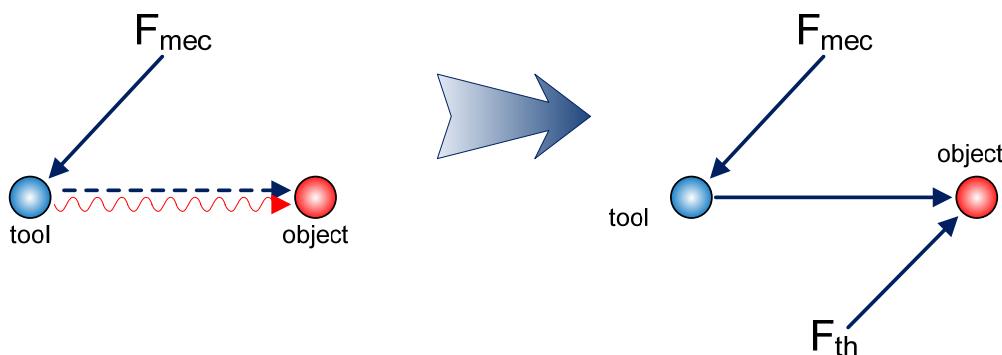


Abb. 2.2.1.2.4.c – die anfängliche und die gelöste Situation eines Maschinen Systems



### Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARD 2.1.1 – Entwicklung einer Stoff-Feld Kette

### Definition

Eine Stoff-Feld Kette ist ein komplexes System, bei dem mindestens ein Stoff gebildet wird, der Subjekt für zwei unterschiedliche Felder ist.



### Theorie

Die Effizienz des Stoff-Feld Modells kann verbessert werden, indem einer der Bestandteile der Stoff-Feld Wechselwirkung in ein unabhängiges, kontrollierbares Stoff-Feld überführt wird und somit eine Stoff-Feld-Kette bildet.

### Modell

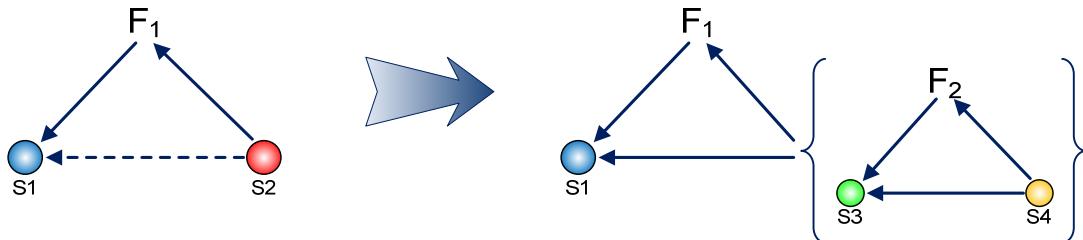


Abb. 2.2.2.1.1.a – STANDARD 2-1-1: Darstellung eines Ketten-Stoff-Feld Systems



### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn eine nützliche Funktion unzureichend ist, d.h. die angewandte Änderung am Objekt die Erwartungen nicht erfüllt und es nicht erlaubt ist, Zusätze in das System einzuführen.

Die folgenden Schritte sollten angewandt werden:

Entwicklung eines Stoff-Feld Modells mit unzureichenden nützlichen Funktion; Festlegung des Änderungsparameters der verbessert wird;

Überprüfung, ob es möglich ist das Arbeitselement oder das Objekt durch ein unabhängiges, steuerbares Stoff-Feld Teilsystem zu ersetzen;

Suche nach Ressourcen, welche die Effizienz des bestehenden Feldes verbessern könnten; Überprüfung möglicher Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von derartigen spezifischen Stoffen und Feldern in das Technische System.

Anmerkung: der dritte Schritt kann durch eine Tabelle von Stoff-Ressourcen vorangetrieben werden.



### Beispiel

Nina muss für eine Party sehr viele Sandwiches vorbereiten. Als sie mit einem Messer die Brotscheiben vom Baguette schneidet, erkennt sie, dass das Messer verbessert werden könnte, da sie mit ihrem Arm sowohl die abwechselnd waagrechte Bewegung als auch die senkrechte Bewegung machen muss, um das Brot in Scheiben zu schneiden und der Schnitt oft nicht perfekt ist. Entwickeln wir das Stoff-Feld Modell dieser anfänglichen Situation, so haben wir das Baguette ( $S_1$ ), das Messer ( $S_2$ ) und ein interagierendes mechanisches Feld (Abb. 2.2.2.1.1.b, links). Die Funktion ist durch das Messer, das mittels eines mechanischen Felds das Brot schneidet, beschrieben. Diese Funktion ist nützlich aber ungenügend. Gemäß Standard Lösung 2.1.1 müssen wir das Werkzeug, in diesem Fall das Messer, in ein neues getrenntes Stoff-Feld Modell überführen, um das anfängliche Modell zu verbessern. Somit müssen wir einen anderen Stoff ( $S_3$ ) und ein anderes auf ein Messer wirkendes Feld hinzufügen (Abb. 2.2.2.1.1.b, rechts). Wir können einen Motor ( $S_3$ ) hinzufügen, der durch ein mechanisches Feld das Messer in eine oszillierende Bewegung versetzt, um Nina nur die Aufgabe zu überlassen, das neue Messer zu bedienen (Abb. 2.2.2.1.1.c).

# tetris

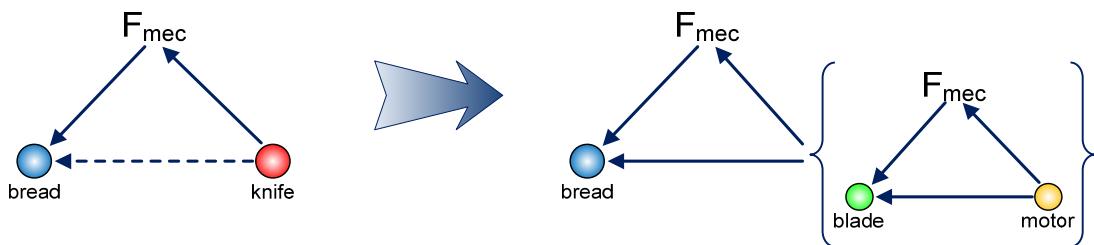


Abb. 2.2.2.1.1.b – Stoff-Feld Modell des Problems



Abb. 2.2.2.1.1.c – Elektrisches Messer

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:



Nina ist im Einkaufszentrum um einige Sachen zu kaufen. Während sie zu Fuß nach Hause geht, beginnt es zu regnen. Also holt sie ihren Regenschirm aus der Handtasche. Als sie versucht, den Regenschirm zu öffnen, hat sie Mühe, da sie mit einer Hand die Einkaufstasche trägt und das Aufspannen allein mit der anderen Hand nicht einfach ist. Versuchen Sie dieses Problem zu lösen, indem sie den Regenschirm gemäß Standard 2.1.1. entwickeln.

### Antwort 1:

 Der erste Schritt besteht darin das Problem in ein Stoff-Feld Modell zu überführen. Die anfängliche Situation könnte mit einem Mini-Modell dargestellt werden, welches aus dem Regenschirm ( $S_1$ ) einer normalen Hand ( $S_2$ ) und eines mechanischen Feldes besteht. Hierin hat  $S_2$  Schwierigkeiten,  $S_1$  aufzuspannen, welche mittels eines mechanischen Felds einige Schwierigkeiten hat,  $S_1$  aufzuspannen, dargestellt werden. Somit ist die Funktion des Öffnens normalerweise nützlich, aber ungenügend (Abb. 2.2.2.1.1.d, links). Um nun dem Vorschlag aus Standard 2.1.1. zu folgen, müssen wir einen der Stoffe in ein neues getrenntes Stoff-Feld Modell überführen. Auf Seiten der Hand ist dies schwierig, aber auf der Seite des Regenschirms lässt sich dies einfacher bewerkstelligen. So mit müssen wir einen anderen Stoff und ein neues Feld hinzufügen, um das gegenwärtige System zu verbessern. Wir können uns den dritten Stoff als Feder vorstellen, die mittels eines neuen, ebenfalls mechanischen Feldes den Regenschirm öffnet, wenn dies per Handgriff verlangt wird. (Abb. 2.2.2.1.1.d, rechts).

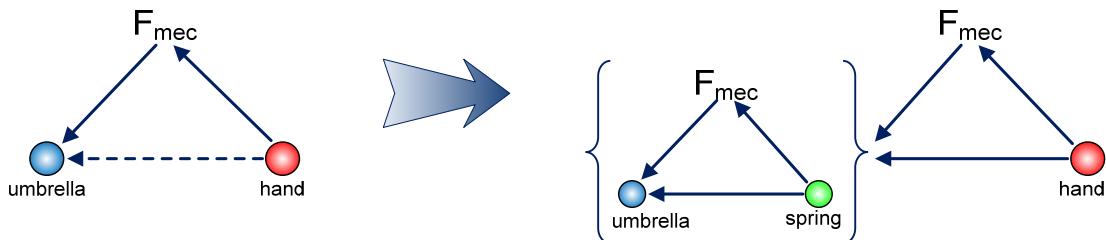


Abb. 2.2.2.1.1.d – Standard Lösung 2.1.1 angewandt an einem Regenschirm

## Literaturangaben

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk:1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 2.1.2 – Entwicklung eines dualen Stoff-Feld Systems

### Definition

Ein duales Stoff-Feld System ist ein komplexes System, indem sich die Stoffe durch zwei parallele Felder gegenseitig beeinflussen.



### Theorie

Wenn es notwendig ist die Effizienz eines Stoff-Feld Systems zu verbessern und das Ersetzen von Stoff-Feld System Elementen nicht erlaubt ist, kann das Problem gelöst werden, indem ein duales Stoff-Feld Systems, durch Einführung eines zweiten, einfach zu steuernden Feldes, entwickelt wird.

### Modell

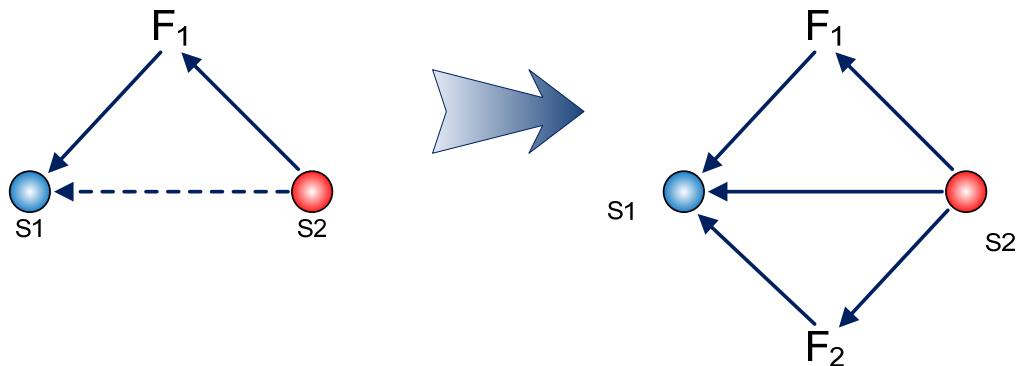


Abb. 2.2.2.1.2.a – STANDARD 2-1-2: Entwicklung eines dualen Stoff-Feld Systems

### Instrumente

Dieser Standard wird angewandt, wenn eine nützliche Funktion unzureichend ist, d.h. die auf das Objekt angewandte Änderung die Erwartungen nicht erfüllt und es nicht erlaubt ist, Zusätze in das System einzuführen.



Die folgenden Schritte sollten angewandt werden:

Entwicklung eines Stoff-Feld Modells der unzureichenden, nützlichen Funktion; Festlegung des Änderungsparameters, der verbessert wird;

Überprüfung, ob es möglich dem System ein neues Feld hinzuzufügen;

Suche nach neuen Feldern, die zwischen den ursprünglichen Stoffen eingeführt werden können, welche die Effizienz der bestehenden Wechselwirkung verbessern könnten;

Überprüfung möglicher Beschränkungen hinsichtlich der Einführung von solchen spezifischen Feldern in das Technische System.

Anmerkung: der dritte Schritt kann durch eine Tabelle von Stoff-Ressourcen vorangetrieben werden.

### Beispiel

Nina war mit ihrem neuen Freund Matt im Urlaub. Als sie im Hotel ankamen, fanden sie ein hübsches Zimmer, mit allem Komfort, wie Minibar, Klimaanlage, Satelliten TV und Hosenpresse (siehe Abb. 2.2.2.1.2.c, links). Vor dem Schlafen gehen wollte Matt versuchen seine Hose mit der Presse auszudehnen, damit sie am nächsten Tag perfekt ist. Am nächsten morgen nahm er die Hose aus der Presse, sie war zwar gedehnter als am Abend zuvor, jedoch nicht so wie er es sich vorgestellt hat. So dachte er sich: „Warum das komfortable, aber nicht zufriedenstellende System nicht verbessern?“.



Im ersten Schritt ist ein Modell zu entwerfen: im vorliegenden Fall gibt es die Hosenpresse ( $S_2$ ), die mittels eines mechanisches Feldes auf eine nützliche aber ungenügende Weise die Ho-

sen ( $S_1$ ) ausdehnt (siehe Abb. 2.2.2.1.2.b, links). Die Standard Lösung 2.1.2 schlägt vor, in das anfängliche Modell ein neues Feld, parallel zum bestehenden, einzuführen, um die ungenügende Aktion genügend zu machen (Abb. 2.2.2.1.2.b, rechts). Wenn man die Liste aller möglichen Felder nimmt, die hinzugefügt werden können, erscheint das thermische am besten geeignet. Anstatt nur einen Druck, d.h. ein mechanisches Feld zu verwenden, um die Hosen zu dehnen, führt man parallel dazu ein thermisches ein, um die nützliche Aktion der Hotel Hosenpressen zu verbessern (Abb. 2.2.2.1.2.c, rechts).

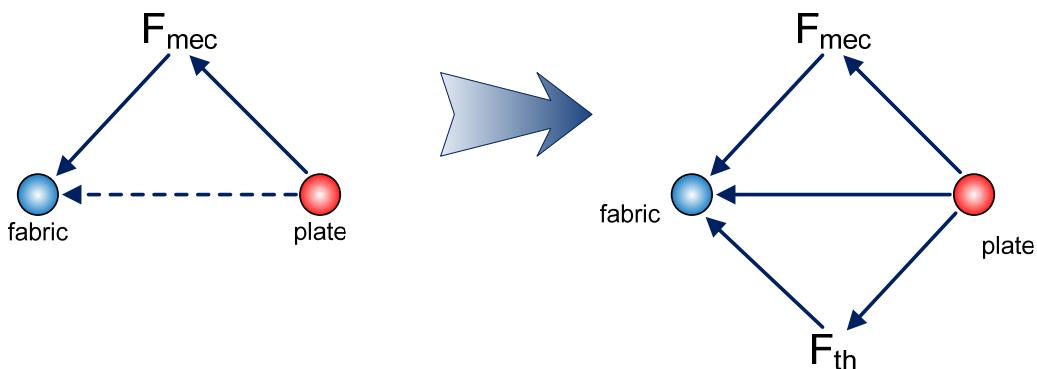


Abb. 2.2.2.1.2.b – das Modell des Problems

Abb. 2.2.2.1.2.c – Links das erste Modell einer Hosenpresse, die mit einem mechanischen Feld arbeitet. Rechts



die entwickelte Lösung, die auch ein thermisches Feld beinhaltet, das mit dem mechanischen gekoppelt ist.

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:



Um einen Raum zu erwärmen, wird gewöhnlich ein Heizkörper verwendet. Er heizt die Luft des Raumes durch eine strömende Bewegung auf. Die heiße Luft verlässt den Heizkörper an seinem oberen Ende, breitet sich über den ganzen Raum aus, kühlt in der Zwischenzeit ab und tritt erneut über das untere Ende in die Heizungszone ein. Mit diesem System ist das Aufwärmen des Raumes gewährleistet, aber es benötigt sehr viel Zeit. Wie könnten Sie den Heizkörper anhand der Vorschläge aus Standard Lösung 2.1.2. verbessern?

## Antwort 1:

Beginnen Sie mit der Entwicklung des Stoff-Feld Modells der anfänglichen Situation. Als ersten Stoff können wir den Raum betrachten den wir erwärmen möchten ( $S_1$ ), als zweite den Heizkörper ( $S_2$ ), der das Werkzeug der nützlichen Aktion des Systems ist und ein thermisches Feld (Abb. 2.2.2.1.2.d, links). Wir müssen dieses Modell verbessern, indem wir ein neues Feld, das parallel zum bestehenden arbeitet, hinzufügen (Abb. 2.2.2.1.2.d, rechts). Die Zeit den Raum aufzuwärmen muss reduziert werden. Momentan wird heiße Luft nur durch strömende Bewegung abgegeben, folglich müssen wir einen Weg finden, seine Bewegung zu beschleunigen. Ein mechanisches Feld, das durch einen Lüfter entwickelt wird, könnte eine gute Lösung sein, (Abb. 2.2.2.1.2.e).

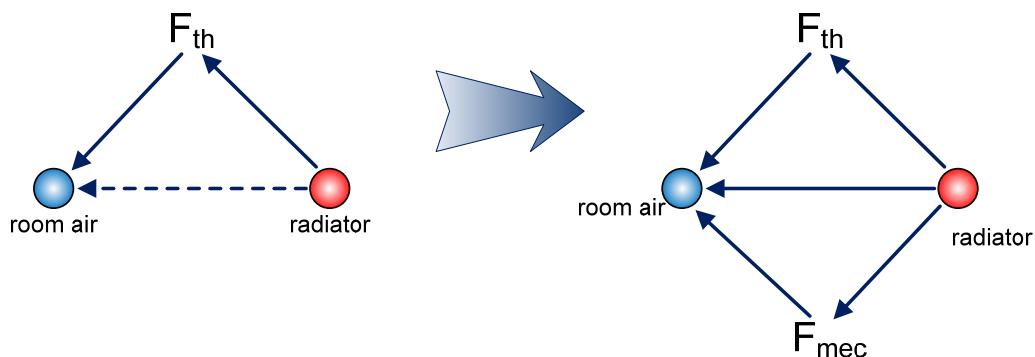


Abb. 2.2.2.1.2.d – Die anfängliche Situation und die abschließende Lösung dargestellt anhand des Stoff-Feld Modells



Abb. 2.2.2.1.2.e – Links ein Heizkörper, rechts ein Konvektor: In Inneren ist ein Heizkörper und ein Lüfter um die erwärmte Luft schnell zu bewegen.

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 2.2.2 – Erhöhung des Teilungsgrades von Stoffbestandteilen

### Theorie

Die Effizienz eines Stoff-Feld Systems kann verbessert werden, indem der Teilungsgrad des Objekts, das als ein „Werkzeug“ im Stoff-Feld System auftritt, und am Ende seiner Entwicklung durch ein neues Feld ersetzt wird, erhöht wird.

### Modell

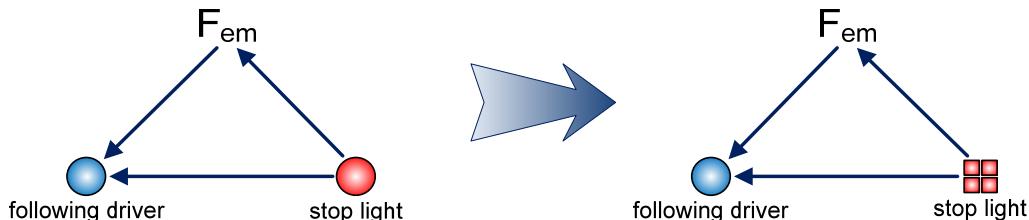


Abb. 2.2.2.2.2.a – STANDARD 2-2-2: Erhöhung eines Teilungsgrades von Stoffbestandteilen

### Beispiel



Wenn wir im Auto fahren und das Bremspedal durchdrücken, leuchten auf der Rückseite unseres Autos Bremslichter auf, um dem nachfolgenden Fahrer zu signalisieren, dass wir bremsen. Normalerweise gibt es zwei Bremslichter auf der linken und der rechten Seite des Autos und in der Mitte. Um das System anhand der Vorschläge des Standards 2.2.2 zu verbessern, beginnen Sie damit ein Mini-Modell zu entwerfen, dass die anfängliche Situation darstellt. Die Bremslichter haben die Funktion, den nachfolgenden Fahrer zu informieren: somit haben wir das Objekt der Funktion  $S_1$ , dargestellt durch den Fahrer, die Bremslichter als Werkzeug und das elektromagnetische Feld der Wechselwirkung (Abb. 2.2.2.2.2.b, links).

Standard 2.2.2 schlägt vor den Teilungsgrad des Stoffes, der im Modell als Werkzeug auftritt, zu erhöhen. Somit müssen wir die Bremslichter zerlegen. Das bedeutet, dass anstatt einer einzelnen Lampe an der Seite, das Bremslicht aus einer Reihe von kleinen Lampen, beispielsweise LEDs zusammengesetzt werden könnte. Diese ermöglichen es, dem Bremslicht unterschiedliche Formen zu geben (Abb. 2.2.2.2.2.b, rechts).

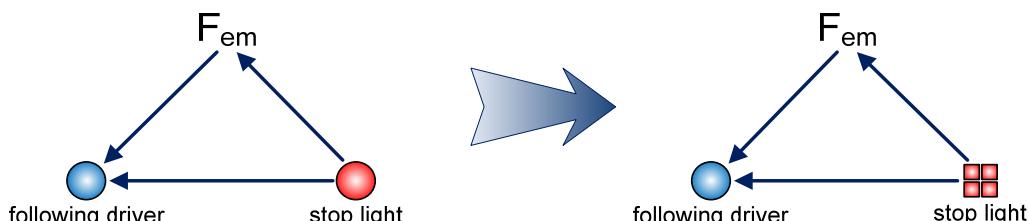


Abb. 2.2.2.2.2.b – Das maßgebliche Modell des Systems und seine Verbesserung

### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:



Ninas Vater ist Liebhaber der Handwerksarbeit und hat in seiner Garage eine Menge Werkzeug: Schlüssel, Schraubenzieher, Bohrer, Hammer, Schrauben, Nägel, Sägen, und so weiter. Viele davon hängen an der Wand damit sie einfach herausgenommen werden können. Solange er in der Garage oder in der Nähe der Wand arbeitet, die mit Zubehör ausgestattet ist, hat er keine Probleme, wenn er aber etwas auf der anderen Seite des Hauses repariert, muss er alle benötigten Werkzeuge mitnehmen oder hin und her laufen, um das benötigte zu holen. Ziehen Sie zum Beispiel die Schraubenzieher in Betracht, wie könnten Sie diese gemäß dem Standard 2.2.2 verbessern?

#### Antwort 1:

Die Erstellung des Mini-Modells ist sehr leicht. Wir müssen die Schraubenzieher betrachten. In ihrer Aktion interagieren sie offensichtlich mit Schrauben, somit ergibt sich für das Modell: der erste Stoff „die Schraube“, der zweite Stoff „den Schraubenzieher“ und das Feld der Wechselwirkung, das in diesem Fall mechanisch ist (Abb. 2.2.2.2.c, links). Nun besagt der gegebene Hinweis, dass wir die Unterteilung des Werkzeugs, also dem Schraubenzieher, erhöhen müssen (Abb. 2.2.2.2.c, rechts). Was bedeutet es die Unterteilung eines Schraubenziehers zu erhöhen? Eine mögliche Lösung könnte sein, den Griff von dem Aufsatz zu trennen und die Werkzeuge auswechselbar zu gestalten.

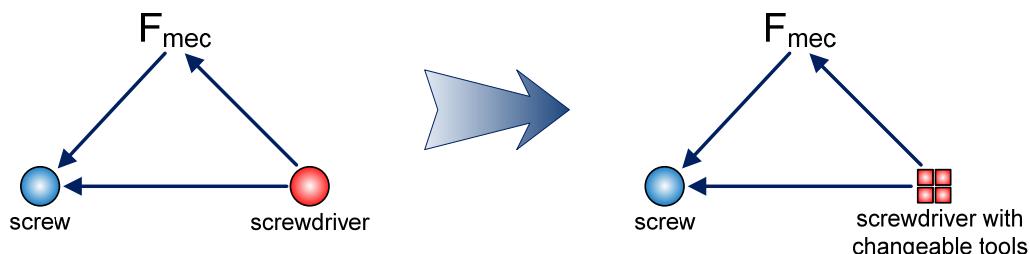


Abb. 2.2.2.2.c – Stoff-Feld Modell für einen Schraubenzieher



Abb. 2.2.2.2.d – Links eine Reihe von Schraubenziehern mit unterschiedlichen Köpfen, rechts ein einzelner Schraubenzieher mit einem Set von auswechselbaren Aufsätzen für die unterschiedlichen Verwendungen.

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 2.2.3 – Übergang zu kapillaren, porösen Objekten

### Theorie

Die Effizienz eines Stoff-Feld Systems kann durch das Austauschen eines festen Objekts im Stoff-Feld Modell gegen ein kapillares, poröses, verbessert werden.

### Modell

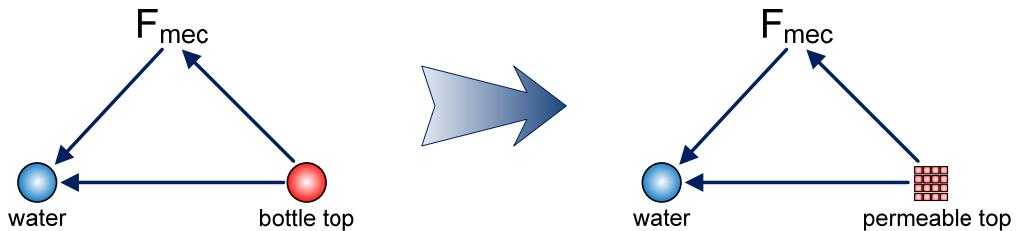


Abb. 2.2.2.2.3.a – STANDARD 2-2-3: Übergang zu kapillaren, porösen Objekten

### Beispiel



Wenn Nina Radfahren geht, nimmt sie immer eine Flasche Wasser zum Trinken mit. Diese Flasche muss geschlossen sein, um zu verhindern, dass Wasser ausläuft. Wenn Nina jedoch trinken möchte, muss sie anhalten um die Flasche zu öffnen. Wenn wir das System „Wasserflasche“ anhand des Standards 2.2.3 verbessern möchten, müssen wir die ursprüngliche Situation aufzeigen: Der Werkzeug-Stoff ist der Flaschenverschluss ( $S_2$ ), während das Wasser das Objekt ist. Das Feld der Wechselwirkung ist ein mechanisches (Abb. 2.2.2.3.b, links); denn wir können in der Tat sagen, dass der Verschluss das Wasser zurückhält und dies eine mechanische Aktion ist. Standard 2.2.3 schlägt vor, von einem festen Objekt zu einem porösen überzugehen. Es bedeutet, dass der Deckel porös sein muss, dass er aus einer Membran bestehen muss, die das Wasser stoppt, wenn der Druck unter einem bestimmten Wert liegt, es aber durchlässt, wenn der Druck eine bestimmte Schwelle übersteigt. Der Druck könnte zum Beispiel durch Drücken der Flasche erhöht werden.

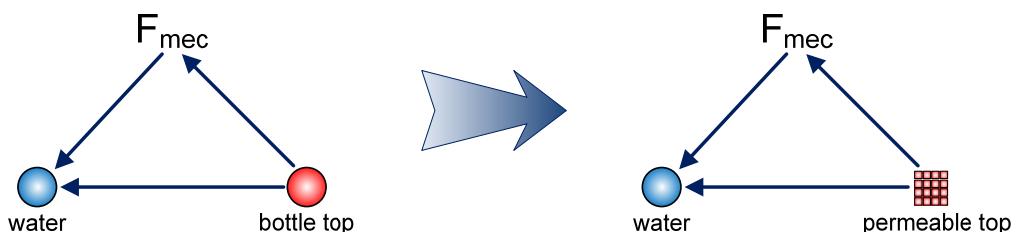


Abb. 2.2.2.2.3.b – Verbesserung eines Systems durch erhöhen seiner Porosität

### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:



Nina ist in der Küche, ihre Mutter brät tiefgekühlten Fisch und es taucht ein Problem mit dem heißen Öl auf. Und zwar beginnt das Öl zu spritzen, wenn der Fisch in die Pfanne gelegt wird, verschmutzt so die komplette Kochplatte und birgt das Risiko Nina und ihre Mutter zu verbrennen. Die offensichtlichste Lösung ist, die Pfanne mit einem Deckel abzudecken, aber wenn es einen Deckel gibt, bleibt der Dampf der durch das Anbraten entsteht im Inneren und verleiht dem Fisch einen schlechten Geschmack. Ist es gemäß Standard 2.2.3 möglich, das gegenwärtige System durch ein neues zu verbessern?

## Antwort 1:

Im ersten Schritt muss das System, das verbessert werden soll, dargestellt werden. Wir haben eine Abdeckung um zu vermeiden, dass heißes Öl von der Bratpfanne austritt. So ist ein Stoff das Bratöl ( $S_1$ ) und der andere die Abdeckung ( $S_2$ ); diese beeinflussen sich gegenseitig mittels eines mechanischen Feldes (Abb. 2.2.2.2.3.c, links). Der Standard schlägt vor, zunächst ein stabiles Objekt mit einem Loch zu versehen, danach eines mit mehreren Löchern und so ein löchriges oder schließlich ein komplett poröses Objekt zu entwickeln (Abb. 2.2.2.2.3.c, rechts). Nun müssen wir dieses Konzept auf unser Werkzeug, die Abdeckung, übertragen. Eine gute Lösung könnte eine Abdeckung sein, die aus einem sehr dichten Netz gemacht wird, um die heißen Spritzer des Öls abzufangen, aber es gleichzeitig zulässt, dass der Dampf durchgelangt (Abb. 2.2.2.2.3.d).

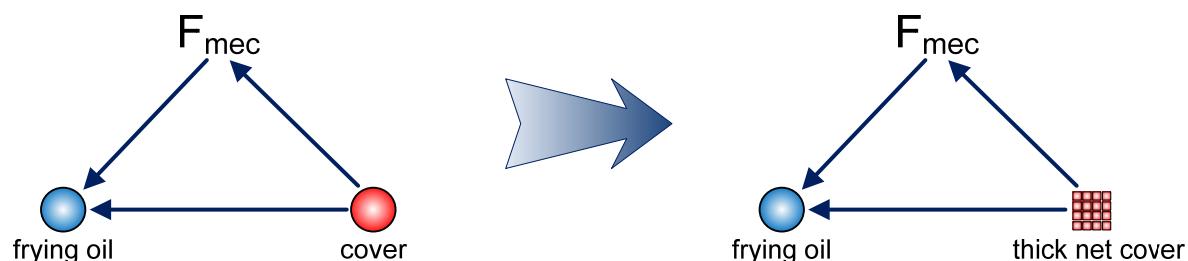


Abb. 2.2.2.2.3.c – Das anfängliche und endgültige Stoff-Feld Modell für eine Abdeckung einer Bratpfanne



Abb. 2.2.2.2.3.d – Das erste Bild stellt eine klassische Glasabdeckung dar, rechts eine Abdeckung aus dichtem Netz

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 2.2.4 – Erhöhung des Grades der Dynamik des Systems

### Theorie

Die Effizienz eines Stoff-Feld Systems kann durch Erhöhung des Grades der Dynamik des Stoff-Feld Systems, durch einen Übergang zu einer flexibleren, schneller wechselnden Struktur des Systems, verbessert werden.

### Modell

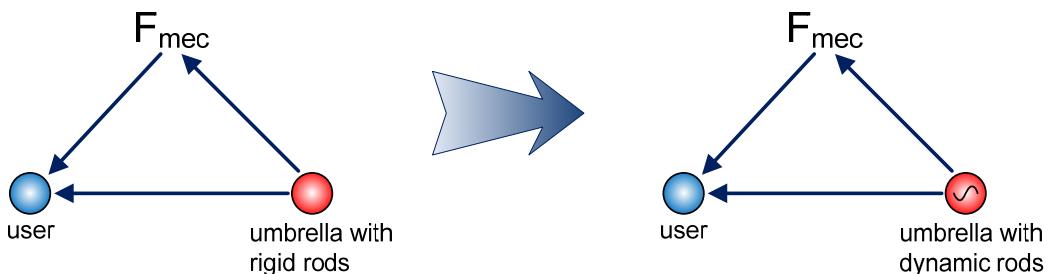


Abb. 2.2.2.2.4.a – STANDARD 2-2-4: Erhöhung des Grades der Dynamik des Systems

### Beispiel



Nina geht bei Regen, durch einen Regenschirm geschützt, spazieren. Während sie läuft, sieht sie sich den Aufbau des Regenschirms an. Er besteht aus einem langen Griff, der mit einer Reihe von unbeweglichen Stäben verbunden ist. Diese haben die Funktion, die wasserdichte Schirmplane gespannt zu halten. Wenn der Regenschirm geöffnet ist, wird eine große Fläche benötigt um größtenteils vor dem Regen zu schützen. Dies bedeutet aber auch eine große Behinderung, wenn er geschlossen ist. Die Funktion des Regenschirm ist es, den Benutzer vor Regentropfen zu schützen. Nina beginnt damit das Stoff-Feld Modell zu entwickeln: als ersten Stoff den Benutzer, als zweiten den Regenschirm und das Feld der Wechselwirkung ist offensichtlich mechanisch. Nun will sie das Modell verbessern, indem sie Standard 2.2.4 benutzt: die Werkzeuge des Systems müssen ihren dynamischen Grad erhöhen. Der Regenschirm, ist wie bereits erwähnt aus zwei unbeweglichen Bestandteilen, dem Griff und den Stäben und aus einem flexiblen und somit bereits dynamischen Teil, der Plane, hergestellt. Somit muss sie den Griff, die Stäbe oder beides dynamischer gestalten. Um einen unbeweglichen Körper dynamisch zu machen, d.h. ihm einen zusätzlichen Freiheitsgrad zu verschaffen, könnte sie sich anstelle der unbeweglichen Stäbe ein oder mehrere Verbindungsstücke vorstellen, damit der geschlossene Regenschirm weniger Platz benötigt. Dasselbe Konzept könnte auch für den Griff angewandt werden.

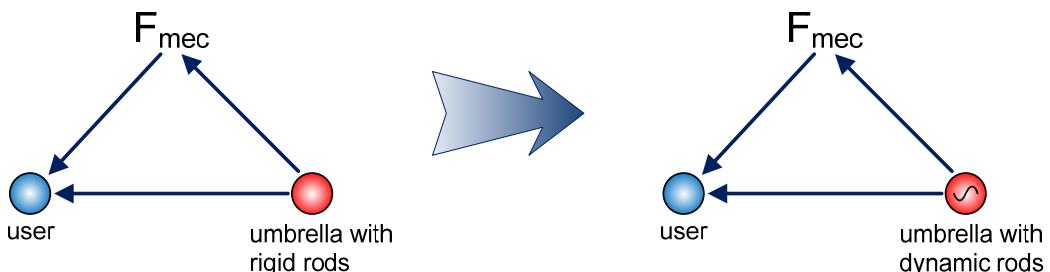


Abb. 2.2.2.2.4.b – Erhöhung der Dynamik für einen unbeweglichen Regenschirm

## Selbsteinschätzung

### Übung 1:

Wenn wir auf die Fenster von Häusern blicken, können wir vor vielen Holzfenstern Läden finden, die vermeiden, dass das Sonnenlicht in das Zimmer eindringt. Versuchen Sie einige Lösungen zu finden, die den Grad der Dynamik der Fensterläden erhöhen, indem sie den Vorschlägen aus Standard 2.2.4 folgen.



### Antwort 1:

Der Startpunkt ist typischerweise die Entwicklung eines Stoff-Feld-Modells. Der erste Stoff ist das Sonnenlicht, der zweite die Holzfensterläden, die mittels eines elektromagnetischen Feldes das Durchscheinen des Lichtes verhindern (Abb. 2.2.2.2.4.c links und Abb. 2.2.2.2.4.d.1). Der vorgeschlagene Standard macht das Modell dynamischer und somit flexibler. Offensichtlich können wir nicht das Sonnenlicht verändern, da es sich bereits auf seinem maximalen Flexibilitätsgrad befindet, und es ein Feld darstellt! Somit müssen wir uns nach einer Lösung für den Fensterladen umschauen. Es ist eine unelastische hölzerne Blende, deshalb ist der erste Schritt, ihm einen weiteren Grad an Beweglichkeit zu verschaffen. Das kann bedeuten, dass es geöffnet werden kann (Abb. 2.2.2.2.4.d.2), um ein kleines bisschen mehr Licht durchzulassen. Aber das ist nicht ausreichend; tatsächlich erhöhen wir den Grad an Dynamik, wenn wir alle Latten des Fensterladens neigbar machen (Abb. 2.2.2.2.4.d.3). Der nächste Schritt geht in Richtung einer Jalousie, bei welcher alle Latten beweglich sind und so der Verdunklungsgrad besser gewählt werden kann (Abb. 2.2.2.2.4.d.4). Der nächste dynamische Grad wird erreicht, wenn der Fensterladen durch einen Rollo komplett flexibel gestaltet wird, wie es in Abb. 2.2.2.2.4.d.5 dargestellt ist. Der letzte Schritt zur Erhöhung des dynamischen Grades ist der Sprung in Richtung eines Feldes, das heißt die Verdunklungsmöglichkeit wird auf das Glas des Fensters übertragen, indem ein sich selbst verdunkelndes Fenster mit Hilfe eines elektrischen Feldes entwickelt wird (Abb. 2.2.2.2.4.d.6).

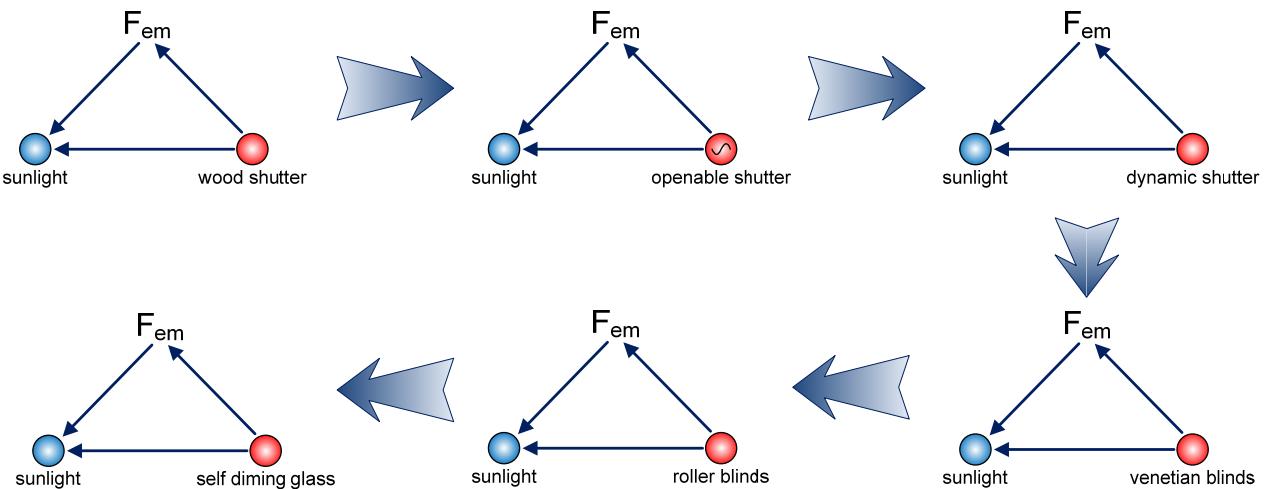


Abb. 2.2.2.2.4.c – Verbesserter Fensterladen anhand verschiedener Stoff-Feld Modelle



Abb. 2.2.2.2.4.d – Der Prozess des Anstiegs des Grades an Dynamik für einen Fensterladen: 1) der klassische unelastische Holzfensterladen; 2) ein Fensterladen mit der Möglichkeit zur Hälfte geöffnet zu werden; 3) ein Fensterladen mit vielen beweglichen Latten; 4) eine Jalousie; 5) ein Rollo; 6) ein selbst dunkelndes Glas.

### Literaturangaben

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARD 3.1.1 – Entwicklung von Bi- und Poly-Systemen

### Theorie

Die Effizienz eines Systems kann in jeder Phase seiner Entwicklung durch Kombination des Systems mit einem anderen System (oder Systemen) zur Bildung eines Bi- oder Poly-Systems, verbessert werden.



### Instrumente

Für eine einfache Entwicklung eines Bi- und Poly-Systems werden zwei oder mehr Bestandteile kombiniert. Bestandteile die kombiniert werden können, können Stoffe, Felder, Stoff-Feld-Paare und komplette Stoff-Feld Systeme sein.



### Beispiel

Denken Sie an Lastwagen: sie können sehr große Lasten tragen, aber manchmal sind diese so schwer, dass die Achsen des Anhängers Probleme haben könnten die Ladung auszuhalten. Entsprechend Standard 3.1.1. kann das System zu einem Poly-System entwickelt werden, indem wir einen Anhänger mit vielen Achsen und kleinen Rädern versehen, um die Last zu verteilen (Abb. 2.2.3.1.1.b).

*Abb. 2.2.3.1.1.b – Anhänger mit in Richtung eines Poly-Systems entwickelten Achsen*



### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:

Auf Ninas Schreibtisch befindet sich alles was sie braucht: der Computer, das Telefon, das Fax, der Drucker, der Scanner und so weiter. Manchmal braucht Nina jedoch mehr Platz auf dem Schreibtisch um ihre Dokumente zu verwalten. Wie können Sie ihr unter Berücksichtigung der Ansätze des Standards 3.1.1. helfen?



## Antwort 1:

 Um die Effizienz eines Systems zu erhöhen, muss es mit einem oder mehreren anderen kombiniert werden, um ein Bi- oder Poly-System zu entwickeln. So könnten man auf Ninas Schreibtisch, anstatt eine Menge unterschiedlicher Bürogeräte zu haben, einige von ihnen zu einem einzelnen Poly-System zusammenfügen: zum Beispiel könnten Drucker, Scanner und Fax durch einen multifunktionalen Drucker ausgetauscht werden, der alle Funktionen der einzelnen Geräte auszuführen kann (Abb. 2.2.3.1.1.c).

*Abb. 2.2.3.1.1.c – ein multifunktionaler Drucker: ein Poly-System bestehend aus einem Drucker, einem Scanner*



*und einem Fax.*



## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARD 3.1.2 – Entwicklung von Verbindungen in Bi- und Poly-Systemen

### Theorie

Die Effizienz eines Bi- und Poly-Systems kann durch das Entwickeln von Verbindungen zwischen Systemelementen verbessert werden.

### Instrumente

Verbindungen zwischen Elementen eines Bi- und Poly-Systems können entweder starr oder dynamische gestaltet werden.



### Beispiel

In modernen Autos können zahlreiche elektronische Helfer als Extra eingebaut werden. Ein klassisches Bi-System ist ein Autoradio mit Bluetooth-Verbindung für Mobiltelefone, das auch als Freisprecheinrichtung benutzt werden kann. Die Entwicklung des Systems, folgend dem Vorschlag des Standard 3.1.2, muss durch das Entwickeln von Verbindungen zwischen den Elementen des Systems realisiert werden. Eine Wechselwirkung könnte es sein die Lautstärke der spielenden Musik zu verringern, wenn ein Anruf eingeht.



### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:

Wenn Sie sich auf ein Motorrad konzentrieren, können Sie erkennen, dass bei einigen das Ständersystem aus zwei Ständern zusammengesetzt ist: ein Haupt- und ein Seitenständer. Es gibt somit ein Bi-System. Versuchen Sie das System anhand des Standard 3.1.2 weiter zu entwickeln.



#### Antwort 1:

Der Standard 3.1.2 schlägt vor eine Verbindung - eine “Wechselwirkung” - zwischen den Bestandteilen des Bi-Systems, den zwei Ständern des Motorrades, zu entwickeln. Eine exemplarische Lösung wäre: Wenn das Motorrad auf dem Hauptständer steht, verhindert das Aufklappen des seitlichen Ständers das Einklappen des anderen (Abb. 2.2.3.1.2.b).



Abb. 2.2.3.1.2 – Der erste Ständer (Hauptständer) stützt das Motorrad, während der zweite das



Einklappen des anderen verhindern könnte.

### Literaturangaben

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 3.1.3 – Erhöhung der Unterschiede zwischen Systembestandteilen

### Theorie

Die Effizienz eines Bi- und Poly-Systems kann durch eine Erhöhung der Differenz zwischen Bestandteilen des Systems verbessert werden. Die folgende Entwicklungsreihe wird empfohlen:

- gleiche Bestandteile
- Bestandteile mit ähnlichen Merkmalen
- Unterschiedliche Bestandteile
- Kombinationen aus „Bestandteil + Bestandteil mit gegensätzlicher Funktion“

### Beispiel



Alle kennen wieder aufladbare Batterien, zum Beispiel die in einem Handy. Ihre Aufladung könnte durch ein Batterieladegerät wiederhergestellt werden. Wenn wir versuchen das Batterieladegerät in Übereinstimmung mit Standard 3.1.3 zu entwickeln, müssen wir ein Bi- oder ein Poly-System entwickeln, in welchem die Bestandteile sehr unterschiedlich oder sogar mit einer gegensätzlichen Funktion sein müssen. Wir sollten uns ein Ladegerät mit einem integrierten Entladegerät vorstellen (Abb.2.2.3.1.3.b).



Abb. 2.2.3.1.3 – ein System mit seinem integrierten Gegensatz: Ein Batterie Auf- & Entladegerät

### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:



Als Autos mit den ersten Autoradios ausgerüstet wurden, wurden zwei Frontlautsprecher zur Verfügung gestellt, einer auf der linken und einer auf der rechten Seite. Deshalb war dieses System als Bi-System geboren. Im Laufe der Zeit wurden noch andere Lautsprecher in das Auto eingebaut, zum Beispiel in den Rücksitzen. Versuchen Sie dieses Poly-System gemäß Standard 3.1.3 zu verbessern.

#### Antwort 1:

Die Entwicklungsschritte des Autoradiolautsprecher waren: zwei Lautsprecher (Bi-System), vier Lautsprecher (Poly-System), sechs Lautsprecher und so weiter. Aber unabhängig von der Zahl der Lautsprecher sind diese identisch. Standard 3.1.3 schlägt vor die Elemente zu differenzieren, oder wenn sie bereits unterschiedlich sind, ihren Unterschied zu erhöhen. So können wir ein Soundsystem realisieren in welchem jeder Lautsprecher oder jedes Paar einen unterschiedlichen Sound spielt: zum Beispiel zwei Lautsprecher für die höheren Frequenzen (Hochtöner), zwei für die tieferen Frequenzen (Tieftöner) und zwei für die mittleren.

### Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 3.1.4 – Integration von mehreren Bestandteilen in eine einzige Komponente

### Theorie

Die Effizienz eines Bi- und Poly- Systems kann durch “Zusammenführung” (Einführung von mehreren Bestandteilen in ein einziges Teil) verbessert werden, indem die Hilfskomponenten reduziert werden. Vollständige Zusammenführung bedeutet, dass Bi- und Poly-Systeme wieder zu einem Mono-System werden. Die Integration kann auf einer anderen Ebene des Systems wiederholt werden.

### Beispiel

Nina hat eine Party mit ihrem Freund, deshalb möchte sie für ihren Freund hübsch aussehen. Sie geht los um sich Make-up zu kaufen: Lippenstift, Rouge, Mascara, Eyeliner und so weiter. Als sie in der Lippenstiftabteilung des Ladens ist, bemerkt sie ein hübsches Werkzeug: eine Art Stift mit dem Lippenstift auf der einen Seite und einem Lip Liner auf der anderen (Abb. 2.2.3.1.4.b, links). Sie entscheidet sich, ihn zu kaufen. Sie bleibt sehr erstaunt über ihren Einkauf, aber während sie zurück nach Hause kommt, hat sie eine Idee um das Bi-System zu verbessern: Warum verbessert man es nicht indem man dem Rat aus Standard 3.1.4 folgt? Eine Zusammenführung des Bi-Systems ist möglich, indem man einen Lippenstift mit einem integrierten Lip Liner entwickelt (Abb. 2.2.3.1.4.b, rechts).



Abb. 2.2.3.1.4.b – links das Bi-System Lippenstift & Lipliner; rechts Zusammenführung Bi-System

### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:

Noch einige Jahre zuvor existierten nur Arbeitsplatzrechner, und wie heute bestanden sie aus Bildschirm, Gehäuse, Tastatur und Maus. Als der Einsatz von Computern und der Bedarf den PC auch außerhalb des Büros zu benutzen unentbehrlich wurde, wurde ein Poly-System entwickelt: die Idee der portablen PCs war geboren. Das neue System beinhaltet bisher geteilte Elemente in einem neuen Einzelsystem. Versuchen Sie das System unter Annahme des Standards 3.1.4 zu entwickeln.



#### Antwort 1:

Standard Lösung 3.1.4 schlägt vor, dass zur Verbesserung der Effizienz eines bestehenden Bi- oder Poly-Systems, eine Zusammenführung des Prozesses notwendig ist. Es bedeutet, dass wir ein neues System finden müssen, dass in der Lage ist, alle Funktionen die für das Poly-System entwickelt wurden durch eine einzelne Komponente aufzubauen. Deshalb brauchen wir eine Black Box die in der Lage ist ein Bildschirm, eine Maus, eine Tastatur und ein Gehäuse für die CPU zu sein. Eine gute Lösung für diese Aufgabe ist die neueste Tablet PC Generation, auf



welcher alle Aktionen auf dem Touchscreen-Bildschirm, der auf dem Gehäuse mit den elektro-nischen Bauteilen des PCs angebracht ist, ausgeführt werden könnten (Abb. 2.2.3.1.4.c).



*Abb. 2.2.3.1.4.c – die neueste Generation tragbarer Tablet PCs: alle Eingabefunktionen werden auf dem Touchscreen Monitor ausgeführt.*

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 3.1.5 – Verteilung der unvereinbaren Eigenschaften auf das System und seine Teile

### Theorie

Die Effizienz eines Bi- und Poly-Systems kann durch die Verteilung der unvereinbaren Eigenschaften auf das System und seine Teile verbessert werden. Das wird erreicht, indem man eine Struktur von zwei-Ebenen verwendet in der das System als Ganzes eine bestimmte Eigenschaft A besitzt, während dessen Teile (Partizipien) die Eigenschaft Anti-A aufweisen.

### Beispiel

Nina will etwas für das Abendessen einkaufen und geht dazu in eine Metzgerei. Als sie eintritt sieht sie den Metzger, wie er Knochen von einem großen Stück Fleisch entfernt. Plötzlich verliert der Metzger die Kontrolle über das Messer und verletzt sich selbst an der Hand. Nina fragt wie es kommt, dass er keinen Schutzhandschuh mit Eiseneinsätzen trägt. Er antwortet, dass obwohl es schützend ist, es durch die vielen unbeweglichen Teile nicht angenehm ist damit zu arbeiten, da der Handschuh die Bewegung einschränkt. Dann erklärt Nina ihm, dass ein Handschuh mit Eiseneinsätzen ein Bi-System ist und um dessen Effizienz zu erhöhen, eine Verteilung der unvereinbaren Eigenschaften auf die Teile des Systems gemacht werden könnte: das System in seiner Gänze hat eine bestimmte Eigenschaft aber die einzelnen Bestandteile könnten gegensätzliche haben. Deshalb wird ein spezieller Handschuh benötigt, der makroskopisch beweglich ist, um die Arbeit zu erleichtern aber mikroskopisch steif ist, um den Arbeiter vor Verletzungen zu schützen (Abb. 2.2.3.1.5.b, links). Diese Lösung wurde bereits vor vielen Jahren von mittelalterlichen Soldaten angenommen, um sich selbst vor Messerattacken unter einer starren Rüstung zu schützen (Abb. 2.2.3.1.5, rechts).



Abb. 2.2.3.1.5.c – links ein spezieller Handschuh für die Tätigkeiten des Metzgers; rechts ein Kettenhemd Panzer.

### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:

Im alten Schwarz-Weiß Fernsehen erzeugte ein energiereicher Elektronenstrahl, der genau ausgerichtet und fokussiert war, eine Schicht aus einer selbstleuchtenden Beschichtung auf dem Bildschirm, deren abgestrahltes Licht das Bild darstellte. Aber offensichtlich war dieses geschaffene Bild in grauem Bereich und nicht farbig. Wie ist es gemäß Standard 3.1.5 möglich das Bild völlig farbig wiederzugeben?



## Antwort 1:

Der erste Schritt um den Standard 3.1.5 einzusetzen ist, ein Bi- oder Poly-System zu haben. Es ist bekannt, dass alle Farben durch Addition der unterschiedlich gewichteten Primärfarben rot, grün und blau erzeugt werden können. Deshalb können wir einen Bildschirm entwickeln, der aus drei überlappenden Schichten besteht, und jede eine eigene Farbenschicht entwickelt oder eine einzige Schicht mit einer speziell gefärbten Matrix, die geeignet ist, durch drei einzelne Elektronenstrahlen, einen für jede Farbe, erzeugt zu werden. In beiden Fällen erreichen wir, dass das gesamte Bild, das von außerhalb des Fernsehers gesehen wird, völlig farbig ist, aber dessen Teile (dessen Pixel) einfarbig sind (versuchen Sie von einer sehr nahen Distanz TV zu schauen, dann werden sie deutlich RGB Punkte sehen).



## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARD 3.2.1 – Übergang zur Mikro-Ebene

### Theorie

Die Effizienz eines Systems kann in jeder Phase der Entwicklung durch den Übergang von einer Makro Ebene auf eine Mikro Ebene verbessert werden. Das System oder dessen Bestandteil wird durch einen Stoff ersetzt, der geeignet ist, die geforderte Funktion zu erfüllen, sofern sie mit einem Feld interagiert.

Es lohnt sich zu beachten, dass es eine Vielzahl von Zuständen von Mikro-Ebenen eines Stoffes gibt (Kristalle, Gitter, Moleküle, Ionen, Sphäre, Atome, Elementarteilchen, Felder, etc.). Deshalb sollten unterschiedliche Möglichkeiten des Übergangs zu einer Mikro-Ebene und unterschiedliche Möglichkeiten des Übergangs von einer Mikro-Ebene zu einer anderen, niedrigeren, bei der Lösung eines Problems beachtet werden.

### Beispiel

Nehmen wir ein elektrisches Gerät, zum Beispiel ein Elektroauto. Um viel Leistung zu erzielen braucht es viel Energie, die durch eine elektrische Speicherzelle (eine Batterie) geliefert wird. Da die Batteriezelle Energie für das Werkzeug zur Verfügung stellt, nimmt ihre Energie offensichtlich ganz allmählich ab und muss deshalb wieder aufgeladen werden.



Standard 3.2.1 schlägt vor, dass um ein System zu verbessern, alles oder nur eines seiner Teile ausgewechselt und durch einen neuen Stoff ersetzt werden muss, der in der Lage ist, die gewünschte Funktion der Wechselwirkung mit einem Feld darzustellen. In unserem Fall müssen wir einen neuen Stoff finden, der in unser Auto eingeführt werden kann um die Energie, die vom Motor benötigt wird und auf der Mikro-Ebene orientiert ist, zu liefern. Einstein entdeckte, dass einige Materialien, die von Lichtwellen getroffen werden, elektrische Energie erzeugen. Wenn wir dieses Prinzip anwenden, können wir das Auto mit einigen Solarzellen ausrüsten, um den Motor anzutreiben.

### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:

Nina putzt ihr Zimmer mit einem einfachen Staubsauger. Während sie arbeitet überlegt sie, wie dieses Werkzeug funktioniert. Dann hat sie eine Idee das Reinigungssystem zu verbessern, indem sie die Standard Lösung 3.2.1 benutzt. Haben sie auch eine Idee?



#### Antwort 1:

Der Standard den Nina anwendet um eine Lösung zu finden, schlägt einen Übergang von einer Makro zu einer Mikro Ebene vor, d.h. wir müssen einen Stoff finden der in der Lage ist die Funktion Staub und andere kleine und leichte Schmutzteile zu entfernen, zu erfüllen, und dabei ein Feld zu verwenden. Einige Stoffe, wie Wolle oder andere synthetische Stoffe, könnten elektrostatisch aufgeladen werden, wenn sie gerieben und dadurch poliert werden, um in der Lage zu sein, die Funktion des Staubsammelns zu entwickeln.

### Literaturangaben

[1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARD 5.1.1.1 – Einführung von Stoffen in ein System unter einschränkenden Bedingungen

### Theorie

Wenn es notwendig ist einen Stoff in das System einzuführen, und dies nicht erlaubt ist, kann ein „Hohlraum“ anstatt des Stoffes verwendet werden.

### Instrumente

Anmerkung: Ein „Hohlraum“ ist normalerweise ein gasförmiger Stoff, wie Luft oder leerer Raum, der in ein festes Objekt eingearbeitet ist. In manchen Fällen kann ein „Hohlraum“ durch andere Stoffe geformt werden, wie Flüssigkeiten (Schaum) oder lose Körper.

### Beispiel



In jedem Haus gibt es Fenster. Sie haben die Funktion den Luftaustausch des Raumes zuzulassen und das Licht von außen durchzulassen. Aber wenn es einen Temperaturunterschied zwischen draußen und drinnen gibt, müssen Fenster auch die Funktion haben, den Raum zu isolieren. Aber manchmal ist ihr Glas für dieses Ziel nicht ausreichend. Ein möglicher Weg dieses Problems zu lösen, ist die Stärke des Glases zu steigern, aber dadurch werden die Fenster teurer und schwerer. Ein anderer Weg die Lösung zu erreichen, wäre es, eine dünne Schicht eines Wärmedämmstoffes, z.B. eine Holzschicht, einzubauen. Allerdings sind die Fenster dann aber nicht mehr durchsichtig.

Standard Lösung Nummer 5.1.1.1. schlägt vor, dass, sofern es nicht erlaubt ist einen neuen Stoff in ein System einzuführen, um ein Ziel zu erreichen, ein „Hohlraum“ die richtige Lösung sein könnte. In unserem Problem müssen wir einen anderen Stoff einführen (Glas oder Holz oder etwas anderes), aber das ist wegen den negativen Auswirkungen nicht erlaubt. Deshalb müssen wir einen Weg finden, die problematische Situation mit einem Hohlraum, oder Luft oder leerem Raum usw. zu lösen. Eine gute Lösung könnten zum Beispiel zwei dünne Glasscheiben mit einer Aussparung voller Luft dazwischen sein: Luft ist ein guter thermischer Isolator und das Fenster bleibt leicht und durchsichtig (Abb. 2.2.5.1.1.b, links).



Abb. 2.2.5.1.1.b – Querschnitt eines Fensters mit einem isolierenden hohlen Glas

### Selbsteinschätzung

#### Übung 1:



Nina trinkt einen sehr heißen Kaffee, so heiß, dass die Tasse an den Fingern brennt. Sie beginnt zu überlegen wie, und ob es möglich ist, das System zu verbessern, um zu verhindern, dass der Benutzer seine Finger verbrennen könnte wenn er aus solch einer Tasse Kaffee trinkt. Haben Sie eine Idee um dieses Problem mit der Standard Lösung 5.1.1.1 zu lösen?

## Antwort 1:

Dieser Standard schlägt vor irgendeinen Hohlraum einzuführen, wenn jeglicher anderer Stoff aus irgendwelchen Gründen verboten ist. Ninas Kaffeetasse ist auch von außen sehr heiß. Der Standardgedanke ist, einen neuen Stoff einzuführen, der besser isoliert als die Keramik der Tasse. Aber das ist teurer und verkompliziert außerdem den Produktionsprozess. Deshalb könnten wir dem Vorschlag des Standards folgen und versuchen auf irgendeine Weise einen Hohlraum einzuführen. Wir wissen, dass Luft ein guter thermischer Isolator ist, deshalb müssen wir Luft zwischen der inneren Fläche, die in Kontakt mit dem heißen Kaffee ist, und der äußereren, die in Kontakt mit den Fingern des Benutzer steht, einführen. Eine einfache Lösung könnte eine Tasse sein, wie die in Abb. 2.2.5.1.1.c dargestellte.

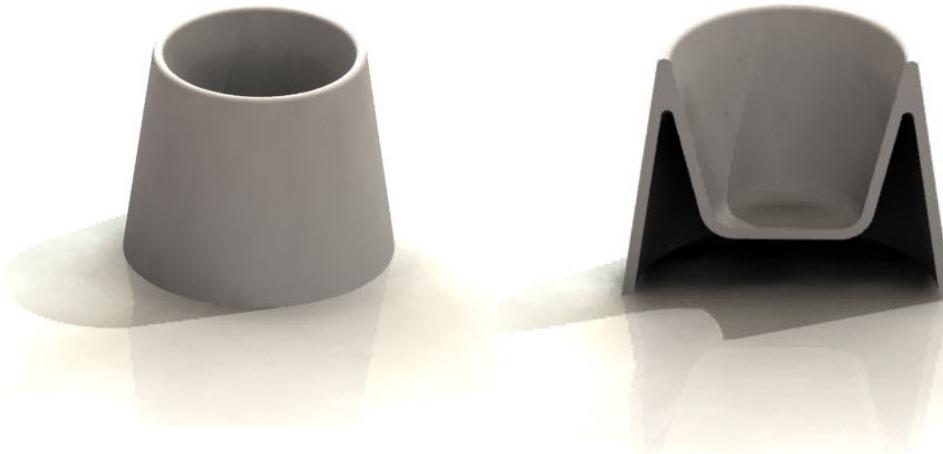


Abb. 2.2.5.1.1.c – Eine Kaffeetasse die dem Verbrennen der Finger vorbeugt. Rechts der Querschnitt.

## Literaturangaben

- [1] VV.AA.: A thread in the labyrinth (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3







## Sehe auch:

- 1.3 TETRIS—OTSM TRIZ
- 5.2 Techniken zur Lösung Technischer Widersprüche
- 5.3 Techniken zum Lösen von physikalischen Widersprüchen

## 5 Lösung von Widersprüchen / Ressourcen / Effekte

### 5.1 - Definition der Widersprüche

#### Definition

Ein Widerspruch meint buchstäblich – oder wörtlich – „Nein“. Aber gerade die Überwindung eines Widerspruches macht innovatives Handeln möglich.



#### Theorie

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass TRIZ ein Ergebnis bzw. eine Zusammenfassung von großen empirischen Studien ist und aus 3 Thesen besteht. (eine der Thesen ist die Bedeutung der Widersprüche in der Problemlösung und Erfindung)

Die 3 Thesen sind:

- Das Vorhandensein der Entwicklungsgesetze technischer Systeme;
- Das Vorhandensein der Widersprüche als Schlüssel zur Verhinderung der Systementwicklung bis zu einer weiteren Erfindung.
- Das Konzept einer spezifischen Situation, in der Verhältnisse und Ressourcen auf die Entwicklung eines technischen Systems einwirken.

Die innovativste Lösung eines Problems, bezogen auf TRIZ, ist jene die mehrere Widersprüche löst.

#### Methode

Ein Widerspruch zeigt, wo (bei TRIZ wird diese als operativer Ort bezeichnet) und wann (operative Zeit) ein Konflikt auftritt.

Widersprüche treten auf wenn die Verbesserung eines Parameters oder Eigenschaft eines Systems negative Auswirkungen auf dieselbe oder auf andere Parameter, Eigenschaften dieses Systems hat.



#### Beispiele

Widersprüche können in unterschiedlichen Bereichen vorkommen:

- Mathematik: Plus und Minus, Differential und Integral, ...
- Physik: Mechanische Aktionen und Reaktionen, Positive und Negative elektrische Ladungen,...
- Chemie: Anziehung und Abstoßung von Atomen,...

#### 5.1.1 – Arten von Widersprüchen

##### Definition

Altshuller und seine Kollegen definierten folgende 3 Typen von Widersprüchen:

- Administrative Widersprüche – Wenn etwas wichtig ist zu tun, aber wir nicht wissen wie.
- Technische Widersprüche – Wenn wir einen (Bewertungs-)Parameter eines technischen Systems unter zu Hilfenahme von bekannten Methoden verbessern, aber das wiederum zur Folge hat, dass sich ein anderer Parameter verschlechtert.
- Physikalische Widersprüche – Wenn es entgegengesetzte Anforderung an ein und denselben Kontrollparameter des Systems gibt.



Weitere Definitionen dieser 3 Typen von Widersprüchen werden im folgenden Kapitel erläutert.

## Theorie

Altshuller Grundaussage war, dass eine innovative Idee eine Reihe von versteckten Widersprüchen beinhaltet. Ein erster wichtiger Schritt in der Problemlösung ist es die Widersprüche, die eine wünschenswerte Lösung verhindern, zu identifizieren.

Meistens ist eine richtige Formulierung des physikalischen Widerspruchs der Kern des Problems. Umso stärker der Widerspruch ist, umso nahe liegender ist auch die Lösung des Problems.

## Methode

Siehe Kapitel 5.2 „Techniken zum Lösen von technischen Widersprüchen“ und Kapitel 3 „Techniken zum Lösen von physikalischen Widersprüchen“

## Beispiele

Administrativer Widerspruch:

 Es ist wichtig eine sehr hohe optische Reinheit zu besitzen um die Anzahl der kleinen Partikel in einer Flüssigkeit ausfindig zu machen.

Die Partikel reflektieren das Licht schlecht auch wenn ein Laser eingesetzt wird.

Was können wir tun?

Technischer Widerspruch:

Wenn die Partikel sehr klein sind erscheint die Flüssigkeit sehr klar, aber die Partikel sind unsichtbar. Wenn jedoch die Partikel sehr groß sind können sie entdeckt werden, jedoch ist die Flüssigkeit nicht klar.

Physikalischer Widerspruch:

Um die Partikel zu erkennen, muss die Größe der Partikel erhöht werden, jedoch muss auch die Flüssigkeit klar durchsichtig bleiben.

### 5.1.1.1 – Administrative Widersprüche

#### Definition

 Die Administrativen Widersprüche besagen, dass es sich um ein Problem mit einer unbekannten Lösung handelt.

#### Modell

Um ein unerwünschtes Phänomen zu meiden ist es notwendig eine Lösung zu kreieren, jedoch ist nicht bekannt, wie die Lösung erreicht werden kann.

#### Beispiel

 Die Qualität in der Produktion soll verbessert und die Kosten der Rohmaterialien verringert werden. Ein derartiges Problem benötigt eine gute Lösung.

Der administrative Widerspruch selbst ist vorläufig, kann nicht mit wenig Wissen zu einer Lösung führen und zeigt keine Richtung für die Lösung der Problemstellung.

#### Notiz

*Die meisten TRIZ Anwender ignorieren die administrativen Widersprüche aufgrund fehlender handfester Bedeutung.*

### 5.1.1.2 – Technische Widersprüche

#### Definition

Ein technischer Widerspruch tritt auf, wenn zwei unterschiedliche Bewertungsparameter gegenseitig im Konflikt stehen.



Ein Bewertungsparameter repräsentiert einen wünschenswerten Bereich für Lösungen. Die Bewertungsparameter und die erforderlichen Werte definieren die Ziele der Lösung. Das heißt, dass diese Parameter zeigen, was ein Kunde oder ein Probleminhaber von der Lösung erwartet. Das kann z.B. ein besserer Wirkungsgrad, weniger Störungen, geringeres Gewicht,... sein. (siehe OTSM Modell von Widersprüchen)

#### Theorie

Die technischen Widersprüche zeigen einen Konflikt zwischen zwei Subsystemen oder zwischen einem Subsystem und einer externen Umwelt.

Derartige technische Widersprüche treten auf:

- Das Erzeugen oder Verstärken von nützlichen Funktionen in einem Subsystem erzeugt eine neue schädliche oder verstärkt eine bestehende schädliche Funktion in einem anderen Subsystem (oder in der Umwelt)
- Das Zerstören oder die Reduktion der schädlichen Funktion in einem Subsystem verschlechtert die nützliche Funktion in einem anderen Subsystem
- Das Verstärken einer nützlichen Funktion oder Reduzierung einer schädlichen Funktion in einem Subsystem bewirkt eine unakzeptable Komplikation von anderen Subsystemen oder der gesamten Technik, bzw. zumindest einen unakzeptablen Verbrauch von Ressourcen.

#### Modell

Es existieren unterschiedliche Modelle um einen technischen Widerspruch zu definieren

- Das OTSM Modell eines Widerspruchs (ist nachträglich im Kapitel physikalische Widersprüche beschrieben)
- Eine Aktion ist gleichzeitig nützlich und schädlich
- Eine Aktion führt zu nützlicher und schädlicher Funktionen
- Die Einführung einer nützlichen Aktion oder der Rückgang eines schädlichen Effektes führt zu einer Verschlechterung vom Subsystemen oder dem gesamten System.

#### Methode

Siehe Kapitel 2 “Techniken zum Lösen von technischen Widersprüchen”



#### Beispiel

Wenn ein Container starker ausgeführt wird, wird er automatisch schwerer.

Wir wollen eine hohe Steifigkeit und ein geringes Gewicht.

Wir wollen die Eindringtiefe von Ionen im Halbleiter vergrößern und den Stromverbrauch des Fertigungsprozesses verringern.

### 5.1.1.3 – Physikalische Widersprüche

#### Definition

Ein physikalischer Widerspruch ist eine Situation wo sich widersprechende Werte eines „Kontrollparameters“ auftreten.



Diese Kontrollparameter beeinflussen ein System und repräsentieren den möglichen Bereich von Variablen. Ihre Werte grenzen den Bereich ab, um am Problem zu arbeiten.

Kurz: Diese Parameter zeigen an, was wir innerhalb des Systems verändern können

## Theorie

Diese physikalischen Widersprüche treten auf::

- Die Verstärkung der nützlichen Funktionen in einem Subsystem erhöht gleichzeitig die bestehenden schädlichen Funktionen im selben Haupt-Subsystem.
- Die Reduzierung der schädlichen Funktionen in einem Subsystem reduziert gleichzeitig nützliche Funktionen im selben Haupt-Subsystem.
- Es kann ebenso eine nützliche Funktion gegen einer anderen nützlichen Funktion, oder eine schädlichen Funktion gegen eine anderen schädlichen Funktion eingesetzt werden.

Siehe auch "Das OTSM Model von Widersprüchen"

## Modell

siehe auch "Das OTSM Model von Widersprüchen" (im weiteren Beschrieben)

- Ein vorhandenes Subsystem (Elemente) sollte die Eigenschaft A um eine wichtige Funktion besitzen und eine Eigenschaft Nicht-A (Anti-A) um die andere Voraussetzungen des Problems zu befriedigen
- Ein physikalischer Widerspruch beinhaltet unstimmige Anforderungen zu einer physikalischen Eigenschaft desselben Subsystems (Elements) eines technischen Systems.

## Methode

Siehe Kapitel 3 "Techniken zum Lösen von physikalischen Widersprüchen"

## Beispiel

Wir wollen einerseits ein hohes Gewicht beim Auto, um möglichst viel Aufprallenergie in Masse umzuwandeln und andererseits geringes Gewicht während der Fahrt um Treibstoff zu sparen.



## 5.1.1.4 – TRIZ & technische und physikalische Widersprüche

### Definition



TRIZ bietet innovative Lösungen um Widersprüche zu eliminieren und nicht Kompromisse einzugehen. Es existieren innovative Lösungsprinzipien um solche Widersprüche zu lösen.

Altshuller entdeckte, dass es mehrere Wege gibt solche Widersprüche zu lösen.

Technische Lösungen werden meistens durch eine direkte Suche nach der Lösung erarbeitet (Problemlösung nach „Versuch und Irrtum“ - Trial and Error) oder meistens durch persönliche Erfahrung oder bekannte Analogien. TRIZ bietet einen systematischen Prozess basierend auf einem abstrakten Konzept, in dem ein Problemlöser ein spezifisches Problem beschreibt und aufzeichnet, dieses auf ein allgemeines Problem ummünzt, nach der allgemeinen Lösung dieses allgemeinen Problems sucht und diese Lösung wiederum auf sein Problem anwendet. (siehe Grafik)

Das Identifizieren, Verstehen und das Lösen der Widersprüche in einem System ist ein effizienter Weg um ein System zu verbessern. Der Weg zur Identifizierung und zur Lösung technischer und physikalischer Widersprüche eines Systems wird anschließend beschrieben.

## Theorie & Modell

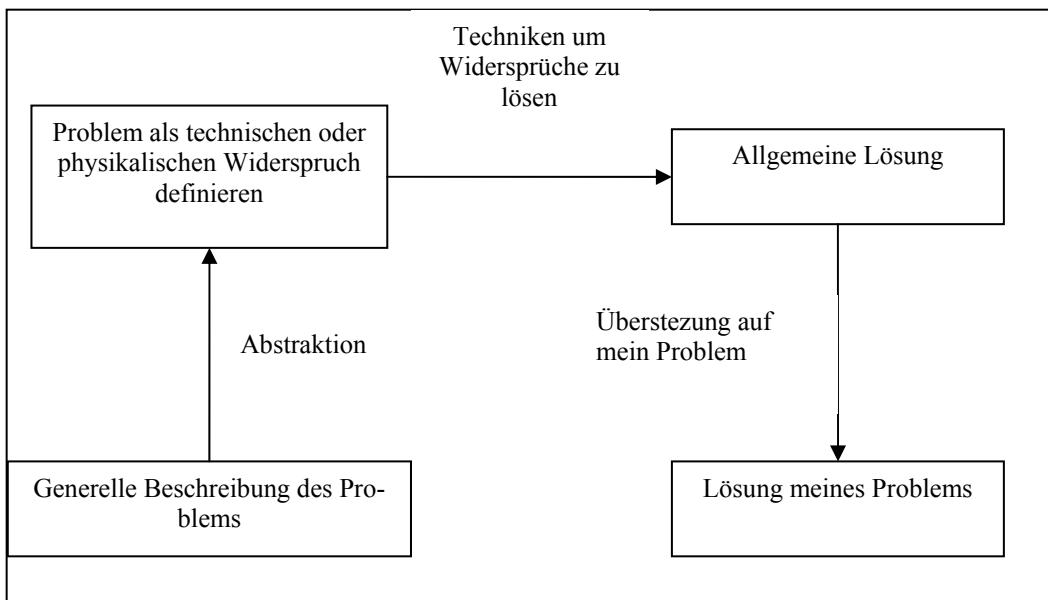
Das Hill-Modell zeigt den anzuwendenden Lösungsprozess:

- Generelle Beschreibung des Problems
- Abstraktion des Problems – Problem als technische oder physikalischen Widerspruch definieren
- Anwendung von TRIZ Werkzeugen um die Widersprüche zu lösen – Allgemeine Lösung
- Findung von Ideen zur Lösung meines spezifischen Problems

## Methode

siehe Kapitel 2 & 3

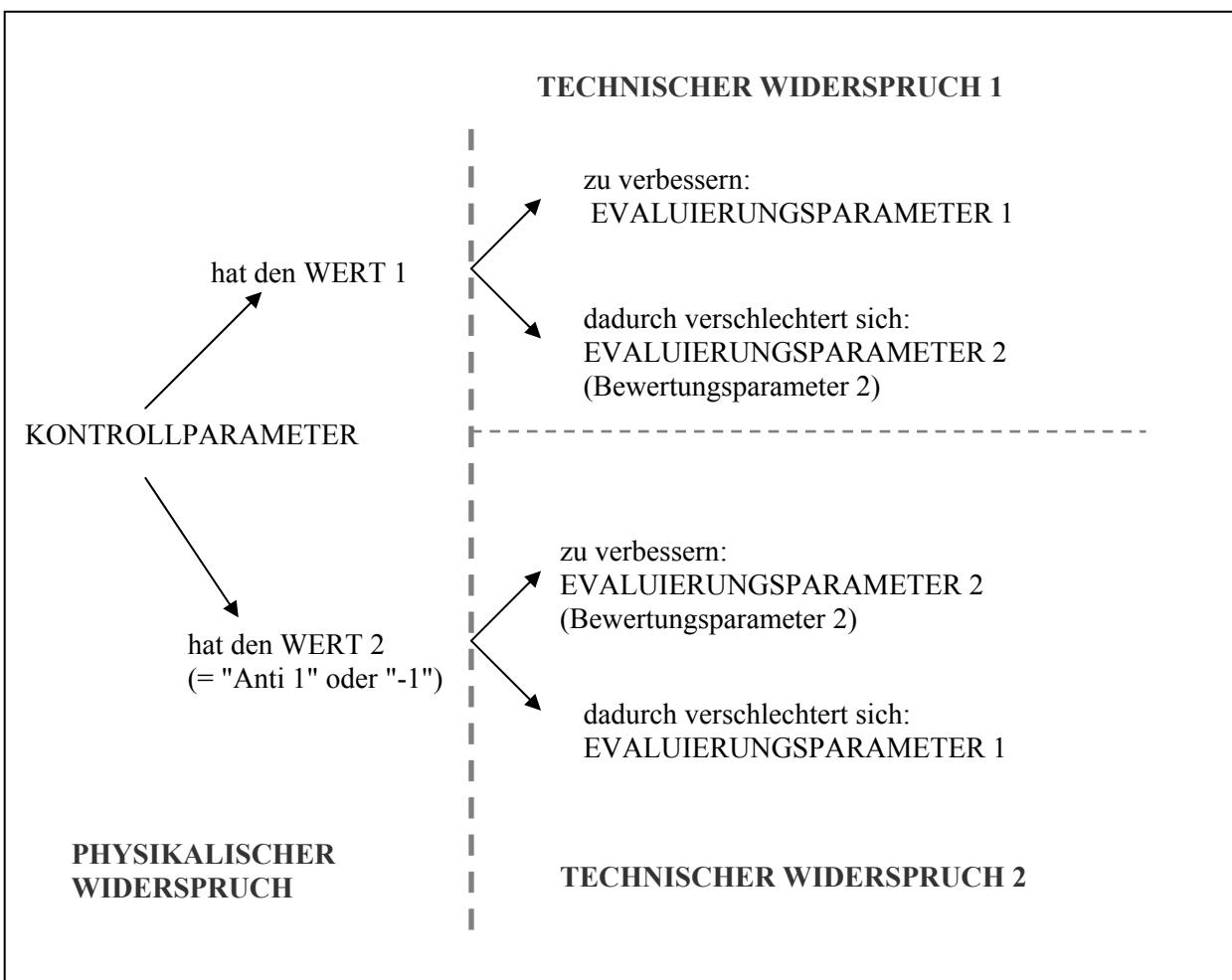




### 5.1.2 Das OTSM Modell eines Widerspruchs:

Dieses System von Widersprüchen basiert auf dem Vorhandensein von einem physikalischen Widerspruch und zwei technischen Widersprüchen. Diese technischen Widersprüche begründen die Notwendigkeit der zwei unterschiedlichen Anforderungen des physikalischen Widerspruches.

Die beiden technischen Widersprüche sind komplementär. Eine Verbesserung des ersten Bewertungsparameters stimmt mit einer Verschlechterung des 2. Bewertungsparameters überein.



Und eine Verbesserung der zweiten Bewertungsparameters ergibt eine Verschlechterung des ersten.

Die beiden Evaluierungsparameter der technischen Widersprüche sind definiert als Bestandteile der Ziele des Systems, wobei der Kontrollparameter der physikalischen Widersprüche ein Mittel zur Änderung der derzeitigen Situation ist.

Die grafische Darstellung des OTSM Modells der Widersprüche macht die Beschreibung etwas einfacher.

Es muss ein Kontrollparameter gefunden bzw. definiert werden und auch zwei Bewertungsparameter des Systems. Die Grafik kann als Vorlage dienen. Auf der linken Seite ergibt sich der physikalische Widerspruch und auf der rechten Seite die beiden technischen Widersprüche.

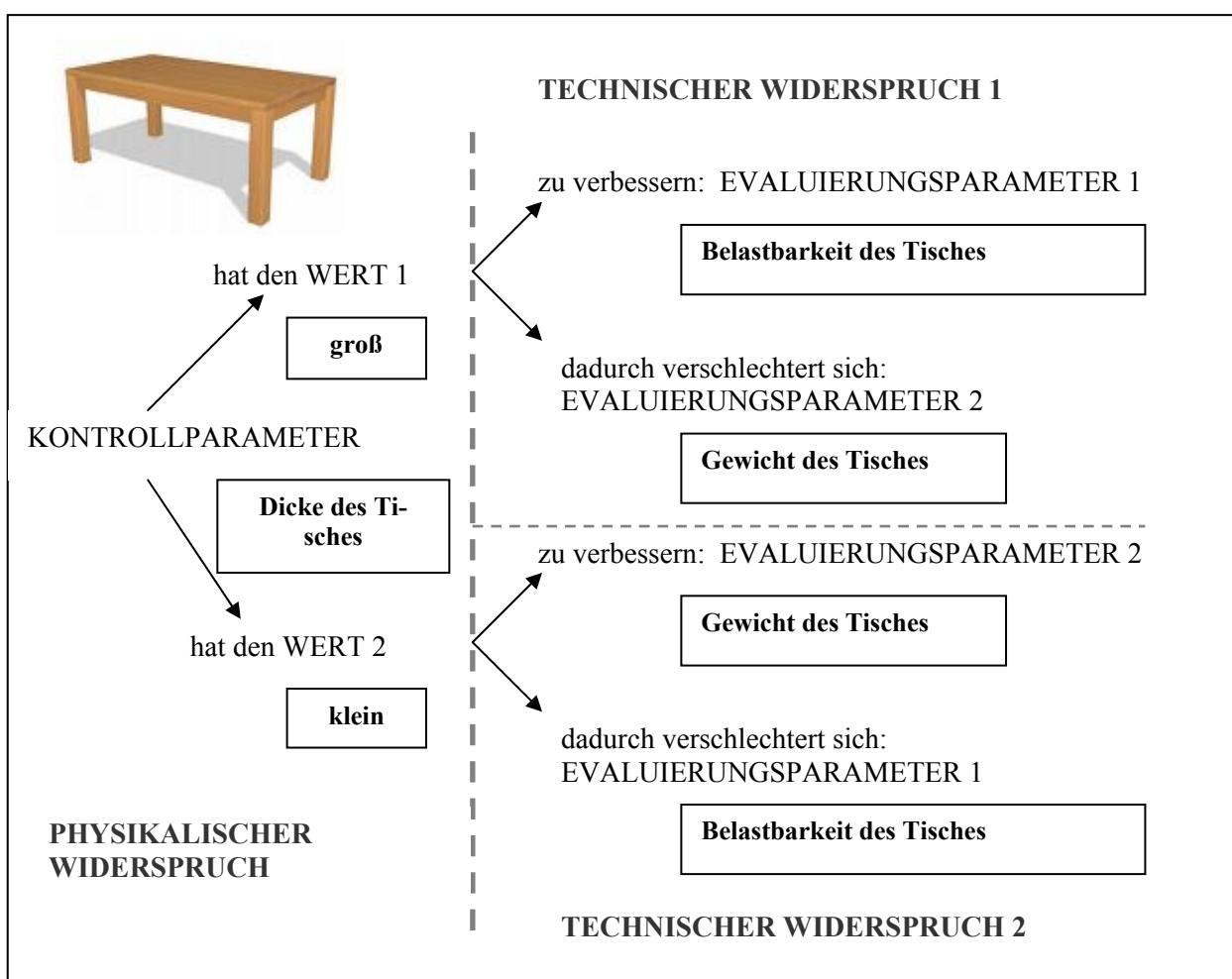
### Modell:

Ein solcher Kontrollparameter sollte den Wert 1 besitzen, um den Evaluierungsparameter 1 zu verbessern. Dadurch verschlechtert sich jedoch der Wert des Evaluierungsparameter 2.

Der Kontrollparameter sollte den Wert 2 besitzen um den Evaluierungsparameter 2 zu verbessern, aber dies verschlechtert wiederum den Evaluierungsparameter 1.

Es ist deutlich, dass Wert 1 (V1 – value1) und Wert 2 (V2 – value 2) komplett unterschiedliche Werte einnehmen können (z.B.: richtig / falsch)

### Beispiel von Widersprüchen – das OTSM Modell



Technischer Widerspruch 1: Wir wollen die Belastbarkeit des Tisches verbessern, jedoch werden wir das Gewicht erhöhen (es verschlechtert sich) müssen.

Technischer Widerspruch 2: Wenn wir das Gewicht des Tisches verbessern (also leichter ma-

chen), verschlechtern wir die Belastbarkeit des Tisches.

Somit sind zwei Evaluierungsparameter definiert:

EP1: Belastbarkeit des Tisches

EP2: Gewicht des Tisches

Als nächsten Schritt sollte der Kontrollparameter definiert werden: die Dicke des Tisches

Der Wert hierfür kann groß oder klein sein.

Wenn nun die Dicke groß ist, dann wird die Belastbarkeit groß sein aber das Gewicht auch größer und umgekehrt

Also muss eine Lösung für eine große UND kleine Dicke gefunden werden!

## 5.2. – Techniken zur Lösung Technischer Widersprüche

### Definition

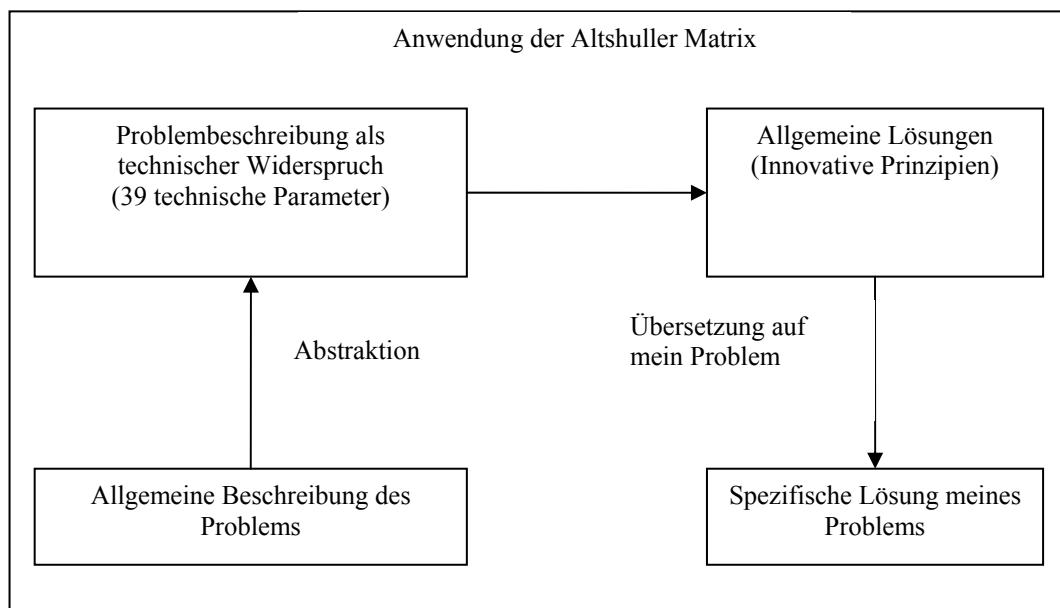


Ein technischer Widerspruch ist ein Konflikt zwischen einem zu verbessernden Parameter innerhalb eines Systems zu einem anderen dadurch sich verschlechternden Parameter. Altshuller entdeckte 40 Prinzipien um technische Widersprüche zu lösen. Ebenfalls identifizierte er 39 Ausprägungen eines technischen Systems – die so genannten technischen Parameter. Diese werden dazu verwendet, technische Widersprüche zu entwickeln bzw. zu beschreiben.

Der Schlüssel zum Erfolg der Analyse eines Problems besteht darin, wie man das Problem als Widerspruch definiert. Die Formulierung des technischen Widerspruchs hilft das Problem und seine wahre Ursache zu analysieren, es besser zu verstehen und schneller zu einer nachhaltigeren Lösung zu kommen.

Eine Aussage von TRIZ ist, dass wenn es keinen Widerspruch gibt man auch nicht von einem innovativen Problem sprechen kann (siehe 2.2.3.1 Beschreibung des Problems).

### Modell



### Beispiel



Verbesserung der Motorleistung (wünschenswerter Effekt) vergrößert das Gewicht des Motors (unerwünscht).

## 5.2.1 – Die 40 innovativen Prinzipien

### Definition



“Die 40 innovativen Prinzipien” ist ein sehr einfaches Werkzeug aus dem TRIZ Werkzeugkasten. Dieses Werkzeug unterstützt bei der Suche nach Ideen um technische Widersprüche zu lösen. Für die Anwendung der 40 Prinzipien ist es nicht notwendig ein Spezialist (z.B. im Bereich Maschinenbau) zu sein, sondern es kann von jedem angewendet werden. Es ist sehr einfach.

Die Altshuller Matrix bzw. Widerspruchsmatrix wurde erstellt um die Verwendung dieses TRIZ Werkzeugs in der praktischen Arbeit unkompliziert zu gewährleisten. Die Verwendung der innovativen Prinzipien in Kombination mit der Altshuller Matrix benötigt ein paar praktische Anwendungshinweise und Erfahrung.

## Theorie

Genrich S. Altshuller veröffentlichte einen Ansatz zur Verbesserung der innovativen Prinzipien um 1950. Er wählte die am häufigsten verwendeten Prinzipien aus einer Analyse von unzähligen Patenten aus. Jedes dieser Prinzipien wurde in mehr als 80-100 Erfindungen angewandt. Das Ergebnis dieser umfangreichen Analyse waren die 40 am öftesten verwendeten Prinzipien.

## Modell

Die 40 innovativen Prinzipien (The 40 Inventive Principles -IP):

- IP 01 - Segmentierung**
- IP 02 - Abtrennung**
- IP 03 - örtliche Qualität**
- IP 04 - Asymmetrie**
- IP 05 - Vereinen**
- IP 06 - Universalität**
- IP 07 - Verschachtelung**
- IP 08 - Gegengewicht**
- IP 09 - Vorgezogene Gegenaktion**
- IP 10 - Vorgezogene Aktion**
- IP 11 - Vorbeugemaßnahme**
- IP 12 - Äquipotential**
- IP 13 - Umkehr**
- IP 14 - Krümmung**
- IP 15 - Dynamisierung**
- IP 16 - Partielle / überschüssige Wirkung**
- IP 17 - Höhere Dimension**
- IP 18 - Mechanische Schwingung**
- IP 19 - Periodische Schwingung**
- IP 20 - Kontinuität**
- IP 21 - Durcheilen und Überspringen**
- IP 22 - Schädliches in Nützliches**
- IP 23 - Rückkoppelung**
- IP 24 - Mediator, Vermittler**
- IP 25 - Selbstversorgung, -bedienung**
- IP 26 - Kopieren**
- IP 27 - Billige Kurzlebigkeit**
- IP 28 - Mechanik ersetzen**
- IP 29 - Pneumatik, Hydraulik**
- IP 30 - Flexible Hüllen und Filme**
- IP 31 - Poröse Materialien**
- IP 32 - Farbveränderung**
- IP 33 - Homogenität**
- IP 34 - Beseitigung und Regeneration**
- IP 35 - Eigenschaftsänderung**
- IP 36 - Phasenübergang**
- IP 37 - Wärmeausdehnung**
- IP 38 - Starkes Oxidationsmittel**
- IP 39 - Inertes Medium**
- IP 40 - Verbundmaterial**

## Methode

Für jedes dieser 40 Innovativen Prinzipien existiert ein kurze Beschreibung (siehe Anhang)

Jedes Prinzip ist wie folgt dargestellt:

- der Titel
- eine Anzahl an erklärenden Leitlinien
- eine Anzahl an Beispiele

## Beispiele

### IP 01 - Segmentierung

- A. Zerlege ein Objekt in unabhängige Teile
- B. Führe das Objekt zerlegbar aus

Erhöhe den Grad an Unterteilung, sorge für leichte Zerlegbarkeit und Zusammenfügbarkeit



### IP 04 - Asymmetrie

- A. Ersetze symmetrische Formen durch asymmetrische

Erhöhe den Grad an Asymmetrie, wenn diese schon besteht

### IP 05 - Vereinen

- A. Gruppiere gleichartige oder zur Zusammenarbeit bestimmte Objekte räumlich zusammen; kopple sie

Vertakte gleichartige oder zur Zusammenarbeit bestimmte Objekte; kopple sie zeitlich

### IP 08 - Gegengewicht

- A. Das Gewicht des Objektes kann durch Koppelung an ein anderes, entsprechend tragfähiges Objekt kompensiert werden

Das Gewicht des Objektes kann durch aerodynamische oder hydraulische Kräfte kompensiert werden

### IP 24 - Mediator, Vermittler

- A. Nutze ein Zwischenobjekt, um die Aktion weiterzugeben oder auszuführen

Verbinde das System zeitweise mit einem anderen, leicht zu entfernenden Objekt

### IP 25 - Selbstversorgung, -bedienung

- A. Das System soll sich selbst bedienen und Hilfs- sowie Reparaturfunktionen selbst ausführen

Nutze Abfall und Verlustenergie

### IP 36 - Phasenübergang

- A. Nutze die Effekte während des Phasenübergangs einer Substanz aus: Volumenänderung, Wärmeentwicklung oder Wärmeabsorption

Ersetze homogene Stoffe durch Verbundmaterialien

### IP 01 - Segmentierung

#### A. Teile ein System in mehrere verschiedene Teile

Mehrere Linsen mit unterschiedlicher Brennweite bei einer Kamera  
Mehrfachstecker  
Ballonhülle  
Mehrere Kolben bei Verbrennungskraftmaschinen  
Flugzeug mit mehreren Motoren

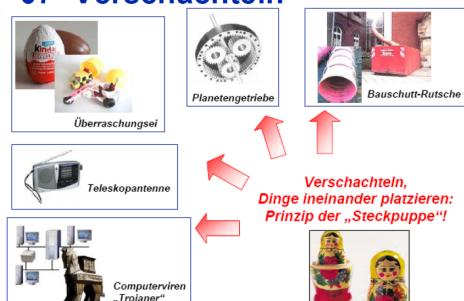
#### B. Mache ein System leicht zerlegbar und wieder zusammenbaubar

Schnellspannverschlüsse bei Fahrädern  
Schnellverbinde bei Hydrauliksystemen  
Einlegeblätter in einem Ringordner

#### C. Erhöhe die Anzahl der Segmente

16 und 8 vs. 8 Ventilen bei Verbrennungskraftmaschinen  
Rasierer mit mehreren Klinge  
Brennvorgänge in mehreren Bereichen  
Komponenten aus mehreren Schichten (e.g. stereo-lithography,etc)

### IP 07- Verschachteln



Beispiele für TRIZ – Spielkarten: (Erklärung mit Bildern)

## Anmerkung:

Es gibt eine sinngemäße Übereinstimmung mit anderen TRIZ Werkzeugen wie den Standardlösungen.

Beispiele:

IP 01 und IP 15 entsprechen den Standards der Klasse 2

IP 13 entspricht dem Standard 3.1.3

IP 10 und IP 13 entspricht dem Multidimensionalen Denken (System Operator)

### 5.2.1.1 – Anwendung der innovativen Prinzipien

Grundsätzlich gibt es 2 Methoden um die 40 Innovativen Prinzipien für die Problemlösung zu nutzen:

- Die einfachste Methode kann als "Einarbeitung oder Kennen lernen der Innovativen Prinzipien" bezeichnet werden. Bei diesem Werkzeug wird versucht die Prinzipien einzeln, oder in Kombinationen, zur Lösung des technischen Widerspruchs anzuwenden. (Notiz: das ist nur ein Vorschlag einfach und schnell zu Lösungsideen zu kommen (Trial and Error). Diese Vorgehensweise passt mit den korrekten Inhalten und Vorstellungen von Alshuller's Problemlösungsprozess nicht überein.
- Die zweite Methode ist die korrekte Formulierung eines technischen Widerspruchs und die Nutzung von Alshuller's Matrix (Widerspruchsmatrix) um mit den daraus erlangten Prinzipien wiederum das ursprüngliche Problem zu lösen.

#### 5.2.1.1.1 – Kennen lernen / Brainstorming mit den IP

##### Methode

Die einfachste Methode ist das Kennen lernen der Prinzipien. Dabei wird versucht die Anwendung einzelner Prinzipien an bekannten Produkten oder Prozessen zu erkennen bzw. nachzuweisen. Je öfter man ein Prinzip in der Praxis angefunden hat, desto leichter wird man es bei der Anwendung für eine Problemstellung anwenden können.

Der zweite Schritt ist die Anwendung der Prinzipien und/oder ihrer Kombinationen als Hinweiswörter für Brainstorming Sitzungen. Zur Bestimmung Wo und Wann das Problem wirklich auftritt, ist die Definition des so genannten "operativen Ortes" und der "operativen Zeit" ein guter und oft hilfreicher Ratschlag als vorangehender Schritt.

#### 5.2.1.1.2 – Die Widerspruchsmatrix oder auch Altshuller Matrix

##### Definition:

Die Widerspruchsmatrix ist eines der ersten Werkzeuge, welche von Altshuller und seinen Kollegen entwickelt wurde.

Altshuller abstrahierte und klassifizierte sowohl innovative Lösungen (= Innovative Prinzipien) als auch so genannte "39 Technische Parameter", anhand welcher die technischen Widersprüche beschrieben werden können. (siehe 2.2.2 Die 39 technischen Parameter)

Diese Technischen Parameter führten zum Aufbau einer 39x39 Matrix, wobei auf der y-Achse, jene Parameter, die verbessert werden sollen und auf der x-Achse jene Parameter, die sich verschlechtern würden, aufgetragen sind.

(siehe 2.2 Die Altshuller Matrix)



## Modell

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
	Problemfaktor ↓ Optimierungsfaktor	Gewicht eines bewegten Objekts	Gewicht eines stationären Objekts	Länge eines bewegten Objekts	Länge eines stationären Objekts	Fläche eines bewegten Objekts	Fläche eines stationären Objekts	Volumen eines bewegten Objekts	Volumen eines stationären Objekts	Geschwindigkeit	Intensität
<b>1</b>	Gewicht eines bewegten Objekts	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2, 8, 15, 38	8, 18,
<b>2</b>	Gewicht eines stationären Objekts	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 19,
<b>3</b>	Länge eines bewegten Objekts	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8	17, 8
<b>4</b>	Länge eines stationären Objekts		35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28,
<b>5</b>	Fläche eines bewegten Objekts	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4		29, 30, 4, 34	19, 35
<b>6</b>	Fläche eines stationären Objekts	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-		-	1, 35,
<b>7</b>	Volumen eines bewegten Objekts	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 38, 34	15, 36,

Auszug aus der Altshuller Matrix bzw. Widerspruchsmatrix

### Beispiel

Anwendung der Altshuller Matrix: siehe 2.2.

#### 5.2.1.1.3 –Andere Ansätze zur Auswahl der Innovativen Prinzipien

Einige andere Ansätze zur Auswahl innovativer Prinzipien:

Auswahl bezogen auf die Vorkommenshäufigkeit in der Altshuller Matrix

Auswahl bezogen auf den Ansatz von S. Fayer.

#### Auswahl bezogen auf die Vorkommenshäufigkeit in der Altshuller Matrix

Innovative Prinzipien nach der Vorkommenshäufigkeit (VH) in der Altshuller Matrix:

Innovative Prinzipien VH 1–10	Innovative Prinzipien VH 11–20	Innovative Prinzipien VH 21–30	Innovative Prinzipien VH 31–40
35	26	14	38
10	03	22	08
01	27	39	05
28	29	04	07
02	34	30	21
15	16	37	23
19	40	36	12
18	24	25	33
32	17	11	09
13	06	31	20

## **Auswahl bezogen auf den Ansatz von S. Fayer**

S. Fayer definierte 4 Gruppen von Problemen, für die die Anwendung bestimmter Innovativer Prinzipien vorgeschlagen wird :

**Gruppe 1:** Veränderung von Stoffen (Anzahl, Qualität, Struktur, Form)  
 Innovative Prinzipien: 1, 2, 3, 4, 7, 14, 17, 30, 31, 40

**Gruppe 2:** Umgang mit schädlichen Funktionen  
 Innovative Prinzipien: 9, 10, 11, 12, 13, 19, 21, 23, 24, 26, 33, 39

**Gruppe 3:** Erhöhung der Effektivität in Richtung Idealen Zustand  
 Innovative Prinzipien: 5, 6, 15, 16, 20, 25, 26, 34

**Gruppe 4:** Verwendung von wissenschaftlichen Effekten, Felder und Funktionen  
 Innovative Prinzipien: 8, 18, 28, 29, 32, 35, 36, 37, 38, 30, 31, 40

### **5.2.2 – Die Altshuller Matrix/Widerspruchs Matrix**

#### **5.2.2.1 – Der Aufbau der Altshuller Matrix**

##### **Definition**

Die Widerspruchsmatrix oder Altshuller Matrix, entwickelt von G. S. Altshuller, schlägt Innovative Prinzipien vor um jene Widersprüche zu lösen die entstehen, wenn man eine Eigenschaft eines Produktes, Prozesses oder Systems verbessern will. Die Widerspruchsmatrix war eine der ersten veröffentlichten Ergebnisse der Arbeit von Altshuller und seinen Kollegen. Obwohl die Widerspruchsmatrix eines der ältesten TRIZ-Ergebnisse ist, ist deren Anwendung noch immer hilfreich in der Vorbereitung für eine Problemlösung.



The Altshuller Matrix (contradiction table) was designed to formalize and facilitate the usage of this TRIZ tool in practical activity. The Matrix presents you with 39 system characteristics or “technical parameters”, which represent the conflicting Evaluation Parameters (OTSM). Altshuller abstrahierte und klassifizierte ideenreiche Lösungen (Innovative Prinzipien) und definierte 39 technische Parameter die die Lösung für unterschiedlichste Widersprüche beschreiben (siehe 2.2.2 Die 39 technischen Parameter)

Diese technischen Parameter sind in einer 39 x 39 Matrix dargestellt, wobei die X-Achse jene Parameter beschreibt, die schlechter werden (Problemfaktor) und die Y-Achse jene beschreibt, die besser werden oder verbessert werden sollen (Optimierungsfaktor).

Diese 39 Parameter entsprechen grob den Bewertungsparametern des OTSM – Widerspruchsmodells.

Die beiden Gruppen der widersprüchlichen Charakteristiken (Technischen Parameter) bilden die Matrix. Die erste Gruppe befindet sich in der linken senkrechten Spalte der Matrix und wird als nützliche Parameter bezeichnet (oder Verbesserungseigenschaften, Optimierungsfaktor). Die zweite Gruppe wird als schädliche Eigenschaften (oder Verschlechterung, Problemfaktor) bezeichnet. Diese Gruppe befindet sich ganz oben in der Horizontalen.

## Model

Die Altshuller – bzw. Widerspruchsmatrix (Auszug)

Die gesamte Matrix – siehe Anhang

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	
	Problemfaktor →	Gewicht eines bewegten Objekts	Gewicht eines stationären Objekts	Länge eines bewegten Objekts	Länge eines stationären Objekts	Fläche eines bewegten Objekts	Fläche eines stationären Objekts	Volumen eines bewegten Objekts	Volumen eines stationären Objekts	Geschwindigkeit	Kraft	Druck oder Spannung	Form	Stabilität eines Objekts	Festigkeit	Haltbarkeit eines Objekts	
1	Gewicht eines bewegten Objekts	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 31	
2	Gewicht eines stationären Objekts	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 28, 2, 1, 40	8, 35, 10, 27		
3	Länge eines bewegten Objekts	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4, 35	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	8, 35, 15, 34	29, 34	1	
4	Länge eines stationären Objekts	-	35, 28, 40, 29	-	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28, 10	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26			
5	Fläche eines bewegten Objekts	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4	-	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6	
6	Fläche eines stationären Objekts	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-	-	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	15, 15, 36, 37	2, 38, 29, 4	8, 10, 1, 39	40, 14		
7	Volumen eines bewegten Objekts	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 36, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 36, 37	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7		
8	Volumen eines stationären Objekts	-	35, 10, 19, 14	-	35, 8, 2, 14	-	-	-	-	2, 16, 37	15, 19, 24, 35	3, 35	7, 2, 35	34, 26, 35, 40	9, 14, 17, 15		
9	Geschwindigkeit	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	13, 26, 15, 19	6, 18, 38, 40	15, 15, 18, 34	28, 33, 18, 34	8, 3, 1, 18	3, 35		
10	Kraft	8, 1, 37, 18	-	18, 13, 1, 28	-	17, 19, 9, 36	-	28, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	*	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21, 14, 27	
11	Druck oder Spannung	10, 36, 37, 40	-	13, 29, 10, 18	35, 10, 36, 37	35, 1, 10, 15	-	6, 35, 10, 15	35, 24	6, 35, 15, 22	36, 35, 35, 34	36, 35, 37, 40	*	35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	
12	Form	8, 10, 29, 40	-	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	-	5, 34, 4, 10	14, 4, 15, 22	7, 2, 35	35, 15, 34, 18	30, 34, 37, 40	15, 14, 10, 14	*	33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 9
13	Stabilität eines Objekts	21, 35, 2, 39	-	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	-	2, 11, 19	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4	17, 9, 15	13, 10	
14	Festigkeit	1, 8, 40, 15	-	40, 26, 27, 1	15, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	-	3, 34, 14, 7	9, 40, 17, 15	10, 15, 26, 14	8, 13, 3, 14	10, 18, 18, 40	10, 3, 35, 40	13, 17, 35	*	27	
	Haltbarkeit eines Objekts	-	19, 5,	-	2, 19,	-	3, 17,	-	10, 2,	-	3, 35,	19, 2,	19, 3,	14, 26,	13, 3,	27, 3,	

### 5.2.2.2 – Die 39 technischen Parameter

#### Definition



Um ein klar beschreibbares und übersichtlich angeordnetes Werkzeug für die Anwendung der Innovativen Prinzipien zu erhalten hat Altschuller die Charakteristiken von technischen Systemen definiert und abstrahiert. In TRIZ werden diese abstrahierten Charakteristika "die 39 Technischen Parameter" genannt.

Im Anhang befindet sich eine ausführliche Beschreibung aller 39 technischen Parameter, welche von Altschuller entworfen wurde.. .

Eine der grundlegenden Fragen war es Herauszufinden, ob es verschiedenen Innovative Prinzipien gibt, welche bei spezifischen Problemstellungen häufiger verwendet werden als andere.

#### Methode

Die 39 Technischen Parameter (The 39 Technical Parameters - TP)

**TP 01 - Gewicht eines bewegten Objektes**

**TP 02 - Gewicht eines stationären, unbewegten Objektes**

**TP 03 - Länge/Winkel eines bewegten Objektes**

**TP 04 - Länge/Winkel eines stationären, unbewegten Objektes**

**TP 05 - Fläche (Bereich) eines bewegten Objektes**

**TP 06 - Fläche (Bereich) eines stationären, unbewegten Objektes**

**TP 07 - Volumen (Ausdehnung) eines bewegten Objektes**

**TP 08 - Volumen (Ausdehnung) eines stationären, unbewegten Objektes**

**TP 09 - Geschwindigkeit**

**TP 10 - Kraft / Drehmoment**

**TP 11 - Druck / Spannung**

**TP 12 - Form**

**TP 13 - Stabilität eines Objekts**

**TP 14- Festigkeit**

- TP 15 - Haltbarkeit eines bewegten Objektes**
- TP 16 - Haltbarkeit eines stationären, unbewegten Objektes**
- TP 17 - Temperatur**
- TP 18 - Helligkeit / Beleuchtungsintensität**
- TP 19 - Energieverbrauch eines bewegten Objektes**
- TP 20 - Energieverbrauch eines stationären, unbewegten Objektes**
- TP 21 - Leistung / Energie**
- TP 22 - Energieverlust**
- TP 23 - Substanzverlust**
- TP 24 - Informationsverlust**
- TP 25 - Zeitverlust**
- TP 26 - Materialmenge / -quantität**
- TP 27 - Zuverlässigkeit / Robustheit**
- TP 28 - Messgenauigkeit**
- TP 29 - Fertigungsgenauigkeit / Herstellungsgenauigkeit**
- TP 30 - Äußere negative, schädlichen Einflüsse auf das Objekt**
- TP 31 - Negative, Schädliche Nebeneffekte des Objektes (Systems)**
- TP 32 - Fertigungsfreundlichkeit / Herstellbarkeit**
- TP 33 - Benutzerfreundlichkeit**
- TP 34 - Reparaturfreundlichkeit / Wartungsfreundlichkeit**
- TP 35 - Anpassungsfähigkeit**
- TP 36 - Komplexität in der Struktur**
- TP 37 - Komplexität in der Kontrolle oder Steuerung**
- TP 38 - Automatisierungsgrad**
- TP 39 - Produktivität**

### Beispiele

#### **TP 01 - Gewicht eines bewegten Objektes**

Die Masse oder Gravitationskraft, die ein beweglicher oder bewegter Gegenstand ausübt. Bewegung schließt jeglichen Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems ein. Dies kann linear oder rotierend geschehen.



#### **TP 17 - Temperatur**

Gemessener oder wahrgenommener thermischer Zustand eines Gegenstandes oder des Systems. Umfasst andere thermische Parameter, wie Hitzekapazität, Leitfähigkeit, Strahlung und Konvektion.

#### **TP 22 - Energieverlust**

Energieverlust oder –verschwendungen, die zu keiner nützlichen Funktion beiträgt. Ineffizienz kann teilweise oder vollständig, permanent oder zeitlich begrenzt auftreten.

#### **TP 38 - Automatisierungsgrad**

Die Fähigkeit eines Systems, seine Funktionen ohne Mensch-Maschine-Schnittstelle oder Kontrolle durch eine Person auszuführen. Niveau oder Umfang der Automatisierung.

#### **TP 39 - Produktivität**

Die Zahl nützlicher (value-added) Funktionen oder Arbeitsprozesse pro Zeiteinheit. Die Zeit pro Funktions- oder Prozesseinheit. Brauchbarer Ausstoß pro Zeiteinheit. Kosten pro Produktionsseinheit, oder Betrag von brauchbarer Produktion.

## 5.2.2.3 – Anwendung der Altshuller Matrix

### Theorie

Für die Verwendung der Widerspruchsmatrix muss das Problem im Vorfeld gründlich analysiert werden. Ein oder mehrere technische Widersprüche müssen innerhalb des Systems definiert werden.

Die Hauptschritte für die Anwendung sind:

- Beschreibung des Problems
- Definition des technischen Widerspruchs
- Übersetzung des Widerspruchs in Technische Parameter (Problem- und Optimierungsfaktor)
- Anwendung der Altschuller Matrix - Kreuzung der beiden Parameter in der Matrix (= mehrere Zahlen = Innovative Prinzipien)
- Generierung von Ideen mit Hilfe der Innovativen Prinzipien

Im ersten Schritt muss das zu lösende Problem im jeweiligen Kontext zusammengefasst und beschrieben werden. Während dieser Phase ist es hilfreich das Problem aufzuschreiben und sich darüber Gedanken zu machen, was uns hindert dieses Problem sofort zu lösen. Oft wird dadurch eine Rahmenbedingung erkannt, welche bewertet werden muss oder man entdeckt einen Widerspruch, welcher gelöst werden muss.

Im nächsten Schritt wird die Problemanalyse in mehrere Widerspruchsaussagen übersetzt. Der gewünschte Zustand kann nicht erreicht werden, weil etwas anderes im System diesen Zustand verhindert. In anderen Worten, wenn etwas besser werden soll wird meistens zwangsläufig etwas anderes schlechter.

### Beispiel:



Die Bandbreite einer Rundfunkstation vergrößert sich (gut) aber es ist mehr Energie notwendig (schlecht)

Das Service für jeden Kunden in einem Kaffeehaus ist individuell (gut) aber die Servicezeiten vergrößern sich enorm (schlecht)

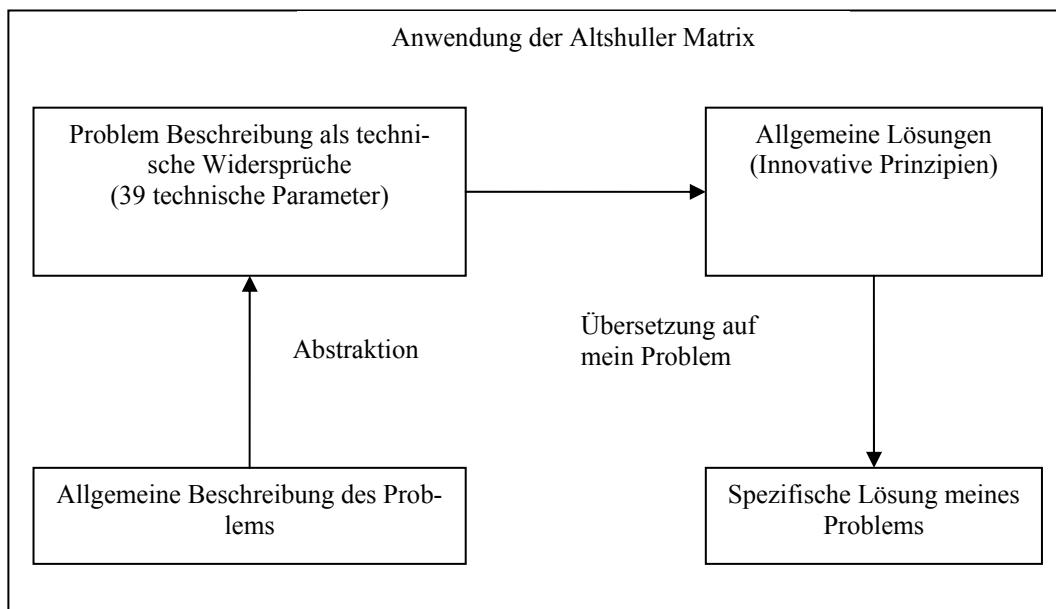
Als nächsten Schritt muss die Aussage in einen technischen Widerspruch übersetzt werden. Dabei werden die Eigenschaften als Technische Parameter zusammengesammelt.

**Notiz:** Dieser Schritt ist nicht so einfach, es ist wichtig das man ein wenig Übung mit den Parametern hat. Schau dir die Parameter an und sammle eigene Beispiele dafür.

Anschließend werden die Problem- und Optimierungsfaktoren für die Altshuller Matrix definiert. Durch die Anwendung erhält man in den Kreuzungszellen der Zeilen und Spalten die Nummern für die Innovativen Prinzipien.

Nun wendet man die Innovativen Prinzipien an, indem man die Beschreibungen und Beispiele als Hilfestellungen zur Ideengenerierung nutzt.

## Modell



## Beispiel

Anwendung der Altshuller Matrix: siehe 2.2.

### 5.2.2.3.1 – Beschreibung des Problems

#### Theorie

Problemlösungsprofis sagen, dass ein gut definiertes Problem bereits die halbe Lösung für das Problem ist. Es ist wichtig, das gesamte System um das Problem herum genau zu kennen. Spezifische Aspekte die auf das Problem einwirken können müssen systematisch dokumentiert werden.

Für eine detaillierte Beschreibung des Problems und des Problemumfelds kann das TRIZ Werkzeug „Innovationscheckliste“ ("Innovation-Situation-Questionnaire® - ISQ) genutzt werden. ISQ wurde von der Kishinev TRIZ-Schule in Moldawien entwickelt und gehört als Produkt der Fa. Ideation International Inc.)

#### Notiz:

ARIZ (eine weitere umfassende TRIZ Methode) zeigt Schritt für Schritt die Vorgehensweise für die Erarbeitung der technischen Widersprüche und die Überführung dieser in physikalische Widersprüche (siehe Kapitel ARIZ)

#### Methode

Struktur der „Innovationscheckliste“ bzw. "ISQ-Innovation-Situation-Questionnaire®":

Information über das zu verbessерnde System und deren Umgebung

System Name

System - notwendige Hauptfunktionen

Primäre nützliche Funktionen des Systems

Aktuelle oder gewünschte Systemstruktur

Funktionsfähigkeit des Systems

Systemumwelt

Mögliche Ressourcen (siehe Stoff-Feld-Ressourcen)

Informationen über die Problemsituation

Gewünschte Verbesserung des Systems oder ein zu eliminierender Nachteil



Mechanismus bei dem die Nachteile auftreten (wenn sie bekannt sind)  
 Andere zu lösende Probleme  
 Wechsle das System  
 Erlaubte Änderungen im System  
 Grenzen der Systemveränderung  
 Kriterien zur Lösungskonzeptauswahl  
 Erwünschte technologische Eigenschaften  
 Erwünschte wirtschaftliche Eigenschaften  
 Erwünschter Zeitplan  
 Geplanter Grad der Neuheit  
 Andere Kriterien  
 Geschichte der versuchten Lösungen bzgl. des Problems  
 Frühere Versuche um das Problem zu lösen  
 Andere System(e) in dem ähnliche Probleme existieren

### **Beispiele zur ISQ :**

In *Systematic Innovation – an Introduction to TRIZ*. John Terninko, Allo Zusman, Boris Zlotin, (auch unter books.google.com erhältlich).

#### **5.2.2.3.2 – Definition des technischen Widerspruchs**

#### **(Wege zum Modellieren des Problems – Finden von technischen Widersprüchen)**

Es gibt mehrere Wege und Modelle in TRIZ wie man technische Widersprüche in einem System findet bzw. definiert.

Definition "Was wird besser ? – Was verschlechtert sich?"

OTSM Modell der Widersprüche (siehe Kapitel 1.1.4)

ARIZ (siehe Kapitel ARIZ)

#### **Theorie & Methode**

#### **Definition "Was wird besser ? – Was verschlechtert sich?"**

Der einfachste Weg um Parameter der Widersprüche in einem System zu finden ist zuerst einen Satz zu formulieren, der das Problem beschreibt um die folgenden beiden Fragen beantworten zu können:

Zusammenfassung des zu lösenden Problems und des Systemzusammenhangs

Was wird besser (Was ist "gut")?	Was wird schlechter (Was ist "schlecht")?
Dieser Aspekt des Systems wird besser ...	Dieser Aspekt des Systems wird dadurch schlechter ...

#### **OTSM Modell der Widersprüche**

siehe Kapitel 1.1.4.



#### **Beispiel**

Bsp. 1: "Erhöhe die Lebensdauer des Produktes"

## Definition “Was wird besser ? – Was verschlechtert sich ? oder wenn, dann, aber

Zusammenfassung des zu lösenden Problems und Kontexts

*Um ein Bauteil zu verstärken wird oft das Material verändert bzw. verbessert. Meistens wird mehr Material z.B. für eine Versteifungsrippe hinzugefügt um das Produkt stärker und damit langlebiger zu machen.*

Was wird besser (Was ist "gut")?	Was wird schlechter (Was ist "schlecht")?
Dieser Aspekt des Systems wird besser ...	Dieser Aspekt des Systems wird schlechter ...
Ein Produkt wird verstärkt (fester)...	... aber es wird schwerer.

Ergebnis:

Wenn es gewünscht ist, ein Produkt fester zu machen wird sich das Gewicht verschlechtern (technischer Widerspruch)

### 5.2.2.3.3 – Übersetzung in technische Parameter (Verbesserung und Verschlechterung der Eigenschaften)

#### Modell

Als nächsten Schritt muss dieser Widerspruch in einen technischen Widerspruch mit Hilfe der 39 technischen Parameter übersetzt werden.

Dieser Schritt ist nicht so einfach wie er aussehen mag. Es ist hierbei wichtig mit den Parametern vertraut zu sein. Dass kann durch das Vertraut machen der Parameter und dem Sammeln von eigenen Beispiele passieren (siehe Anhang).

#### Methode

Liste der 39 Technischen Parameters (mit Erklärungen)

#### Beispiel

Bsp. 1: "Erhöhe die Lebensdauer des Produktes"



Zusammenfassung des zu lösenden Problems und Kontexts
<i>Um ein Bauteil zu verstärken (Festigkeit erhöhen) wird oft das Material verändert bzw. verbessert. Meistens wird mehr Material z.B. für eine Versteifungsrippe hinzugefügt um das Produkt stärker und damit langlebiger zu machen.</i>

Was wird besser (Was ist "gut")?	Was wird schlechter (Was ist "schlecht")?
Dieser Aspekt des Systems wird besser ...	Dieser Aspekt des Systems wird schlechter ...
Ein Produkt wird verstärkt ...	... aber es wird schwerer.
<b>Festigkeit – TP 14</b>	<b>Gewicht eines stationären Objektes – TP 02</b>

### 5.2.2.3.4 – Identifizierung der Innovativen Prinzipien in der Altshuller-Matrix

Nun sucht man die Optimierungsfaktoren und die Problemfaktoren als Technische Parameter in der Widerspruchsmatrix. Indem man in der Matrix den Schnittpunkt der beiden Faktoren gefunden hat, kann man die Nummern der Innovativen Prinzipien, die beim Lösen der technischen Widersprüche helfen, finden.

Wenn man in der Widerspruchsmatrix auf ein Kästchen ohne Nummern trifft versucht man den Widerspruch bzw. die Parameter neu zu definieren.

## Methode

Altshuller Matrix (Anhang)



### Beispiel

Bsp. 1: "Erhöhe die Lebensdauer des Produktes"

Zusammenfassung des zu lösenden Problems und Kontexts

*Um ein Bauteil zu verstärken (Festigkeit erhöhen) wird oft das Material verändert bzw. verbessert. Meistens wird mehr Material z.B. für eine Versteifungsrippe hinzugefügt um das Produkt stärker und damit langlebiger zu machen.*

Was wird besser (Was ist "gut")?	Was wird schlechter (Was ist "schlecht")?
Dieser Aspekt des Systems wird besser ...	Dieser Aspekt des Systems wird schlechter ...
Ein Produkt wird verstärkt ...	... aber es wird schwerer.
<b>Festigkeit – TP 14</b>	<b>Gewicht eines stationären Objektes – TP 02</b>

Die Nummern der Innovative Prinzipien von der Kombination von Problem- und Optimierungsfaktor (technische Parameter) in der Altshuller Matrix:

**(Zeile 14) und (Spalte 2) Innovative Prinzipien: 40, 26, 27, 1**

		1	2	3	4	5
	<b>Problemfaktor →</b> <b>Optimierungsfaktor ↓</b>	Gewicht eines bewegten Objekts	Gewicht eines stationären Objekts	Länge eines bewegten Objekts	Länge eines stationären Objekts	Fläche eines bewegten Objekts
<b>1</b>	Gewicht eines bewegten Objekts	+	-	15, 8, 29,34	-	29, 1 38, 1
<b>2</b>	Gewicht eines stationären Objekts	-	+	-	10, 1, 29, 35	-
<b>3</b>	Länge eines bewegten Objekts	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 1 4
<b>4</b>	Länge eines stationären Objekts		35, 28, 40, 29	-	+	-
<b>5</b>	Fläche eines bewegten Objekts	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+
<b>6</b>	Fläche eines stationären Objekts	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-
<b>7</b>	Volumen eines bewegten Objekts	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 17
<b>8</b>	Volumen eines stationären Objekts	-	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	-
<b>9</b>	Geschwindigkeit	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 3 34
<b>10</b>	Kraft	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 1 15
<b>11</b>	Druck oder Spannung	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 1 36, 1
<b>12</b>	Form		15, 10, 29, 40	29, 34, 26, 3	13, 14, 5, 4	5, 3 10, 7
<b>13</b>	Stabilität eines Objekts	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 1 13
<b>14</b>	Festigkeit	8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 3 40, 1
<b>15</b>	Haltbarkeit eines	19, 5		2, 19,		3, 1

### 5.2.2.3.5 – Ideengenerierung mit den Innovativen Prinzipien

Im letzten Schritt werden Ideen mit den identifizierten Innovativen Prinzipien generiert.

#### Notiz:

Die Innovativen Prinzipien sollen als deutliche Anweisung verwendet werden um den entsprechenden technischen Widersprüche zu überwinden.

**Typischer Fehler:** Anfänger wenden die Innovativen Prinzipien meistens auf das gesamte System an und nicht auf das spezifische Problem, das nur ein Teil des Gesamtsystems ist.

Die Interpretation der Richtlinien der innovativen Prinzipien sollte so "wörtlich" wie möglich (so gut es geht) erfolgen.

Die Richtung, die durch die unterschiedlichen Innovativen Prinzipien in der selben Zelle der Matrix vorgegeben werden können auch kombiniert werden, da diese oft ergänzende Vorschläge beinhalten.

#### Methode & Beispiel

##### Beispiel

Bsp. 1: "Erhöhe die Lebensdauer des Produktes"



##### Zusammenfassung des zu lösenden Problems und Kontexts

*Um ein Bauteil zu verstärken (Festigkeit erhöhen) wird oft das Material verändert bzw. verbessert. Meistens wird mehr Material z.B. für eine Versteifungsrippe hinzugefügt um das Produkt stärker und damit langlebiger zu machen.*

Was wird besser (Was ist "gut")?	Was wird schlechter (Was ist "schlecht")?
Dieser Aspekt des Systems wird besser ...	Dieser Aspekt des Systems wird schlechter ...
Ein Produkt wird verstärkt ...	... aber es wird schwerer.
<b>Festigkeit – TP 14</b>	<b>Gewicht eines stationären Objektes – TP 02</b>

Die Nummern der Innovative Prinzipien von der Kombination von Problem- und Optimierungsfaktor (technische Parameter) in der Altshuller Matrix:

**(Zeile 14) und (Spalte 2) Innovative Prinzipien: 40, 26, 27, 1**

Vorgeschlagene Lösungen	
<b>IP 40 – Verbundmaterial</b>	<i>Verwende leichte Verbundmaterialien in Produkten die eine lange Lebensdauer haben und Vorteile aufgrund des geringen Gewichtes haben. Entwickle neue Verbundmaterialien aus einem Abfall. Ersetze homogene Stoffe durch Verbundmaterialien.</i>
<b>IP 26 – Kopieren</b>	<i>Benutze eine billige, einfache Kopie anstatt eines komplexen, teuren, zerbrechlichen oder schlecht handhabbaren Objekts. Ersetze ein System oder Objekt durch eine optische Kopie oder Abbildung. Hierbei kann der Maßstab verändert werden. Gehe zu infraroten oder ultravioletten Abbildern über.</i>
<b>IP 27 – Billige Kurzlebigkeit</b>	<i>Ersetze ein teures System durch ein Sortiment billiger Teile, wobei auf einige Eigenschaften (wie Langlebigkeit) verzichtet wird.</i>
<b>IP 1 – Segmentierung</b>	<i>Zerlege ein Objekt in unabhängige Teile. Führe das Objekt zerlegbar aus. Erhöhe den Grad an Unterteilung, sorge für leichte Zerlegbarkeit und Zusammenfügbarkeit.</i>

## 5.3. Techniken zur Lösung Physikalischer Widersprüche

### Definition



Ein physikalischer Widerspruch wird definiert als ein Widerspruch zwischen zwei gegensätzlichen physikalischen Anforderungen auf denselben Parameter eines Elementes in einem System. Genauer gesagt bezieht sich ein physikalischer Widerspruch auf das ENV Modell (siehe Kapitel 1c). Ein physikalischer Widerspruch tritt auf wenn unterschiedliche (gegensätzliche) Werte für einen gegebenen Kontrollparameter erforderlich sind.

Die Formulierung eines Widerspruchs im Problemlösungsprozess hat folgendes Format: „Ein gegebenes Element in einem System sollte die Eigenschaft A besitzen um eine erforderliche Funktion (die das Problem lösen kann) zu erfüllen. UND dieses Element soll die Eigenschaft NICHT-A besitzen, um existierende Rahmenbedingungen und Einschränkungen zu erfüllen.“



### Beispiel:

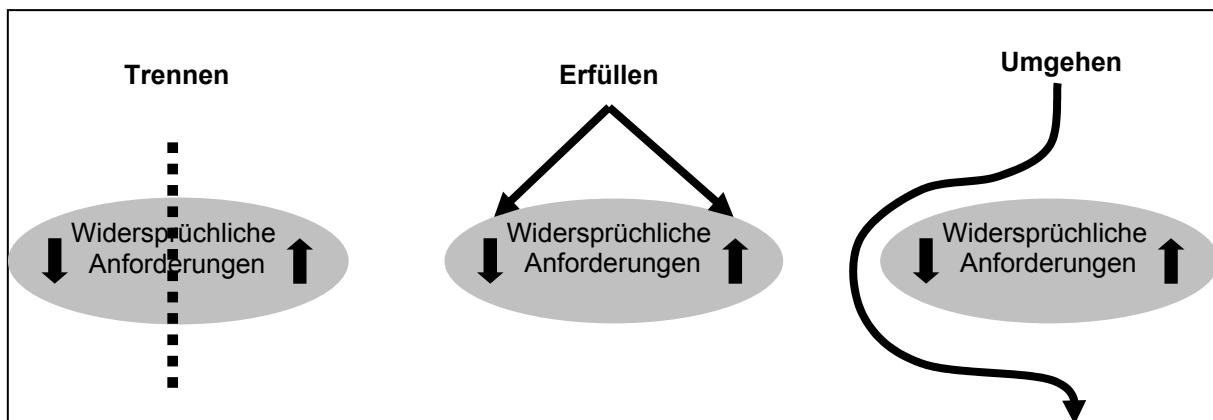
- Ein Element sollte heiß und kalt sein
- Ein Element sollte hart und weich sein

Prinzipiell kann ein physikalischer Widerspruch durch folgende 3 Konzepte gelöst werden:

Trennung der widersprüchlichen Anforderungen  
(4 Separationsprinzipien; 1 - Separation in der Zeit; 2 - Separation im Raum; 3 - Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile; 4 - Separation durch Bedingungswechsel)

Erfüllung der widersprüchlichen Anforderung  
Umgehen der widersprüchlichen Anforderung

### Modell



### 5.3.1 – Die 4 Separationsprinzipien

#### Definition

Wenn mit einem bekannten physikalischen Widerspruch gearbeitet wird und die Konzepte der Erfüllung und die Umgehung von widersprüchlichen Anforderungen nicht möglich sind, kann einer der 4 Separationsprinzipien angewendet werden um diese Art des Widerspruchs zu lösen:

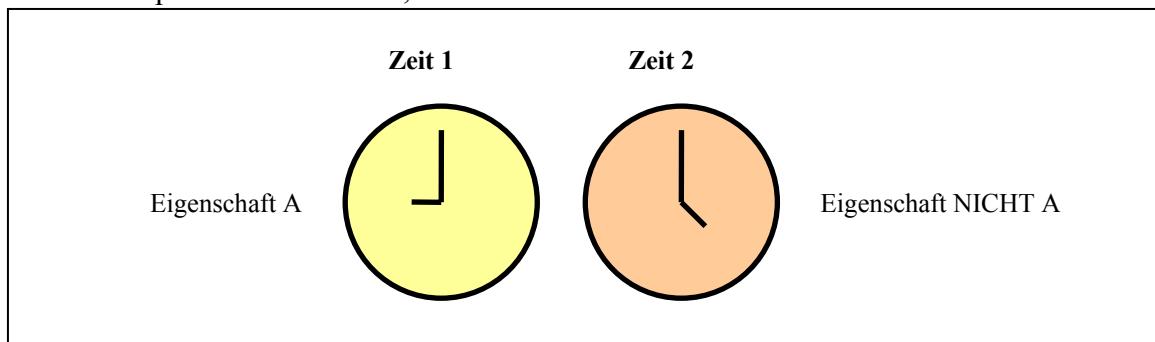
- 1 - Separation in der Zeit;
- 2 - Separation im Raum;
- 3 - Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile;
- 4 - Separation durch Bedingungswechsel



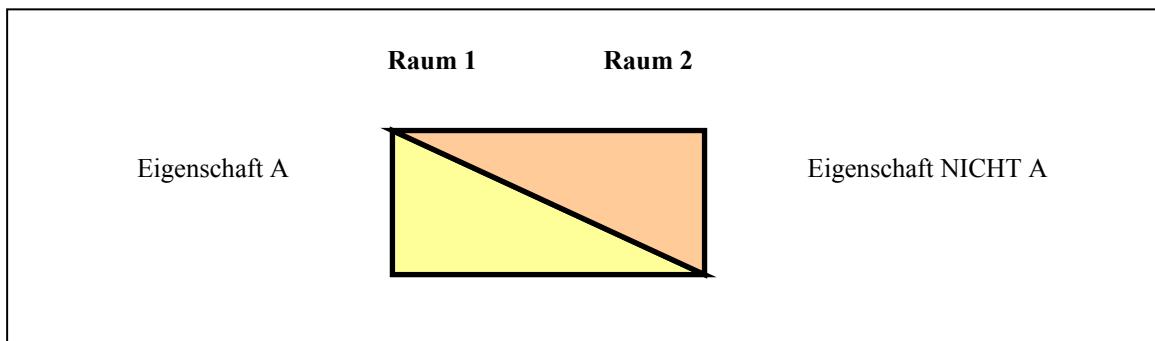
# teTRIS

## Modell

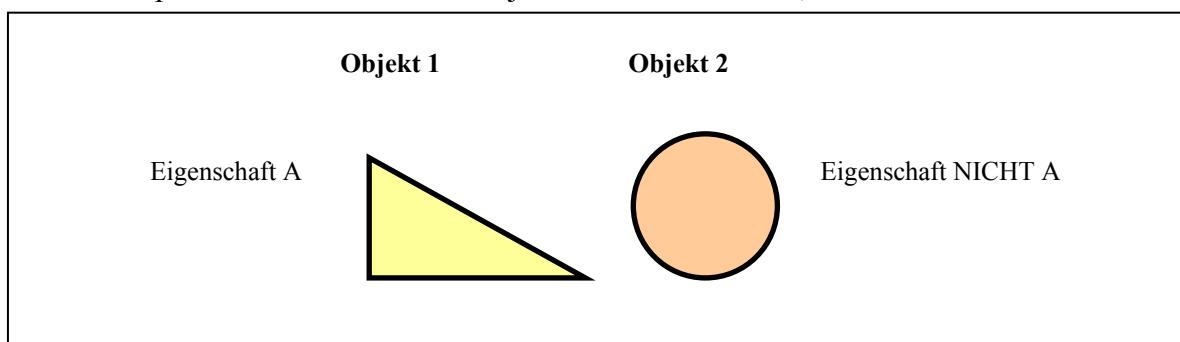
1 - Separation in der Zeit;



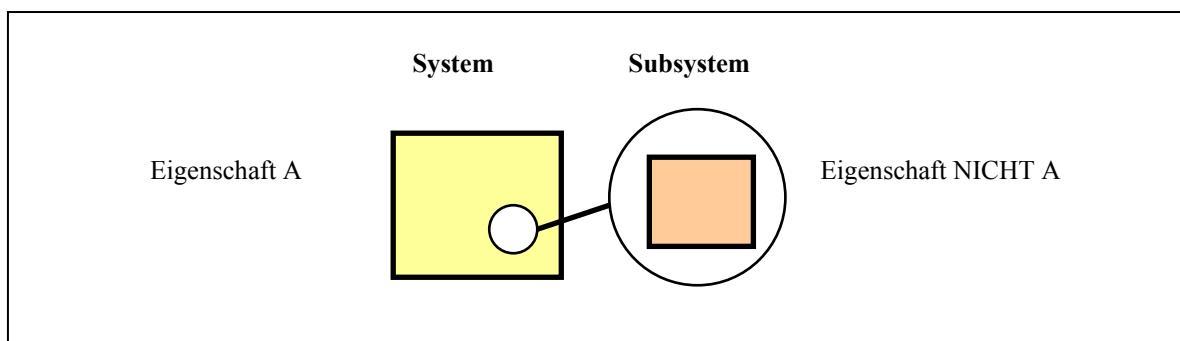
2 - Separation im Raum;



3 - Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile;



4 - Separation durch Bedingungswechsel



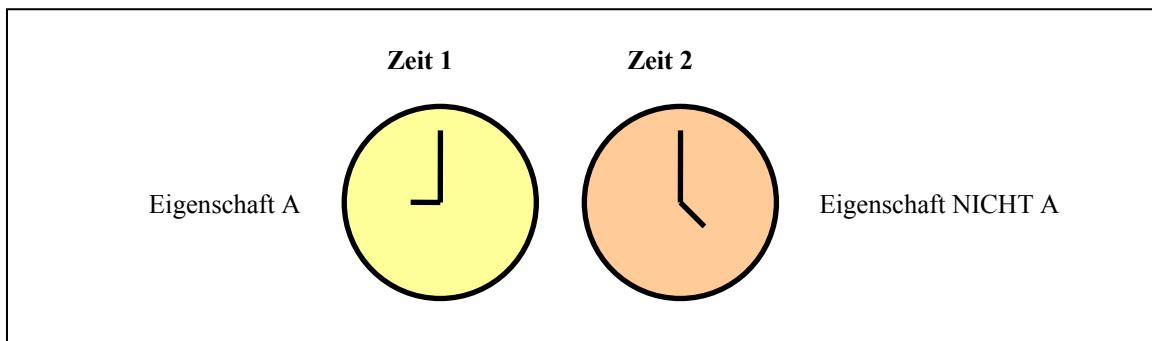
## 5.3.1.1 – Separation in der Zeit

### Definition



Das Konzept besagt, wie der Name sagt, dass die unterschiedlichen Anforderungen zeitlich getrennt werden. Wenn ein Prozess oder ein System gegensätzliche, widersprüchliche Anforderungen erfüllen soll, versucht man das System so zu gestalten, dass die gegensätzlichen Anforderungen zu unterschiedlichen Zeiten auftreten.

Das Konzept beruht auf der so genannten “operativen Zeit“, wobei damit gemeint ist, zu welcher exakten Zeit die unterschiedlichen Anforderungen benötigt werden.



Fragen, die hierbei zu stellen und beantworten sind:

Wird die Eigenschaft A jederzeit benötigt oder nur zu einer bestimmten Zeit?

Wenn die Eigenschaft A nicht immer benötigt wird kann eine Trennung bzw. Separation in der Zeit erfolgen.

### Methode

Innovative Prinzipien, die die Separation in der Zeit unterstützen (diese Liste ist nicht vollständig)

- IP 15 - Dynamisierung**
- IP 34 - Beseitigung und Regeneration**
- IP 10 - Vorgezogene Aktion**
- IP 09 - Vorgezogene Gegenaktion**
- IP 11 - Vorbeugemaßnahme**

### Beispiel – Produkt



Ein Lineal sollte so lang als möglich sein, um eine lange Distanz messen zu können, jedoch sollte es auch klein sein damit es in einer Hosentasche Platz hat.

Das innovative Prinzip 15 “Dynamisierung” ist die Lösung zu diesem Widerspruch. Erhöhung des internen Freiheitsgrads des Lineals.

Ein Produkt das dieses Prinzip in sich trägt ist das “Rollmaß”



## Beispiel

### Problemformulierung:

Während eines Gefechtes im Krieg müssen Kanonen so schnell als möglich geladen werden, um möglichst viele Schüsse auf den Gegner abzufeuern.



Foto R. Adunka



Wenn nun das Schiesspulver schnell in den Lauf des Kanonenrohrs eingebracht wird, kann sich das Pulver durch glühende Restpartikel oder durch einen Funkenschlag selbst entzünden. Das heißt, dass ein schnelles Nachladen sehr gefährlich ist. Die Aufgabe ist es nun, eine schnell feuernde Kanone zu entwickeln. Es kann nun diese Aufgabe in einen physikalischen Widerspruch übersetzt werden:

Die Ladezeit der Kanone sollte kurz sein (um möglichst viele Schüsse abzufeuern) UND  
Die Ladezeit der Kanone sollte lang sein (um die Kanone möglichst sicher zu laden)

Die operative Zeit der Funktion "schnelles Schiessen" kann von der operativen Zeit der Funktion "Kanone laden" getrennt betrachtet werden. Somit kann das Konzept der Separation in der Zeit angewandt werden um neue Ideen zu generieren.

Eines der vorgeschlagenen Innovativen Prinzipien, die die Separation in der Zeit unterstützen, ist IP 10 - Vorgezogene Aktion.

### IP 10 - Vorgezogene Aktion

A. Führe die notwendige Aktion – teilweise oder zur Gänze – im voraus aus  
Ordne die Objekte so an, dass sie ohne Zeitverlust vom richtigen Ort aus arbeiten können

#### Lösung:

„Kanonenbüchsen“ haben das Schiesspulver und das Treibmittel in getrennten Kammern. Diese Kammern werden extra für jeden Schuss eingebracht. Eine große Anzahl dieser mit Schießpulver gefüllten Kanonenhülsen kann für einen Kampf vorbereitet werden. Die Kugel wird weiterhin von vorne in das Kanonenrohr eingebracht. Damit verminderte sich das Risiko einer ungewollten frühzeitigen Zündung enorm.

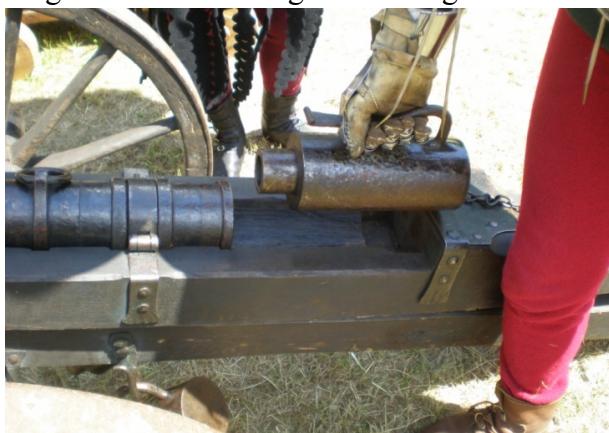


Foto R. Adunka



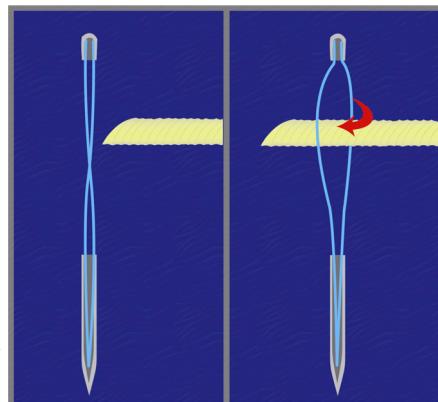
## Beispiel: Nadel mit einem "dynamischen Öhr"



Es ist sehr schwer dickes Garn durch ein kleines Nadelöhr zu bekommen. Der physikalische Widerspruch kann wie folgt definiert werden:

Das Nadelöhr muss groß sein um das Garn schnell und einfach durchstecken zu können UND das Nadelöhr soll so klein wie möglich sein, damit man damit den Stoff beim Nähen nicht verletzt.

Beim Zerlegen des Widerspruchs in Zeit kann das Problem formuliert werden als:



**Das Öhr muss groß sein beim Zeitpunkt des Einfädelns und es muss klein sein während des Nähens (siehe Abbildung)**

R. Pace aus Großbritannien designte eine Nadel aus zwei dünnen flexiblen Drähten. Die Drähte wurden an einem Ende zusammengeschweißt, um 270° gedreht und am anderen Ende wieder verschweißt.

Das Ergebnis sieht wie eine gewöhnliche Nadel aus, aber wenn sie ein wenig gedreht wird ergibt sich eine große Öffnung um den Garn durch zu stecken. (Quelle: Ideation, TRIZ Tutorial)

### 5.3.1.2 – Separation im Raum

#### Definition

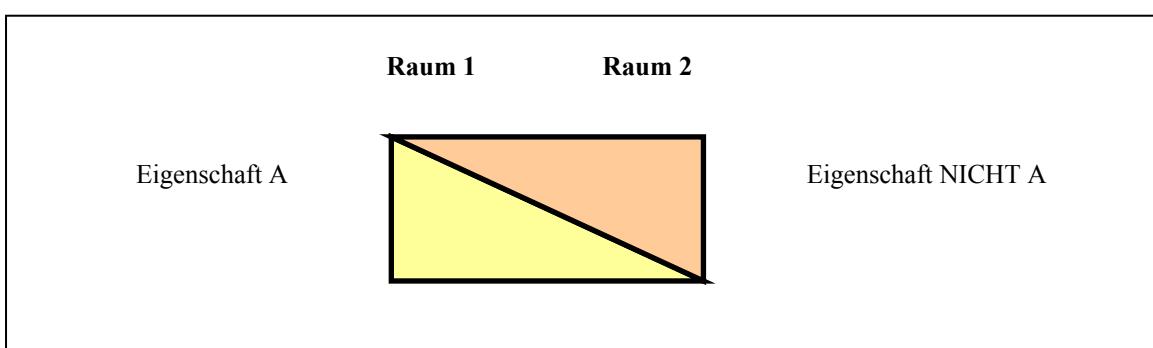


Das Konzept besagt, wie der Name sagt, dass die unterschiedlichen Anforderungen räumlich getrennt werden. Wenn ein Prozess oder ein System gegensätzliche, widersprüchliche Anforderungen erfüllen soll, versucht man das System so zu gestalten, dass die gegensätzlichen Anforderungen an unterschiedlichen Orten auftreten. Hierbei hilft die Unterteilung des Systems in seine Subsysteme.

Das Konzept beruht auf den so genannten "operativen Ort" bzw. "operativen Raum", wobei damit gemeint ist, an welchem Ort exakt die unterschiedlichen Anforderungen benötigt werden.



#### Modell



Fragen, die hierbei zu stellen und beantworten sind:

Wird die Eigenschaft A überall gebraucht oder nur an bestimmten Orten?

Wenn die Eigenschaft A nicht überall gebraucht wird, können wir versuchen sie räumlich zu trennen.

## Methode

Innovative Prinzipien die die Separation im Raum unterstützen (diese Liste ist nicht vollständig)



- IP 01 – Segmentierung**
- IP 02 - Abtrennung**
- IP 03 - örtliche Qualität**
- IP 04 – Asymmetrie**
- IP 07 - Verschachtelung**
- IP 13 - Umkehr**
- IP 17 - Höhere Dimension**

## Beispiel – Produkt

Ein Kaffebecher soll den Kaffee für eine bestimmte Zeit warm halten und der Becher soll nicht so heiß werden, dass man sich die Finger verbrennt.

**IP 07 – Verschachtelung** wird in diesem Beispiel angewandt.

Starbucks nutzt dieses Prinzip:

Quelle: [www.jeremyadamdavis.com](http://www.jeremyadamdavis.com)



Foto R. Adunka

## Beispiel :

### Problem Formulierung :

Bei Wettkämpfen im Mittelalter muss die Rüstung eines Kämpfers ihm vor Verletzungen schützen. Ebenfalls ist es wichtig, dass die Rüstung für die Zuschauer gut aussieht. Dies kann durch die Nutzung modischer Stoffe erfolgen.

Die Aufgabe ist nun eine attraktive Rüstung, die stofflichen Charakter hat, zu entwickeln.

Dieses Problem kann in einen physikalischen Widerspruch übersetzt werden:

- Die Rüstung muss aus Metall sein, um den Kämpfer zu schützen
- UND
- die Rüstung soll nicht aus Metall sein um gut auszusehen.

Der operative Ort der Funktion "Schütze den Kämpfer" (innen) ist klar zu trennen vom operativen Ort der Funktion "Sicherstellen eines guten Aussehens".

Das Konzept der Separation im Raum kann angewandt werden um neue Ideen zu generieren.

Einer der vorgeschlagenen Innovativen Prinzipien Separation im Raum ist **IP 03 - örtliche Qualität**.

## IP 03 - örtliche Qualität

A. Übergang von einer homogenen Struktur zu einer heterogenen

B. Verschiedene Teile des Systems sollen verschiedene Funktionen erfüllen

Jede Komponente eines Systems unter den für sie individuell optimalen Bedingungen einsetzen



Foto R. Adunka

## Lösung:

Die so genannte "Brigantine" ist eine Rüstung, deren Innenseite aus Metallplatten besteht und deren Außenseite aus Stoff oder Leder besteht. Es war eine Art von kugelsicherer Weste des 15ten Jahrhunderts.

## Beispiel: Beschichtete Werkstücke aus Metall



Metalloberflächen werden wie folgt chemisch beschichtet:

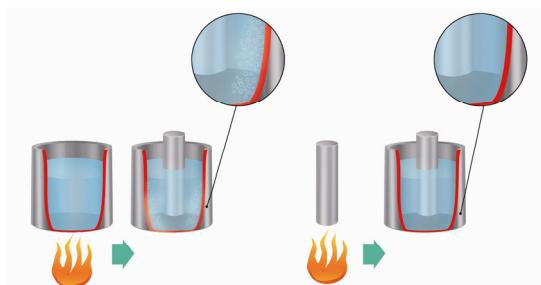
Das Metallwerkstück wird in einem mit Metallsalzlösung (z.B.: Nickel, Kobalt,...) gefüllten Bad eingetaucht. Während der darauf folgenden chemischen Reaktion wird Metall von der Lösung ausgeschieden und haftet an der Oberfläche des Werkstücks. Je höher die Temperatur ist, umso schneller läuft dieser Prozess ab. Bei hohen Temperaturen zerfällt die Lösung und bis zu 75% der Chemikalien gehen durch das Anhaften am Grund und seitlich des Metallsalzbades verloren. Wenn Stabilisatoren hinzu gegeben werden ist der Prozess nicht effektiv genug und wenn der Prozess bei tieferen Temperaturen abläuft, verringert es die Durchlaufzeit der Werkstücke.

Um das Prinzip der Separation im Raum anzuwenden, können folgende Frage gestellt werden: Wird der Parameter, in diesem Fall die hohe und niedrige Temperatur überall benötigt, oder ist es nur wichtig eine hohe Temperatur an einem bestimmten Ort zu haben? Wenn die Temperatur nicht überall hoch oder tief sein muss kann das Konzept „Separation im Raum“ angewandt werden.

In diesem Fall wird eine hohe Temperatur nur in der Nähe der Werkstücke benötigt, jedoch nicht in anderen Bereichen des Metallsalzbades. Wie kann dieses Problem gelöst werden?

Die Antwort ist folgende:

Das Werkstück wird auf eine bestimmte Temperatur vor dem Eintauchen aufgeheizt und der Prozess selbst läuft bei tieferen Temperaturen ab. Die Lösung für dieses Problem ist heiß in der Nähe des Werkstückes und überall sonst kalt. (Eine Möglichkeit ist das Anlegen einer elektrischen Spannung während des Beschichtungsprozesses)



(Quelle: Ideation, TRIZ Tutorial)

### 5.3.1.3 –Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile

#### Definition



Das Konzept der Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile kann Widersprüche lösen indem ein hilfreicher Prozess erfolgt wenn spezielle Bedingungen bestehen.

Das System oder die Umwelt werden in einer Art und Weise geändert, dass nur der gewünschte Prozess erfolgt.



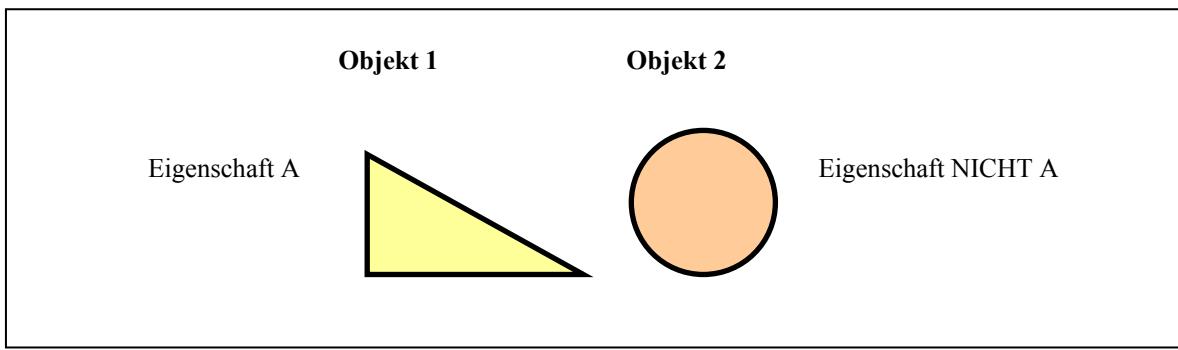
Beispiel: In der Küche – Ein Sieb lässt Wasser durch, aber nicht die Nudeln.



#### Modell

Frage ,die hierbei zu stellen und beantworten ist:

Können wir die Verhältnisse des Systems oder ihrer Umgebung so verändern, dass beide Eigenschaften A und NICHT A befriedigt werden können.



## Methode

Innovative Prinzipien die die Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile unterstützen  
(diese Liste ist nicht vollständig)

- IP 03 - örtliche Qualität**
- IP 17 - Höhere Dimension**
- IP 19 - Periodische Schwingung**
- IP 32 - Farbveränderung**
- IP 31 - Poröse Materialien**
- IP 40 - Verbundmaterial**

Notiz: In diesem Fall sind die Zusammenhänge zwischen dem Separationskonzept und den Innovativen Prinzipien nicht immer augenscheinlich.

## Beispiel

### Problemformulierung:

Ein Kunde eines Sägewerkes will reine Sägespäne kaufen. Ein Vakuum wird angelegt um die Umgebung des Sägeblattes abzusaugen. Die Sägespäne werden dann durch ein Metallsaugrohr zu einem Sammeltank geführt. Es kommt nun auch des Öfteren vor, dass kleine Stücke Holz angesaugt werden und der Sammeltank dadurch nicht nur reine Sägespäne enthält.

Der Widerspruch kann wie folgt formuliert werden:

Die Saugkraft (Vakuum) sollt stark genug sein um alle Sägespäne einzusaugen. Sie muss aber so gering sein, dass keine Holzstücke mitgesaugt werden können.



### Lösung:

Durch die Erhöhung des Querschnittsdurchmessers des Saugrohrs mit einer speziellen Länge können die Strömungsverhältnisse so verändert werden, dass kleine Holzstücke gesammelt werden und nicht in das Sammelrohr und dann in den Sammeltank kommen.

### 5.3.1.4 – Separation durch Bedingungswechsel

#### Definition

Das Konzept besteht darin, dass gegensätzliche Anforderungen im Gesamtobjekt oder in dessen Teilen separiert werden.

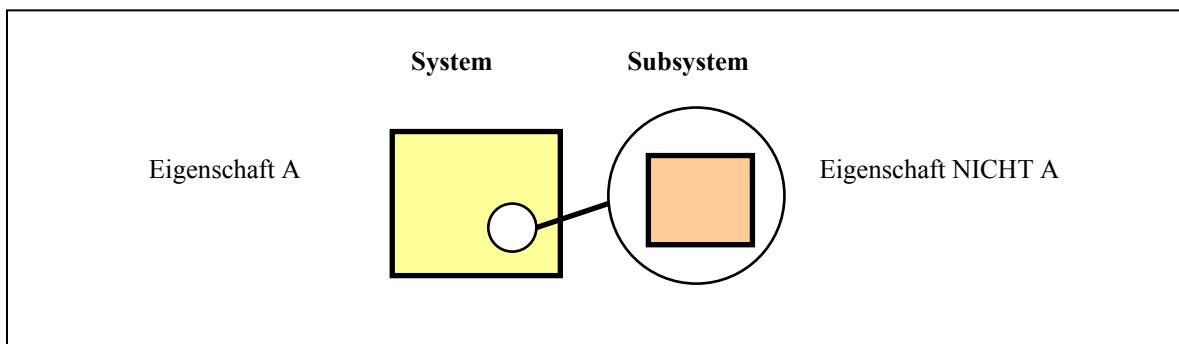
Wenn ein System widersprüchliche Funktionen zu erfüllen hat, versuche das System zu trennen und eines der widersprüchlichen Funktionen zu einem oder mehreren Subsystemen überzuführen. Das ursprüngliche System beinhaltet die restlichen Funktionen oder Verhältnisse.



#### Modell

Fragen ,die hierbei zu stellen und beantworten sind:

- Können die Eigenschaft A und NICHT A durch die Übergabe eines der Eigenschaften an das gesamte System oder an einzelne Teile erfüllt werden?



### **Beispiel: Schraubstock - Klemmen von Werkstücken mit einer Komplexen Geometrie**

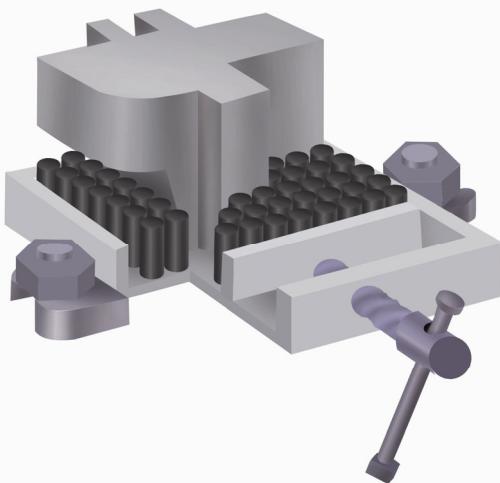
Um ein komplexes Werkstück klemmen zu können müssen die Klemmbacken eines Schraubstocks eine spezielle Geometrie aufweisen. Meistens funktionieren spezielle Klemmbacken nur für dieses eine Werkstück.. Natürlich ist es sehr teuer und braucht auch viel Zeit, solche Klemmbacken zu fertigen. Eine verformbare Klemmbacke würde das Werkstück justieren und festklemmen, aber die Klemmbacke wäre nicht steif genug.



Der physikalische Widerspruch wird wie folgt definiert:

Die Klemmbacke soll steif genug sein um das Werkstück zu halten und die Steifheit sollte weich genug sein, damit sich die Klemmbacke an die komplexe Geometrie anpassen kann.

Antwort: Verwende einen Schraubstock mit gewöhnlichen Backen, aber verwende auch mehrere harte Zylinder aus Metall die gegenseitig aneinander abgleiten. Dadurch passen sich diese an die komplexe Geometrie an und das Werkstück kann schnell gespannt werden (starke Formänderung im System und geringe Verformbarkeit im Subsystem) (siehe Abbildung)



(Quelle: Ideation, TRIZ Tutorial)

### **5.3.2 – Befriedigung (Effekte) & Umgehung (Bypass - Redesign)**

#### **Befriedigung:**

Wenn der physikalische Widerspruch nicht durch ein Separationsprinzip gelöst werden kann, könnte es hilfreich sein beide Anforderungen durch einen neuen Effekt simultan zu erfüllen (bzw. zu befriedigen)

In den meisten Fällen ist dies eine radikale Änderung der bestehenden Systemstruktur.

Die TRIZ Entwicklungsgesetze technischer Systeme helfen die Richtung zur Lösung des Widerspruchs durch einen solchen Paradigmenwechsel zu identifizieren:

Überführung in ein Supersystem inkludiert

Entwicklungstrends Mono-Bi-Poly

Entwicklungstrends zu einem erhöhten Unterschied zwischen den integrierten Systemen

→ siehe Entwicklungsgesetzte 6 (Das Gesetz vom Übergang zu einem Super-System ) und 7 Das Gesetz vom Übergang von einem Makro- zu einem Mikrolevel.

Überführung in ein Subsystem: (z.B.: Übersetzung zu alternativen Systemen)

→ siehe physikalischen, chemischen und geometrischen Effekten

Innovative Prinzipien, welche diese Überführung zu einem Sub- oder Supersystem unterstützen

(diese Liste ist nicht vollständig)

- IP 01 - Segmentierung**
- IP 05 - Vereinen**
- IP 12 - Äquipotential**
- IP 33 - Homogenität**

Notiz: In diesem Fall ist der Unterschied zwischen den Separationskonzept und den innovativen Prinzipien nicht so klar.

### Umgehung:

Wenn der physikalische Widerspruch nicht durch eines der Separationsprinzipien gelöst werden kann, könnte eine Lösung durch Umgehen beider Anforderung möglich sein. Diese Lösung kann dazu führen, dass sich die Ursache des Widerspruchs auflöst.

Das ist durch das TRIZ Werkzeug "Multidimensionales Denken" (9-Fenster) möglich.

Die Darstellung der einzelnen Fenster können helfen Probleme zu umgehen.

- Hinweis: Multidimensionales Denken - Systems Operator
- Hinweis: Entwicklungsgesetze 6 (Das Gesetz vom Übergang zu einem Super-System ) und 7 Das Gesetz vom Übergang von einem Makro- zu einem Mikrolevel.

	VERGANGENHEIT	GEGENWART	ZUKUNFT
SUPERSYSTEM	Was soll < jede Ressource des Supersystems > tun um das Auftreten des Problems vorzubeugen um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Was soll < jede Ressource im Supersystem > tun damit das System die nützlichen Funktionen erfüllt ohne schädliche Funktionen zu erzeugen und um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Wenn das Problem in der Gegenwart nicht gelöst wurde - was kann < jede Ressource im Supersystem > machen, damit das System das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) erzielen kann?
SYSTEM	Was soll < jede Ressource im System > tun um das Auftreten des Problems vorzubeugen um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Was soll < jede Ressource im System > machen damit das System die nützlichen Funktionen erfüllt ohne schädliche Funktionen zu erzeugen und um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Wenn das Problem in der Gegenwart nicht gelöst wurde - Was soll < jede Ressource im System machen, damit das System das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) erzielen kann?
SUBSYSTEM	Was soll < jede Ressource in den Subsystemen > tun um das Auftreten des Problems vorzubeugen um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Was soll < jede Ressource in den Subsystemen > machen damit das System die nützlichen Funktionen erfüllt ohne schädliche Funktionen zu erzeugen und um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Wenn das Problem in der Gegenwart nicht gelöst wurde - Was soll < jede Ressource in den Subsystemen > machen, damit das System das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) erzielen kann?

## 5.4. Effekte

### Definition

Die Nutzung von wissenschaftlichen Effekten und Phänomenen hilft dem Erfinder Lösungen mit einem hohen Innovationsgrad zu entwickeln, da damit das formulierte Problem (Widerspruch) auf dem physikalischen Level gelöst wird.



Um die richtigen Effekte zu finden hat Altshuller physikalische Phänomene gesammelt und diese nach den erforderlichen Effekten oder Eigenschaften strukturiert. Dadurch wurde eine spezielle Wissensdatenbank geboren. Aufbauend auf dieser Datenbank wurden Jahre danach diverse Softwareprogramme und Online Angebote entwickelt.

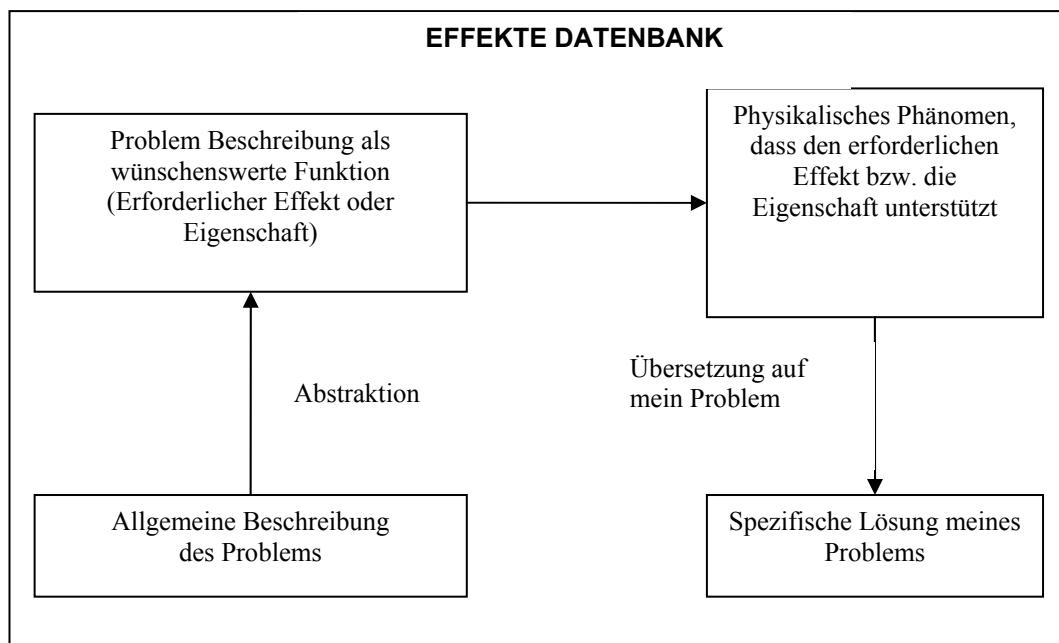
Die traditionelle Klassifizierung der Effekte bei TRIZ ist die Gliederung in physikalische, chemische und geometrische Effekte.

- Physikalische Effekte: Ermöglichen eine Überführung von einer Energieform in eine andere.
- Chemische Effekte: Ermöglichen, dass einige Stoffe von anderen etwas durch Absorption oder Emission von Energie erhalten.
- Geometrische Effekte: Organisieren und Neu- oder Umverteilen von Energieflüssen und Stoffen, die im System vorhanden sind.

Anmerkung: Geometrische Effekte starten dort, wo physikalische und chemische Effekte enden.

Notiz: Innerhalb der TRIZ Literatur wurden die umfassendsten Erfahrungen und Studien der geometrischen Effekte von Igor L. **Vikentiev** publiziert.

## Modell



## Methode

Physikalische Phänomene, welche folgenden Auswirkungen auf gewisse Charakteristika von Stoffen haben, wurden von Altschuller und seinen Kollegen gesammelt:  
(see Annex – In Englisch).

1. Measure temperature
2. Reducing temperature
3. Increasing temperature
4. Temperature stabilization



5. Object location
6. Moving an object
7. Moving a liquid or gas
8. Moving an aerosol (dust particles, smoke, mist, etc.)
9. Formation of mixtures
10. Separating mixtures
11. Stabilizing object position
12. Generating and/or manipulating force
13. Changing friction
14. Crashing objects
15. Accumulating mechanical and thermal energy
16. Transferring energy through mechanical, thermal, radiation, or electric deformation
17. Influencing moving object
18. Measuring dimensions
19. Varying dimensions
20. Detecting surface properties and/or conditions
21. Varying surface properties
22. Detecting volume properties and/or conditions
23. Varying volume properties
24. Developing certain structures, structure stabilization
25. Detecting electric and magnetic fields
26. Detecting radiation
27. Generating electromagnetic radiation
28. Controlling electromagnetic fields
29. Controlling light, light modulation
30. Initiating and intensification of chemical reactions

Aufgelistet wurden auch physikalische Phänomene, die die folgenden „erforderlichen Effekte von Eigenschaften“ unterstützen: (siehe Anhang - deutsch):

- Möglichkeiten der gesamten Veränderung
- Möglichkeiten der Steigerung
- Möglichkeiten der Reduzierung
- Möglichkeit der Stabilisierung
- Möglichkeiten der Messung

#### Liste der Eigenschaften

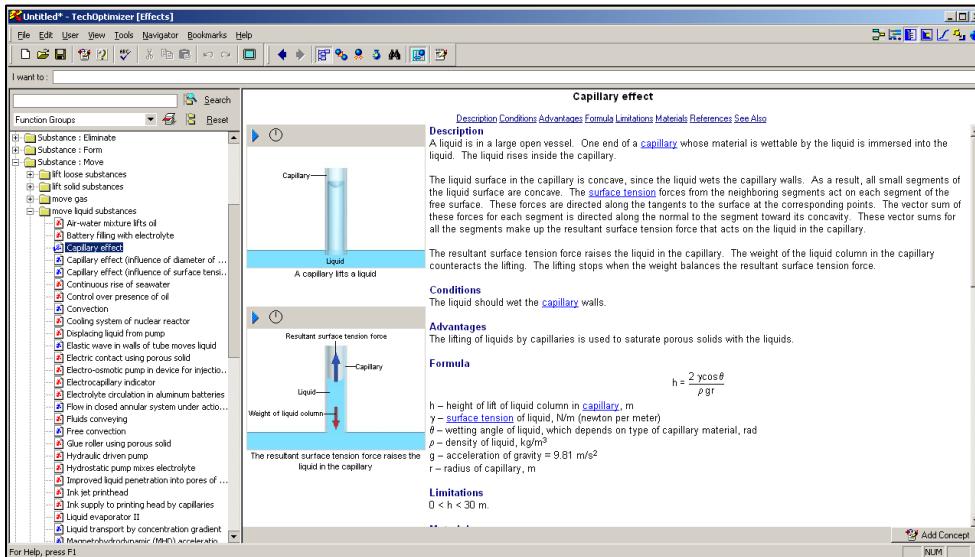
1. Gewicht
2. Umfang
3. Oberfläche
4. Länge
5. Oberflächengestaltung
6. Dichte
7. Geschwindigkeit
8. Kraft
9. Druck
10. Druckgefälle
11. Temperatur
12. Temperaturgefälle
13. Stärke

14. Helligkeit
15. Energie
16. Kraft
17. Homogenität
18. Schmierfähigkeit
19. Leistungsfähigkeit
20. Elektrische Eigenschaften
21. Leitfähigkeit
22. Wärme
23. Magnetismus
24. Porosität
25. Viskosität
26. Härte
27. Ton/
28. Ultraschall
29. Farbe

## **Effekte-Datenbanken:**

Diese Art der Sammlung physikalischer Effekte wurde auch in einige Softwareprogramme aufgenommen:

### **Software Invention Machine Inc.: TechOptimizer/Goldfire Innovator**



### **Function Database CREA X : <http://fuction.creax.com>**



## 5.5 Stoff-Feld Ressourcen

### Definition

TRIZ empfiehlt das Verwenden von internen, externen Neben- und Abfallprodukten und komplexen Stoff-Feld Ressourcen des bestehenden Systems im Lösungsprozess. Das erfüllt die Anforderungen eines idealen Systems und führt zu guten Lösungen mit minimaler Veränderung des Systems.



Sobald die Widersprüche des technischen Systems identifiziert und definiert wurden, sollte evaluiert werden, welche Ressourcen verwendet werden können um die Widersprüche zu lösen. TRIZ schlägt vor, den Widerspruch mit den vorhandenen Stoff-Feld Ressourcen für ein bestehendes System zu lösen. Dadurch werden die Anforderungen für ein Ideales System erfüllt.

Eine Ressource kann in TRIZ alles sein, dass zur Problemlösung und Verbesserung des Systems führen kann. Ressourcen sollten leicht verfügbar sein, entweder gratis oder zu geringen Kosten. Sie können innerhalb oder außerhalb des System oder Supersystem sein. Des weiteren können Ressourcen Stoffe oder Felder sein. Andere Ressourcen beinhalten Raum und Zeit oder andere nahe liegende Systeme.

Die Identifikation dieser Ressourcen bietet eine Fülle von Möglichkeiten von Lösungskonzepten und können einfach entwickelt werden. Jede Ressource ist eine potentielle Lösung für mein Problem. Je mehr Ressourcen zur Verfügung stehen, desto größer ist auch die Anzahl der Lösungskonzepte und desto schneller kommt man zur Lösung.

Die Basis der stärksten und effizientesten Lösungen sind Ressourcen eines existierenden Systems und ihrer Elemente. Mit der Verwendung von Ressourcen sollte nicht immer etwas von außen zum System hinzugefügt werden, sondern man kann gut mit internen Ressourcen das Problem lösen.

Ressourcen spielen auch in zwei weiteren TRIZ Werkzeugen eine Rolle:

Bei der Verwendung des Multidimensionales Denkens (System Operator) um Ressourcen zu finden bzw. zu verbessern

Bei der Suche von Ressourcen um einen physikalischen Widerspruch neu zu formulieren und zu lösen (siehe ARIZ Teil 3)

### Modell

Welche Arten von Ressourcen werden für die Problemlösung herangezogen?

Die Ressourcen können klassifiziert werden als Stoffe, Energie, Raum, Zeit, Funktionen, Informationen und kombinierte Ressourcen.

**Die Stoffressourcen** sind alle Stoffe und Eigenschaften von Stoffen (z.B.: Phasenübergänge, thermische, elektrische, optische Leitfähigkeit, etc) die im betrachteten System und in dessen Umgebung vorkommen.

**Die Energieressourcen** sind alle bekannten Arten von Energie und Feldern (elektrische, elekt-

romagnetische, thermische, thermische Felder, etc.). Diese Ressourcen sind alle im betrachteten System vorhanden oder in der Umgebung (extern).

**Die Raumressourcen** werden definiert als unbesetzter Raum oder als "Loch", der herangezogen werden kann um die Effizienz oder Funktionalität des derzeitigen Systems zu verbessern.

**Die Zeitressourcen** sind in erster Linie die zeitkritischen am Anfang von Hauptproduktionsprozessen und zweitens, kann es die Zeit von zwei unterschiedlichen Abschnitten eines Produktionsprozesses sein. Beide dieser Intervalle können verwendet werden um die Hauptaufgabe des Systems zu verbessern.

**Die Informationsressourcen** werden hauptsächlich für die Lösung von Problemen in den Bereichen Messung, Nachweis und Trennen von Stoffen angewendet. In diesen Fällen sind Informationsressourcen Daten über die Parameter der Stoffe, Felder, Veränderungen der Eigenschaften oder Objekt. Je mehr Unterschiede von einem Stoff zum anderen gefunden werden, desto effizienter kann dieser Stoff gemessen oder gefunden bzw. nachgewiesen werden

**Die Funktionsressourcen** sind eine Möglichkeit um bekannte Funktionen eines Objektes für einen umgekehrten Gebrauch oder für eine neue Funktion im System zu verwenden. Eine Möglichkeit um zusätzliche Funktionen nach einigen Veränderungen zu entfernen ist ebenfalls eine Funktionsressource. Dies ist im Bereich der Ressourcennutzung ein großer Vorteil, weil gerade das Wissen und die Anwendung von verschiedenen Eigenschaften oder Charakteristiken durch eine neue Funktion desselben Stoffes ein sehr hohes Erfindungspotential darstellt.

Notiz: Die Suche von Funktionsressourcen kann manchmal banal sein, weil diese meistens bereits aufgelistet sind.

**Die kombinierten Ressourcen** sind Kombinationen der oben angeführten Hauptressourcen. Manchmal befindet sich keine Ressource im System, die das Problem lösen könnte. Das kann geändert werden, indem man bestehende Stoffe und ihre Eigenschaften in dem System kombiniert.

Zum Beispiel:

Wasser – Eis, Eis – Wasser durch Temperaturänderung

Eisen magnetisieren

Feste Stoffe können die Größe verändern durch Erwärmen oder Abkühlen

## Wie können Ressourcen für die Problemlösung verwendet werden?

Hier ist eine mögliche Vorgehensweise angeführt:

Formuliere das Problem;

Verfasse eine Liste der Ressourcen in folgender Reihenfolge: Interne, Externe, Abfallprodukte und komplex

Definiere die Art der Ressourcen, die für die Problemlösung hilfreich sein können

Bewerte jede der vorhandenen Ressourcen und den Nutzungsgrad

Empfehle, wie die gefundene Ressource eingesetzt werden kann.

## Methode

Siehe Anhang Stoff-Feld Ressourcen



Anmerkung: Das multidimensionale Denken (System Operator) ist ein hilfreiches Werkzeug um Ressourcen durch eine systematische Suche des Systems, ihrer Teile (Subsystem) und der Umwelt (Supersystem) im gesamten Lebenszyklus zu finden.

## 5.6 Anhang

### 5.6.1 – Die 40 Innovativen Prinzipien

*Quelle:*

*G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000)*



#### IP 01 - Segmentierung

- Zerlege ein Objekt in unabhängige Teile
- Führe das Objekt zerlegbar aus
- Erhöhe den Grad an Unterteilung, sorge für leichte Zerlegbarkeit / Zusammenfügbarkeit

#### IP 02 - Abtrennung

- Entfernung oder Abtrennung des störenden Teiles (des Objektes)
- Den notwendigen Teil bzw. die wesentliche Eigenschaft alleine einsetzen oder herausnehmen

#### IP 03 - örtliche Qualität

- Übergang von einer homogenen Struktur zu einer heterogenen
- Verschiedene Teile des Systems sollen verschiedene Funktionen erfüllen
- Jede Komponente eines Systems unter den für sie individuell optimalen Bedingungen einsetzen

#### IP 04 - Asymmetrie

- Ersetze symmetrische Formen durch asymmetrische
- Erhöhe den Grad an Asymmetrie, wenn diese schon besteht

#### IP 05 - Vereinen

- Gruppieren gleichartige oder zur Zusammenarbeit bestimmte Objekte räumlich zusammen; kopple sie
- Vertakte gleichartige oder zur Zusammenarbeit bestimmte Objekte; kopple sie zeitlich

#### IP 06 - Universalität

- Das System erfüllt mehrere unterschiedliche Funktionen, wodurch andere Systeme oder Objekte überflüssig werden

#### IP 07 - Verschachtelung

- Ein Objekt befindet sich im Inneren eines anderen, das sich ebenfalls im Inneren eines dritten befindet (Matroschka-Prinzip)
- Das Objekt passt in oder durch den Hohlraum eines anderen

#### IP 08 - Gegengewicht

- Das Gewicht des Objektes kann durch Koppelung an ein anderes, entsprechend tragfähiges Objekt kompensiert werden
- Das Gewicht des Objektes kann durch aerodynamische oder hydraulische Kräfte kompensiert werden

#### IP 09 - Vorgezogene Gegenaktion

- Vor der Ausführung einer Aktion muss eine erforderliche Gegenaktion vorab ausgeführt werden

- Muss ein Objekt in Spannung sein, dann muss vorab die Gegenspannung erzeugt werden

## IP 10 - Vorgezogene Aktion

- Führe die notwendige Aktion – teilweise oder zur Gänze – im voraus aus
- Ordne die Objekte so an, dass sie ohne Zeitverlust vom richtigen Ort aus arbeiten können

## IP 11 - Vorbeugemaßnahme

- Kompensierte die schlechte Zuverlässigkeit eines Systems durch vorher ergriffene Gegenmaßnahmen „Vorher unterlegtes Kissen“

## IP 12 - Äquipotential

- Verändere die Bedingungen so, dass das Objekt mit konstanten Energiepotential arbeiten kann, also beispielsweise weder angehoben noch abgesenkt werden muss

## IP 13 - Umkehr

- Implementiere anstelle der durch Spezifikation diktieren Aktion die genau gegenteilige Aktion
- Mache ein unbewegliches Objekt beweglich oder ein bewegliches unbeweglich
- Stelle das System „auf den Kopf“, kehre es um

## IP 14 - Krümmung

- Ersetze lineare Teile oder flache Oberflächen durch gebogene, kubische Strukturen durch sphärische
- Benutze Rollen, Kugeln, Spiralen
- Ersetze lineare Bewegungen durch rotierende, nutze die Zentrifugalkraft aus

## IP 15 - Dynamisierung

- Gestalte ein System so, dass es sich automatisch unter allen Betriebszuständen auf optimale Performance einstellt
- Zerteile ein System in Elemente, die sich untereinander optimal arrangieren können
- Mache ein unbewegliches Objekt beweglich, verstellbar oder austauschbar

## IP 16 - Partielle / überschüssige Wirkung

- Wenn es schwierig ist, 100% einer geforderten Funktion zu erreichen, verwirkliche etwas mehr oder weniger, um so das Problem deutlich zu vereinfachen

## IP 17 - Höhere Dimension

- Umgehe Schwierigkeiten bei der Bewegung eines Objektes entlang einer Linie durch eine zweidimensionale Bewegung
- Plaziere das Objekt geneigt oder kippe es
- Nutze die Rückseite oder Projektionen auf die Rückseite bzw. in die Nachbarschaft des Objektes
- Ordne Objekte in mehreren statt einer Ebene an

## IP 18 - Mechanische Schwingung

- Versetze ein Objekt in Schwingung
- Oszilliert das Objekt bereits, erhöhe die Frequenz
- Benutze die Resonanzfrequenz(en)
- Piezovibration

Ultraschall und elektromagnetische Felder

### **IP 19 - Periodische Schwingung**

- Übergang von kontinuierlicher zu periodischer Wirkung
- Liegt bereits eine periodische Aktion vor, verändere deren Frequenz
- Benutze Pausen zwischen einzelnen Impulsen, um andere Aktionen einfügen zu können

### **IP 20 - Kontinuität**

- Führe eine Aktion ohne Unterbrechung aus, alle Komponenten sollen ständig mit gleicher Belastung arbeiten
- Schalte Leerläufe und Unterbrechungen aus

### **IP 21 - Durcheilen und Überspringen**

- Führe schädliche oder gefährliche Aktionen mit sehr hoher Geschwindigkeit durch

### **IP 22 - Schädliches in Nützliches**

- Nutze schädliche Faktoren oder Effekte – speziell aus der Umgebung – positiv aus
- Beseitige einen schädlichen Faktor durch Kombination mit einem anderen schädlichen Faktor
- Verstärke einen schädlichen Einfluss soweit, bis er aufhört schädlich zu sein

### **IP 23 - Rückkoppelung**

- Führe eine Rückkoppelung ein
- Ist eine Rückkoppelung vorhanden, ändere sie oder kehre sie um

### **IP 24 - Mediator, Vermittler**

- Nutze ein Zwischenobjekt, um die Aktion weiterzugeben oder auszuführen
- Verbinde das System zeitweise mit einem anderen, leicht zu entfernenden Objekt

### **IP 25 - Selbstversorgung, -bedienung**

- Das System soll sich selbst bedienen und Hilfs- sowie Reparaturfunktionen selbst ausführen
- Nutze Abfall und Verlustenergie

### **IP 26 - Kopieren**

- Benutze eine billige, einfache Kopie anstatt eines komplexen, teuren, zerbrechlichen oder schlecht handhabbaren Objekts
- Ersetze ein System oder Objekt durch eine optische Kopie oder Abbildung. Hierbei kann der Maßstab verändert werden
- Gehe zu infraroten oder ultravioletten Abbildern über

### **IP 27 - Billige Kurzlebigkeit**

- Ersetze ein teures System durch ein Sortiment billiger Teile, wobei auf einige Eigenschaften (wie Langlebigkeit) verzichtet wird

### **IP 28 - Mechanik ersetzen**

- Ersetze ein mechanisches System durch ein optisches, geruchsaktives oder akustisches System
- Benutze elektrische, magnetische Systeme oder eine Kombination aus beiden
- Ersetze Felder: stationäre durch bewegliche; konstante durch periodische; strukturlose durch strukturierte

## IP 29 - Pneumatik, Hydraulik

- Ersetze feste, schwere Teile eines Systems durch gasförmige oder flüssige. Nutze Wasser oder Luft zum Aufpumpen
- Luftkissen; hydrostatische Elemente

## IP 30 - Flexible Hüllen und Filme

- Ersetze übliche Konstruktionen durch flexible Hüllen oder dünne Filme
- Isoliere ein Objekt von der Umwelt durch einen dünnen Film oder eine Membran

## IP 31 - Poröse Materialien

- Gestalte ein Objekt porös oder füge poröse Materialien (Einsätze, Überzüge, ...) hinzu
- Ist ein Objekt bereits porös, dann fülle die Poren vorab mit einem vorteilhaften Stoff

## IP 32 - Farbveränderung

- Verändere die Farbe oder Durchsichtigkeit eines Objekts oder der Umgebung
- Nutze zur Beobachtung schlecht sichtbarer Objekte oder Prozesse geeignete Farbzusätze
- Setze Leuchtstoffe, lumineszente oder anderwärzig markierte Substanzen ein

## IP 33 - Homogenität

- Fertige interagierend Objekte aus demselben oder aus ähnlichen Material

## IP 34 - Beseitigung und Regeneration

- Beseitige oder verwerte (ablegen, auflösen, verdampfen) diejenigen Teile des Systems, die ihre Funktion erfüllt haben und unbrauchbar geworden sind
- Stelle verbrauchte Systemteile unmittelbar – in einem Arbeitsgang – wieder her

## IP 35 - Eigenschaftsänderung

- Ändere den Aggregatzustand eines Objektes: fest, flüssig, gasförmig; aber auch quasi-flüssig
- Ändere Eigenschaften wie Konzentration, Dichte, Elastizität, Temperatur

## IP 36 - Phasenübergang

- Nutze die Effekte während des Phasenübergangs einer Substanz aus: Volumenänderung, Wärmeentwicklung oder Wärmeabsorption

## IP 37 - Wärmeausdehnung

- Nutze die thermische Expansion oder Kontraktion von Materialien aus
- Benutze Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten

## IP 38 - Starkes Oxidationsmittel

- Ersetze Luft durch Sauerstoffangereicherte Luft
- Ersetze angereicherte Luft durch reinen Sauerstoff
- Setze Luft oder Sauerstoff ionisierenden Strahlen aus
- Benutze Ozon

## IP 39 - Inertes Medium

- Ersetze die übliche Umgebung durch eine inerte
- Führe den Prozess im Vakuum aus

## IP 40 - Verbundmaterial

- Ersetze homogene Stoffe durch Verbundmaterialien

## 5.6.2 – Die 39 Technischen Parameter

Quelle: G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*)



### TP 01 - Gewicht eines bewegten Objektes

Die Masse oder Gravitationskraft, die ein beweglicher oder bewegter Gegenstand ausübt. Bewegung schließt jeglichen Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems ein. Dies kann linear oder rotierend geschehen.

### TP 02 - Gewicht eines stationären, unbewegten Objektes

Die Masse oder Gravitationskraft, die ein beweglicher oder sich bewegender Gegenstand ausübt. „Unbeweglich“ umfasst alle Situationen, in denen es keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems gibt.

### TP 03 - Länge/Winkel eines bewegten Objektes

Jegliche lineare oder gewinkelte Dimension in Zusammenhang mit einem beweglichen oder bewegten Gegenstand. „Bewegt“ umfasst alle Situationen, in denen ein Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht. Die relative Bewegung kann entweder nur einige Mikrometer groß, marginal oder von erheblichem Umfang sein.

### TP 04 - Länge/Winkel eines stationären, unbewegten Objektes

Jegliche lineare oder gewinkelte Dimension im Zusammenhang mit einem unbewegten Gegenstand. „Unbewegt“ umfasst alle Situationen, in denen keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

### TP 05 - Fläche (Bereich) eines bewegten Objektes

Jegliche, auf die Oberfläche oder das Oberflächensegment bezogene Dimension. Diese kann intern oder extern sein. Dies umfasst sowohl Berührungsflächen als auch tatsächliche Oberflächen. „Bewegt“ umfasst alle Situationen, in denen ein Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

### TP 06 - Fläche (Bereich) eines stationären, unbewegten Objektes

Jegliche auf die Oberfläche oder das Oberflächensegment bezogene Dimension. Diese kann intern oder extern sein. Dies umfasst sowohl Berührungsflächen als auch tatsächliche Oberflächen. „Unbewegt“ umfasst alle Situationen, in denen keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

### TP 07 - Volumen (Ausdehnung) eines bewegten Objektes

Alles auf die räumliche Ausdehnung eines Objekts oder sein Umfeld Bezogene. „Bewegt“ umfasst alle Situationen, in denen ein Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

### TP 08 - Volumen (Ausdehnung) eines stationären, unbewegten Objektes

Alles auf die räumliche Ausdehnung eines Objekts oder sein Umfeld Bezogene. „Unbewegt“ umfasst alle Situationen, in denen keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

## TP 09 - Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit eines Gegenstandes oder einer Abfolge. Die Geschwindigkeit kann entweder relativ oder absolut, linear oder rotierend sein.

## TP 10 - Kraft / Drehmoment

Interaktion, die auf eine Zustandsänderung eines Objekts abzielt. Sie kann linear oder rotierend sein; der Begriff lässt sich ebenso gut auf Drehmoment anwenden. Gilt für statische und dynamische Kräfte.

## TP 11 - Druck / Spannung

Kraft, die auf eine bestimmte Fläche ausgeübt wird. Belastung bedeutet den Effekt bestimmter Kräfte auf ein Objekt. Belastungen können dehnbar oder gedehnt, statisch oder dynamisch sein. Zu den Parametern gehören hier auch Beanspruchung – sofern Länge nicht der Kernpunkt ist; dann wären Parameter 3 oder 4 anzuwenden.

## TP 12 - Form

Die interne oder externe Form oder das Profil eines Bestandteils oder des Systems, wie es ergonomisch und funktionell erforderlich ist; ästhetische Gesichtspunkte sind hier untergeordnet.

## TP 13 - Stabilität eines Objekts

Die Integrität eines Systems; das Verhältnis der konstituierenden Elemente eines Systems. Der Parameter kann auf der Makro (Bestandteil)- oder auf Mikro (Molekül)-Ebene angewandt werden. Chemische Aufspaltung, Trennung und zunehmende Entropie sollten allesamt als „Stabilitäts-Themen“ interpretiert werden.

## TP 14 - Festigkeit

Das Ausmaß der Fähigkeit eines Gegenstandes, zu dem er in der Lage ist, Kräften zu widerstehen, ohne sich zu verändern. Bruchfestigkeit. Kann maximale Biegefähigkeit bedeuten; dehnbar oder gedehnt; linear oder rotierend. Umfasst auch Widerstandsfähigkeit und Härte.

## TP 15 - Haltbarkeit eines bewegten Objektes

Die Zeit, die ein Gegenstand oder ein System benötigt, um eine Aktion durchzuführen. Die entsprechende Aktion kann nur wenige Millisekunden dauern, oder über mehrere Jahre hinweg ausgedehnt sein. Dieser Parameter ist von dem der „Zuverlässigkeit“ zu unterscheiden (Parameter 27), der sich auf den Zeitabschnitt bis zum Systemversagen bezieht – hier ist einzig die Zeitspanne selbst gemeint. „Bewegt“ umfasst alle Situationen, in denen ein Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehr Teilen eines zu analysierenden Problems besteht. Die relative Bewegung kann entweder nur einige Mikrometer groß, marginal oder von erheblichem Umfang sein.

## TP 16 - Haltbarkeit eines stationären, unbewegten Objektes

Die Zeit, die ein Gegenstand oder ein System benötigt, um eine Aktion durchzuführen. Die entsprechende Aktion kann nur wenige Millisekunden dauern, oder über mehrere Jahre hinweg ausgedehnt sein. Dieser Parameter ist von dem der „Zuverlässigkeit“ zu unterscheiden (Parameter 27), der sich auf den Zeitabschnitt bis zum Systemversagen bezieht – hier ist einzig die Zeitspanne selbst gemeint. „Unbewegt“ umfasst alle Situationen, in denen keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

## TP 17 - Temperatur

Gemessener oder wahrgenommener thermischer Zustand eines Gegenstandes oder des Systems. Umfasst andere thermische Parameter, wie Hitzekapazität, Leitfähigkeit, Strahlung und Konvektion.

## TP 18 - Helligkeit / Beleuchtungsintensität

Lichtfluss je Flächeneinheit, sowie jegliche damit verbundene Eigenschaft des Systems, wie Farbe, Helligkeit, Lichtqualität etc. Der Parameter bezieht sich sowohl auf die Helligkeit einer Lichtquelle als auch auf die Beleuchtung eines Objektes.

## TP 19 - Energieverbrauch eines bewegten Objektes

Das Ausmaß der Arbeitskapazität eines Gegenstandes. Dieser Parameter konzentriert sich auf die tatsächliche Energiemenge (anstatt auf die Effizienz des Energieverbrauchs – siehe Nr.27). „Bewegt“ umfasst alle Situationen, in denen ein Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehr Teilen eines zu analysierenden Problems besteht. Die relative Bewegung kann entweder nur einige Mikrometer groß, marginal oder von erheblichem Umfang sein.

## TP 20 - Energieverbrauch eines stationären, unbewegten Objektes

Das Ausmaß der Arbeitskapazität eines Gegenstandes. Dieser Parameter konzentriert sich auf die tatsächliche Energiemenge (anstatt auf die Effizienz des Energieverbrauchs – siehe Nr.27). „Unbewegt“ umfasst alle Situationen, in denen keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

## TP 21 - Leistung / Energie

Die Arbeitsgeschwindigkeit. Die Energieverbrauchsrate. Energieausstoßrate.

## TP 22 - Energieverlust

Energieverlust oder –Verschwendungen, die zu keiner nützlichen Funktion beiträgt. Ineffizienz. Kann teilweise oder vollständig, permanent oder zeitlich begrenzt auftreten.

## TP 23 - Substanzverlust

Verlust oder Verschwendungen der Elemente eines Systems oder seiner Umgebung – Stoffe, Materialien, Sub-Systeme, Produkte, Bereiche etc. Kann teilweise oder vollständig, permanent oder zeitlich begrenzt auftreten.

## TP 24 - Informationsverlust

Verlust oder Verschwendungen von Daten von oder zu einem System. Auch Unzugänglichkeit von Daten. Umfasst Daten, die mit jeglichen der fünf Sinne assoziiert sind - VAKOG; sehen, hören, spüren, riechen, schmecken. Kann teilweise oder vollständig, permanent oder zeitlich begrenzt auftreten.

## TP 25 - Zeitverlust

Zeitineffizienzen - Warteperioden, Leerlaufzeit usw. Kann teilweise oder vollständig, permanent oder zeitlich begrenzt auftreten.

## TP 26 - Materialmenge / -quantität

Der Umfang, die Quantität oder Anzahl der Materialien, Stoffe, Teile, Bereiche oder Sub-Systeme eines Systems. „Material / Substanz“ hat im TRIZ-Kontext eine sehr allgemeine Bedeutung und verweist auf jedliches physisches oder zeitlich begrenztes „Ding“.

## TP 27 - Zuverlässigkeit / Robustheit

Fähigkeit eines Systems, seine beabsichtigten Funktionen in vorhersagbarer Art und Weise durchzuführen. Umfasst auch die Langlebigkeit und Leistungsfähigkeit bzw. Nicht-Leistungsfähigkeit eines Gegenstands oder eines Systems über einen längeren Zeitabschnitt.

## TP 28 - Messgenauigkeit

Präzisionsgrad oder Genauigkeit. Die Proximität eines Messwertes zum tatsächlichen Wert einer Eigenschaft eines Systems. Messfehler.

## **TP 29 - Fertigungsgenauigkeit / Herstellungsgenauigkeit**

Der Grad, zu dem die tatsächlichen Eigenschaften eines Systems oder Gegenstands den Spezifikationen bzw. Erfordernissen entsprechen. Messgenauigkeit.

## **TP 30 - Äußere negative, schädlichen Einflüsse auf das Objekt**

Empfänglichkeit eines Systems gegenüber extern entstandenen schädlichen Auswirkungen. Umfasst Sicherheitsaspekte. Dieser Parameter ist als grober Raster ausgelegt, um sämtliche Aktionsformen oder Phänomene innerhalb oder im Umfeld eines Systems abzudecken, die sich für das System als schädlich erweisen.

## **TP 31 - Negative, Schädliche Nebeneffekte des Objektes (Systems)**

Dieser Parameter ist als grober Raster ausgelegt, um sämtliche interne oder externe Ineffizienzen eines Systems abzudecken, die sich auf etwas außerhalb des Systems schädlich auswirken.

## **TP 32 - Fertigungsfreundlichkeit / Herstellbarkeit**

Dieser Parameter umfasst allgemein die Herstellung eines Systems und alles, was damit zusammenhängt. Einfachheit der Herstellung.

## **TP 33 - Benutzerfreundlichkeit**

Der Umfang, in dem ein Benutzer in der Lage ist, die Bedienung oder Anwendung eines Systems oder eines Gegenstandes zu erlernen. Praktischer Gebrauch.

## **TP 34 - Reparaturfreundlichkeit / Wartungsfreundlichkeit**

Qualitätseigenschaften, wie Bequemlichkeit, Komfort, Einfachheit und Zeitaufwand für die Behebung von Störungen, Ausfällen oder Defekten in einem System. Umfasst Punkte wie: Notwendigkeit spezieller Werkzeuge oder Maschinen für Reparaturen; Arbeitsbedingungen bei Reparaturen vor Ort.

## **TP 35 - Anpassungsfähigkeit**

Das Ausmaß, zu dem ein System/Objekt in der Lage ist, auf externe Änderungen zu reagieren. Bezieht sich auch auf ein System, das in mehrfacher Weise oder unter einer Vielzahl von Umständen verwendet werden kann. Flexibilität bei Betrieb oder Gebrauch. An Kundenwünsche anpassbar.

## **TP 36 - Komplexität in der Struktur**

Die Zahl und Verschiedenartigkeit von Elementen und der gegenseitigen Verhältnisse der Elemente innerhalb und jenseits der Systemgrenzen. Der Benutzer kann ein Element des Systems sein, das die Komplexität erhöht. Umfasst Punkte wie Anzahl von Funktionen, Anzahl der Schnittstellen und Anschlüsse, übermäßige Zahl von Einzelteilen.

## **TP 37 - Komplexität in der Kontrolle oder Steuerung**

Schwierigkeitsgrad, Messungen an einem Gegenstand oder System vorzunehmen. Komplexe, kosten-, zeit- und arbeitsintensive Inspektionen oder Prüfvorgänge. Zunahme der Messkosten zur Erreichung eines akzeptablen Qualitätsniveaus.

## **TP 38 - Automatisierungsgrad**

Die Fähigkeit eines Systems, seine Funktionen ohne Mensch-Maschine-Schnittstelle oder Kontrolle durch eine Person auszuführen. Niveau oder Umfang der Automatisierung.

## **TP 39 - Produktivität**

Die Zahl nützlicher (value-added) Funktionen oder Arbeitsprozesse pro Zeiteinheit. Die Zeit pro Funktions- oder Prozesseinheit. Brauchbarer Ausstoß pro Zeiteinheit. Kosten pro Produktionsseinheit, oder Betrag von brauchbarer Produktion.

### 5.6.3 – Die Altshuller Matrix / Widerspruchsmatrix

Die Altshuller – bzw. Widerspruchsmatrix (1/2)



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Problemfaktor ↓ Optimierungsfaktor	Gewicht eines bewegten Objekts	Gewicht eines stationären Objekts	Länge eines bewegten Objekts	Länge eines stationären Objekts	Fläche eines bewegten Objekts	Fläche eines stationären Objekts	Volumen eines bewegten Objekts	Volumen eines stationären Objekts	Geschwindigkeit	Kraft	Druck oder Spannung	Form	Stabilität eines Objekts	Festigkeit	Haltbarkeit eines bewegten Objekts	Temperatur	Helligkeit	Energieverbrauch eines bewegten Objekts	Energieverbrauch eines stationären Objekts	
1	Gewicht eines bewegten Objekts	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35	-	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	
2	Gewicht eines stationären Objekts	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	2, 1, 40	28, 2, 10, 27	-	2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	19, 19, 28, 1		
3	Länge eines bewegten Objekts	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	8, 35, 15, 34	19	-	10, 15, 19	32	8, 35, 24		
4	Länge eines stationären Objekts	35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28, 10, 35	1, 14, 35	13, 14, 29, 37	15, 14, 35	28, 26	-	1, 10, 35	3, 35, 38, 18	-			
5	Fläche eines bewegten Objekts	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4	-	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3	-	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	-	
6	Fläche eines stationären Objekts	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-	-	-	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	15, 12	2, 38	40	-	2, 10, 19, 30	35, 39, 38	-		
7	Volumen eines bewegten Objekts	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 1, 39	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	-	34, 39, 10, 18	2, 13, 10	35	
8	Volumen eines stationären Objekts	-	35, 10, 19, 14	35, 8, 2, 14	-	-	-	-	+	-	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	-	35, 34, 38	35, 6, 4	-		
9	Geschwindigkeit	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	+ 13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	15, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 16, 24	3, 19, 35, 5	-	28, 30, 36, 2	10, 13, 19, 19	8, 15, 35, 38		
10	Kraft	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15, 37	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	+ 18, 21, 11	10, 35, 40, 34	10, 35, 21	10, 35, 14, 27	19, 2	-	35, 10, 21	-	19, 17, 1, 16, 36, 37		
11	Druck oder Spannung	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36, 36	35, 1, 15	10, 15, 14, 16	15, 16, 26, 32	36, 28, 36, 37	6, 35, 10, 10	36, 35, 21	+ 35, 4,	35, 33	9, 18, 15, 10	19, 3, 2, 40	27, 39, 19, 2	-	14, 24, 10, 37	-	-		
12	Form	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	14, 4, 15, 22	7, 2, 35	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14	+	33, 1, 18, 4	10, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14			
13	Stabilität eines Objekts	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	35, 10, 40	35, 15, 18, 4	31, 10, 10, 35	35, 23	32	35, 19, 27, 16	13, 19, 29, 18	27, 4,		
14	Festigkeit	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 20, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	15, 9, 17, 15	2, 36, 15, 12	10, 18, 26, 14	10, 3, 14, 18, 40	13, 17, 35, 40	+ 27, 3, 26	30, 10, 40	35, 19	10	19, 35, 10	35		
15	Haltbarkeit eines bewegten Objekts	19, 5, 34, 31	-	2, 19, 9	-	3, 17, 19	-	10, 2, 19, 30	-	3, 35, 5	19, 2, 16	14, 26, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10	+ -	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18			
16	Haltbarkeit eines stationären Objekts	-	6, 27, 19, 16	-	1, 40	35	-	-	35, 34, 38	-	-	-	39, 3, 35, 23	-	+ 19, 18, 36, 40	-	-	-			
17	Temperatur	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21	34, 15, 19, 12	13, 25, 19, 32	10, 30, 22, 40	19, 13, 39, 60	+ 32, 30	19, 15, 21, 16	3, 17			
18	Helligkeit	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16	-	19, 32, 26	-	2, 13, 10	10, 13, 19	26, 19, 6	32, 30	32, 3, 35	17, 19, 27	2, 19, 6	32, 35, 19	+ 32, 1	32, 35, 1, 15	-			
19	Energieverbrauch eines bewegten Objekts	12, 18, 28, 31	-	12, 28	-	15, 19, 25	-	35, 13, 18	-	8, 35, 35	16, 26, 21, 2	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24	5, 19, 9, 35	-	19, 24, 3, 14	2, 15, 19	+ -		
20	Energieverbrauch eines stationären Objekts	-	19, 9, 6, 27	-	-	-	-	-	-	36, 37	-	27, 4, 29, 18	-	-	-	-	19, 2, 35, 32	-	-		
21	Leistung	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37	-	19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25	15, 35, 36, 35	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	29, 14, 15, 31	35, 32, 28, 18	26, 10, 28, 10	19, 35, 10, 38	16	2, 14, 17, 25	16, 6, 19, 37		
22	Energieverschwendungen	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	7, 7, 30, 18	15, 9, 23	2, 36, 25	16, 35, 38	28, 18	-	14, 2, 39, 6	26	-	19, 38, 7	1, 13, 32, 15	-			
23	Materialverschwendungen	35, 6, 23, 40	35, 6, 22, 32	14, 29, 39	10, 35, 31	35, 25, 39, 31	10, 18, 30, 36	1, 29, 18	3, 39, 38	10, 13, 18, 40	14, 15, 37, 10	3, 36, 30, 40	29, 35, 31, 40	24, 18, 31, 40	10, 18, 31, 40	1, 6, 1, 6	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31			
24	Informationsverlust	10, 24, 35	10, 35, 26	1, 26	26	30, 26	30, 16	-	2, 22	26, 32	-	-	-	-	10	10	19	-	-		
25	Zeitverschwendungen	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2	30, 24	26, 4	10, 35	2, 5	35, 16	10, 37	37	4, 10	35, 3	29, 3	20, 10	28, 20	35, 29	1, 19	35, 38, 1		
26	Materialmenge	35, 6, 18, 31	27, 27, 18, 35	26, 14, 35, 18	-	15, 14, 29	2, 18, 40, 4	15, 20, 29	-	35, 29, 34, 28	35, 14, 3	10, 36, 14, 3	15, 2, 17, 40	14, 35	3, 35, 10, 40	31	3, 35, 39	34, 29, 16, 18	3, 35, 31		
27	Zuverlässigkeit	3, 8, 10, 40	3, 10, 25, 26	15, 19, 5, 16	15, 29, 32	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 14	3, 10, 14, 24	2, 35, 11, 28	21, 35, 32, 24	8, 28, 12, 2	28, 18, 32, 32	14, 2, 15, 39	16, 11	11, 28	2, 35, 3, 25	10, 26	34, 27, 6, 40	3, 35, 13		
28	Meßgenauigkeit	32, 35, 26, 28	28, 35, 26, 28	32, 28, 6, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	32, 13, 32, 3	6, 6	28, 13, 34, 35	32, 24, 34, 36	6, 28, 32	32, 35, 32, 32	28, 6, 32	28, 6, 32	28, 18	10, 26	10, 26, 6, 28	3, 35, 32			
29	Fertigungsgenauigkeit	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 29	10, 28, 29, 37	2, 32, 18, 36	28, 33, 2, 35	2, 29, 3, 2	2, 29, 35	28, 19, 32, 34	3, 35, 34	28, 19, 14	3, 35, 34	30, 32, 35, 36	30, 18	3, 27, <td>40</td> <td>19, 26</td> <td>3, 32, 32</td> <td>2, 2</td>	40	19, 26	3, 32, 32	2, 2		
30	äußere negative Einflüsse auf Objekt	22, 21, 27, 39	22, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	27, 2, 33, 28	34, 23, 39, 35	21, 22, 19, 27	13, 35, 35, 28	22, 1, 37, 37	35, 24, 39, 18	18, 35, 37	18, 35, 33, 28	17, 1, 40, 33	22, 23	22, 25	1, 19, 35, 2	1, 24, 22, 37			
31	negative Nebeneffekte des Objekts	19, 22, 15, 39	35, 22, 15, 39	17, 15, 1, 18	17, 2, 38, 40	22, 17, 35, 40	1, 20, 3, 4	17, 2, 35	30, 28, 35, 40	28, 18, 35, 1	28, 18, 35, 40	28, 18, 35, 1	28, 18, 35, 40	22, 17, 33, 31	22, 22	22, 23	19, 24, 6	23, 22			
32	Fertigungsfreundlichkeit	28, 29, 15, 16	21, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 26, 12	13, 1, 16, 40	13, 29, 1, 40	35, 35	35, 13, 1, 37	1, 28, 13, 27	11, 13, 1, 37	1, 3, 1, 37	27, 1, 1, 37	27, 1	27, 1	27, 1	1, 13, 1, 4	27, 26			
33	Bedienungsfreundlichkeit	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12	1, 17, 13, 16	18, 16, 15, 39	1, 16, 35, 15	4, 18, 39, 31	18, 13, 34, 35	28, 13, 12	32, 15, 29, 28	32, 15, 30	29, 3, 3, 28	20, 10	28, 20	35, 29	1, 19	35, 38			
34	Reparaturfreundlichkeit	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 13, 16	25, 2, 32, 31	1	34, 9, 34	1, 11, 35	13, 1, 1, 37	2, 35, 1, 37	35, 30, 1, 37	35, 3	35, 16	31	1, 13, 1, 24	34, 29			
35	Anpassungsfähigkeit	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7	15, 16, 29, 7	15, 35, 29	15, 16, 14	35, 10, 14	10, 37, 20	35, 16, 14	35, 30, 1, 37	35, 3	35, 16	31	1, 13, 1, 24	34, 29			
36	Komplexität in der Struktur	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	26	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 26, 6	1, 16	34, 10, 28	19, 1, 26, 16	26, 16, 35	19, 1, 17, 19	22, 1, 28, 15	22, 1	22, 1	27, 2	27, 2			
37	Komplexität in der Kontrolle/Steuerung	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 26, 24	26																

## Die Altshuller – bzw. Widerspruchsmatrix (2/2)

		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	Problemfaktor → Optimierungsfaktor ↓	Leistung Energieverschwendun g Materialverschwendun g Informationsverlust Zeitverschwendun g Materialmenge Zuverlässigkeit Meßgenauigkeit Fertigungsgenauigkeit außere negative Einflüsse auf Objekt negative Nebeneffekte des Objekts Fertigungsfreundlichkeit Bedienungs- freundlichkeit Reparaturfreundlichkeit Anpassungsfähigkeit Komplexität in der Struktur Komplexität in der Kontrolle/Steuerung Automatisierungsgrad Produktivität																		
1	Gewicht eines bewegten Objekts	12, 36, 18, 31 6, 2, 34, 19 5, 35, 3, 31	10, 24, 35 10, 35, 20, 28 3, 26, 18, 31 1, 3, 11, 27	28, 27, 35, 26 28, 35, 26, 18	28, 35, 35, 22 18, 27 31, 39 1, 36	22, 21, 22, 35, 31, 39 2, 24	27, 28, 35, 3 2, 27	29, 5, 15, 8 36, 34	26, 30, 26, 32 18, 19 24, 37	28, 29, 26, 32 18, 19 24, 37	26, 35, 35, 3 36, 34	26, 32 18, 19 24, 37	28, 29, 26, 32 18, 19 24, 37	35, 3, 36, 34	26, 32 18, 19 24, 37	35, 3, 36, 34	26, 32 18, 19 24, 37	35, 3, 36, 34	26, 32 18, 19 24, 37	
2	Gewicht eines stationären Objekts	15, 19, 18, 15 5, 8, 28, 15 10, 15, 35, 26	10, 20, 35, 26 19, 6, 18, 26 8, 3	10, 28, 18, 26 28, 32, 29, 40 4, 29, 37	10, 1, 28, 32 15, 15, 17, 24	2, 19, 35, 22 1, 39 17, 15	28, 1, 28, 1 1, 16 17, 35, 4	6, 13, 2, 27 19, 15, 28, 11	1, 10, 25, 28, 1, 16 26, 24	25, 28, 1, 10 26, 24 17, 15	2, 26, 1, 16 26, 24	1, 26, 26, 24 17, 24	1, 26, 26, 24 17, 24	1, 26, 26, 24 17, 24	1, 26, 26, 24 17, 24	1, 26, 26, 24 17, 24	1, 26, 26, 24 17, 24	1, 26, 26, 24 17, 24	1, 26, 26, 24 17, 24	
3	Länge eines bewegten Objekts	1, 35, 35, 39 7, 2, 23, 10	1, 24, 29, 35 15, 29, 29, 40	10, 14, 28, 32 29, 40 4, 29, 37	15, 29, 28, 3 32, 28, 3, 10	1, 18		1, 18		1, 18		1, 18		1, 18		1, 18		1, 18		
4	Länge eines stationären Objekts	12, 8 6, 28 24, 35	10, 28, 24, 26	30, 29, 14	15, 29, 28	32, 28, 3, 10		1, 18		1, 18		1, 18		1, 18		1, 18		1, 18		
5	Fläche eines bewegten Objekts	19, 10, 32, 18 15, 17, 30, 26 10, 35, 2, 39	10, 35, 30, 26 10, 15, 35, 26	26, 4 6, 13 29, 9	29, 30, 6, 13 29, 9	26, 28, 32, 3 2, 32	22, 33, 28, 1 17, 2, 18, 39	17, 2, 18, 39 26, 24	15, 17, 10, 1	15, 17, 10, 1	15, 17, 10, 1	15, 17, 10, 1	15, 17, 10, 1	15, 17, 10, 1	15, 17, 10, 1	15, 17, 10, 1	15, 17, 10, 1	15, 17, 10, 1	15, 17, 10, 1	
6	Fläche eines stationären Objekts	17, 32 7, 15, 18, 39	10, 14, 30, 16	10, 35, 4, 18 2, 18	10, 35, 4, 18 2, 18	26, 28, 2, 29 32, 3 18, 36	27, 2, 22, 1 39, 35 40	20, 16 16, 4	40, 16	16, 4	16	15, 16	1, 18, 36	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7	10, 15, 17, 7	10, 15, 17, 7	10, 15, 17, 7	
7	Volumen eines bewegten Objekts	35, 6, 13, 18 7, 15, 13, 16	36, 39, 34, 10	2, 22 34, 10	2, 6, 7	26, 26, 40, 11	25, 28, 28, 1 22, 21 2, 16	17, 2, 40, 1 29, 1 29, 10	29, 1, 40 30, 12	15, 13, 10, 40	10	15, 29	26, 1, 4, 24	29, 26	35, 34, 4, 24	10, 6, 16, 24	29, 26	35, 34, 4, 24	10, 6, 16, 24	
8	Volumen eines stationären Objekts	30, 6	10, 39, 35, 34	35, 16, 32 18	35, 3, 16	35, 10, 25	34, 39, 19, 27 35, 4	30, 18, 19, 27 35, 4	35	30, 18, 35, 4	35	1	1, 31	2, 17, 26	35, 37, 10, 2	1, 31	2, 17, 26	35, 37, 10, 2		
9	Geschwindigkeit	19, 35, 38, 2 14, 20, 19, 35 10, 13, 28, 38	13, 26	10, 19, 29, 38	11, 35, 1, 24	28, 32, 32, 25	10, 28, 35, 23 1, 24	1, 28, 35, 23 8, 1 13, 12	32, 28, 34, 2 28, 27	15, 10, 4, 34	10, 28, 27, 16	3, 34,	10, 18							
10	Kraft	19, 35, 18, 37 14, 15, 40, 5	10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 1, 35, 3, 25	15, 37, 1, 28, 3, 25	15, 17, 1, 15, 11	15, 17, 16, 20	26, 35	36, 37, 10, 19	2, 35, 35, 37	3, 28, 35, 37					
11	Druck oder Spannung	10, 35, 14 2, 36, 25, 37	10, 36, 3, 37	10, 14, 4, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35, 37	22, 2, 27, 18 16	3, 35, 11	2	35	19, 1, 35	2, 36, 35	35, 24	10, 14, 17, 26	35, 24	10, 14, 17, 26	35, 24		
12	Form	4, 6, 2 14	35, 29, 3, 5	14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 1, 29	1, 15, 29	16, 29, 39	15, 1, 39	17, 26, 34, 10	15, 1, 39	17, 26, 34, 10	15, 1, 39	17, 26, 34, 10	
13	Stabilität eines Objekts	32, 35, 27, 31 14, 2, 39, 6	14, 2, 30, 40	35, 27, 35		13	18	35, 24, 30, 18	35, 19, 27, 39	32, 35, 10, 16	32, 35, 34, 2	2, 35, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3					
14	Festigkeit	10, 26, 35, 28 35, 28	35, 28, 31, 40	29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 21 10, 32	32, 40, 25, 2	22, 11, 3, 32	15, 11, 22, 2	27, 3, 32	25, 28	15, 40	29, 35	10, 14, 15, 40	29, 35	10, 14, 15, 40	
15	Haltbarkeit eines bewegten Objekts	19, 10, 35, 38 28, 27, 3, 18	10	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4, 27	29, 10, 27	10, 4, 13	19, 29, 29, 15	36, 35	6, 10	35, 17, 14, 19	35, 17, 14, 19	35, 17, 14, 19	35, 17, 14, 19	
16	Haltbarkeit eines stationären Objekts	16	27, 16, 18, 38	10	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6, 40	10, 26, 24		17, 1, 40, 33	22	35, 10	1	2		25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38	20, 10, 16, 38	
17	Temperatur	2, 14, 17, 25 21, 17, 35, 38	21, 17, 35, 38	21, 18, 30, 39	3, 17, 3, 10	19, 35, 24	32, 19, 24	24	22, 33, 35, 2	22, 35, 2, 24	26, 27	4, 10, 16	2, 18, 27	3, 27, 35, 31	19, 26	35, 37	2, 25, 16	35, 37	2, 25, 16	
18	Helligkeit	32 13, 16, 1, 6	13, 1 1, 6	1, 6	19, 1, 26, 17	1, 19		11, 15, 32	3, 32	15, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26	18, 26, 19	15, 17, 13, 16	15, 1, 6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10, 16	2, 25, 16	32, 15	2, 25, 16	
19	Energieverbrauch eines bewegten Objekts	6, 19, 37, 18 12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5	35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32	1, 35, 6, 27	2, 35, 6, 30	18, 26, 19, 35	19, 35, 15, 17	1, 15, 12, 28	15, 17, 13, 16	2, 29, 17, 28	35, 38	32, 2	12, 28, 35	32, 2	12, 28, 35	
20	Energieverbrauch eines stationären Objekts											10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4					19, 35, 16, 25	1, 6
21	Leistung	+	10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19	35, 20, 10, 6	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	19, 22, 32	25, 35, 35, 2	26, 35, 34	35, 2, 34	19, 17, 10, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 34	28, 2, 34	28, 2, 34	
22	Energieverschwendungen	3, 38	+	35, 27, 2, 37	19, 10	10, 18, 32, 7	7, 18, 25	11, 10, 35	32	21, 35, 35, 2	35, 32, 2, 22	35, 32, 2, 24	2, 19		7, 23	35, 3, 2, 23	2, 28, 35, 35	2, 28, 35, 35	2, 28, 35, 35	
23	Materialverschwendungen	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31	+	35, 18, 35, 10	10, 24, 35	6, 3, 18, 16	10, 29, 18, 40	16, 34, 28, 40	35, 10, 28, 40	35, 23, 31, 28	35, 23, 31, 28	1, 29							
24	Informationsverlust	10, 19	19, 10	+	24, 26, 28, 32	10, 28	24, 28, 23	10, 28		22, 10, 1, 22	20, 21, 1	32	27, 22			35, 33	35	13, 23, 15	13, 23, 15	
25	Zeitverschwendungen	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 30, 39	24, 26, 28, 32	+	35, 38, 16, 4	10, 30, 18, 16	24, 34, 18, 3	24, 26, 13, 2	35, 18, 28, 32	4, 28, 34, 3	32, 1, 10, 34	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	28, 30	35, 10	35, 10	
26	Materialmenge	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35	35, 38, 18, 16	+	18, 3, 28, 40	13, 2, 28	33, 30, 29, 31	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 35, 27	35, 29, 25, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 18	8, 35	13, 29, 3, 27	
27	Zuverlässigkeit	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28	10, 30, 4	21, 28, 40, 3	11, 32, 1, 24	32, 3, 40, 26	35, 23, 31, 1	35, 25, 31, 1	2, 25, 2, 40	2, 25	2, 27	27, 17, 40	13, 35, 8, 24	13, 35, 1, 28	13, 35, 1, 28	13, 35, 1, 28	
28	Meßgenauigkeit	3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28	24, 34, 28, 32	5, 11, 32	+		28, 24, 1, 23	3, 33, 2, 23	6, 35, 22, 26	1, 35, 34, 29	1, 35, 34, 29	1, 35, 34, 29	1, 35, 34, 29	1, 35, 34, 29	1, 35, 34, 29	1, 35, 34, 29		
29	Fertigungsgenauigkeit	32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24	32, 26, 28, 18	11, 32, 1	+		26, 28, 1, 35	4, 17, 1, 10	1, 32, 34, 26	2, 25, 35, 23	2, 25	2, 25	26, 2	26, 28, 18, 32	26, 28, 18, 32	26, 28, 18, 32	26, 28, 18, 32	
30	äußere negative Einflüsse auf Objekt	19, 22, 31, 2	21, 17, 35, 2	22, 10, 19, 40	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	+		24, 35, 2, 28	2, 25, 28, 39	2, 25	2, 25	27, 26, 27, 9	1, 13, 26, 24	29, 15, 2, 27	29, 15, 2, 27	29, 15, 2, 27
31	negative Nebeneffekte des Objekts	2, 35, 18, 2	21, 35, 22, 2	10, 11, 29, 29	1, 22, 1, 22	3, 24, 39, 1	24, 2, 40, 39	3, 33, 26, 34, 26		+										

## 5.6.4 – Effekte

*Quelle::*

*Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000)- ENGLISCH!*



Required effect or property	Physical phenomenon that provides the required effect or property
Measure temperature	Thermal expansion and its influence on the natural frequency of oscillations. Thermoelectric phenomena. Radiation spectrum. Changes in optical, electrical and magnetic properties of substances. Transition over the Curie point. Hopkins, Barkhausen and Seebeck effects.
Reducing temperature	Phase transitions. Joule-Thomson effect. Rank effect. Magnetic calorific effect. Thermoelectric phenomena.
Increasing temperature	Electromagnetic induction. Eddy current. Surface effect. Dielectric heating. Electronic heating. Electrical discharge. Absorption of radiation by substances. Thermoelectric phenomena.
Temperature stabilization	Phase transitions, including transition over the Curie point.
Object location	Introduction of makers; that is, substances that are able to transform existing fields (like luminophores) or generate their own fields (like ferromagnetic materials) and therefore are easy to detect Reflection and emission of light Photo effect Deformation. Radioactive and X-ray radiation. Luminescence. Changes in electric or magnetic field. Electrical discharge. Doppler effect.
Moving an object	Magnetic field applied to influence an object or magnet attached to the object Magnetic field applied to influence a conductor with direct current passing through it. Electric field applied to influence an electrically charged object. Pressure transfer in a liquid or gas. Mechanical oscillations. Centrifugal force. Thermal expansion. Pressure of light.
Moving a liquid or gas	Capillary force. Osmosis. Toms effect. Waves. Bernoulli effect. Weissenberg effect.

Moving an aerosol (dust particles, smoke, mist etc.)	Electrization. Applied electric or magnetic field. Pressure of light.
Formation of mixtures	Ultrasonics. Cavitation. Diffusion. Applied electric field. Magnetic field applied in combination with magnetic material. Electrophoresis. Solubilization.
Separating mixtures	Electric and magnetic separation. Electric and magnetic field applied to change the pseudo-viscosity of a liquid. Centrifugal force. Sorption. Diffusion. Osmosis.
Stabilizing object position	Applied electric or magnetic field. Holding a liquid by hardening through the influence of an electric or magnetic field. Gyroscope effect. Reactive force.
Generating and/or manipulating force	Generating high pressure. Applying a magnetic field through magnetic material. Phase transition. Thermal expansion. Centrifugal force. Changing hydrostatic forces by influencing the pseudo-viscosity of an electroconductive or magnetic liquid in a magnetic field. Use of explosives. Electrohydraulic effect. Optical hydraulic effect. Osmosis.
Changing friction	Johnson-Rabeck effect. Radiation effect. Abnormally low friction effect. No-wear friction effect.
Crashing objects	Electrical discharge. Electrohydraulic effect. Resonance. Ultrasonics. Cavitation. Use of lasers
Accumulating mechanical and thermal energy	Elastic deformation. Gyroscope. Phase transitions.

Transferring energy through mechanical, thermal, radiation, or electric deformation	Oscillations. Alexandrov effect. Waves, including shock waves. Radiation. Thermal conductivity. Convection. Light reflection. Fibre optics. Lasers. Electromagnetic induction. Superconductivity.
Influencing moving object	Applied electric or magnetic fields, with no influence through physical contact.
Measuring dimensions	Measuring the natural frequency of oscillations. Applying and detecting magnetic or electric makers.
Varying dimensions	Thermal expansion. Deformation. Magnetostriction Piezoelectric.
Detecting surface properties and/or conditions	Electrical discharge. Reflection of light. Electronic emission. Moiré effect. Radiation..
Varying surface properties	Friction. Absorption. Diffusion. Bauschinger effect. Electrical discharge. Mechanical or acoustic oscillation. Ultraviolet radiation.
Detecting volume properties and/or conditions	Introduction of markers; that is, substances that are able to transform existing fields (like luminophores) or generate their own fields (like ferromagnetic materials), depending on the properties of a material. Changing electric resistance, which depend on structure and/or property variations. Interaction with light. Electro- and/or magneto-optic phenomena. Polarized light. Radioactive and x-ray radiation. Electronic paramagnetic or nuclear magnetic resonance. Magneto-elastic effect. Transition over the Curie point . Hopkins and Barkhausen effect. Ultrasonics. Moessbauer effect. Hall effect.

Varying volume properties	Electric or magnetic applied to vary the properties of a liquid (pseudoviscosity, fluidity). Influencing by magnetic field via introduced magnetic material. Heating. Phase transition. Ionisation by electric field. Ultraviolet, X-ray or radioactive radiation. Deformation. Diffusion. Electric or magnetic field. Bauschinger effect. Thermoelectric, thermomagnetic or magneto-optic effect. Cavitation. Photochromatic effect. Internal photo effect.
Developing certain structures, structure stabilization	Interference. Standing waves. Moiré effect. Magnetic waves. Phase transitions. Mechanical and acoustic oscillation. Cavitation.
Detecting electric and magnetic fields	Osmosis. Electrization. Electrical discharge. Piezo- and segneto-electrical effects. Electrets. Electronic emission. Electro-optical phenomena . Hopkins and Barkhausen effect. Hall effect. Nuclear magnetic resonance. Gyromagnetic and magneto-optical phenomena.
Detecting radiation	Optical acoustic effect. Thermal expansion. Photo effect. Luminescence. Photoplastic effect.
Generating electromagnetic radiation	Josephson effect. Induction of radiation. Tunnel effect. Luminescence. Hann effect. Cherenkov effect.
Controlling electromagnetic fields	Use of screens. Changing properties (for example, varying electrical conductivity). Changing objects shapes.
Controlling light, light modulation	Refraction and reflection of light. Electro- and magneto-optical phenomena. Photo elasticity. Kerr and faraday effects. Hann effect. Franz-Keldysh effect.
Initiating and intensification of chemical reactions	Ultrasonics. Cavitation. Ultraviolet, x-ray and radioactive radiation. Electric discharge. Shock waves.

Eigenschaften	Möglichkeiten der Veränderung	Möglichkeiten der Steigerung	Möglichkeiten der Reduzierung	Möglichkeiten der Stabilisierung	Möglichkeiten der Messung
Gewicht			Löcher, Zusammensetzungen, Verschleiß (Siehe 'Entfernt')		Ausgewogenheit, Vibration, Akustische Wellen Resonanz Auftrieb
Umfang	Phasenveränderung, Diffusion, Dissoziation, Hyperboloid, Formerinnerung, Magneto-Optik, Ionisation, Auxetik	Ellipse, Torus Wärmeausdehnung	Temperaturkontraktion, Kavitation, Einschachtelelung, Kapillare, Kontraktion	Poisson-Effekt	Kavitation, Vibration, Dielektrische Durchlässigkeit, Rückstrahlung, Archimedes
Oberfläche		Möbius Streifen, Segmentation, Ellipse, Spiralen, Korrugation, Rauheit, 'Fraktalisation'	Spheroid, Kapillare – Kontraktion		Geometrie, Geometer, Schatten Diagramm
Länge	Ellipse, Formgedächtnis-Effekt, Magnetostriktion, Electrostriktion, Piezo-Effekt, Magnus-Effekt, Cam Profile, Deformation	Wärmeausdehnung	Temperaturkontraktion	Materialien mit geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten	Archimedes Kraft, Vibration, Diffraction Gratings Elektrete, Interferenz, Lichtemission, Doppler-Effekt, Lumineszenz, Elektrische Felder, Magnetische Felder, Hitze Strahlung, Röntgenstrahlung, Schattendiagramm Elektrische Resistenz, Kalorimetrie, Moire-Effekt, Ultraschall, Rheoelektrischer Effekt, Neutron Diffraktion, Fresnel Diffraktion, Domain-Effekt, Kapazitanz
Oberflächen-gestaltung	Reibung, Adsorption, Kugelstrahlen, Kugelstrahlen mit Laser Diffusion, Bauschinger Effekt, Ultraschall – Abrasive- Behandlung, Eisen-magnetismus			Beschichtungen, Lotus-Effekt	Laminarität, Veränderung durch Turbulenz, Bernoulli-Effekt, Schattendiagramm, Randinterferenzen, Reibung Licht Polarisation

Dichte	Porosität Autexische Zwischenräume	Formen durch Komprimierung,	Verdunstung		Masse/ Displazierung, Ultraschall, Vibration Densimeter Lautgeschwindigkeit Resonanz
Geschwindigkeit	Schwerkraft Trägheit Mechanische-Effekte Kräfte		Viskosität Reibung	Kräftegleichgewicht	Piezo-Elektrik Akustische Vibration, Accelerometer Barnett-Effekt Magnet-Resistenz-Effekt Coriolis Kraft Doppler-Effekt Dorn-Effekt Hall-Effekt Karman-Effekt Bernoulli Effekt Ultraschall Eddy Strömungen Lorentz Kraft Torquemeter Fabry-Perot-Interferometer Elektromagnetische-Induktion Glimmentladung Triboelektrischer Effekt Laser-Doppler Anemometrie Magneohydro-Dynamischer Effekt Stroboskop
Kraft	Kragelsky-Effekt, Johnson-Rahbeck-Effekt Elektrokinetik Kapazitanz-Effekt Hebel Keil Kurbel Hydraulischer Effekt		Umgekehrter Piezo-Effekt Torus	Feedback/Rückkopplung	Barkhausen-Effekt Trägheit Piezo-Elektrik Elastische Spannung Resonanz Kraft Oszillationen Faseroptik-Beugung Villari-Effekt Magneto optic (Kerr-Effekt) Photoelastizität
Druck	Trägheit, Bernoulli-Effekt Phasenveränderung, Alexandrov-Effekt Osmose, Zentrifugale Kräfte, Toricelli Gesetz von Boyle-Mariotte	Wärmeausdehnung, Schockwelle, Absorption	Dekomposition		Mechanische Vibration, Gels, Piezo-Elektrik Elektrete, Elektrokinetik Glimmentladung Licht-Ringe Moire Fransen Bourdon Feder Weissenberg-Effekt Magnetelastischer Effekt Pascal Gesetz Bernoulli Gesetz Zugwiderstandseffekt Strahlungsphasenveränderung

Druckgefälle	Elektro-Rheologie, Magnet-Rheologie	Schockwelle,			Druckempfindliche Farbe Bernoulli Gesetz
Temperatur	Dissolution, Dekomposition von Flüssigkeiten, Phasenveränderungen, Strahlung, Konvektion, Konduktion Peltier-Effekt Eddy Stömung Joule Heizung	siehe "Wärme"-Funktionen	siehe "Kühl"-Funktionen	Phasenveränderungen, Curie Point, Eisenmagnetisches Pulver, Schaum Isolierung, Elektromagnetische Induktion	Wärmeausdehnung, Thermochromismus, Phasenveränderung, Curie Punkt Pyroelektrischer Effekt Strahlungshäufigkeit Phosphornachglut Seebeck-Effekt Curie Punkt Lichtwellenlänge Wärmeresistenz Elektrolyte
Temperaturgefälle	Wärmeröhrenverbindungen			Leiter	Wärmeimage Thermochromismus Temperaturrempfindliche Farben Tomographie
Stärke	Glühen Kaltform Griffiths-Effekt	Ultraschall Druck Korrugation Magnetische Formung	Schwachpunkt	Stressmildernende Löcher	Dehnungstest
Helligkeit	Oberflächengestaltung Film Beschichtungen	Elektro/Photo-Lumineszenz			Photochromismus, Akustooptischer Effekt Lumineszenz Photoplastischer Effekt Kerr-Effekt
Energie	Trägheit Deformation Gyroskopischer Effekt Bernoulli-Effekt Hooke's Gesetz Poissons-Effekt Coulombsches Gesetz Boyle-Mariotte Newtonsche Gesetze Coriolis Kraft Magnus-Effekt Zentrifugalkraft Hysterese Dampfdruck Biot-Savart-Effekt Peltier-Effekt			Flugrad Batterie Kraftstoffzelle	Tensoresistiver Effekt
Kraft	Ionisation	Solar, Wind, Wellen, Nuklear, Etc Hartmann Nernst-Etinghausen	Aufbewahrungsmedien		Seebeck-Effekt Bolometer Elektrochromische Strahlung
Homogenität	Glimmentladung, Adsorption, Elektrolyse	Gettering Filtration			Schallgeschwindigkeit Leitfähigkeit

Schmierfähigkeit	Plasma	Nitrogen, Sulphur, Chlor Ionen Implantation PTFE Parylene			Reibungskoeffizient Munson Roller
Leistungsfähigkeit – Elektrisch	Temperatur Dioden	Purifikation Dünne Filme	Zusammensetzungen		Elektrolyse(Widerstand) Elektrete Faraday-Effekt Hall-Effekt Pockels-Effekt Ohmsches Gesetz Parasitische Kapazitanz Resistente Tomographie
Leitfähigkeit – Wärme	Porosität	Plasma Ätzung	Insolierung		Wärmeausdehnung Abtastungsmikroskopie
Magnetismus	Hydratation Elektromagnetische Induktion		Curie Punkt		Tensoresistiver Effekt Magnetometer Hall-Effekt Magnetostraktion Amperesches Gesetz
Porosität	Nanokonstruktions-Gels	Löcher Schaummaterialien	siehe 'Trennfunktion'		Porosimeter Wasserkapazität
Viskosität	Akustische Kavitation Elektrorheologie, Magnetrheologie, Temperatur, Thixotropie Toms-Effekt 2-Phasen Fließvibration Ultraschall	Kühlung Elektroviskosser Effekt	Ultraschall Wärme Toms-Effekt Dampf-Injektion		'Fallender Ball' (Zeitmessung) Viskometer Paramagnetische Resonanz Spektrometer
Härte		Stahlverfestigung mit alternierendem Magnetfeld, Stahlverfestigung mit Laser Hart/Weich Multi-Layer Beschichtungen Nitriden Cr, Tu, Mn, Ni, Sc Additive		Mehrfachbeschichtungen	Vickers, Brinell (Mohs Skala) durchgängige Steifheit Nano-Indentation Durometer
Ton/ Ultraschall	Resonanz Aerophonik Vibraphonik Piezoelektrischer Effekt Resonant-Macro-sonische-Synthese		Antiphase	Feedback	Tonlevel Meter Gels
Farbe	Photochromismus Elektrochromismus Christiansen Effekt Interferenz Franssen			Wärmebehandlung Chelatbildner Blanching	Spektrophotometer Chromatischer Sensor Licht Absorption Photoionisation



## 5.6.5 – Stoff-Feld Ressourcen

Quelle: G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*)



### Ressourcen:

#### Stoff

- Abfall
- Rohmaterial und Produkte
- Systemelemente
- Günstiger Stoff
- Stofffluss
- Stoffeigenschaften

#### Feld

- Energie im System
- Energie aus der Systemumwelt
- Erstellung möglicher Energieplattformen
- Systemabfall wird zur Systemenergie

#### Raum

- Leerer Raum
- Eine weitere Dimension
- Vertikale Anordnung
- Verschachtelung

#### Zeit

- Vorarbeit
- Planung
- Parallele Tätigkeiten
- Nacharbeit

#### Information

- Gesendete Stoffe
- Bestehende Eigenschaften
- Bewegungsinformation
- Ausgleichsinformation
- Information der Zustandsänderung

#### Funktionen

- Raumressource mit Hauptfunktionen
- Verwendung schädlicher Funktionen
- Verwendung von zusätzlich generierten Funktionen

## Anhang: Definitionen Widersprüche/Effekte/Ressourcen



### **Widersprüche:**

Eine der Hauptüberlegungen von TRIZ ist die Lösung von Widersprüchen. Widersprüche ermöglichen uns das systematische Generieren von neuen Ideen.

Widersprüche sind unterteilt in Administrative, Technische und Physikalische Widersprüche

### **Administrative Widersprüche:**

Von administrativen Widersprüchen spricht man dann, wenn es notwendig ist etwas zu tun wir jedoch nicht wissen wie.

### **Technische Widersprüche:**

Technische Widersprüche kommen dann zum Einsatz, wenn ein Parameter mit Hilfe von bekannten Methoden verbessert wird, jedoch ein anderer Parameter sich dadurch verschlechtert.

### **Physikalische Widersprüche:**

Man spricht von einem physikalischen Widerspruch, wenn in einem technischen Systems gleichzeitig ein und derselbe Parameter zwei Zustände einnehmen muss. (z.B.: ein Bauteil muss gleichzeitig heiß und kalt sein). Physikalische Widersprüche können innerhalb der technischen Widersprüche gefunden werden. Daraus folgt, das geht jeder technische Widerspruch auf physikalische Widersprüche zurück zuführen ist.

### **40 Innovative Prinzipien:**

Altshuller definierte 40 innovative Prinzipien mit denen technische Widersprüche eliminiert werden können.

### **Separationsprinzipien:**

Um die physikalischen Widersprüche zu überwinden wurden 4 Prinzipien und eine Sammlung von physikalischen Phänomenen und Effekten erstellt.

### **Widerspruchsmatrix/Altshuller Matrix**

Wurde von G. Altshuller entwickelt. Indem man einen zu verbessernden Faktor (Optimierungsfaktor) und einen dadurch verschlechternden Faktor (Problemfaktor) definiert kann man in der Matrix innovative Prinzipien für das spezielle Problem herauslesen.

### **Technische Parameter**

Altshuller definierte 39 Parameter oder Charakteristiken von technischen Systemen die zur Entwicklung und Beschreibung von technischen Widersprüchen verwendet werden können. Diese Parameter werden in der Widerspruchsmatrix bzw. Altshuller Matrix verwendet.

## Quellen / Literatur:



- Altshuller, G.S., *Creativity as an exact science* (translated by Anthony Williams).
- Savransky, Seymon, *Engineering of Creativity*, 2000.
- Terninko, J., Zusman, A., Zlotin, B., *Systematic Innovation, an Introduction to TRIZ*, 1998.
- Mann, Darrell, *Hands-on Systematic Innovation*, 2002.
- Valery Krasnoslobodtsev, *TRIZ Lessons*, [www.triz.org/index.htm](http://www.triz.org/index.htm)
- Larry K. Ball, *TRIZ Journal* 2004/01, Supplement to Breakthrough Thinking with TRIZ, 2nd Edition.
- Adunka, R., TRIZ Lecture (Presentation slides), 2008.
- Tomasi, F., Mann, D. et al., *SUPPORT Training Materials*, 2005.
- Dubois, S., Rasovska, I., De Guio, R., *Comparison of non solvable problem solving principles issued from CSP and TRIZ in Computer Aided Innovation*, 2008.
- Vikentiev, I. L., Yefremov, V. I., Index of Geometric Effects, first published in the collection *Rules of a Game Without Rules*, Petrozavodsk, Karelia, 1989, ISBN 5-7545-0108-0 (in Russian).
- Zusman, A., Zlotin, B., TRIZ Tutorial, Homepage Ideation International Inc.



## AUFGABENSTELLUNGEN ZU DEN TETRIS MATERIALIEN. (IGOR KAIKOV)

### Einleitung

Alle folgenden Aufgabenstellungen werden in vereinfachter, angepasster Form dargestellt. Als Beispiele wurden einfache technische Systeme gewählt, die allen bekannt sind. Gelöst wurden reale Probleme des Maschinenbaus/der Maschinentechnik, die als Lehrmaterialien für viele Prinzipien und Regeln von TRIZ verwendet werden können.

Anmerkung der Autoren: Für diesen Kurs sollten die Beispiele jedoch weitestgehend vereinfacht und angepasst werden, sodass den Studierenden eventuell eine falsche Idee von Inhalt und Komplexität von realen Problemen vermittelt wird. Wir sind der Ansicht, dass diese vereinfachte Form, ohne entsprechende Beschreibung der Problemsituation und ihrer Überführung von einer unscharfen Situation zu einem korrekt festgelegten Problem, eventuell schädlich für diesen Kurs sein könnte.

Spätere Versionen des vorliegenden Lehrbuchs werden reale und individuelle Produktionsprobleme mit entsprechenden Beschreibungen der Überleitungsmethoden von einer diffusen Situation zur Problemformulierung enthalten.

Für diese Fassung des Kurses beschränken wir die Darstellung auf Lehrbeispiele. Diese werden im Detail analysiert und mit Kommentaren und Tipps sowie möglichen Antworten versehen. Dennoch sind die Studierenden frei, das Problem selbstständig zu analysieren und Lösungen nach den Regeln von TRIZ zu finden.

Generell können Sie unter Verwendung verschiedenster TRIZ-Instrumente auf unterschiedlichem Weg zur selben Lösung gelangen. Welches Instrument Ihnen persönlich als das effektivste erscheint, hängt von der Art des Problems, ihrem Wissenstand und ihren Fähigkeiten ab. Die Fähigkeit, verschiedenste TRIZ-Instrumente anzuwenden, ist eine der Voraussetzungen für die erfolgreiche Lösung realer Probleme. Eines der Ziele von TRIZ ist es, die Denkfähigkeit zur Verfügung zu stellen, damit die das Problem lösende Person seine/ihre eigenen Lösungsinstrumente entwickeln kann.

Erfundene Probleme sind in vielerlei Hinsicht nicht linear. Daher lohnt es sich, bei der Problemlösung einen Blick in ein Lexikon oder ein Fachbuch zu werfen, um mehr über die Entstehungsgeschichte eines technischen Systems zu erfahren.

Wenn Sie ein Problem gelöst haben, stoppen Sie nicht an diesem Punkt. Machen Sie sich Gedanken darüber, was die Schwächen bzw. Nachteile der im Lehrbuch vorgeschlagenen Lösungen sind. Der berühmte französische Naturalist Georges Buffon (Buffon, Georges-Louis Leclerc, (1707-1788)) beendete jeden seiner Artikel oder Bücher mit einer Liste an ungelösten Problemen. Dies ermöglichte einen neuen und breiten Blickwinkel auf das Problem, zog neue Forscher an und machte es einfacher, den nächsten Schritt zu tun.

Viel Glück!

## 1 Problem (ein bruchsicherer Schlüssel)

### 1 Problemsituation

Schlösser mit flachen Schlüsseln, wie in den Abbildungen 1, 2 und 3 dargestellt, werden häufig in Schließsystemen von Kästen, Schränken und Türen verwendet (Abb. 3.). Der obere Teil eines Schlüssels, den wir halten, wenn wir den Schlüssel ins Schlüsselloch stecken, wird als der „Kopf“ bezeichnet. Den unteren Teil, der ins Schlüsselloch gesteckt wird, um auf- und zuzusperren, nennt man den „Bart“.



Abb. 1.

<http://www.ps.com.ua/file.php?id=14>    <http://keyservice.tomsk.ru/upload/avtorussia.JPG>

Abb. 2.

Abb. 3.

<http://www.keyservice.ru/pics/keys/u5.gif>

Ein Schlüssel ist dünn, leicht und benötigt wenig Platz in der Tasche. Trotzdem hat der Schlüssel einen bedeutenden Nachteil. Wenn wir nämlich unabsichtlich an einen in einem Schloss steckenden Schlüssel stoßen, kann er brechen. Und dann wird es schwer, den im Schloss steckenden Teil des Schlüssels wieder herauszubekommen. Und zudem ist es dann schwierig, eine Tür oder Schublade eines Tisches aufzusperren. In diesem Fall müssen wir ein Schloss aufbrechen, und manchmal auch die Dinge, an denen es angebracht war: eine Tür, eine Schublade. Um diese unangenehmen Situation zu umgehen, wäre es gut, einen „bruchsicheren Schlüssel“ zu haben.

Entwickeln Sie das Design eines Schlüssels, der auch bei starkem Druck nicht brechen kann. Die anderen Dinge, wie z.B. der Tisch, die Tür und das Schloss, bleiben dabei unverändert. Nur der Schlüssel darf verändert werden. Genauer gesagt wird es notwendig sein, den „Kopf“ des Schlüssels zu verändern.

### Typische Fehler (die vor der Problemlösung gemacht werden)

Es gibt einige Fehler, die Studierende bei der Lösung des Problems häufig machen. Der bedeutendste Fehler ist es, lediglich verschiedenste Optionen durchzugehen: Was passiert, wenn wir es so machen... Was, wenn wir es anders machen? Versuchen Sie nicht, eine Lösung zu „erraten“. Den Regeln des Kurses zu folgen ist wichtiger, als zu versuchen, eine Antwort zu finden. Eine entsprechend den Regeln korrekt durchgeführte Analyse ist wertvoller und effektiver als eine zufällig gewonnene Antwort. Überlegen Sie zudem, zu welcher Lösung Studierende kommen würden, die die Regeln von TRIZ nicht kennen. Einige typische falsche Schritte sind im Folgenden aufgelistet.

- Meistens wird vorgeschlagen, einen Schlüssel aus härterem Material (z.B. Spezialstahl) herzustellen.
- Veränderung des Schlüsselprofils, indem der flache Schlüssel durch einen Schlüssel mit einem anderen Profil, das stärker ist (z.B. rund), ersetzt wird. In diesem Fall müsste natürlich auch das Schloss verändert werden.
- In das Schlüsselloch integrierte Warnsignale, vorsichtig zu sein und den Schlüssel nicht unabsichtlich zu berühren.
- Nach jedem Auf- und Zusperren den Schlüssel aus dem Schlüsselloch entfernen.

Das Feststellen der Schwächen der einzelnen Lösungsvorschläge überlassen wir Ihnen. Anschließend wenden Sie bitte die TRIZ-Regeln an, um zu einer besseren Lösung zu gelangen.

## 2 Hinweis-1

### Ideales Endresultat - IFR:

Der Schlüssel schützt sich selbst vor dem Brechen in dem Moment, in dem wir ihn unabsichtlich stoßen oder gewaltsam berühren. Dennoch erfüllt der Schlüssel weiterhin seinen Zweck – ein Schloss auf- und zuzusperren.

## 3 Hinweis-2

### Widerspruch 1:

Ein Schlüssel muss brechen, wenn Gewalt angewandt wird; und der Schlüssel darf nicht brechen, um das Schloss oder die Tür nicht zu verändern.

## 4 Instrument

### IFR

Der Schlüssel schützt sich selbst vor dem Brechen in dem Moment, in dem wir ihn unabsichtlich stoßen oder gewaltsam berühren. Dennoch erfüllt der Schlüssel weiterhin seinen Zweck – ein Schloss auf- und zuzusperren.

### Widersprüche:

#### Widerspruch 1:

Ein Schlüssel muss brechen, wenn Gewalt angewandt wird; und der Schlüssel darf nicht brechen, um das Schloss oder die Tür nicht zu verändern.

#### Kommentar 1:

Bricht ein Schlüssel immer, wenn wir Gewalt anwenden? Wenn wir eine Tür öffnen und den Schlüssel ins Schlüsselloch stecken, wenden wir Gewalt an. Wenn auf die richtige Weise Gewalt angewandt wird, bricht der Schlüssel nicht und behält seine Funktion, d.h. er öffnet ein Schloss. Es ist notwendig, dieses Technische System (TS) mit dem Harmonisierungsgesetz zu überprüfen (siehe: Entwicklungsgesetze technischer Systeme)

#### Widerspruch 2:

Der Schlüssel muss brechen, um die angewandte Kraft auf die Leistung bei einem unbeabsichtigten Stoß zu übertragen; und der Schlüssel darf nicht brechen um das Schloss oder die Tür nicht zu verändern.

#### Kommentar 2:

Wenn nun unbeabsichtigt angewandte Kraft den Schlüssel während eines Stoßes nicht bricht und den Schlüssel in das Schlüsselloch steckt, dann ist der Schlüssel nicht gebrochen, die “Energie” des Stoßes wirkt nicht auf das Brechen des Schlüssels, sondern auf seine Bewegung

ins Schlüsselloch. Aber es taucht ein neues Problem auf: das ungewollte Schließen und Öffnen des Schlosses durch zufällige Stöße. Dieses ungewollte Schließen und Öffnen des Schlosses kann manchmal schädlichere Folgen haben als das Brechen des Schlüssels.

Im Analyseprozess müssen möglichst viele relevante Widersprüche identifiziert werden, um ein detaillierteres Profil der idealen Situation zu erhalten.

#### Widerspruch 3:

Der Schlüssel muss sich bei zufälligen Stößen drehen, um ein Brechen zu verhindern; und der Schlüssel darf sich bei zufälligen Stößen nicht drehen, um zu verhindern, dass sich das Schloss öffnet oder schließt.

#### Widerspruch 4:

Der Schlüssel muss aus dem Schlüsselloch herausstehen, damit wir ihn verwenden können (Drehen, Öffnen und Schließen des Schlosses, Entfernen); und der Schlüssel darf nicht aus dem Schlüsselloch herausstehen, damit er nicht gestoßen wird und in Folge bricht.

#### Widerspruch 5:

Der “Kopf” des Schlüssels sollte lang sein, um den Schlüssel zu bewegen und das Schloss öffnen zu können; und der “Kopf” sollte kurz sein, um den Schlüssel durch zufällig angewandte Gewalt nicht zu brechen.

### **Das “Zangenmodell”**

1. Ausgangssituation – Beschreibung der Ausgangssituation: Unerwünschte (negative) Situation (Negativer Effekt). Was würden wir ändern wollen?

Wenn Sie einen flachen Schlüssel, der im Schlüsselloch steckt, unbeabsichtigt stoßen, bricht er. Es ist notwendig, dass ein flacher Schlüssel in einem Schlüsselloch durch unbeabsichtigte Stöße nicht bricht.

2. Stellen Sie sich vor, Sie hätten einen Zauberstab (Meist gewünschtes Ergebnis – Most desirable Result):

Der Schlüssel selbst schützt sich vor dem Brechen, sobald wir ihn unbeabsichtigt gewaltsam berühren oder stoßen. Dennoch erfüllt der Schlüssel weiterhin seine Funktion – das Schloss zu öffnen und zu schließen.

3. Hindernis (Widerspruch), das uns daran hindert, den negativen Effekt (NE=IS) zu überwinden und den MDR zu erhalten:

Der Schlüssel muss sich bei zufälligen Stößen drehen, um nicht zu brechen, und der Schlüssel darf sich bei zufälligen Stößen nicht drehen, um die Tür nicht zu öffnen bzw. zu schließen.

Gemäß der ARIZ Logik (Kapitel 3 des Handbuchs) ist es notwendig, Handlungsbereich und – zeit des Widerspruchs zu bestimmen. Danach können die Separationsprinzipien angewandt werden, um den Widerspruch zu überwinden (Kapitel 5).

In diesem Fall können die widersprüchlichen Erfordernisse in Raum aufgeteilt werden, da unterschiedliche Verhaltenseigenschaften des Schlüssels gefordert sind, als eine Funktion der Richtung der angewandten Kraft (eine Drehung zum Öffnen/Schließen des Schlosses, eine Seitenkraft des zufälligen Stoßens).

Zwei innovative Prinzipien sind relevant für die Durchführung der Separation:

## Innovatives Prinzip Nr. 01: "Segmentierung"

- A) Teilen Sie ein Objekt in unabhängige Bestandteile.
- B) Machen Sie ein Objekt einfach zerlegbar.
- C) Erhöhen Sie das Ausmaß der Zersplitterung oder Segmentierung eines Objekts.

## Innovatives Prinzip Nr. 15: "Dynamik"

- A) Die Eigenschaften eines Objekts (oder der Umgebung) müssen verändert werden, um die optimale Leistung bei jedem Arbeitsschritt zu gewährleisten.
- B) Teilen Sie ein Objekt in Elemente, die ihre Position relativ zueinander verändern können.

## 5 Mögliche Lösung

Der "Bart" und der "Kopf" des Schlüssels sind durch ein Gelenk verbunden. Wenn der Schlüssel im Schlüsselloch gedreht wird, bleibt das Gelenk unbeweglich, da "Kopf" und "Bart" gemeinsam gedreht werden. Sie bewegen sich als eine Einheit. Dieses Ergebnis wird mittels Angleichung erzielt, durch die fixe Kopplung beider Teile wenn diese Art von Kraft angewandt wird. Wenn wir aber Kraft gegen den "Kopf" des Schlüssels anwenden, und diese Kraft senkrecht auf die Achse des Schlüssels gerichtet ist, bewegt sich der "Kopf" durch das Gelenk auf die Seite. Die fixe Kopplung der beiden Schlüsselteile fehlt in diesem Fall (Abb. 4).

Vergleiche: Die Metallkette von Uhren ist stark in eine Richtung gebogen, wenn die Glieder der Kette sich auf Gelenken bewegen. Wenn Kraft angewandt wird, bleibt die Kette hart, damit sich die Glieder nicht auf den Gelenken bewegen (Abb. 5)

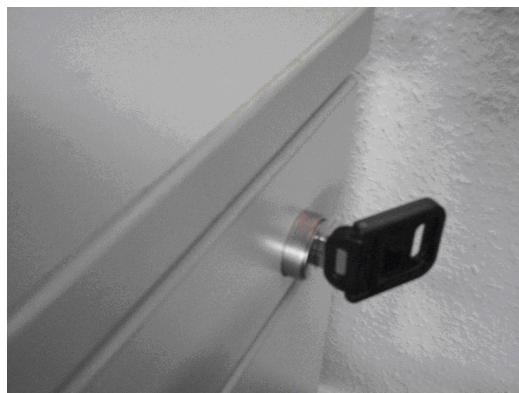


Abb. 4. (Foto © Kaikov I.)



Abb. 5. (Foto © Kaikov I.)

## 2 PROBLEM: EIN REGENSCHIRM. (IGOR KAIKOV)

### 1 Problemsituation

Jeder kennt diese Situation. Ein großer Regenschirm schützt gut vor Regen.

Es ist auch möglich, dass zwei Personen einen Regenschirm benutzen... Doch starke Windstöße drehen den Schirm nach außen. Manchmal bricht er dadurch sogar. Ein kleiner Schirm widersteht den Windstößen besser, schützt aber schlechter vor Regen. Natürlich könnten wir ei-



nen sehr großen und stabilen Schirm mit dicken Speichen, aus starkem, langlebigen Stoff, herstellen. Aber es wäre schwierig und lästig, diesen Schirm zu tragen – sogar für zwei Personen. Und bei starkem Wind muss der Schirm fest gehalten werden. Was können wir nun tun?

Erstellen Sie ein neues Design für einen Regenschirm, der ein großes Dach hat und gut gegen Regen schützt, der nicht bricht wenn der Wind stark weht und bequem zu tragen ist.

*Abb.1*

- **Typische Fehler (die vor der Problemlösung gemacht werden)**
- Meist wird vorgeschlagen, einen Regenschirm zu „verstärken“, mit dicken Speichen und einem robusten Gewebe. Vergleichen Sie diese Lösung mit der ersten Lösung des vorigen Problems mit dem bruchsicheren Schlüssel (siehe: Typische Fehler, die vor der Problemlösung gemacht werden). Haben Sie die Ähnlichkeiten in der Logik erkannt? Die traditionelle Logik führt zu keiner guten Lösung. Der Wind könnte so stark sein, dass auch stärkere Speichen und robusteres Gewebe nicht helfen, das Problem zu lösen... Die dialektische Logik, die die Basis von TRIZ ist, kommt genau auf die gegenteilige Lösung. Wir müssen den Regenschirm „schwächen“, ihn formbarer und flexibler machen.
- Zu den besten Lösungen zählt der SENZ Regenschirm, der das Problem teilweise lösen kann. „Der SENZ Regenschirm wurde designt, um ein Bedürfnis zu befriedigen – nämlich starken Wind daran zu hindern, einen Regenschirm nach außen zu drehen. Das SENZ Team hat einen Regenschirm entwickelt, der stärker und zugleich aerodynamischer ist. (Abb.2)



*Abb.2. <http://www.moreinspiration.com/Innovation.aspx?id=1473>*

Dennoch hat dieser Regenschirm einen wesentlichen Nachteil. Das Dach des Regenschirms hat eine asymmetrische Form und man muss den engen Teil des Schirms – ähnlich wie bei einem Boot – Richtung Wind richten. Laut dem Hersteller soll dieser Regenschirm weniger anfällig für Windböen sein. Zusätzlich zur komplizierten Verwendung eines solchen Regenschirms gibt es auch Probleme in der Herstellung. Die Speichen sind unterschiedlich lang und müssen bei der Herstellung durch ein asymmetrisches Dach ausgeglichen werden. Zudem ist der Durchmesser des Regenschirms sehr gering (es ist unmöglich, ihn für zwei Personen zu nutzen) und Seitenwind wäre in keinem Fall wünschenswert!

- Eine andere Idee, das Design des Regenschirms zu “verstärken” ist das Hinzufügen zusätzlicher Elemente, die den Speichen helfen, den Windböen zu widerstehen. Natürlich ist solch ein Regenschirm extrem unbequem. Ein Regenschirm muss anständig geöffnet werden können. (Abb. 3).



*Abb.3.*

- Eine andere Lösung ist ein Regenschirm mit flexilem Dach. Bei einer Windböe bricht es nicht, sondern dreht sich nach außen. In dieser Situation schützt der Schirm allerdings nicht vor Regen. Zudem müsste man nach jeder Windböe den Regenschirm wieder nach innen stülpen.
- Es mag Leute geben, die dieses Problem aus Verzweiflung aufgeben und sich sagen: Machen wir doch einen Regenschirm von einer Größe, die ein bisschen vor Regen schützt aber bei Windböen nicht bricht. Und bei starkem Regen bleiben wir eben zuhause... Für einige wäre das eine gute Lösung. Aber nicht für uns!

## 2 Hinweis-1

IFR – Ideales Endresultat:

Ein Regenschirm schützt sich selbst vor den Windböen und verschlechtert nicht die Funktion des Schutzes vor Regen und dies ohne die Komplexität des Designs zu erhöhen.

## 3 Hinweis-2

Widerspruch 1:

Ein Regenschirm muss groß sein, damit er gut vor Regen schützen kann.

Aber ein Regenschirm muss klein sein, damit ihn der Wind nicht brechen kann.

## Widerspruch 2:

Ein Regenschirm muss Löcher haben, damit ihn der Wind nicht brechen kann.

Aber ein Regenschirm darf keine Löcher haben, damit er gut vor Regen schützen kann.

## Widerspruch 3:

Ein Regenschirm muss eine spezielle Form haben, damit er vor Windböen geschützt ist, und der Regenschirm muss eine normale Form haben, damit er leicht zu produzieren ist.

## Widerspruch 4:

Ein Regenschirm muss speziell geformt sein, damit er vor Windböen geschützt ist, und ein Regenschirm muss eine normale Form (die Form einer Halbkugel) haben, damit er gleichmäßig vor Regen schützen kann.

## **4 Instrument**

### **IFR – Ideales Endresultat:**

Ein Regenschirm kann sich selbst gegen Windböen schützen, was seine Funktion – den Schutz vor Regen – aber nicht beeinträchtigt.

### **Das “Zangenmodell”**

1. Ausgangssituation – Beschreibung der Ausgangssituation: Unerwünschte (negative) Situation (Negativer Effekt – NE). Was würden wir ändern wollen?

Ein großer Regenschirm schützt gut vor Regen. Aber starke Windböen drehen ihn nach außen. Und manchmal brechen sie ihn. Ein kleiner Regenschirm kann den Windböen besser widerstehen, schützt aber schlechter vor Regen.

2. Stellen Sie sich vor, Sie hätten einen Zauberstab (MDR – Meist gewünschtes Resultat):

Der Regenschirm schützt eine Person gut vor Regen und bricht nicht durch Windböen. Der Regenschirm kann sich selbst gegen Windböen schützen, was seine Funktion – den Schutz vor Regen – aber nicht beeinträchtigt.

3. Hindernis (Widerspruch), das uns daran hindert, den negativen Effekt (NE=IS) zu überwinden und den MDR zu erhalten:

Ein großes Schirmsdach wirkt wie ein Segel im Wind, d.h. die Windböen, die in das Dach des Schirms gelangen, sind die gefährlichsten. Denn diese drehen den Schirm nach außen und brechen ihn. Die äußeren Windböen “gleiten” den Schirm entlang.

4. Folgen Sie den ARIZ Schritten, oder zumindest der intrinsischen Logik dahinter, um den Widerspruch durch Identifikation des operativen Ortes und der operativen Zeit, der verfügbaren Ressourcen und der Suche nach Separationsmöglichkeiten zu analysieren.

Folgen Sie den Schritten 1-3 von ARIZ wie in Kapitel 3 beschrieben und wenden Sie dann die Separationsprinzipien wie in Kapitel 5 beschrieben an.

Betrachten wir nun einige erforderliche Beispiele, angewandt auf die vorliegenden Widersprüche.

### **Innovatives Prinzip Nr. 01 “Segmentierung“**

A) Teilen Sie ein Objekt in unabhängige Bestandteile.

B) Machen Sie ein Objekt einfach zerlegbar.

C) Erhöhen Sie das Ausmaß der Zersplitterung oder Segmentierung eines Objekts.

## Kommentar

Wir betrachten Widerspruch 1: Ein Regenschirm ist groß – klein. Folgende Idee tut sich auf: Zum Beispiel den Regenschirm in zwei Schirme zu teilen, um zwei kleine Regenschirme zu verwenden anstatt eines großen (Abb. 4). Der offensichtliche Nachteil dieser Lösung ist die unbequeme Verwendung. In ähnlicher Weise sollten wir beachten, dass zwei Messer noch keine Schere sind.



*Abb. 4. Wie verwendet man zwei kleine statt eines großen Regenschirms?*  
[http://www.dvorec.ru/reg/foto/11455\\_1153293970.jpg](http://www.dvorec.ru/reg/foto/11455_1153293970.jpg)

## Innovatives Prinzip Nr. 15 “Dynamik”

- A) Die Eigenschaften eines Objekts (oder der Umgebung) müssen verändert werden, um die optimale Leistung bei jedem Arbeitsschritt zu gewährleisten.
- B) Teilen Sie ein Objekt in Elemente, die ihre Position relativ zueinander verändern können.

## Kommentar

Wir betrachten Widerspruch 1: Ein Regenschirm ist groß – klein. Die folgende Idee tut sich auf: Es regnet fortwährend, deshalb muss der Regenschirm offen sein, solange es regnet. Die Windböen wehen in gleichmäßigen Abständen in den Regenschirm. Während einer Windbörne verwandelt sich der Schirm in einen kleinen, wenn die Windbörne vorbei ist, in einen großen Regenschirm.

## Innovatives Prinzip Nr. 21 “Durcheilen” (Überspringen)

Führen Sie ein schädliches und gefährliches Verfahren oder seine Stufen mit hoher Geschwindigkeit durch.

## Kommentar

Wir betrachten Widerspruch 1: Ein Regenschirm ist groß – klein, und Widerspruch 2: Ein Regenschirm hat eine Öffnung um Wind abzuleiten und hat keine Öffnung, um vor Regen zu schützen. Folgende Idee tut sich auf:

Die Öffnung entsteht, wenn der Wind bläst. Der Wind selbst öffnet ein “Fenster”. Es gibt eine neue Herausforderung: Wie können wir uns vor dem Regen schützen, während sich die Öffnung öffnet? Obwohl der Zeitraum, indem sich die Öffnung im Schirm öffnet, nur kurz ist, gibt es in dieser Zeit keinen guten Schutz vor dem Regen.

## Kommentar

Dies ist ein sehr wichtiger Punkt. Manche Probleme werden in zwei Schritten gelöst. Wir haben eine Möglichkeit gefunden, eine Windböe aus dem Inneren des Schirms abzuleiten, aber wir wissen nicht, wie wir uns zu diesem Zeitpunkt vor dem Regen schützen sollen. Diese Situation wird bereits durch die Form des Widerspruchs beschrieben. Es ist notwendig, einen Weg zu finden, den Widerspruch zu lösen.

## **Innovatives Prinzip Nr. 22: Aus Schaden wird Nutzen (“Schädliches verwandeln” oder “Zitronen in Limonade verwandeln”)**

- A) Verwenden Sie negative Faktoren – speziell aus dem Umfeld – um einen positiven Effekt zu erzielen.
- B) Entfernen Sie einen negativen Faktor, indem Sie ihn mit einem anderen negativen Faktor kombinieren.

## Kommentar

Wir betrachten Widerspruch 2: Ein Regenschirm hat eine Öffnung, um Windböen abzuleiten und er hat keine Öffnung, um vor Regen zu schützen. Folgende Idee tut sich auf:

Eine Windböe erzeugt starken Druck im Dach des Regenschirms. Die Luftströmung verhindert, dass Regentropfen durch das Loch im Schirmdach ins Innere gelangen.

## **Innovatives Prinzip Nr. 25 “Selbstbedienung”**

- A) Ein Objekt muss sich selbst warten und zusätzliche Funktionen ausführen können.
- B) Verwenden Sie Abfallmaterialien und Energie.

## Kommentar

Wir betrachten Widerspruch 1: Ein Regenschirm ist groß – klein, und Widerspruch 2: Ein Regenschirm hat eine Öffnung, um Windböen abzuleiten und er hat keine Öffnung, um vor Regen zu schützen. Folgende Idee tut sich auf:

Ein Regenschirm mit großem Durchmesser hat eine Öffnung in Form eines Ventils. In normaler Position ist die Öffnung geschlossen. Bei einem Windstoß öffnet die Luft das Ventil der Öffnung. Nachdem die Windböe abgeleitet wurde, schließt sich das Ventil automatisch, zum Beispiel unter dem Gewicht der Ventilkappe. Das Ventil kann aus Stoff sein, welcher auf der Öffnung angebracht wird.

## **5 Mögliche Lösung**

Das Dach des Schirms besteht aus zwei Teilen, die übereinander angebracht sind und sich etwas überschneiden. Eine Windböe erzeugt starken Druck im Inneren des Schirmdachs. Der Saum des oberen Teils des Schirmdachs erhebt sich über den unteren Teil und lässt die Luft ab. Die Windböe SELBST öffnet dieses Ventil im Schirmdach. Wenn also Luft durch den Schirm strömt, wird der Regenschirm zu einem “Schirm mit Öffnung”. Die Regentropfen können nicht unter den Schirm gelangen, weil der starke Luftdruck dies verhindert.

Nach den Windböen fällt der Stoff des oberen Teils des Schirms unter seinem eigenen Gewicht zusammen, legt sich wieder am Schirm an und formt eine Einheit mit dem anderen Teil. Die Regentropfen, die auf den Schirm fallen, können nicht ins Innere des Schirms gelangen,

weil der obere Teil des Schirmdachs den unteren Teil um ein paar Zentimeter überdeckt. (so wie die Ziegel auf einem Hausdach). Siehe Abb. 5 – Abb. 8.



*Abb. 5. (Foto © Kaikov I.)*



*Abb. 6. (Foto © Kaikov I.)*



*Abb. 7. (Foto © Kaikov I.)*



*Abb. 8. (Foto © Kaikov I.)*

## INNOVATIVE VERBINDUNGSSTANGE FÜR HOCHLEISTUNGSMOTOREN

### Vorbemerkung

Die vorliegende Übung ist in Anlehnung an eine Fallstudie entstanden, die von Gaetano Cascini und Francesco Saverio Frillici für SCAM srl (Italien) im Sommer 2006 durchgeführt wurde. Einige Details wurden für diese Übung außer Acht gelassen.

### Einleitung

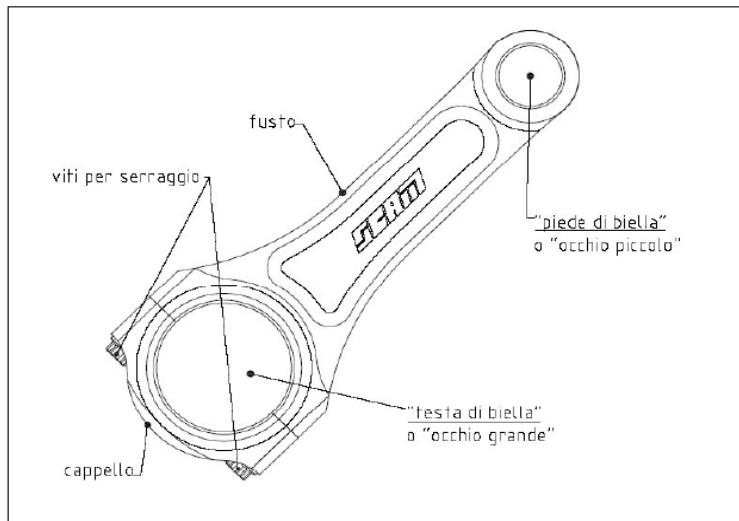
Eine Verbindungsstange für Viertakt-Motoren besteht im Prinzip aus drei Teilsystemen (Abb. 1): dem Schaft mit einem „kleinen Auge“ am engen Ende wo der Kolbenbolzen angesetzt wird; dem „Hut“, einem halbkreisförmigen Teil, das zusammen mit dem breiten Ende des Schafts das „große Auge“ bildet, wo die Verbindungsstange an der Motorwelle befestigt wird sowie 2 Schrauben die den Hut am Schaft fixieren.

Eine Verbindungsstange unterliegt Ermüdungsbeanspruchungen aufgrund von wechselnder Belastung und Gasdruck in der Verbrennungskammer. Daher müssen die Schrauben eine sich stark ändernde Belastung aushalten und stellen in Hochleistungs-motoren (z.B. Formel 1) eine der schwächsten Stellen des gesamten Systems dar.

In Form von Spezialstahl und Titanlegierungen, die stark und wenig brüchig sind, konnten im letzten Jahrzehnt deutliche Verbesserungen erzielt werden. Ein Nischenmarkt für Schrauben aus Spezialstahl für extreme Belastungen hat sich entwickelt, den sich 2 bis 3 Hauptproduzenten weltweit teilen. Diese können praktisch willkürlich den Preis der Schrauben festlegen.

Ein kleiner Mitbewerber, der Wellen und Verbindungsstangen für Rennmotoren produziert, ist einfach nicht in der Lage, exklusive Lieferverträge mit den oben erwähnten Schraubenproduzenten abzuschließen, weil das Produktionsvolumen zu gering ist. Zudem haben die größten Mitbewerber bessere Chancen, exklusive Lieferverträge auszuhandeln. Daher ist es notwendig, die Struktur der Verbindungsstange radikal zu verändern.

Es muss erwähnt werden, dass es aufgrund von externen Auflagen nicht möglich ist, eine Verbindungsstange aus einem einzigen Stück zu fertigen, die auf eine mehrteilige Welle aufgesetzt wird. Aufgrund der speziellen Bestimmung der Verbindungsstange ist die Gewichtsreduktion das größte Erfordernis.



*Abb. 1 – Verbindungsstange für Viertakt-Motoren.*

Weil das System sehr einfach ist, liefert eine funktionale Analyse keine klare Aussage über die Konstruktion jedes Details. Dennoch können durch Beachtung der Konstruktionsparameter einige Widersprüche identifiziert werden. Eine Schritt-für-Schritt ARIZ Analyse wurde wie folgt durchgeführt.

#### **ARIZ-85C, Schritt 1.1**

- TC-1: Wenn die Verbindungsstange mit kleinen/leichten Schrauben ausgestattet wird, die den Schaft mit dem Kopfteil verbinden, sind die Schrauben Beanspruchungen ausgesetzt, die ihre maximale Kräfte übersteigen.
- TC-2: Wenn die Verbindungsstange mit Schrauben ausgestattet wird, die auf die Verbindungsstange wirkenden Beanspruchungen aushalten, übersteigt ihr Gewicht den maximal zulässigen Wert.

#### **ARIZ-85C, Schritt 1.2**

Die technischen Widersprüche oben betreffen folgendes sich widersprechende Paar:

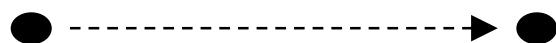
- Instrument: die Schraube(n)
- Produkt: die Verbindungsstange

#### **ARIZ-85C, Schritt 1.3**

Abb. 2 zeigt die Konflikte TC-1 und TC-2, wobei das Gewicht der Schrauben als ein eigener Nachteil dargestellt wird, obwohl es besser als eine Belastung (Nachteil) für das ganze System dargestellt sein sollte.

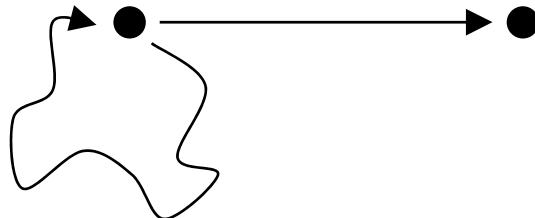
**Schraube**

**Verbindungsstange**



*Abb. 2a – ARIZ-85C - Schritt 1.3: TC1*

## Schraube      Verbindungsstan-



*Abb. 2b – ARIZ-85C - Schritt 1.3: TC2*

### **ARIZ-85C, Schritt 1.4**

TC-1 wurde als jene Seite des Widerspruchs ausgewählt, die bearbeitet werden sollte, weil sie dem Idealzustand näher ist (kein Gewicht).

### **ARIZ-85C, Schritt 1.5**

Die Intensivierung dieses Widerspruchs führt zur Eliminierung der Schrauben: Wenn die Verbindungsstange mit den leichtesten/kleinsten Schrauben ausgestattet wird, z.B. überhaupt keine Schraube, die den Schaft mit dem Hut verbindet, können die Schrauben keinerlei Belastungen aushalten.

### **ARIZ-85C, Schritt 1.6**

Das Modell des Problems kann daher folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Das sich widersprechende Paar sind die Schrauben und die Verbindungsstange;
- Die fehlende Schraube macht das System nicht schwerer, kann aber keinen Belastungen standhalten;
- Es muss ein/e X-Komponente/Bereich/Eigenschaft gefunden werden, die/der die auf die Verbindungsstange wirkenden Belastungen tragen kann, ohne der Verbindungsstange aber zusätzliches Gewicht hinzuzufügen.

### **ARIZ-85C, Schritt 1.7**

Das oben beschriebene Problem kann mittels der „Erfinderischen Standards“ behandelt werden.

In der intensivierten Form des Konflikts gibt es ein unvollständiges S-F Model mit nur einer Substanz (der Verbindungsstange). Daher sollte Standard 1-1-1 angewandt werden.

Aufgrund der Art des Systems und der Unmöglichkeit, die Struktur radikal zu verändern, sollte eine Wechselwirkung mit einem Mechanischen Feld beibehalten werden.

Die Möglichkeit, die Schrauben zu eliminieren, indem Hut und Schaft aneinander fixiert werden (z.B. durch schweißen) wurde in Erwägung gezogen, schlussendlich aber aufgrund anderer Anforderungen des Systems verworfen.

### **ARIZ-85C, Schritt 2.1**

Der Handlungsbereich, indem es einen Konflikt gibt, ist das „große Auge“, d.h. der Teil der Verbindungsstange, der mit der Motorwelle verbunden werden soll.

## **ARIZ-85C, Schritt 2.2**

Die Intervalle, wenn die Verbindungsstange Zugbelastungen ausgesetzt ist ( $T1'$ ), die Zeit, wenn sie Druckbelastungen ausgesetzt ist ( $T1''$ ) und die Zeit wenn die Verbindungsstange an die Motorwelle angebracht wird ( $T2$ ), stellen die Handlungszeit dar.

## **ARIZ-85C, Schritt 2.3**

Die wesentlichen internen Ressourcen sind:

- Systemressourcen: Schaft, Hut, Schrauben in deren Formen, geometrische Position/Orientierung, Material etc.
- Subsystemressourcen: das kleine Auge, der Kopf der Schrauben, das Gewinde der Schrauben;
- Supersystemressourcen: Kolbenbolzen, Kolben, Motorwelle.

## **ARIZ-85C, Schritt 3.1**

IFR-1: Eine X-Komponente verbindet Schaft und Hut der Verbindungsstange unter Zug- ( $T1'$ ) und Druckbelastungen ( $T1''$ ) ohne das System zu kompliziert zu machen und ohne negative Nebeneffekte (insbesondere einer Gewichtserhöhung), indem sie ein stabiles geschlossenes Auge bildet, das mit der Motorwelle verbunden wird. Die Verbindungsstange behält dabei ihre Fähigkeit, Kräfte zu übertragen.

## **ARIZ-85C, Schritt 3.2**

Das ideale Endergebnis kann somit intensiviert werden, indem neue Substanzen/Bereiche vermieden werden und die in Schritt 2.3 identifizierten Ressourcen als X-Komponente angewandt werden.

Das IFR kann dementsprechend umformuliert werden:

- Die Schraubengröße/-form/-position verbindet Schaft und Hut der Verbindungsstange unter Zug- ( $T1'$ ) und Druckbelastungen ( $T1''$ ), ohne das zulässige Gewicht zu überschreiten, indem ein stabiles geschlossenes Auge gebildet wird, das mit der Motorwelle verbunden wird. Die Verbindungsstange behält dabei ihre Fähigkeit, Kräfte zu übertragen.
- Der Schaft/Hut ist so geformt, dass leichte Schrauben eingesetzt werden können, die den Schaft und den Hut der Verbindungsstange unter Zug- ( $T1'$ ) und Druckbelastungen ( $T1''$ ) verbinden können, indem ein stabiles geschlossenes Auge gebildet wird, das mit der Motorwelle verbunden wird. Die Verbindungsstange behält dabei ihre Fähigkeit, Kräfte zu übertragen.

## **ARIZ-85C, Schritt 3.3**

Auf Makroebene können die physischen Widersprüche durch die Analyse der präferierten Lage/Wert jedes einzelnen physischen Parameters der oben dargestellten Ressourcenliste ausgedrückt werden.

Aus mehreren wurde der folgende physische Widerspruch ausgewählt:

- Die Schraube sollte während  $T1'$  und  $T1''$  rechtwinklig zur Achse der Verbindungsstange angebracht sein, um nicht Ermüdungserscheinungen ausgesetzt zu sein; und die Schraube sollte parallel zur Achse der Verbindungsstange angebracht sein, um Schaft und Hut der Verbindungsstange zu verbinden und deren Kräfte richtig zu übertragen.

## **ARIZ-85C, Schritt 3.4**

Die physischen Widersprüche auf Mikro-Ebene können folgendermaßen formuliert werden:  
Während T1' und T1'' sollte es Kraft übermittelnde Teile (in diesem Fall sollten die Teile eines Bereichs, nicht nur einer Substanz, berücksichtigt werden) geben, damit eine rechtwinklig zur Achse der Verbindungsstange angebrachte Schraube den Schaft und den Hut der Verbindungsstange verbinden kann; und es sollte keine Kraft übertragenden Teile geben, damit Belastungen auf die Schraube verhindert werden.

## **ARIZ-85C, Schritt 3.5**

Das große Auge der Verbindungsstange sollte Kraft übertragende Teile beinhalten, damit eine rechtwinklig zur Verbindungsstange angebrachte Schraube den Schaft und den Hut der Verbindungsstange verbindet ohne Belastungen auf die Schraube anzuwenden.

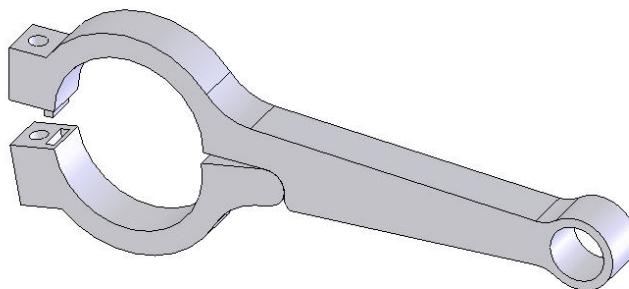
## **ARIZ-85C, Schritt 3.6**

Die letzte Formulierung der physischen Widersprüche erzeugt eine konzeptionelle Lösung, sogar wenn kein innovatives Prinzip angewandt wird, lediglich durch die Übersetzung von IFR-2 in eine Struktur. Die Verbindungsstange wird umgeformt, sodass die Passfläche von Schaft und Hut parallel zu ihrer Achse ist. Folglich verbindet eine Schraube, die rechtwinklig zur Achse der Verbindungsstange angebracht ist, Schaft und Hut sind aufgrund ihrer Platzierung rechtwinklig zur Kraftrichtung keinen Belastungen ausgesetzt. Daher können traditionelle Stahllegierungen so angepasst werden, dass sie die Größe der Schraube sogar reduzieren.

Die Lösung ist fast dargestellt, jedoch muss eine noch klarere Definition der Kraftübertragung zwischen großem und kleinem Auge aufgezeigt werden.

Bei dem Ziel, die Schraube nur einer statischen normalen Belastung auszusetzen und Schiebung (statisch und alternierend!!) zu vermeiden, müssen wir etwas Neues ins System einbringen.

Ein mechanischer Konstrukteur wird schnell verschiedenste mögliche Strukturen entwickeln, die diese Anforderungen erfüllen. In unserem Fall wurde die Einarbeitung eines Gelenks vorgeschlagen, wie in Abb. 3 dargestellt ist.



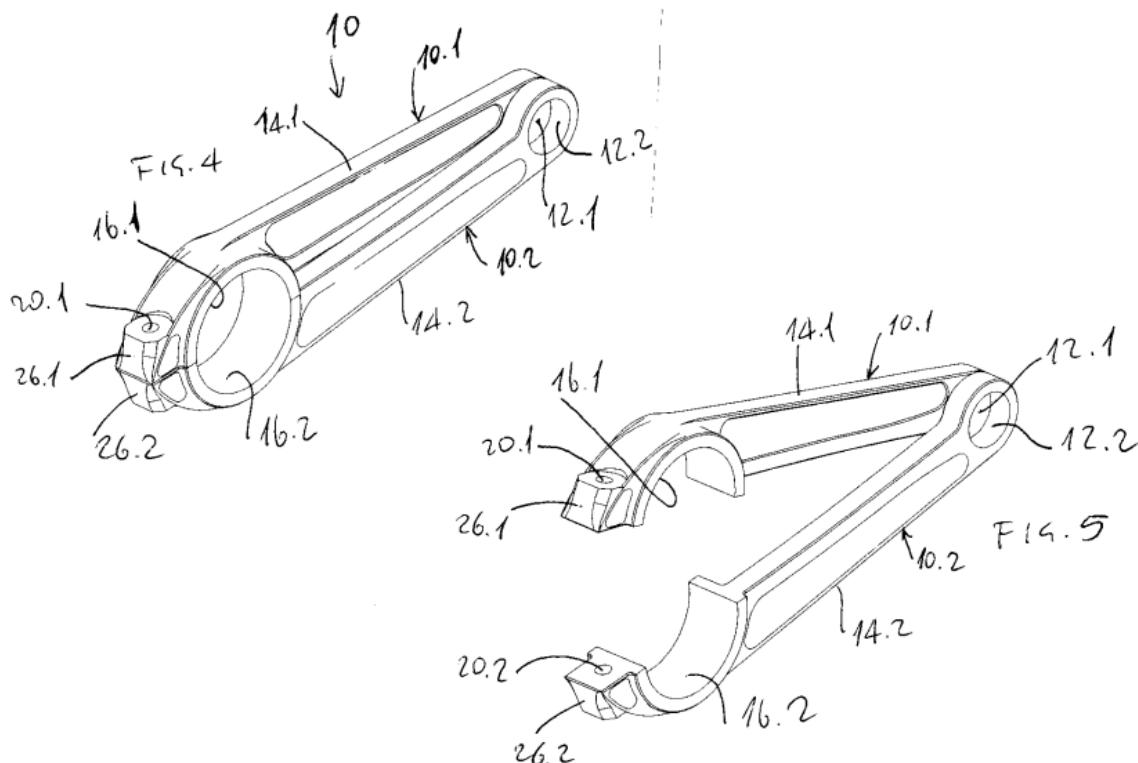
**Abb. 3 – Erstlösung: Die Schraube fixiert das große Auge der Verbindungsstange, ist aber keinen Belastungen ausgesetzt.**

Die Einarbeitung einer neuen Substanz (des Gelenks) erhöht die Komplexität des Systems. In anderen Worten sollte das Gelenk da sein, um die Kraft zwischen großem Auge und dem Rest der Verbindungsstange zu übertragen, aber das Gelenk sollte nicht da sein, um die Komplexität des Systems zu reduzieren.

Mit derselben Logik wie in Schritten 3.1. und 3.2. wird nicht eine neue Substanz eingearbeitet, sondern wird vorgeschlagen, verfügbare Ressourcen anzuwenden.

Unter den in Schritt 2.3 identifizierten verfügbaren Ressourcen, kann der Bolzen des Kolbens als die Achse des Gelenks verwendet werden, was es den beiden Teilen der Verbindungsstange bei der Anbringung an die Motorwelle ermöglicht, sich zu drehen.

Das Ergebnis ist eine Anpassung der oberen Konstruktion der Verbindungsstange wie in Abb. 4.



*Abb. 4 – Lösung, die sich durch eine verstärkte Nutzen der vorhandenen Ressourcen ergeben hat. Die neue Verbindungsstange ist 12% leichter als das Original und die Schrauben sind statischen Belastungen statt Zug- und Druckbelastungen ausgesetzt.*

### Schlussfolgerungen

Die finale Lösung ermöglichte die Entwicklung einer neuen Generation von Verbindungsstangen für Rennmotoren: bei einem nur etwas komplizierterem Fertigungsprozess (ein vernachlässigbarer Nachteil in diesem speziellen Feld), wurde ein doppelter Vorteil erzielt: Die neue Verbindungsstange ist 12% leichter als das Original aufgrund der reduzierten Masse des Schafts, die zur Halterung der Schrauben benötigt wird; zudem können traditionelle Stahlschrauben statt Schrauben mit spezieller Legierung angewandt werden, weil es keine Ermüdungsbeanspruchungen gibt.

## KUGELSCHREIBER

Wie oft haben Sie schon Kugelschreiber gesehen, die in Hosentaschen oder Handtaschen ihre Tinte verlieren und einen großen Fleck verursachen! Der Ball in der Spitze des Kugelschreibers lässt Tinte auslaufen, wenn es nicht erwünscht ist, was zu diesem negativen Effekt führt. Lassen Sie uns versuchen, dieses Problem mit den Instrumenten, die TRIZ zur Verfügung stellt, zu lösen.

Der erste Schritt in Richtung Lösung ist die Auswahl des richtigen zu lösenden Problems: dazu ist es hilfreich, einen systematischen Denkansatz zu wählen, z.B. das Multidimensionale Denken – bzw. den System Operator (Absatz 1.3.3.5).

Der Ausgangspunkt ist die Definition des Referenzfensters des Schemas, das die detaillierte Ebene festlegt, welches die Zeit des Systems und des Problems bestimmt und aus der sich all die anderen, umgebenden Fenster ergeben.

Das Problem ist ganz einfach: Wir haben einen Stift, der Kleider oder Stoffe generell verschmutzt; dies kann eine gute Wahl für das zentrale Fenster des neuen Raster sein. Die relative Frage wird sein: Wie können die Elemente des Systems, das sind der Stift und die Kleider bzw. Stoffe, dafür sorgen, dass die Tinte keine Flecken verursacht? Die anderen Fenster werden wie in Abb. 1 dargestellt vervollständigt.

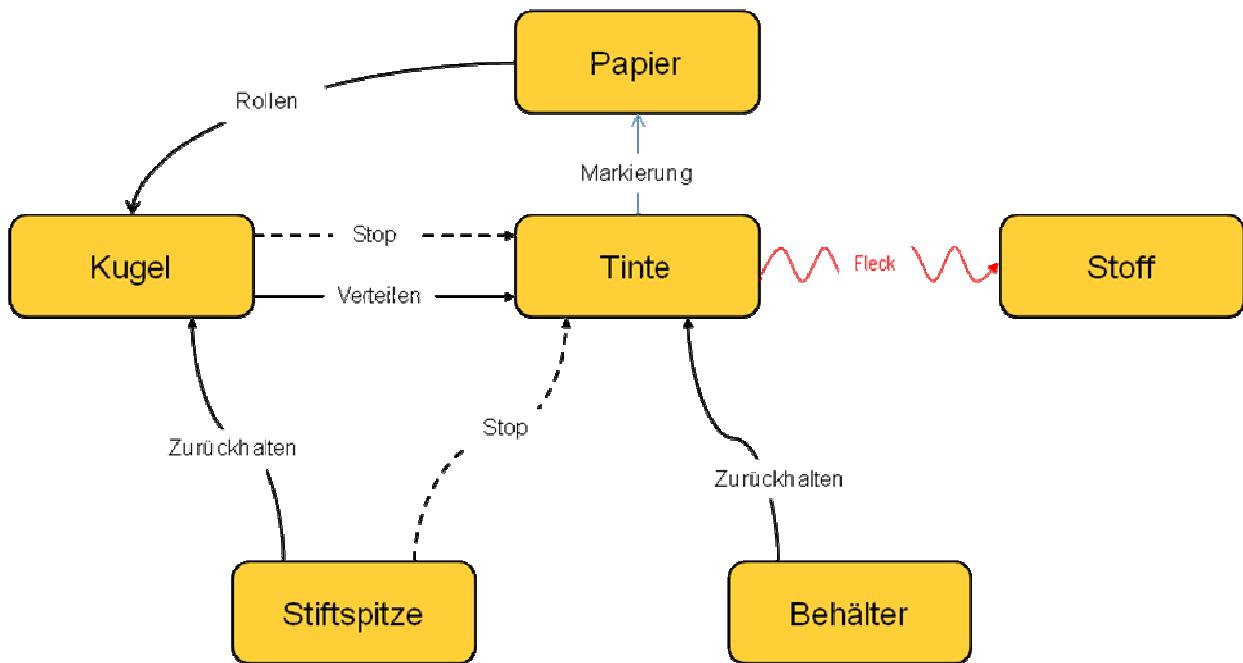
<b>Elemente:</b> Andere Stifte, andere Kleider, Verwender, Umwelt, ...	<b>Elemente:</b> Andere Stifte, andere Kleider, Verwender, Umwelt, ...	<b>Elemente:</b> Andere Stifte, andere Kleider, Verwender, Umwelt, ...
<b>Frage:</b> Wie können andere Stifte, andere Kleider, der Verwender, die Umwelt, ... das Auslaufen der Tinte vermeiden?	<b>Frage:</b> Wie können andere Stifte, andere Kleider, der Verwender, die Umwelt, ... vermeiden, dass die ausgelaufene Tinte die Kleider erreicht?	<b>Frage:</b> Wie können andere Stifte, andere Kleider, der Verwender, die Umwelt, ... vermeiden, dass die Tinte Flecken auf der Kleidung hinterlässt?
<b>Elemente:</b> Stift, Stoff <b>Frage:</b> Wie können Stift und Stoff das Auslaufen der Tinte vermeiden?	<b>Elemente:</b> Stift, Stoff <b>Frage:</b> Wie können Stift und Stoff vermeiden, dass die ausgelaufene Tinte die Kleider erreicht?	<b>Elemente:</b> Stift, Stoff <b>Frage:</b> Wie können Stift und Stoff vermeiden, dass die Tinte Flecken auf der Kleidung hinterlässt?
<b>Elemente:</b> Kugel, Tinte, Tintenbehälter, Stift, Stiftspitze, Stofffasern, ... <b>Frage:</b> Wie können Kugel, Tinte, ... das Auslaufen der Tinte vermeiden?	<b>Elemente:</b> Kugel, Tinte, Tintenbehälter, Stift, Stiftspitze, Stofffasern, ... <b>Frage:</b> Wie können Kugel, Tinte, ... vermeiden, dass die ausgelaufene Tinte die Kleider erreicht?	<b>Elemente:</b> Kugel, Tinte, Tintenbehälter, Stift, Stiftspitze, Stofffasern, ... <b>Frage:</b> Wie können Kugel, Tinte, ... vermeiden, dass die Tinte Flecken auf der Kleidung hinterlässt?

Abb. 1: Auf der Suche nach Problemen: Der vervollständigte System Operator

Wie Sie sehen können, repräsentiert die Vergangenheits-Spalte (links) die Zeit bevor die Tinte aus ihrem Behälter gelangt, sodass das Problem darin liegt, die Tinte im Stift zu stoppen. Ausgehend von der Gegenwarts-Spalte (Mitte), könnten Standardlösungen wie z.B. eine Stiftkappe oder eine einklappbare Stiftspitze vorgeschlagen werden. Bei der Zukunfts-Spalte (rechts) geht es darum, wie das Problem in ein Nicht-Problem umgewandelt bzw. gemindert werden kann: Wie kann man verhindern, dass die Tinte, auch wenn sie bereits aus dem Stift ausgeronnen ist,

einen unerwünschten Effekt hat?

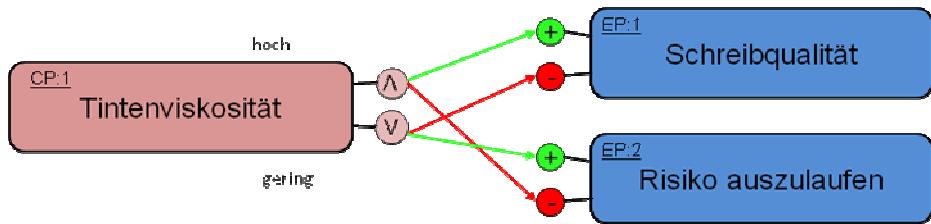
Der nächste Schritt ist die Auswahl des richtigen Problems: Zum Beispiel kann man das Subsystem Vergangenheit als Ausgangsproblem wählen. Oft ist es besser, Probleme gar nicht erst entstehen zu lassen, als sie zu lösen zu versuchen, wenn sie da sind. Weiters ist es hilfreich, ein funktionales Modell dieser Ausgangssituation zu bilden.



*Abb. 2: Funktionales Modell, das die Situation des Sub-Systems Vergangenheit des System Operators beschreibt.*

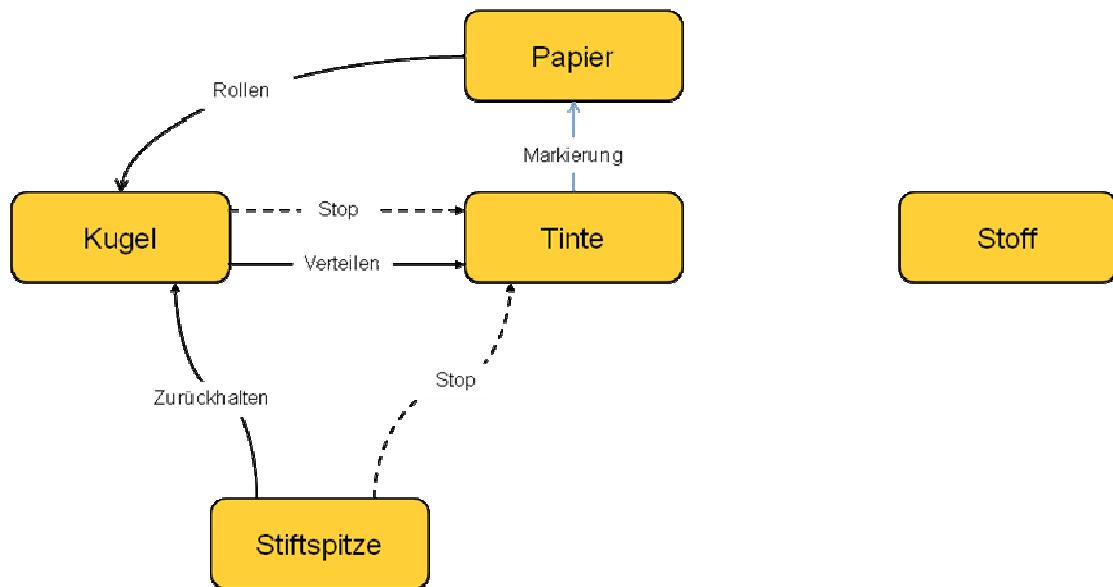
Wie Sie sehen können, gibt es drei kritische Funktionen: zwei mangelhafte und eine schädliche diese ist das Hauptproblem, die es zu lösen gilt. An dieser Stelle können wir das IFR (Ideale Endresultat) der Situation formulieren, beginnend bei dem Element, das die nachteilige Funktion auslöst, der Tinte.

ARIZ (Kapitel 3) schlägt vor, dass dieses Element, von selbst und ohne das System zu verschlechtern, zur geforderten Zeit das Problem löst; in unserer speziellen Situation bedeutet dies: Die Tinte verhindert von selbst und ohne den Stift zu verschlechtern, dass sie, wenn nicht mit dem Stift geschrieben wird, aus dem Tank gelangt. Dies ist unser Ziel, das beste Ergebnis, auch wenn es etwas fantasievoll wirkt. Nun müssen wir uns fragen, warum es nicht möglich ist, das IFR zu erreichen, wenn wir alle verfügbaren Ressourcen mitberücksichtigen, um einen oder mehrere Widersprüche zu finden, die wir lösen müssen. Mit Fokus auf die Tinte ist die flüssige Form eine der Ursachen für das Ausrinnen: tatsächlich würde die Tinte, wenn sie nicht flüssig wäre, nicht ausrinnen und würde keine Flecken verursachen, aber die am meisten nützliche Funktion wäre nicht mehr oder nicht mehr im gewünschten Ausmaß gegeben. Ein Widerspruch liegt vor, wie in Abb. 3 dargestellt wird.



*Abb. 3: Das OTSM Widerspruchsmodell (Absatz 5.1.2)*

Die beiden Seiten des Widerspruchs können auch mit einem funktionalen Modell dargestellt werden, um zu zeigen, welches Element und welche Sub-Funktionen des Systems von der Modifizierung der Kontrollparameter betroffen sind.



*Abb. 4: Funktionales Modell mit dem Kontrollparameter "Tintenviskosität" zum entgegengesetzten Wert als aktuell.*

Nun versuchen wir, diesen Widerspruch zu lösen und beginnen mit der Festlegung des operativen Ortes (Handlungsbereich) und der operativen Zeit (Handlungszeit). Der operative Ort umfasst die Summe der äußeren Oberfläche der Kugel, der inneren Oberfläche der Spitze, der Menge an Tinte in der Nähe der Kugel, der restlichen Tinte im Tank und der Oberfläche des Papiers. Die operative Zeit besteht aus den Intervallen, wenn die Kugel rollt, d.h. wenn wir schreiben möchten, und der Zeit wenn die Kugel nicht rollt, d.h. wenn wir nicht schreiben möchten. Der nächste Schritt nach ARIZ ist die Intensivierung / Übertreibung des Konflikts: Um psychologische Grenzen zu überwinden, müssen die Extreme der entgegengesetzten Werte der Kontrollparameter in Widerspruch gebracht werden. Man muss sich vorstellen, die Viskosität der Tinte sei gleich grenzenlos oder gleich null. Was bedeutet nun eine grenzenlose Viskosität? Wir können es übersetzen, als sei die Tinte nicht mehr flüssig, d.h. die Tinte ist fest. Dies könnte bedeuten, dass wir einen Bleistift statt eines Kugelschreibers verwenden. Auf der anderen Seite müssen wir uns vorstellen, die Viskosität sei fast null, d.h. wie bei einem Gas. Stellen wir uns eine Mischung aus transparentem Alkohol und festen Teilchen vor: der Alkohol verdunstet bei Kontakt mit Luft und die festen Teilchen stellen einen Stopper für den Rest dar.

Andere Lösungen könnten durch Anwendung der Separationsprinzipien (Absatz 5.3) vorgeschlagen werden. Beginnen Sie mit der zeitlichen Separation. Stimmt es, dass während der gesamten Handlungsdauer eine große Viskosität benötigt wird und während der gesamten Handlungsdauer eine niedrige Viskosität benötigt wird? Die Antwort lautet natürlich „Nein“, also können wir die Separationsprinzipien anwenden. Wir würden uns eine große Viskosität wünschen, wenn die Kugel sich nicht bewegt, um ein unbeabsichtigtes Ausrinnen der Tinte zu vermeiden und wir würden uns eine niedrige Viskosität wünschen, wenn sich die Kugel bewegt, wenn wir also mit dem Stift schreiben. Irgendeine Idee? Machen wir weiter...

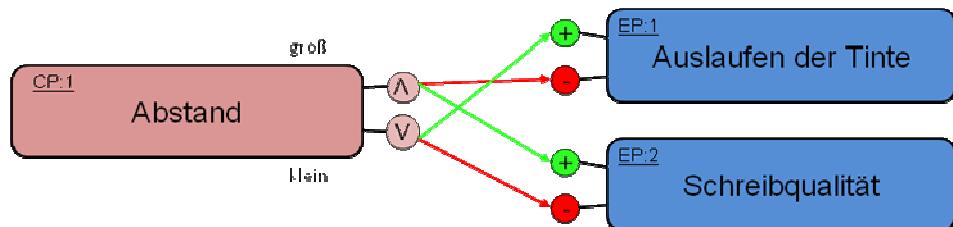
Um die räumliche Separation anzuwenden, müssen wir auch diese Frage mit „Nein“ beantworten: Stimmt es, dass die Viskosität der Tinte während des gesamten Handlungszeitraums groß sein muss und wir uns während des gesamten Handlungszeitraums eine niedrige Viskosität wünschen? Diesmal lautet die Antwort „Ja“, wir können also keine räumliche Separation durchführen.

Das dritte Prinzip ist die Separation nach "dem Zustand": Bei welchem Zustand wünschen wir uns eine hohe Viskosität der Tinte, bei welchem eine niedrige? Wenn mit dem Stift geschrieben wird, d.h. der Stift bewegt sich, benötigen wir eine niedrige Viskosität, während der Stift ruht, sollte die Viskosität hoch sein. Besteht eine Möglichkeit, die Viskosität durch Bewegung zu verändern? Wenn wir die Effekt-Datenbank, ein wissensbasiertes TRIZ-Instrument, hinzuziehen, sehen wir, dass manche Flüssigkeiten eine Eigenschaft besitzen, die sich „Thixotropie“ nennt: bei kinetischer Energie geht die Viskosität der Flüssigkeit zurück, und sie erhöht sich im Ruhezustand. Im täglichen Alltag verwenden wir viele Substanzen mit dieser Eigenschaft: Zahnpaste, Honig, Ketchup und Farbe. Auch wenn das wie eine eigenartige Lösung scheint, verwendet eine bekannte Kugelschreiber-Marke diese Art von Tinte (siehe Abb. 5).



Abb. 5: der berühmte Kugelschreiber mit thixotropher Tinte

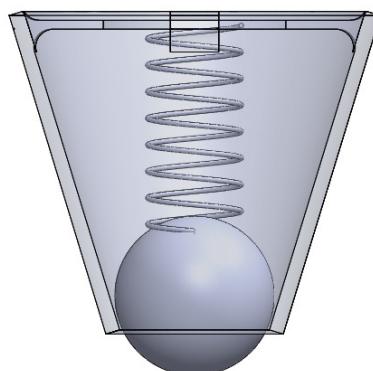
Wenn wir wieder auf das funktionale Modell aus Abb. 2 zurückkommen, gibt es auf der linken Seite zwei mangelhafte Funktionen: die Kugel und die Spitze können die Tinte nicht in geeigneter Weise stoppen. Warum? Was sind die Kontrollparameter, die für diesen Fehler verantwortlich sind? Ein Kontrollparameter, das für beide Funktionen gleichermaßen gilt ist der Abstand zwischen der Stiftspitze und der Kugel: Wenn der Abstand zu groß ist, kann die Tinte ausrinnen, auch wenn der Stift gerade nicht verwendet wird. Wenn der Abstand zu klein ist, kann die Tinte zwar nicht mehr ausrinnen, möglicherweise kann jedoch die Kugel die Tinte nicht mehr richtig verteilen und man kann nicht mehr richtig schreiben. Wir haben also einen weiteren Widerspruch, dargestellt in Abb.



*Abb. 6: Das OTSM Widerspruchsmodell*

Wie zuvor müssen wir den operativen Ort und die operative Zeit des Widerspruchs definieren: ersterer ist die Summe der inneren Oberfläche der Kugelschreiberspitze und der äußeren Oberfläche der Kugel; die operative Zeit umfasst die Summe der Zeit, in der die Kugel rollt und der Zeit, in der sie sich nicht bewegt. Der nächste Schritt ist die Übertreibung des Konflikts: Wie kann man mit dem Stift schreiben, wenn die Kugel an der Spitze haftet (fast kein Abstand)? Oder wie können wir uns einen sehr großen Abstand zwischen Kugel und Spalte vorstellen? Wir könnten beispielsweise die Kugel direkt einstellen und den Kanal in der Spalte völlig offen lassen. Versuchen Sie, anhand dieser Vorschläge zu einer Lösung zu gelangen.

Das Instrument zur Lösung des Widerspruchs sind die Separationsprinzipien. Das erste ist die zeitliche Separation: Stimmt es, dass während der gesamten Handlungsdauer ein großer und kleiner Abstand benötigt wird? Die Antwort lautet „Nein“, denn wir brauchen einen großen Abstand, wenn der Stift verwendet wird, und einen kleinen Abstand, wenn er nicht verwendet wird. Wie können wir diese Separation umsetzen? Wenn beispielsweise eine Feder hinter der Kugel angebracht wird, bewegt sich die Kugel beim Aufsetzen des Kugelschreibers aufs Papier nach hinten und der Abstand wird größer. Und wenn der Stift nicht verwendet wird, schiebt die Feder die Kugel zur Spalte und verkleinert so den Abstand, damit keine Tinte ausrinnen kann (siehe Abb. 7).



*Abb. 7: eine schematische Darstellung der vorgeschlagenen Lösung*

Dieses erste Konzept kann weiterentwickelt werden, indem das System mittels des Multidimensionalen Denkens / System Operators weiter analysiert wird. Welche im System bereits vorhandenen Ressourcen können die Rolle der Feder übernehmen (z.B. aufgrund innerer Elastizität)?

Um das zweite Separationsprinzip (die räumliche Separation) anzuwenden, müsste die Frage „Stimmt es, dass wir im gesamten Handlungsbereich einen großen und einen kleinen Abstand möchten?“ mit „Nein“ beantwortet werden. Die Antwort lautet jedoch „Ja“, daher können wir dieses Separationsprinzip nicht anwenden.

Auch das dritte Separationsprinzip kann nicht angewandt werden, weil es keine unterschiedlichen Zustände gibt, in denen ein großer oder ein kleiner Abstand besser wäre.

Das vierte Prinzip betrifft die Ebene des Systems, die Makro- und Mikroebene: Wie können wir makroskopisch einen großen und mikroskopisch einen kleinen Abstand haben? Oder besser umgekehrt: Können wir auf der Marko-Ebene einen kleinen Abstand haben und auf Mikro-Ebene einen großen? Eine Möglichkeit, dies umzusetzen, ist eine golfballartige Kugel, d.h. eine Kugel mit einigen Hohlräumen auf der Oberfläche: der Durchmesser der Kugel verkleinert den Abstand zur Kugelschreiberspitze, damit die Tinte nicht ausrinnen kann. Es kann jedoch trotzdem ganz normal mit dem Stift geschrieben werden, weil die Hohlräume die Tinte vom Tank aufs Papier befördern.



*Abb. 8: die vorgeschlagene Lösung – ein Querschnitt der Spitze und der golfballartigen Kugel*

*Wir befinden uns in einem kleinen Dorf auf der Spitze eines Berges und es ist Winter. In der Nacht ist es sehr kalt und die Temperatur sinkt auf unter 0° C. Bei diesen Bedingungen gefriert die Flüssigkeit der Luft und alles ist von Eis bedeckt, so auch die Hochspannungskabel. Außerdem schneit es manchmal und der Schnee bleibt auf den Stromleitungen liegen. Wenn der Schnee durch die Sonne schmilzt, wird er in der Nacht zu Eis. Das Eis wird Tag für Tag mehr und das Gewicht des Eises dehnt die Kabel, sodass diese brechen können. Wenn das passiert, haben die Bewohner des Dorfes keine Elektrizität in deren Häusern bis der Schaden repariert ist. Hierfür braucht es eine Lösung.*



*Abb. 1: Mit Eis bedeckte Stromkabel*

*Die erste Lösung, die vorgeschlagen wurde, war den Durchmesser der Kupferkabel zu erhöhen, aber es ist bekannt, dass Kupfer sehr teuer ist und es müsste das gesamte Stromnetz ausgetauscht werden. Weiters wurde vorgeschlagen, alle Kabel unterirdisch zu verlegen, um sie zu schützen (diese Investition könnte jedoch von dem kleinen Dorf nicht bezahlt werden), sowie die Anzahl der Masten zu verdoppeln.*

*Einer der Techniker schlug vor, die Energie zu nutzen, die durch den Joule-Effekt von den Kabeln generiert wird; hierfür müsste allerdings die Stromstärke erhöht werden, was zu einem Anstieg des Energieverbrauchs führen würde.*

*Eine nicht-standardmäßige Lösung ist gefragt. Folgen wir dem Problemlösungsprozess nach TRIZ.*

Wenn nicht klar ist, wie ein Problem gelöst werden soll bzw. welches Problem überhaupt vorliegt, ist der System Operator – das Multidimensionale Denken - (Absatz 1.3.3.5) das geeignete TRIZ-Instrument. Dieser ermöglicht die Auswahl des richtigen Problems und die Analyse der Ausgangssituation aus zeitlicher Sicht und in einer Ursache-Wirkungs-Kette. Wir starten mit der Definition des Referenzfensters (“Gegenwarts-System”). Es ist nicht von Bedeutung, welche Detailebene oder welche zeitliche Phase als Startfenster gewählt wird; sehr wichtig ist es aber, eine durchgängige Analyse durchzuführen, wenn nach Problemen in den anderen Fenstern gesucht wird.

Das Ausgangsproblem ist das viele Eis auf den Stromkabeln, das zum Brechen der Kabel führt; diesen Vorgang wählen wir als zentrales Fenster unseres System Operators. Die Elemente sind lediglich die Kabel, das Eis und der Strom. Auch folgende Frage müssen wir beachten: Wie können die Elemente des “Gegenwarts-Systems” der negativen Aktion (Eis auf den Kabeln) entgegenwirken? Nun können wir das Schema vervollständigen, wie Abb. 2 zeigt.

	<p><b>Elemente:</b> Oberleitung, Masten, Luft, Umwelt,...</p> <p><b>Frage:</b> Wie müssen Oberleitung, Masten, Luft,... gestaltet sein, damit das Eis die Kabel nicht bricht?</p>	
	<p><b>Elemente:</b> Kabel, Strom, Eis</p> <p><b>Frage:</b> Wie müssen Kabel, Strom, ... gestaltet sein, damit das Eis nicht die Kabel bricht?</p>	
	<p><b>Elemente:</b> Kabelmaterial, Kabelform, Elektronen, Wasser</p> <p><b>Frage:</b> Wie müssen Kabelmaterialien, Kabelform, ... gestaltet sein, damit das Eis die Kabel nicht bricht?</p>	

*Abb. 2: Suche nach Problemen: Gegenwarts-Spalte des System Operators*

Alle Fenster der selben Spalte sind durch einen gleichen “zeitlichen Rahmen” gekennzeichnet, während die Fenster einer Reihe derselben System-Ebene angehören; jede Spalte ist durch das-selbe Problem/Frage gekennzeichnet, die Elemente, d.h. die Ressourcen, um es zu lösen, ändern sich jedoch.

Die linke Spalte der Tabelle (Vergangenheit) behandelt Möglichkeiten, das Problem zu vermeiden: zu diesem Zeitpunkt hat sich noch keine große Menge Eis auf den Kabeln gebildet, sondern das Eis hat noch die Form von Wasser, Schnee oder Luftfeuchte, die Eisschicht ist noch sehr dünn.

Die rechte Spalte der Tabelle (Zukunft) bedeutet, dass das Problem in der Gegenwart nicht gelöst wurde, und ein kompensierender Zugang in der Zukunft gesucht werden sollte. Auf der rechten Seite wird daher angenommen, dass das Eis die Kabel bereits gebrochen hat.

Folglich werden mit den unterschiedlichen Fenstern des System Operators unterschiedliche Fragestellungen/spezifische Probleme assoziiert. Das vollständige Schema wird in Abb. 3 dargestellt. In der Regel kann der System Operator auch aus mehr als 9 Fenstern bestehen, weil jedes Subsystem in weitere Sub-Subsysteme unterteilt werden kann; jeder Zeitrahmen hat eine Vergangenheit, eine Zukunft etc. Es wird vorgeschlagen, die Analyse zu beenden, wenn die Fragestellungen für den Problemlöser zu kompliziert werden (z.B. Wie kann ein Wetterumschwung vermieden werden?).

# tetris

<b>Elemente:</b> Oberleitung, Masten, Luft, Umwelt,... <b>Frage:</b> Wie müssen Oberleitung, Masten, Luft,... gestaltet sein, damit sich kein Eis auf den Kabeln bildet?	<b>Elemente:</b> Oberleitung, Masten, Luft, Umwelt,... <b>Frage:</b> Wie müssen Oberleitung, Masten, Luft,... gestaltet sein, damit das Eis die Kabel nicht bricht?	<b>Elemente:</b> Oberleitung, Masten, Luft, Umwelt,... <b>Frage:</b> Wie müssen Oberleitung, Masten, Luft,... gestaltet sein, damit auch bei gebrochenen Kabeln Strom fließen kann?
<b>Elemente:</b> Kabel, Strom, Eis <b>Frage:</b> Wie müssen Kabel, Strom, ... gestaltet sein, damit sich kein Eis auf den Kabeln bildet?	<b>Elemente:</b> Kabel, Strom, Eis <b>Frage:</b> Wie müssen Kabel, Strom, ... gestaltet sein, damit das Eis nicht die Kabel bricht?	<b>Elemente:</b> Kabel, Strom, Eis <b>Frage:</b> Wie müssen Kabel, Strom, ... gestaltet sein, damit auch bei gebrochenen Kabeln Strom fließen kann?
<b>Elemente:</b> Kabelmaterial, Kabelform, Elektronen, Wasser <b>Frage:</b> Wie müssen Kabelmaterial, Kabelform, ... gestaltet sein, damit sich kein Eis auf den Kabeln bildet?	<b>Elemente:</b> Kabelmaterial, Kabelform, Elektronen, Wasser <b>Frage:</b> Wie müssen Kabelmaterial, Kabelform, ... gestaltet sein, damit das Eis die Kabel nicht bricht?	<b>Elemente:</b> Kabelmaterial, Kabelform, Elektronen, Wasser <b>Frage:</b> Wie müssen Kabelmaterial, Kabelform, ... gestaltet sein, damit auch bei gebrochenen Kabeln Strom fließen kann?

Abb. 3: Auf der Suche nach Problemen: der vollständige System Operator

Wir müssen nun aus neun (oder sogar mehr) verschiedenen spezifischen Problemen wählen, die alle ein gemeinsames Ziel haben: den Einwohnern des kleinen Bergdorfs eine ordnungsgemäße Stromversorgung zu ermöglichen.

Wir beginnen ausgehend von dem Fenster in der Mitte.

Um besser zu verstehen, wie das System funktioniert und wie das Problem in Erscheinung tritt ist es hilfreich, ein funktionales Modell des Systems abzubilden, deren Gegebenheiten mit denen des System Operators korrespondieren.

In diesem Fall ist das Modell sehr einfach, weil es nur wenige Elemente gibt. Wir starten mit der Darstellung der nützlichen Funktion des Systems: die Kabel leiten den Strom. Im nächsten Schritt fügen wir andere Elemente hinzu, die an der nützlichen Funktion teilhaben oder eine Konsequenz ihrer sind, sowie eventuell auch jene Elemente, die die negative Funktion verursachen oder an ihr teilhaben, z.B. das Eis bricht die Kabel. Wenn alle Elemente aufgelistet sind, müssen die Aktionen berücksichtigt werden die diese untereinander zur Folge haben. Das Ergebnis ist in Abb. 4 dargestellt.

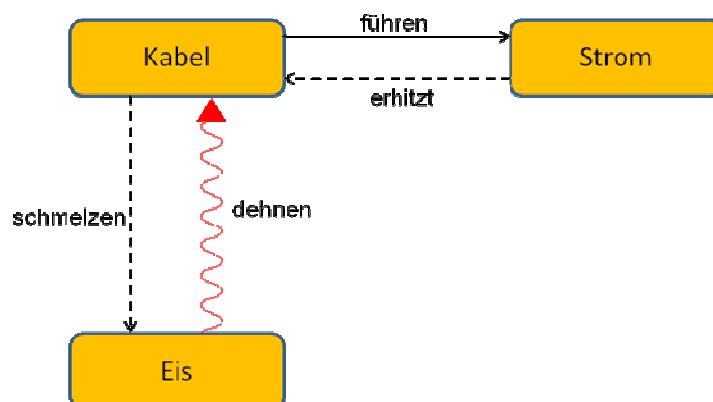


Abb. 4: Funktionales Modell, das die Situation des Gegenwarts-Systems des System Operators beschreibt.

Um zu verhindern, dass das Eis die Stromkabel bricht, können wir die vom Strom erzeugte Hitze nutzen, die aber wiederum nicht ausreicht, um das Eis zu schmelzen. Die Stromstärke könnte erhöht werden, damit sich der Joule Effekt verstärkt und sich die Temperatur der Kabel erhöht. Abb. 5 zeigt nun ein funktionales Modell unter der Annahme, dass Strom mit hoher Spannung durch die Leitungen fließt.

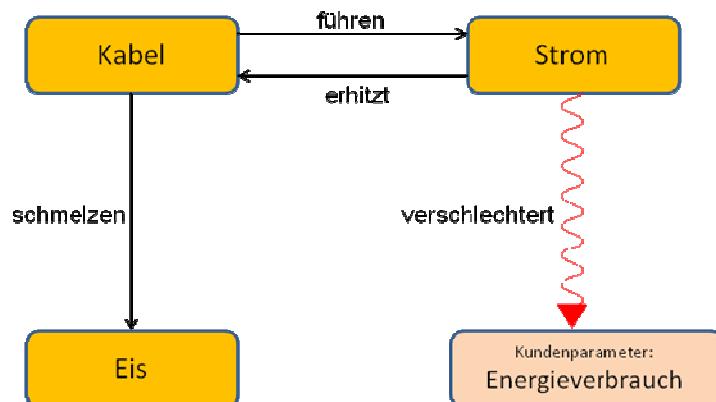


Abb. 5: Funktionales Modell des Systems bei starker Stromspannung

Wie Abb. 5 zeigt, hat der starke Strom keine direkte negative Wirkung auf ein Element, sondern führt lediglich zur Verschlechterung eines Bewertungsparameters. Ein Widerspruch liegt vor: Wenn die Stromstärke hoch ist, ist das Problem mit dem Eis gelöst, aber eine negative Auswirkung auf den Energieverbrauch liegt vor; wenn die Stromstärke allerdings gering ist, reicht die durch den Joule Effekt erzeugte Energie nicht aus, um das Eis zu schmelzen. Das Modell dieses Widerspruchs wird in Abb. 6 dargestellt.

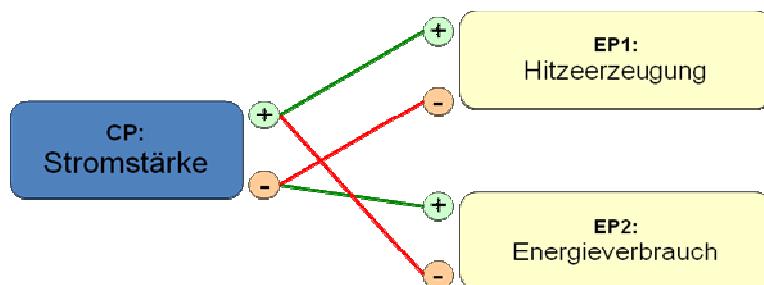


Abb. 6: Das OTSM Widerspruchsmodell (Absatz 5.1.2)

Folgt man den von ARIZ (Kapitel 3) vorgeschlagenen Schritten, müssen nun Handlungsbereich (operativer Ort) und Handlungszeit (operative Zeit) festgelegt werden.

Der operative Ort umfasst die Summe der äußeren Oberfläche der Kabel, der Oberfläche des Eises in Kontakt zu den Kabeln und der Bereich der Kabel, durch den Strom fließt. Die operative Zeit besteht aus den Intervallen, wenn das Eis die Kabel dehnt und sich das Eis verformt und der Zeit der Stromübertragung.

Nun wenden wir, wie in Absatz 5.3 des TETRIS-Handbuchs beschrieben, die Separationsprinzipien an, um den physischen Widerspruch zu lösen. Das erste Prinzip ist die Separation in der Zeit: Wir können dieses Prinzip anwenden, wenn die folgende Frage mit „Nein“ beantwortet wird: Stimmt es, dass wir während des gesamten Handlungszeitraums eine hohe Stromspannung benötigen und während der gesamten Handlungszeit eine normale Stromspannung benötigen? Die Antwort lautet natürlich „Nein!“.

Tatsächlich benötigen wir nämlich nur dann eine erhöhte Stromspannung, wenn das Eis die Kabel dehnt. Während der restlichen Zeit benötigen wir normalen Strom. Welche Ressourcen des Super-Systems (oder direkt verfügbare) können die Stromstärke je nach mechanischer Beanspruchung der Kabel ändern? Daraus ergibt sich ein neues Problem: Wie kann die mechanische Beanspruchung bzw. eine Überladung der Leitungen gemessen werden? Mögliche Lösungen können durch Verwendung der Class 4 der Standard Lösung gefunden werden (Kapitel 4).

Das zweite Prinzip zur Bewältigung von physischen Widersprüchen ist die Separation im Raum. Ähnlich wie schon vorhin ist das Prinzip für die spezielle Situation dann relevant, wenn die folgende Frage verneint wird: Stimmt es, dass wir im gesamten Handlungsbereich eine hohe Stromspannung benötigen und im gesamten Handlungsbereich eine normale Stromspannung benötigen?

Tatsächlich wird lediglich an der Oberfläche der Kabel eine hohe Stromstärke benötigt, damit diese geheizt wird und das Eis schmilzt. Für den restlichen Kabelbereich reicht normaler Strom aus, damit das Dorf versorgt werden kann und um keine Energie zu verschwenden.

Welche Ressourcen innerhalb des Systems, oder leicht zugänglich aus dem Supersystem, können für eine unterschiedlich starke Stromintensität an der Oberfläche und im Inneren der Kabel sorgen?

Wenn das persönliche Wissen bzw. das Wissen des Teams nicht ausreicht, um diese Art von Frage zu beantworten, kann ein weiteres wissensbasiertes TRIZ-Instrument angewandt werden, die Effekt-Datenbank (Absatz 5.6.4). In ihr ist der *Haut- oder Oberflächen-Effekt* zu finden, der besagt, dass bei wechselndem Strom mit hoher Frequenz die Spannung nahe der Kabeloberfläche größer ist als im Inneren der Kabel.

Durch die Verwendung eines Stroms mit hoher Frequenz und geringer Stromstärke auf der normalen 50-60 Hz Energieversorgung können wir die Kabel nur dort heizen, wo es wirklich notwendig ist und es wird nicht unnötig Energie verschwendet.

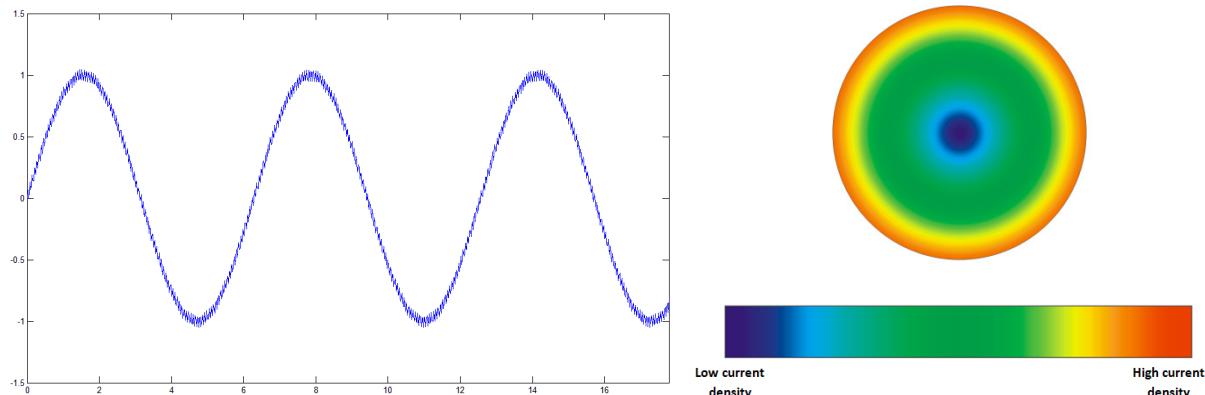


Abb. 7: links – Die Sinuskurve des Wechselstroms mit der Überlagerung des zusätzlichen Hochfrequenzstroms; rechts – die Verteilung des Stroms auf das Kabel (Querschnitt).