

Handreichung zum Einsatz des TRIZ-Trainers

Hans-Gert Gräbe

1. März 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	1
2	Der Workflow im TRIZ-Trainer	2
2.1	Registrierung und Aktivierung des Accounts	2
2.2	Einreichen, Kommentieren und Bewerten Ihrer Lösung	2
2.3	Der Workflow im TRIZ-Trainer	3
3	Was ist zu tun?	3
3.1	Den Bearbeitungsprozess starten	3
3.2	Wie eine Aufgabe lösen?	3
3.3	Modellieren der Anforderungssituation	4
4	Weitere Hinweise	6
5	Anmerkungen von Anton	7

1 Allgemeines

Im Rahmen einer internationalen Kooperation nutzen wir im Praktikum unseres Kurses *Semantic Web* den von *Target Invention* in Minsk (Belarus) entwickelten TRIZ-Trainer <https://triztrainer.ru>. Der TRIZ-Trainer in der aktuellen Beta-Version ist eine leichtgewichtige Version zur Unterstützung der Online-Phase von Blended Learning¹ als methodischem Praktikumskonzept.

Der TRIZ-Trainer konzentriert sich auf die Basiskonzepte des Einsatzes von TRIZ an ausgewählten praktischen Beispielen – die Analyse der jeweiligen Problemsituation, die Identifizierung entsprechender Wirkfaktoren und Widersprüche sowie die strukturierte Verwendung entsprechender Lösungsschemata. Weitergehende TRIZ-Werkzeuge (strukturierte Analysen von Stoff-Feld-Interaktionen, Funktionsanalyse, Prozessanalyse, Root-Conflict-Analysis

¹https://de.wikipedia.org/wiki/Integriertes_Lernen

usw.), die in (Koltze/Souchkov 2017)² ebenfalls besprochen werden, können eingesetzt werden, sind aber nicht Teil des im TRIZ-Trainer eingebauten strukturierten Vorgehens.

Der TRIZ-Trainer ist selbst noch in Entwicklung, insbesondere der Ausbau verschiedener Sprachversionen. Im Rahmen unserer Kooperation habe ich die Minsker Kollegen bei der Erstellung einer deutschsprachigen Version unterstützt. Diese Arbeit ist aktuell zu 80% umgesetzt, ein Teil der deutschen Texte sind noch die Rohversionen, die Google Translate geliefert hat. Einige Teile des TRIZ-Trainers im Bereich *Ergänzendes* sind noch nicht in einer deutschen Version verfügbar. Dies sowie die weitere Konsolidierung der Übersetzungen erfolgt im Zuge des weiteren Einsatzes des TRIZ-Trainers über das dort eingebaute Redaktionssystem. Fortschritte in diesem Bereich werden also unmittelbar wirksam.

2 Der Workflow im TRIZ-Trainer

2.1 Registrierung und Aktivierung des Accounts

Für die sechs Studierenden des Kurses wurden Accounts angelegt und der Rolle *Student* zugewiesen. Die Probleme mit der Aktivierung der Accounts sind inzwischen gelöst. Der Account ist bis 30. März 2020 freigeschaltet. Es besteht die Möglichkeit, die Arbeit mit einem Zertifikat abzuschließen. Dies muss im Einzelfall mit Prof. Gräbe abgesprochen werden.

Die weiteren Ausführungen gehen davon aus, dass Sie sich am System authentifiziert haben (Menü ganz rechts) und in der Rolle *Student* agieren. Die beiden Felder daneben (mit den Tooltips *Notifications* und *Settings*) dienen der Steuerung Ihrer Aktivitäten. Über das Feld *Notifications* haben Sie Zugriff auf Ihre bisherigen Lösungsversuche.

Die deutsche Version sollte sich automatisch an Hand der Spracheinstellung Ihres Browsers aktivieren, gegebenenfalls kann dies auch im Auswahlfeld im Seitenfuß umgeschaltet werden.

Ich bin Ihnen als Trainer zugewiesen und kann somit Ihre Aktivitäten verfolgen, kommentieren und bewerten.

2.2 Einreichen, Kommentieren und Bewerten Ihrer Lösung

Wenn die Lösungsvorlage vollständig ausgefüllt ist, können Sie die Lösung zur Überprüfung absenden. In diesem Fall erhält der Trainer einen Hinweis auf seiner Übersichtsseite und wird die Lösung überprüfen. Weiter kann der Trainer Kommentare abgeben. Da in den bisherigen Auswertungen die Sichtbarkeit des „Teacher’s Review“ bemängelt wurde, werde ich solche Kommentare grundsätzlich nur noch in die Felder „Teacher Comment“ eintragen. Basierend auf den Ergebnissen der Durchsicht wird die Aufgabe bewertet und abgeschlossen oder zur Überarbeitung zurückgeben.

Es gibt also kein „richtig“ oder „falsch“, sondern die Qualität der Lösung wird begutachtet. Mehr dazu auch weiter unten in den „Anmerkungen von Anton“³.

Primäres Ziel des Einsatzes des TRIZ-Trainers ist die Erprobung dieses Instruments im praktischen Einsatz eines „Flipped Classroom“ im Kontext unserer Ausbildung. Für das **erfolg-**

²Karl Koltze, Valeri Souchkov (2017). Systematische Innovation. 2. Auflage, Hanser, München.

³Anton Ivanov ist mein administrativer Ansprechpartner auf Minsker Seite.

reiche Absolvieren des Kurses sind 10 Aufgaben so weit zu bearbeiten, dass die Lösungen vom Trainer akzeptiert werden.

2.3 Der Workflow im TRIZ-Trainer

Alles beginnt damit, dass der Bearbeiter mindestens ein Zeichen in die Vorlage einer Aufgabe einfügt, um das Problem zu lösen. Beim automatischen Speichern wechselt die Aufgabe dann in den Status *wird gelöst* und wird auf der Seite *Ergebnisse* dem zugeordneten Trainer angezeigt. Der Trainer kann so bereits sehen, welche Aufgaben die ihm zugeordneten Bearbeiter zu lösen begonnen (aber noch nicht beendet) haben und kann den Fortschritt ihrer Arbeit verfolgen. Der Trainer kann in diesem Stadium bereits Kommentare zu den einzelnen Schritten hinterlassen.

Wenn der Bearbeiter das Problem gelöst hat, kann er auf die Schaltfläche *Zur Überprüfung einreichen* klicken und damit die Aufgabe einreichen. Der Trainer analysiert die Lösung des Bearbeiters, kommentiert einzelne Schritte und trifft die Entscheidung, die Lösung anzuerkennen oder zur Überarbeitung zurückzugeben. Die Möglichkeit einer *Bewertung* ist aktuell nicht aktiviert, sondern nur als potenzielle Variante für eine spätere Implementierung angelegt. Dem Bearbeiter wird der Status der Lösung und die Kommentare des Trainers (falls vorhanden) über seine Benachrichtigungen und auch per E-Mail mitgeteilt. Wenn die Aufgabe zur Überarbeitung zurückverwiesen wird, ist sie vom Bearbeiter erneut zu bearbeiten. Wenn die Lösung akzeptiert wurde, ist die Bearbeitung der Aufgabe beendet.

3 Was ist zu tun?

3.1 Den Bearbeitungsprozess starten

Nach dem Einloggen gehen Sie auf die Seite *Aufgaben* und beginnen, die Aufgaben zu lösen, die Sie mögen. Es empfiehlt sich natürlich, vorher die Hinweise unter *Lösungsprozess* genauer zu studieren. Dort sind zu jedem Schritt im Lösungsprozess ausführliche Hinweise gegeben, was im jeweiligen Schritt zu tun ist, und wie an die Teilaufgabe herangegangen werden sollte.

Es werden Ihnen mehrere Aufgabenserien angeboten, was aber eine eher technische Einteilung ist. Das Lösen der Aufgaben setzt eine gewisse Vertrautheit mit der TRIZ-Methodik voraus, die Sie in der Hilfeanleitung *Lösungsprozess* oder – in kurzer Form – in den Tooltips erwerben können. Beide sind ins Deutsche übertragen, inzwischen auch die Mehrzahl der Grafiken. Probleme können in den Konsultationen besprochen werden. Schauen Sie sich auch die *Beispielaufgaben* an.

3.2 Wie eine Aufgabe lösen?

Die Aufgaben sind so weit heruntergebrochen, dass sie (meist) nur *eine* widersprüchliche Grundsituation enthalten bzw. nur auf eine solche fokussiert wird. In der *ersten Phase der Lösung* ist dieser Konflikt (zwischen nützlichen und schädlichen Wirkungen) in einer (genaueren) Modellierung zu lokalisieren, danach die *Operative Zone* raum-zeitlich zu bestimmen und eine Hypothese (als „Mini-Aufgabe“) aufzustellen, *wie* das Problem gelöst werden könnte. Es geht zunächst darum,

- das zu betrachtende *System* zu fixieren und seine funktionale Stellung im Obersystem (zu welchem „Zweck“ gibt es das System – Spezifikation, Abschnitt „Präzisierung der Umstände“) zu ermitteln,
- dessen Komponenten und deren Funktionalitäten zu bestimmen (Aufbauorganisation, Abschnitt „Maschine“; beachten Sie den Abschnitt „Aufbau und Funktionsweise der Maschine erforschen“ im Teil „Lösungsprozess“),
- das Zusammenwirken der Komponenten zur Erfüllung des System-Zwecks zu beschreiben (Abschnitt „Wie die Maschine arbeitet“) und
- den Ort des Konflikts genauer zu lokalisieren.

Bitte beachten Sie auch die Hinweise weiter unten zum Modellieren der Anforderungssituation.

Am Ende dieser Analyse (in der Informatik auch als *Anforderungsanalyse* bezeichnet) steht ein genaues Modell des Systems. Weiter ist (Abschnitt „Aufstellen einer Hypothese“) eine *Aufgabe* zu formulieren, deren Umsetzung das Problem lösen würde. In anderen Ansätzen wird diese Aufgabe auch bereits als *partielle Lösung* bezeichnet, da mit der Formulierung der Hypothese im Gegensatz zum Brainstorming der im Weiteren zu analysierende Lösungsraum *begründet* bereits massiv fokussiert wurde, die *Richtung* der Lösung an dieser Stelle bereits klar ist, auch wenn die Details im weiteren Prozess noch ausgearbeitet werden müssen.

Es kann sein, dass sich während dieser Systemmodellierung herausstellt, dass ein anderer Detailgrad als System angemessener ist (siehe *Ergänzendes* → *Hierarchisches Prozessmodell*). Dann muss die Modellierung auf jenem Level wiederholt werden. Mehr dazu finden Sie im Abschnitt *Ergänzendes* → *Algorithmus zur Korrektur von Problemsituationen (AIPS-2015)*. Hilfreich ist es hierbei auch, die Ausführungen in (Koltze/Souchkov 2017, Kapitel 4.3) zum Zusammenhang zwischen technischen (TW) und physikalischen (PW) Widersprüchen zu beachten und zu einem (gelegentlich offensichtlichen) PW die TW zu rekonstruieren, um zu verstehen, wie der PW im Gesamtsystem der Modellierung einzubetten ist. Vorausgesetzt werden natürlich auch elementare Kenntnisse zu physikalischen Begriffen und physikalisch-technischen Zusammenhängen, die Ihnen aus der Schule geläufig sein sollten⁴.

Zur spezifizierten Hypothese werden in der *zweiten Phase der Lösung* durch genaue Analyse der verfügbaren Ressourcen eine oder mehrere *Lösungsideen* gefunden, von denen in der *dritten Phase* eine zur *finalen Lösung* genauer auszuarbeiten ist. Im Gegensatz zur Anforderungsanalyse stehen dabei andere TRIZ-Werkzeuge im Vordergrund.

3.3 Modellieren der Anforderungssituation

Als wesentliches Defizit der bisherigen Bearbeitungen der Aufgaben hat sich die oberflächliche Modellierung der jeweiligen Anforderungssituationen herausgestellt, die durch die (scheinbar) relativ kleinteilige Struktur der Fragestellungen noch befördert wird und zu reinen Brainstorming-Lösungen verleitet – also solchen, wo für den Bearbeiter von vornherein klar ist, wo die Reise hingehen soll und alle Begründungen so ohingebogen werden, dass am Ende dieses eine Resultat herauskommen *muss*. Dabei wird der Prozess der Konkretisierung

⁴Etwas Zusammenhänge zwischen verschiedenen Energieformen, zu Kräften, Momenten, Bewegungsgrößen usw.

der Aufgabenstellung mit ungenügender Präzision durchlaufen und damit das methodische Potenzial von TRIZ nicht genutzt.

Im Seminar hatten wir herausgefunden, dass der *Systembegriff* am sinnvollsten im Wechselspiel mit dem *Begriff Komponente* entwickelt wird. Komponenten sind zwar auch Systeme, sie werden aber allein durch ihre *Spezifikation* und damit die nach außen zu erfüllende kontraktuelle Leistung charakterisiert. Im Betrieb des Systems wird vorausgesetzt, dass seine Komponenten spezifikationskonform *funktionieren* – wobei das Anzeigen von Problemen nach außen durchaus Teil der Schnittstellendefinition sein kann.

Das System selbst ist auch Komponente in übergeordneten Strukturen und hat deshalb selbst eine *Spezifikation*, mit der die Leistung des Systems nach außen dargestellt wird. Für ein System ist aber weiter die *Implementierung* wesentlich, d. h. die genaue Beschreibung, *wie* die spezifizierte Leistung im Zusammenspiel der Komponenten und weiterer Ressourcen erbracht wird.

Neben der *Aufbauorganisation* ist für ein System auch dessen *Ablauforganisation* wichtig. Zur Darstellung von Abläufen sind entsprechende Diagramme wie Sequenzdiagramme, Zustandsdiagramme, Zustandsübergangsdiagramme, Prozessketten usw. hilfreich. Die Abläufe in System verbinden Abläufe in den einzelnen Komponenten, die auf Systemebene als *elementar* betrachtet (und in Diagrammdarstellungen in Unterdiagramme ausgelagert) werden, können neben dem Aufruf von Funktionalität aber auch Zustandsänderungen an bearbeiteten gemeinsamen *Objekten* bewirken. Komponenten sind in diesem Zusammenhang Systemteile mit eigener aktiver Funktionalität, Ressourcen und Objekte passive Targets funktionaler Transformationen⁵.

Für die Modellierung der Gegebenheiten der Aufgabenstellung sind also zu identifizieren

1. das *System*, in dem die abzustellenden problematischen Wirkungen auftreten,
2. das *Obersystem*, aus dem heraus klar werden muss,
 - 2 a. warum – zu welchem *Zweck* – das System überhaupt für menschliche Praxen relevant ist,
 - 2 b. wie das System in die *Abläufe* des Obersystems eingebettet ist und
 - 2 c. welche *Funktionen* das System im Obersystem zu erfüllen hat,(Beides im Abschnitt „Präzisierung der Umstände“)
3. die Aufbauorganisation des Systems – welche Komponenten und welche Ressourcen werden genutzt – (Abschnitt „Maschine“) und
4. die Ablauforganisation des Systems (Abschnitt „Wie die Maschine arbeitet“)

In der Regel kann das System so modifiziert werden, dass es seine Funktion im Obersystem weiter so erfüllt, dass dort keine oder nur unwesentliche Modifikationen vorgenommen werden müssen, sich die Transformation der Ablaufstrukturen also auf den Kontext des Systems selbst beschränken lässt.

⁵Der Objektbegriff unterscheidet sich damit von dem der OO-Programmierung und folgt den Ansätzen aus C. Szyperski. *Component Software*. Addison Wesley, Boston 2002.

Die Ablauforganisation im Obersystem führt weiterhin oft auf eine klare Unterscheidung verschiedener *Zustände*, die für optimale Lösungen in der Modellierung über verschiedene Betriebsmodi im System zu berücksichtigen sind.

Typische Identifizierungen:

- Schiffsmast: Obersystem Wasserstraßenverkehr, System Boot.
- Güterzug anfahren: Obersystem Gütertransport auf der Schiene, System Güterzug.
- Kipper im Bergbau: Obersystem Erztransport aus der Grube, System Kipper.

4 Weitere Hinweise

Im TRIZ-Trainer wird in der Analysephase das Konzept der *Maschine* als grundlegende Struktur der Modellierung eingesetzt, womit die Wirkung eines *Werkzeugs* (Instrument, Arbeitsorgan) auf ein *zu bearbeitendes Objekt* erfasst wird, um ein *nützliches Produkt* herzustellen. Dieses *Arbeitsorgan* ist Teil eines Produktionsprozesses, der durch einen *Antrieb* angetrieben wird, dessen Leistung über eine *Transmission* auf das Arbeitsorgan übertragen wird. Das Ganze wird von einer *Steuereinheit* gesteuert und der Antrieb von einer *Energiequelle* gespeist. Dieses stark an ingenieur-technischen Termini orientierte Konzept wird auch auf allgemeinere Situationen übertragen und ist dann sinngemäß anzuwenden. Siehe auch *Lösungsprozess → Aufbau und Bedienung der Maschine*.

Es empfiehlt sich, das zu lösende Problem erst einmal mit Bleistift und Papier genauer zu analysieren. Dabei sollte man für sich genau klären

1. Was ist das *System* – also jener Teil, der für die von den widersprüchlichen Anforderungen betroffene *Hauptfunktion* relevant ist? Also etwa im Beispiel Schiffsmast „das Boot“.
2. Was ist das nützliche Produkt? Ein Produkt ist etwas (zu einem späteren Zeitpunkt) bereits Fertiges, etwa „Das Boot ist auf der anderen Seite der Brücke“.
3. Was ist das Nützlichkeitsprinzip? Wie entsteht das nützliche Produkt? Etwa, „das Boot fährt unter der Brücke hindurch“.
4. Genaue Analyse der Maschine (mit den oben angegebenen Teilen), dazu den Begriff „Maschine“ im Sinne des TRIZ-Trainers verstehen, siehe *Ergänzendes → nützliches technisches System* und wie die Maschine arbeitet (siehe *Funktionales Modell* und *Prozessmodell*).

Das *System* hat einen äußeren Zweck (nach dem Prinzip hergestelltes nützliches Produkt) – die Spezifikation. Mit der *Maschine* wird beschrieben, wie das systemintern implementiert ist. Ein System und damit die Maschine besteht aus Komponenten, die ggf. weiter analysiert werden müssen. In der klassischen Sprache der Modellierung umfasst diese Analyse die Aufbauorganisation (statisches Modell) sowie die Ablauforganisation (dynamisches Modell).

Müssen Komponenten genauer analysiert werden, so wird dasselbe Analyseschema rekursiv auf die interessierende Komponenten angewendet, siehe *Ergänzendes* → *Hierarchisches Prozessmodell*.

In vielen Fällen wurde diese Analyse sehr ungenau vorgenommen, aber eine plausible Lösung als Endergebnis vorgeschlagen, die dann aber meist vom Himmel fällt (in dem Sinne, dass von der ersten Zeile eigentlich klar ist, wo die Reise hingehen soll). In einem solchen Fall lohnt es, das Ganze von hinten her aufzurollen und zu überlegen, wie man mit TRIZ auf diese Lösung gekommen wäre. Insbesondere steht die Frage, ob eines der 40 TRIZ-Prinzipien (oder mehrere anwendbar wäre und ggf. welche(s)). Durch den Übergang auf eine solche abstraktere Ebene wird oft auch klarer, wie man die Modellierung hätte aufziehen sollen.

5 Anmerkungen von Anton

TRIZ-Beratungsunternehmen konzentrieren sich nicht darauf, eine einzige starke Lösung zu finden, die unter bestimmten Bedingungen wahrscheinlich schwierig zu implementieren ist, sondern bieten eine Reihe von Lösungen. Auf diese Weise kann der Kunde anhand seiner Ressourcen und Einschränkungen die am besten geeignete, lokal ideale Lösung auswählen.

Dieser Ansatz wird auch im TRIZ-Trainer verfolgt, auch wenn wir hier keinen *Kunden* als Quelle der Probleme haben. Dementsprechend können wir auch nur bedingt aus mehreren die beste Lösung auswählen – diejenige, die uns aufgrund allgemeiner Erfahrung und Logik als die beste erscheint. Wenn der Student zu mehreren Lösungsvorschlägen gelangt, kann er bei den letzten Schritten der Vorlage (Schlussfolgerung, endgültige Entscheidung) die seiner Meinung nach am besten funktionierenden Lösungen hervorheben und eine (mit Begründung) als die effektivste herausstellen. Diese Entscheidung wird (wahlweise) meistens kommentarlos gegeben, da der Kurs keine detaillierten Informationen sowie Anweisungen zur Bewertung und Auswahl von Lösungen enthält. Der Trainer kann in solchen Fällen seine Meinung zu dieser Wahl als Kommentar äußern, wenn die aus seiner Sicht idealste Lösung abgewählt wurde.

Zur Kontextualisierung der Lösung: Die Wahl der anfänglichen Systemebene ist bei diesem Ansatz zweitrangig, weil in der weiteren Bearbeitung auf dem Weg zum Kern – dem Konflikt und seinen Ursachen – die Systembetrachtungsebene sowieso anzupassen ist. Ein nicht sehr klar definierter Orientierungspunkt für die Kontextualisierung der Aufgabe ergibt sich (a posteriori) aus der Lösung der Aufgabe: Für die Lösung sollten nur minimale Änderungen am vorhandenen System erforderlich sein – eine Änderung am Ort des Konflikts oder in dessen Nähe.

Niemand ist jedoch gehindert, die Suche nach einer Lösung auf anderen Systemebenen zu versuchen. Wenn wir durch andere, weiter entfernte Systemebenen gehen, finden wir andere Lösungen (für die Aufgabe „Schiffsmast“ zum Beispiel globale Modifikationen der Brücke, des Flussbetts, Installation von Mitteln zum Umtragen von Booten auf die andere Seite usw.).

Generell ist es ratsam, im Kurs eine Einstellung herauszuarbeiten, dass die Lösung auf ein akzeptables Niveau zu bringen ist. Das heißt, auch sekundäre Probleme sind zu lösen. Wenn der Bearbeiter eine Lösung gefunden hat, die im Prinzip funktioniert, die aber, wenn man versuchen würde, sie zu implementieren, auf weitere Hindernisse stößt oder teuer oder kompliziert oder zu 99% unrealistisch bzgl. der Ressourcenanforderungen ist, kann man damit nicht zufrieden sein.

In diesem Fall sollte die Lösung zur Überarbeitung zurückgegeben werden mit folgenden zwei Optionen:

- 1) Erneutes Durchlaufen des Lösungszyklus mit den erweiterten Kenntnissen und derselben Hypothese (Iteration). Modifizieren Sie das Modell oder erstellen ein neues, führen daran noch einmal die Lösungsschritte aus und reichen die neue Lösung zur Bewertung ein. Es ist möglich, weitere Iterationen durchzuführen, es gibt im Prinzip keine Einschränkungen.
- 2) Gehen Sie anders an die Lösung heran, formulieren Sie eine neue Hypothese (oder wählen eine andere aus den vorher schon aufgestellten mehreren Hypothesen aus), modellieren Sie das Problem neu und führen es als neue Lösung aus.