

Baustein

KDT-Erfinderschule

Lehrbrief 2

Erfindungsmethodische Arbeitsmittel

Lehrmaterial zur Erfindungsmethode

Verdienter Erfinder Dr.-Ing. Jochen Rindfleisch

Dr. habil. Rainer Thiel

Dipl.-Ük. Ing. Gerhard Zadek (Leiter des Autorenkollektivs)

KAMMER DER TECHNIK

Präsidium

Sekretariatsbereich Weiterbildung

Kommission wissenschaftlich-technisches Schöpfertum

1989

**Erfindungsmethodische Arbeitsmittel : Lehrmaterial / Rindfleisch,
Jochen ; Thiel, Rainer ; Zadek, Gerhard. - Berlin : Präsidium
d. Kammer d. Technik. 1989 - 96 S.**

**(Bausteinsystem Leitung, Planung, Erhöhung der Produktivität,
Effektivität und Qualität wissenschaftlich-technischer Arbeit;
KDT-Erfinderschule, Lehrbrief 2)**

1. Auflage

**(C) by Präsidium der KDT, Clara-Zetkin-Str. 115/117, Berlin,
1086.**

I 12 4 Ag 238/114/89

Printed in the German Democratic Republic

Redaktionsschluß: 15. Februar 1989

**Jede Vervielfältigung - auch auszugsweise - ist nur mit Ge-
nehmigung des Herausgebers gestattet.**

Inhaltsverzeichnis

Seite

A. Programm "Herausarbeiten von Erfindungsaufgaben und Lösungsansätzen in der Technik" - Erfindungsprogramm der KDT-Erfinderschulen	4
B. Erfindungsmethodische Arbeitsblätter	31

Zum Gelingen dieses Lehrmaterials haben durch förderliche Hinweise beigetragen:

- Teilnehmer und Trainer der KDT-Erfinderschulen
- Mitglieder der AG(Z) "Erfindertätigkeit/Schöpfertum"
- sowie

Dr. E. Heyde, AfEP

Dr.-Ing. H.-J. Linde, VEB Ingenieurbüro und Mechanisierung Gotha

Vorschläge zur Weiterentwicklung der methodischen Arbeitsmittel sind an das Präsidium der KDT, Sekretariatsbereich Weiterbildung, Clara-Zetkin-Str. 115/117, Berlin, 1086, zu richten.

Die Autoren

Seite

A. Programm "Herausarbeiten von Erfindungsaufgaben und Lösungsansätzen in der Technik" - Erfindungs-

1. Das gesellschaftliche Bedürfnis. Vorläufige Systembenennung	5
2. Stand der Technik. Vorauswahl und Systemanalyse einer Startvariante. Bedürfnisgemäße Variation der Systemparameter	6
3. Das Operationsfeld des Erfinders	12
4. Der technisch-ökonomische Widerspruch	13
5. Der schädliche technische Effekt (stE)	14
6. Das IDEAL. Anstoß und Orientierung zu vertiefter Systemanalyse	16
7. Der technisch-technologische Widerspruch (ttW)	18
8. Der technisch-naturgesetzmäßige Widerspruch (tnW)	20
9. Die Strategie zur Widerspruchslösung	21
10. Die eigene Erfindung als Schrittmacher in der internationalen Entwicklung	24

3 Abbildungen (5 Blatt)

26

Graphiken

B) Arbeitsblätter

31.

1. Das gesellschaftliche Bedürfnis. Vorläufige Systembenennung

Das auftragsgemäß zu erneuernde technische System und seine Unterstellung unter gesellschaftliche Bedürfnisse - die technisch-ökonomische Zielstellung.

1.1. Welche Funktion soll das auftragsgemäß zu erneuernde technische System erfüllen? In welchen übergeordneten Nutzungsprozeß soll diese Funktion als Teilfunktion eingebunden sein?
Benutze zum Aufzeichnen die black-box-Darstellung.

1.2. Welchem speziellen Bedürfnis der Gesellschaft (bzw. des Exportkunden) soll dieser übergeordnete Nutzungsprozeß dienen? Welche Gebrauchseigenschaften und Eignungsmerkmale dieses Systems sind notwendig und hinreichend, damit es dem übergeordneten Nutzungsprozeß besser als bisher entspricht? Welches spezielle Bedürfnis kommt darin zum Ausdruck? Welche Nutzungsprozesse sind im In- und Ausland bekannt, die einem vergleichbaren Bedürfnis dienen?

1.3. Analysiere Literatur, Patente, Forschungsberichte, Marktinformationen, Reiseberichte.

1.4. Wie lange gibt es das spezielle Bedürfnis schon? Wie hat es sich entwickelt? Welche Bedingungen für die Verwendung und welche Anforderungen an die Gebrauchseigenschaften und Eignungsmerkmale haben sich mit der Entwicklung des Nutzungsprozesses verändert? Zeige mögliche Tendenzen der weiteren Entwicklung auf. Läßt sich eine Tendenz finden, die bisher nicht gesehen wurde?

1.5. Mit welcher Hauptfunktion erfüllt das auftragsgemäß zu erneuernde technische System seinen spezifischen Zweck im übergeordneten Nutzungsprozeß? Welche seiner Gebrauchseigenschaften sind dafür kennzeichnend? Welchen Anforderungen und Bedingungen müssen sie genügen?

1.6. Welche allgemeinen, übergreifenden gesellschaftlichen Bedürfnisse sind zu beachten? Warum sind sie entstanden? Wie haben sie sich entwickelt? Wie werden sie sich voraussichtlich entwickeln? Welche Restriktionen in bezug auf die Nutzung von Ressourcen und welche Erwartungen in bezug auf den Nutzungseffekt ergeben sich daraus?

Vgl. 9.1

13.13. Danach die Werte für den Entwurf

1.7. Welche Anforderungen, Bedingungen, Erwartungen und Restriktionen (ABER) bestimmen die erforderliche Entwicklung der gesellschaftlichen Effektivität des technischen Systems? Nenne die ABER vollständig und begründe sie. Prüfe, ob sie nicht aus subjektiven Auffassungen oder Vorurteilen resultieren. Welches Entwicklungsziel folgt aus den ABER?

1.8. Welche spezifischen ABER bestimmen die Zielgrößenkomponenten

- Zweckmäßigkeit (Z_1)
- Wirtschaftlichkeit (Z_2)
- Beherrschbarkeit (Z_3)
- Brauchbarkeit (Z_4)

des zu schaffenden technischen Systems als Ganzes? (Zielgrößenmatrix)

1.9. Welche Prioritäten ergeben sich aus den ABER für die einzelnen Merkmale des auftragegemäß zu erneuernden technischen Systems, die den vier Zielgrößenkomponenten zugeordnet sind?

1.10. Welche Zusammenhänge zwischen diesen Merkmalen bzw. Eigenschaften - kooperative oder gegenläufige - lassen sich in der Zielgrößenmatrix abheben?

2. Stand der Technik. Vorauswahl und Systemanalyse einer Startvariante. Bedürfnisgemäße Variation der Systemparameter

2.1. Welches ist das für die Realisierung der Zielgröße am besten geeignete technisch-technologische Prinzip?

a) Untersuche die auf dem Stand der Technik bekannten Prinzipien der Herstellung und/oder Nutzung technischer Objekte aus Deinem Technologiebereich auf Eignung in bezug auf die ABER. Wähle das technisch-technologische Prinzip,

- das dem Zweck des zu schaffenden technischen Systems (Zielkomponente Z_1) am meisten entspricht,
- und mit dessen Anwendung voraussichtlich nicht oder vergleichsweise wenig gegen Anforderungen und Restriktionen verstoßen wird,
- und das die Bedingungen und Erwartungen ohne wesentlichen Zusatzaufwand zu erfüllen erlaubt.

Hierbei sind die verfügbaren und alle machbar erscheinenden Mittel und Verfahren auf dem Stande der Technik in Betracht zu ziehen.

- b) Ist ein technisch-technologisches Prinzip mit der Aufgabenstellung verbindlich vorgegeben, so überprüfe es auf seine Eignung und vergleiche es mit anderen bekannten Prinzipien. Nimm gegebenenfalls Rückesprache mit dem Auftraggeber.
- c) Ist ein geeignetes technisch-technologisches Prinzip im eigenen Technologiebereich nicht auffindbar, ist die Suche auf weitere, auch fern liegende Bereiche auszudehnen.
- d) Formuliere technisch-ökonomische Parameter (Effektivitätsparameter) so, daß sie dem technisch-technologischen Prinzip gemäß Meßgrößen für die Eigenschaften sind, welche durch die Zielgrößenkomponenten gefordert werden.

2.2. Welche Arten von Objekten müssen in Betracht gezogen werden, um das technische System dem technisch-technologischen Prinzip entsprechend nutzbar zu machen?

- a) Welche Gebrauchseigenschaften müssen die Vertreter der einzelnen Objektarten haben, damit sie entsprechend Z_1 für die Verwendung im technischen System geeignet sind?
- b) Welche Objektart trägt am meisten zu den Effektivitäts- und Eignungsmerkmalen des technischen Systems bei?
- c) Sind weitere Objektarten mit spezifischen Gebrauchseigenschaften in Betracht zu ziehen, um allen notwendigen Eignungs- und Effektivitätsmerkmalen des technischen Systems hinreichend im Hinblick auf Z_3 und Z_4 Rechnung tragen zu können?

2.3. Welche Hauptfunktion hat der Nutzungsprozeß des technischen Systems? 2.6

- a) Mit welchen notwendigen Teilfunktionen ist die Hauptfunktion gemäß technisch-technologischem Prinzip zu verwirklichen?
- b) Durch welche Teilfunktionen werden welche Objekte auf welche Weise in den Nutzungsprozeß einbezogen?
- c) Wie werden dadurch ihre Gebrauchseigenschaften aktiviert?
- d) Gibt es eine Teilfunktion, durch die besonders viele Objekte in den Prozeß einbezogen und aktiviert werden?

- e) Gibt es Objekte, welche durch mehrere Teilfunktionen auf unterschiedliche Weise in den Prozeß einbezogen werden?
- f) Durch welche notwendigen Funktionseigenschaften läßt sich die prozeßgerechte Wirkungsweise, und durch welche Struktureigenschaften läßt sich der erforderliche Aufbau und die zweckmäßige Anordnung der einzelnen Objekte (technischen Mittel) kennzeichnen?

2.4. Welche für den Nutzungsprozeß gemäß 2.3. geeigneten technischen Mittel sind zu den einzelnen Objektarten gemäß 2.2. auf dem Stand der Technik verfügbar oder bekannt?

- a) Gibt es ein technisches System auf dem internationalen Stand der Technik, welches die notwendigen Eignungsmerkmale gemäß Z_1 , Z_3 , Z_4 prinzipiell besitzt? Ist dieses System verfügbar? Wähle dieses System als Referenzvariante, auch wenn es nicht auf dem gewählten technisch-technologischen Prinzip beruht.
- b) Welche der einzelnen erforderlichen Mittel gemäß 2.3.f) gibt es auf dem Stand der Technik? Welche sind verfügbar? Welche sind machbar?
- c) Welche gemäß 2.3.f) notwendigen technischen Mittel sind auf dem Stande der Technik weder verfügbar noch bekannt?
- d) Wie wären technische Mittel gemäß 2.4.c) auf dem Stand der Technikwissenschaften denkbar?
- e) Welche der in Betracht gezogenen technischen Mittel lassen sich aufgrund ihrer Mittel-Wirkungs-Beziehungen miteinander zu einer Basisvariante verknüpfen? (Eventuell morphologisches Schema)
- f) Welche funktionellen Anforderungen, strukturellen Bedingungen sowie naturgesetzmäßigen Einflüsse und Restriktionen ($>$ aber $<$) sind dabei zu berücksichtigen?
- g) Bei welchen neuartigen technischen Mitteln treten demgemäß die meisten Unvereinbarkeiten auf? Bei funktionsbestimmenden oder bei untergeordneten technischen Mitteln?
- h) Worin bestehen diese Unvereinbarkeiten? Lassen sie sich durch Verlagerung auf untergeordnete technische Mittel und geeignete Variation ihrer Funktions- und Struktureigenschaften beheben?

2.5. Welche technisch-ökonomischen Mängel bzw. technisch-technologischen Defekte besitzt die mit bekannten technischen Mitteln bestenfalls erreichbare Basisvariante?

a) In welchen technisch-technologischen Eignungsmerkmalen weicht die bevorzugte Basisvariante von der Zielgröße voraussichtlich am stärksten ab?

b) In welchen technisch-ökonomischen Hauptleistungsdaten weicht sie voraussichtlich von der Sollgröße am stärksten ab?

c) In welchen Eignungs- und Effektivitätsmerkmalen ist die Basisvariante der Referenzvariante prinzipiell überlegen?

d) Welche neuen technischen Mittel sind notwendig und denkbar, um mit der Basisvariante die Sollgröße zu erreichen und die Referenzvariante in allen Hauptleistungsdaten zu übertreffen?

e) Wie lautet die technisch-ökonomische Zielstellung der notwendigen technischen Entwicklung?

f) Welcher Hauptleistungsparameter liegt ihr als Führunggröße zu Grunde?

2.6. Fasse das technische System, das die Zielgröße realisieren soll, insgesamt als black box auf. Mit welchen Eingängen und Ausgängen realisiert das technische System in der gewählten bzw. vorgefundenen Ausführungsform das spezielle gesellschaftliche Bedürfnis?

Beschreibe die Ein- und Ausgangsgrößen in auftragsrelevanten Bestimmungen der Art, der Zusammensetzung, der Struktur und des Zustandes von Stoff, Energie und Information.

2.7. Durch welches Verfahrensprinzip wird bei der gewählten Basisvariante die zweckbestimmte Eingangs-/Ausgangsrelation (Oberführungsfunktion) realisiert?

a) Nenne die funktionellen Merkmale der wesentlichen Teilsysteme zur Realisierung der Hauptfunktion!

b) Nenne die dabei zu erzielenden notwendigen Zwischenstadien der Eingangs-Ausgangs-Transformation der Zustandsgrößen von Stoff, Energie und Information.

(gelöste Aufgaben)

2.8. Welche technischen Wirkprinzipien liegen bei der Basisvariante der Hauptfunktion zugrunde?

a) Untersuche das technische Wirkprinzip jeder Elementarfunktion:

Durch welchen Operator soll welche Einwirkung (welche Operation) auf welches Objekt (Operand) ausgeübt werden?

Welche Rückwirkung (Gegenoperation) ist dafür erforderlich und durch welchen Gegenoperator wird sie hervorgerufen?

Welche Auswirkungen ergeben sich aus dem Zusammenwirken von Operator und Gegenoperator in dem zu verändernden Objekt?

b) Kennzeichne Art und Weise der konstruktiven bzw. verfahrenstechnischen Verknüpfung der (elementaren) Funktionseinheiten zur Struktureinheit der Hauptfunktion.

c) Konfrontiere die technische Wirksamkeit - den Funktionswert - der einzelnen Elementarfunktionen und der Hauptfunktion als Ganzem mit den Anforderungen an die Gebrauchseigenschaften des technischen Systems.

2.9. Enthält das technische System für den vorgesehenen Verwendungszweck überflüssige Elementarfunktionen?

2.10. Welche Nebenwirkungen der Hauptfunktion treten auf bzw. sind bei vorgesehenen technisch-technologischen Maßnahmen zu erwarten?

a) Untersuche die einzelnen Elementarfunktionen in der Wirkungskette der Hauptfunktion und die ihnen zugrunde liegenden Wirkprinzipien auf technisch und/oder naturgesetzlich bedingte Nebenwirkungen.

b) Unterscheide dabei nützliche, verfügbare und schädliche, zu unterdrückende Nebenwirkungen.

2.11. Wodurch sind die Nebenwirkungen verursacht?

a) Nenne die konstruktiv bzw. technologisch und die naturgesetzlich determinierten Anforderungen, Bedingungen, Einflüsse und Restriktionen (> aber <), auf Grund derer die Nebenwirkungen entstehen bzw. nicht ohne weiteres unterdrückt werden können.

Diese >aber< ergeben sich für ein technisches Gebilde aus den technisch-konstruktiven Merkmalen seines Aufbaus und/oder den

technisch-technologischen Merkmalen seiner Herstellung, und für ein technisches Verfahren aus den technisch-technologischen Merkmalen seines Ablaufs und/oder den technisch-konstruktiven Merkmalen des Aufbaus des mit ihm herzustellenden technischen Gebildes.

- b) Konfrontiere die Nebenwirkungen und den Grad ihrer Nutzung bzw. Unterdrückung mit den gesellschaftlich-ökonomischen Anforderungen, Restriktionen, Erwartungen und Bedingungen (ABER), welche sich aus den übergreifenden gesellschaftlichen Bedürfnissen ergeben.
- c) Ermittle die nachteiligste Nebenwirkung.

2.12. Gibt es technische Mittel (Operatoren) zur Realisierung der Hauptfunktion, für die international bereits andere Wirkprinzipien genutzt werden?

2.13. Welche Anforderungen, Bedingungen und Restriktionen gesellschaftlich-ökonomischer, technisch-technologischer und/oder schutzrechtlicher Art behindern die Einführung international bekannter Lösungen in das technische System?

2.14. Untersuche die Funktionseinheiten des technischen Systems, ob sie Nebenfunktionen enthalten, die geeignet sind, Nebenwirkungen besser als bisher nutzbar zu machen oder schädliche Nebenwirkungen zu unterdrücken oder sogar in nützliche zu verwandeln.

2.15. Welches Verhalten des technischen Systems ist zu erwarten, wenn Werte der technisch-ökonomischen Parameter erhöht werden?

a) Variiere die Werte jedes einzelnen technisch-ökonomischen Parameters gemäß technisch-ökonomischer Zielstellung bis an die im Auftrag geforderten Grenzwerte und darüber hinaus. Beachte dabei die Rangfolge in der gesellschaftlich-ökonomischen Wichtigkeit der Parameter der Zielgröße Z.

b) Untersuche, welche technischen Systemparameter - Leitgrößen (Führungsgröße, Strukturgröße, Wirkgröße; vgl. Lehrmaterial "Erfindungsmethodische Grundlagen", Abschnitt 1.6.) - dazu in welcher Richtung und in welchem Maße verändert werden müßten.

c) Untersuche, ob dann die technisch-technologische Wirksamkeit

der einzelnen Elementarfunktionen in der Wirkungskette der Hauptfunktion den ABER gemäß gewährleistet bleibt, oder ob schädliche Effekte und damit technisch-ökonomische Widersprüche entstehen.

- d) Untersuche, welche Elementarfunktion auf Grund ihres Wirkprinzips und/oder auf Grund der vorliegenden >aber< die Verbesserung der Parameterwerte primär begrenzt.
- e) Untersuche, wie sich das Verhältnis von Haupt- und Nebenwirkungen (bezogen auf jede einzelne Elementarfunktion und auf das gesamte technische System) mit der Variation der technisch-ökonomischen Parameter verändert. Stelle fest, ob die schädlichen Nebenwirkungen durch die Nutzung vorhandener Nebenfunktionen besser beherrscht werden können.

3. Das Operationsfeld des Erfinders

3.1. Welche Teilsysteme (Baugruppen, Bauteile, Verfahrensstufen, Verfahrensschritte) des technischen Systems sind auf Grund von gesellschaftlich-ökonomischen Restriktionen und technisch-technologischen Bedingungen einer Veränderung nicht zugängig und daher der technisch-technologischen Umgebung zuzuordnen?

3.2. Welche stofflichen, energetischen und/oder informellen Komponenten des technisch-technologischen Umfeldes können bzw. müssen in die Systembetrachtung mit einbezogen werden?

Untersuche, ob es bestimmte Komponenten der technisch-technologischen Umgebung des Systems oder sogar des gesellschaftlichen Obersystems gibt, die als Operatoren in der Wirkungskette der Hauptfunktion oder die im Sinne von Nebenfunktionen genutzt werden können.

3.3. Grenze das technische System bzw. die entsprechende Basisvariante entsprechend den Antworten auf die Fragen 3.1. und 3.2. neu ab. Bestimme seine Aus- und Eingangsgrößen, seine Hauptfunktion sowie die ihm zugehörigen technisch-technologischen Bedingungen entsprechend neu.

3.4. Welches Teilsystem stellt für die Erhöhung der Werte der technisch-ökonomischen Parameter im Sinne des gesellschaftlichen Bedürfnisses eine primäre Barriere dar?

- a) Stelle fest, zu welchem Teilsystem (Baugruppe, Bauteil, Verfahrensstufe, Verfahrensschritt) das effektivitätsbegrenzende technische Mittel (Operator) gehört bzw. in welchem Teilsystem sich das Verhältnis von Haupt- und Nebenwirkung bei Erhöhung der Werte von technisch-ökonomischen Parametern am stärksten zu Ungunsten der Hauptwirkung verändert.
- b) Bestimme die Ein- und Ausgangsgrößen dieses Teilsystems und stelle die Wirkungskette seiner Elementarfunktion dar.

4. Der technisch-ökonomische Widerspruch

4.1. Untersuche, wie die technisch-ökonomischen Parameter der Zielgröße bei dem in Betracht gezogenen Stand der Technik (Basisvariante) durch das ihnen zugrunde liegende System der technisch-technologischen Parameter der Basisvariante miteinander verknüpft sind. Bestimme den technisch-technologischen Parameter des technischen Systems, der den stärksten Einfluß auf die technisch-ökonomische Effektivität gemäß Zielgröße hat. Wähle ihn als Führungsgröße.

4.2. Läßt sich durch Variation der Werte der Führungsgröße das erforderliche Wachstum aller technisch-ökonomischen Parameter erzielen? Oder ist das erforderliche Wachstum einzelner Parameter nur bei Abnahme anderer technisch-ökonomischer Parameter erreichbar?

- a) Stelle die Entwicklung der technisch-ökonomischen Effektivität des zu betrachtenden technischen Systems als Funktion der Verbesserung seiner technisch-ökonomischen Parameter dar. Gewährleiste, daß dabei die Interessen der Volkswirtschaft insgesamt zum Ausdruck kommen.
- b) Zeige, daß unter dem Gesichtspunkt der zu steigernden Effektivität die Entwicklung technisch-ökonomischer Parameter widersprüchlich geworden ist (Widersprüche zwischen Parametern hinsichtlich ihres Beitrages zur Effektivitätssteigerung und Widersprüche zwischen den Konsequenzen der Entwicklung eines einen oder anderen Parameters:
- Nenne die Parameter, deren Einfluß auf das Effektivitätswachstum sich zunehmend spaltet in einander entgegengesetzte Einflüsse (innerer Widerspruch in der Entwicklung eines technisch-ökonomischen Parameters).