

Handreichung zum Einsatz des TRIZ-Trainers

Hans-Gert Gräbe

10. April 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	2
2	TRIZ als Problemlösemethodik	2
3	Der Workflow im TRIZ-Trainer	4
3.1	Registrierung und Aktivierung des Accounts	4
3.2	Den Bearbeitungsprozess starten	4
3.3	Bearbeiten, Einreichen, Bewerten	4
4	Zur Methodik	5
5	Weitere Hinweise zum Bearbeiten der Aufgaben	6
5.1	Zur grundlegenden Struktur einer Problemstellung in der TRIZ	6
5.2	Erste Phase: Analyse der Problemsituation	8
5.3	Zweite Phase: Lösung der Aufgabe	11
5.4	Dritte Phase: Finale Lösung auswählen	11

1 Allgemeines

Im Rahmen einer internationalen Kooperation nutzen wir im TRIZ-Online-Praktikum den von *Target Invention* in Minsk (Belarus) entwickelten TRIZ-Trainer <https://triz-trainer.com> als Lernmittel. Der TRIZ-Trainer ist eine leichtgewichtige Version zur Unterstützung von Blended Learning¹ als methodischem Praktikumskonzept im Sinne eines angeleiteten Selbststudiums.

Der TRIZ-Trainer konzentriert sich auf die Basiskonzepte des Einsatzes von TRIZ an ausgewählten praktischen Beispielen – die Analyse und Modellierung der jeweiligen Problemsituation, die Identifizierung und Lokalisierung entsprechender Wirkfaktoren und Widersprüche sowie die strukturierte Verwendung entsprechender Lösungsschemata. Zur Einarbeitung und zum besseren Verständnis der Thematik wird neben dem ausführlichen Hilfesystem des TRIZ-Trainers das Lehrbuch [1] empfohlen.

Der TRIZ-Trainer ist selbst noch in Entwicklung. Im Rahmen unserer Kooperation unterstützen wir die Minsker Kollegen bei der Aktualisierung der deutschsprachigen Version. Neue oder noch nicht übersetzte Teile werden zügig über das redaktionelle System der Anwendung konsolidiert. Bitte informieren Sie uns zeitnah über entsprechende Probleme.

2 TRIZ als Problemlösemethodik

Die TRIZ-Methodik kommt als Problemlösemethodik vor allem dort zum Einsatz, wo Standardlösungen oder durch einfache Ingenieurskunst zu findende Lösungsansätze nicht greifen. Grund des Versagens ist meist ein *Hindernis*, das einer „einfachen“ Lösung im Weg steht und sich als *Widerspruch* manifestiert (Bild 1).

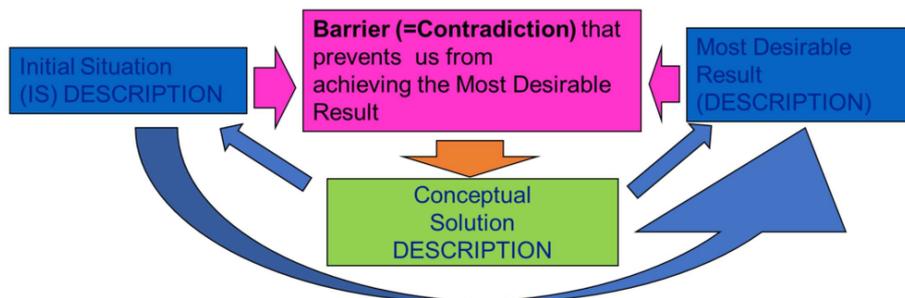


Bild 1: Das TRIZ Vorgehensmodell

Im Zuge der Modellierung wird dieser Widerspruch oft als *Konflikt* identifiziert, wo ein (aus Sicht des Systemzwecks) nützlicher Effekt nicht ohne einen schädlichen weiteren Effekt zu haben ist, sowie die *operative Zone* (in Raum und Zeit) genauer bestimmt, in welcher der Konflikt auftritt. Im TRIZ-Ansatz wird versucht, derartige Konflikte nicht durch Kompromisse zu lösen, sondern zu prinzipiellen innovativen Ansätzen zu kommen.

Beispiel: Ein Teeglas wird mit heißem Tee gefüllt (nützlicher Effekt „heißer Tee schmeckt“, schädlicher Effekt „beim Anfassen verbrenne ich mir die Finger“). Die Kompromisslösung

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

„lauwarmer Tee“ stellt niemanden zufrieden. Mit TRIZ analysieren wir, wo der Konflikt auftritt (an der Glaswand beim Anheben des Glases zum Trinken). Typischer Lösungsansatz ist hier das Separationsprinzip – kann man das Ganze räumlich oder zeitlich trennen? Funktion des Glases: Behälter für den Tee, also kann nur was mit der Hand geändert werden. Fasse das Glas mit einem Handschuh an (der wirkt wärmedämmend), oder mit einer Grillzange (Abstand). Oder verwende einen Teeglashalter (perfektioniert die Idee mit der Grillzange). Oder pappe den Henkel des Teeglashalters gleich an das Teeglas (schon perfektere räumliche Separation am Teeglas selbst; „Trimmen“ des Teeglashalters). Oder analysiere genauer: Glaswand muss *innen* heiß und *außen* kalt sein. Stelle also das Behältnis aus wärmedämmendem Material her – der Coffee-To-Go-Becher ist erfunden.

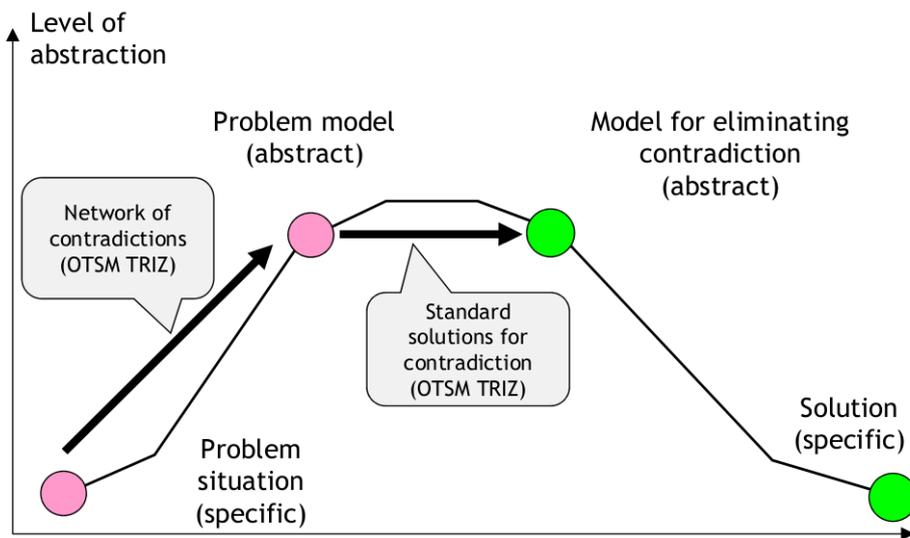


Bild 2: Das TRIZ Hügelmodell

Die TRIZ-Methodik orientiert sich dabei am Hügelschema (Bild 2)

- 1) Modellierung des gegebenen Problems (Aufbau und Ablaufstruktur des Systems, raumzeitliche Eingrenzung der Problemregion im Modell als *operative Zone*, Identifizierung der Widerspruchsstruktur des Problems),
- 2a) Identifizierung der abstrakten Problemstruktur, der verfügbaren Ressourcen und Auswahl der für eine Lösung geeigneten TRIZ-Werkzeuge (*Aufgabenmodell*),
- 2b) Anwendung der Werkzeuge, um eine abstrakte Lösung zu entwickeln (*Lösungsmodell*),
- 3) Instrumentierung der Lösung mit geeigneten Ressourcen und Ableitung eines oder mehrerer konkreter Lösungsvorschläge.

3 Der Workflow im TRIZ-Trainer

3.1 Registrierung und Aktivierung des Accounts

Das Anlegen und Aktivieren der Accounts und die Zuweisung der Rolle *Student* erfolgt zentral durch die Praktikumsleitung, wenn die Accountgebühr eingezahlt wurde. Der Account ist zeitlich befristet.

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 aktiviert sich automatisch an Hand der Spracheinstellung Ihres Browsers, 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.

3.2 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* und diese Handreichung genauer zu studieren. Im Hilfesystem des TRIZ-Trainers werden 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 **im Zuge eines Selbststudiums** vorab zu erwerben ist und im Laufe des Praktikums vertieft werden soll. Es geht also nicht darum, *die Aufgaben irgendwie zu lösen*, sondern an diesen Beispielen **die Anwendung der TRIZ-Methodik und den Einsatz angemessener TRIZ-Werkzeuge** zu üben und zu perfektionieren. Hinweise dazu finden Sie über die Links ins Hilfesystem oder – in kurzer Form – in den Tooltips zu jedem einzelnen Schritt. Schauen Sie sich auch die *Beispielaufgaben* an.

3.3 Bearbeiten, Einreichen, Bewerten

Alles beginnt damit, dass Sie mindestens ein Zeichen in die Vorlage einer Aufgabe einfügen, um das Problem zu lösen. Beim automatischen Speichern wechselt die Aufgabe in den Status *wird gelöst* und wird auf der Seite *Ergebnisse* dem zugeordneten Trainer angezeigt. Der Trainer kann so bereits sehen, welche Aufgaben Sie 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 geben.

Ist Ihre Lösung komplett, klicken Sie auf die Schaltfläche *Zur Überprüfung einreichen* und reichen damit die Aufgabe zur Bewertung ein. Der Trainer analysiert Ihre Lösung, kommentiert einzelne Schritte und trifft die Entscheidung, die Lösung anzuerkennen (Status *angerechnet*) oder zur Überarbeitung zurückzugeben (Status *zu überarbeiten*). Kommentare trage ich grundsätzlich in die offen sichtbaren Felder „Kommentare des Trainers“ ein.

Ihnen werden der Status der Lösung und die Kommentare des Trainers sowohl über die internen *Notifications* als auch per E-Mail mitgeteilt. Wenn die Aufgabe zur Überarbeitung zurückverwiesen wird, ist sie von Ihnen erneut zu bearbeiten. Wenn die Lösung akzeptiert wurde, ist die Bearbeitung der Aufgabe beendet.

Es gibt kein „richtig“ oder „falsch“, sondern die Qualität der Lösung entsprechend der Methodik wird begutachtet.

4 Zur Methodik

Primäres Ziel des Einsatzes des TRIZ-Trainers ist dessen Einbettung in den Kontext eines Flipped-Classroom-Konzepts, in dem – einem Spiralmodell des Kompetenzzuwachses folgend – praktische Problemstellungen zur Beschäftigung mit Theorie anregen und umgekehrt die studierte Theorie Ihre Fertigkeiten zum Lösen praktischer Problemstellungen verbessert. Dazu wird mit AIPS-2015² eine spezielle in Minsk entwickelte algorithmische Version der TRIZ-Methodik eingesetzt, die den Lösungsprozess entsprechend dem Hügelschema in drei Phasen unterteilt.

Die Aufgaben sind so weit heruntergebrochen, dass sie (meist) nur *eine* widersprüchliche Grundsituation enthalten bzw. nur auf *eine* solche fokussiert wird. Der gelegentlich vorhandene Interpretationsspielraum ist stets so zu verstehen ist, dass

- in der *konkret betrachteten* Situation
- eine der Situation angemessene *konstruktive ingenieur-technische Lösung*
- mit möglichst wenig zusätzlichen Hilfsmitteln und
- möglichst geringer Modifikation des vorhandenen Systems

zu finden ist.

Die meisten Aufgaben beziehen sich auf ein *abgegrenztes technisches System* mit einer *problematischen Komponente* (Boot mit Mast, Kipper mit Auspuffanlage, Motorradfahrer mit Schutzbrille, Auto mit zugefrorener Scheibenwaschanlage usw.). Das technische System erfüllt einen gewissen Zweck, die problematische Komponente hindert es daran, diesen Zweck unter gewissen Einsatzbedingungen gut oder überhaupt zu erfüllen.

In der **ersten Phase**, der *Analyse der Problemsituation*, ist eine genaue Modellierung der gegebenen Situation auszuführen. Dabei ist sowohl das System als auch die problematische Komponente genauer zu modellieren. Das Modell des Systems dient dazu, die verfügbaren Ressourcen zu bestimmen, das Modell der problematischen Komponente bringt die genaueren Problemzusammenhänge ans Licht. Dieser Teil endet mit der Formulierung verschiedener Hypothesen, wie die analysierte widersprüchliche Situation aufgelöst werden kann, aus denen eine für die zweite Phase als *Aufgabe* formuliert und genauer analysiert wird. Bitte beachten Sie die präzisierenden Ausführungen zu dieser Phase im Abschnitt 4 dieser Handreichung.

Am **Ende der ersten Phase** sind aus den Modellierungen des Systems sowie der problematischen Komponente eine oder mehrere abstrakte Konfliktlösungshypothesen³ entwickelt

²Die Abkürzung steht für Алгоритм Исправления Проблемных Ситуаций (Algorithmus zur Verbesserung problematischer Situationen).

³**Vermeiden Sie möglichst folgenden Anfängerfehler:** Die Hypothesen sind zu konkret und stark mit

und eine davon für die weitere Bearbeitung als *Bedingungen der Aufgabe* ausgewählt. Zugleich wird durch die Modellierung implizit der *Kontext* bestimmt, in dem sich die weitere Lösungssuche abspielt.

In der **zweiten Phase**, der *Formulierung und Lösung der abstrakten Aufgabe*, ist diese präzierte Aufgabe nach einem (oder mehreren) von vier *Aufgabenmodellen* entsprechend der für das jeweilige Aufgabenmodell vorgesehenen Methodik genauer zu analysieren:

- Bedingungen in der operativen Zone (wenn eine Systemkomponente im Problembereich ergänzt oder modifiziert werden soll; typische TRIZ-Werkzeuge: *X-Komponente* und *funktionale Modellierung*),
- Wirkungen in der operativen Zone (wenn Wirkungen im Problembereich modifiziert werden sollen; typische TRIZ-Werkzeuge: *SF-Modelle* und *Inventive Standards*),
- Technischer Widerspruch (wenn widersprüchliche technische Anforderungen aufzulösen sind; typische TRIZ-Werkzeuge: *Wirkungspaar* und ein geeignetes *TRIZ-Prinzip*),
- Physikalischer Widerspruch (das technische Widerspruchspaar lässt sich auf widersprüchliche Anforderungen an *einen* physikalischen Parameter reduzieren; dafür typische TRIZ-Werkzeuge: *Separationsprinzipien*, *TRIZ-Prinzipien*).

Die Anwendungsgebiete der vier Aufgabenmodelle sind im Abschnitt „Lösen der herausgearbeiteten Aufgabe“ des Hilfesystems hinreichend detailliert erläutert.

Weiter werden die Ressourcen identifiziert, die für eine Lösung der Aufgaben prinzipiell zur Verfügung stehen.

Das (abstrakte) Aufgabenmodell und die dazu auszuwählenden TRIZ-Werkzeuge werden im Zuge der Anwendung einer geeigneten *Umwandlungsmethode* in ein (abstraktes) *Lösungsmodell* transformiert, das – mit geeigneten Ressourcen instrumentiert – zu einer Lösungsidee weiter ausgebaut werden kann. Dieser Teil ist im Hilfesystem sehr genau beschrieben.

Am **Ende der zweiten Phase** sind die Teile (Lösungsmodell als Vorgehensplan, Ressourcenauswahl) stimmig ausgewählt, die in der **abschließenden dritten Phase** zur *Lösungsidee* zusammengesetzt und zur *finalen Lösung* verfeinert werden.

In jedem Schritt gibt es Tipps und Links zu den entsprechenden Abschnitten der Theorie im Hilfesystem des TRIZ-Trainers. Darauf werde ich besonders aktiv hinweisen, wenn die ersten 3–5 Aufgaben gelöst werden, bis Sie „Fuß gefasst“ haben und besser verstehen, was genau von ihnen verlangt wird.

Für das **erfolgreiche Absolvieren des Kurses** sind 15 Aufgaben so weit zu bearbeiten, dass die Lösungen vom Trainer akzeptiert werden.

5 Weitere Hinweise zum Bearbeiten der Aufgaben

5.1 Zur grundlegenden Struktur einer Problemstellung in der TRIZ

Zentrales Ziel der Anwendung von TRIZ ist die Behebung eines Problems in einem technischen System, das aus einer widersprüchlichen Konstellation resultiert.

Brainstorming durchsetzt, fokussieren auf scheinbar „offensichtliche“ Lösungen. Dieses Phänomen hat in der TRIZ einen eigenen Namen: „psychologische Trägheit“.

Unter einem *technischen System* (TS) wird ein Zusammenspiel von Komponenten verstanden, das (unter Rückgriff auf Ressourcen) einen *Zweck*, eine *emergente Funktion* realisiert, die weder in einer der Komponenten noch in der Summe aller Komponenten enthalten ist, sondern sich erst aus dem Zusammenspiel der Komponenten des TS ergibt („Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“).

Beispiel: Kein einziges Teil eines Modellflugzeugs allein kann fliegen, auch die Gesamtheit der Teile nicht, so lange sie ausgebreitet auf der Montagedecke liegen. Erst das zusammengebaute Modellflugzeug kann fliegen.

Jede Komponente trägt dazu ihren Teil bei, vorausgesetzt, die Betriebsbedingungen der Komponente werden durch das System gewährleistet.

Entscheidend für das Verständnis des Funktionierens eines solchen (ingenieur-technischen) Systems ist die *Modellierung* des Zusammenspiels seiner Komponenten. Die Modellierung geht davon aus, dass die Komponenten funktionieren, d.h. diese sich spezifikationskonform verhalten, wenn deren Betriebsbedingungen gewährleistet sind.

Probleme mit einer Komponente (oder dem ganzen System) erfordern die genauere Analyse von deren Innenleben. Eine Komponente wird zu diesem Zweck selbst wieder als TS betrachtet. Das (methodische) Modellierungs- und Analyseschema ist damit selbstähnlich, die Analyse setzt jedoch voraus, dass der Kontext der Betriebsbedingungen der Komponente gegeben und fixiert ist. Die Modellierung eines Systems erfolgt also stets gegen den *äußeren Kontext* seiner Zwecke und Betriebsbedingungen.

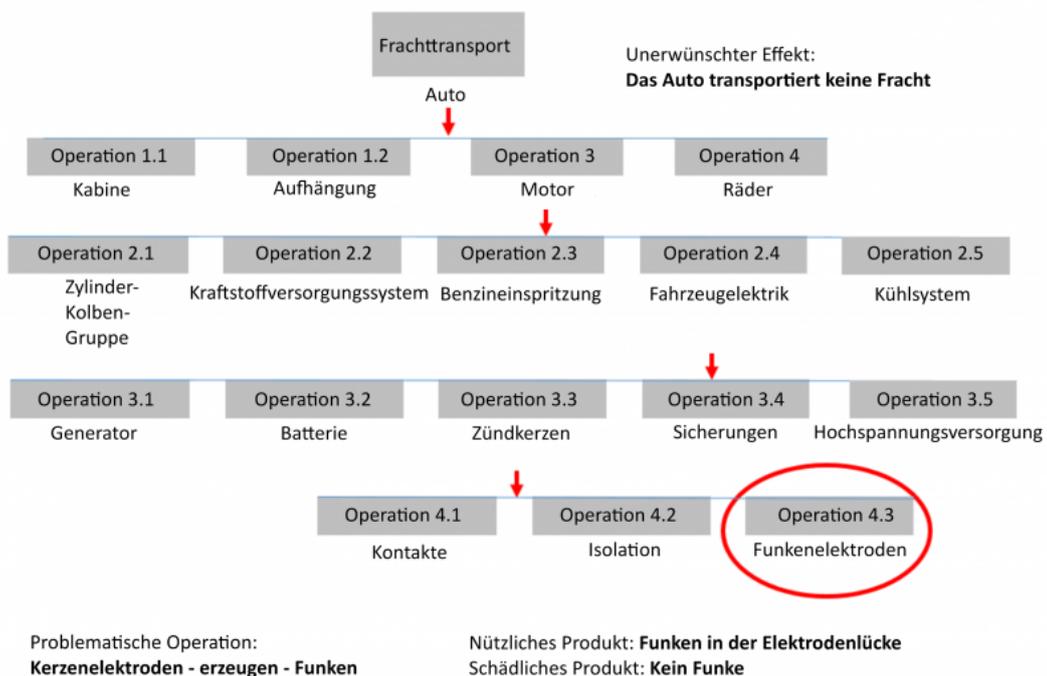


Bild 3: Hierarchisches Komponentenmodell.
Lokalisieren einer problembehafteten Komponente

5.2 Erste Phase: Analyse der Problemsituation

Bei der Suche nach der Ursache eines Problems arbeitet sich ein erfahrener Ingenieur (und auch jedes digitale Diagnoseprogramm) von der allgemeinen Systemebene durch Analyse einzelner Komponenten und Unterkomponenten Schritt für Schritt bis zum Ort des Problems vor (siehe Bild 3). Diese Modellierung ist als *Analyse der Problemsituation* in der ersten Phase der Problembearbeitung am TRIZ-Trainer auszuführen. Dabei ist sowohl das TS zu analysieren als auch dessen problembehaftete Komponente. Dies bedeutet, dass in der Regel *zwei* Systemanalysen durchzuführen sind.

Zunächst ist das technische System (TS) abzugrenzen und dessen Zweck zu bestimmen. Dazu wird das TS als Black Box durch einen *Bezeichner* („sprechender Name“) grob abgegrenzt und dessen Zweck als *primär nützliche Funktion* (PNF) benannt. Die PNF ergibt sich aus dem Grund, warum das untersuchte TS überhaupt existiert. Dieser Grund erschließt sich, wenn Ober- oder Nachbarsysteme identifiziert werden, für die der Dienst dieses TS bedeutsam oder erforderlich ist. In vielen Fällen ist er auch ohne eine solche erweiterte Analyse ersichtlich. Als dritter Bestandteil sind die *Betriebsbedingungen* des TS als Kontext grob zu fixieren. Damit ist die *Spezifikation* des TS (grob) erfasst.

Um der Problematik der gestellten Aufgabe auf den Grund zu gehen, ist nun eine genauere Analyse des TS als White Box erforderlich. TRIZ geht vom Konzept eines *minimalen TS* und dessen grundlegendem Aufbau



aus. Das *Objekt* wird im Zuge dieser Bearbeitung in ein *nützliches Produkt* verwandelt. Der (allgemeine) Zweck eines TS besteht also darin, einen Arbeitsgegenstand in ein nützliches Ding zu verwandeln.

Diese Verwandlung erfordert allerdings einen energetischen und steuernden Einfluss auf das Werkzeug oder allgemeiner das Arbeitsmittel. Dieser Einfluss erfolgt bei einfachen Werkzeugen direkt durch einen menschlichen Operator, in komplexeren Kontexten aber indirekt durch weitere Komponenten. Im TRIZ-Trainer wird dazu der Begriff der *Maschine* in einem verallgemeinerten Sinn (siehe Hilfesystem) verwendet, deren *standardisierte Aufbauorganisation* im Bild 4 gezeigt ist.

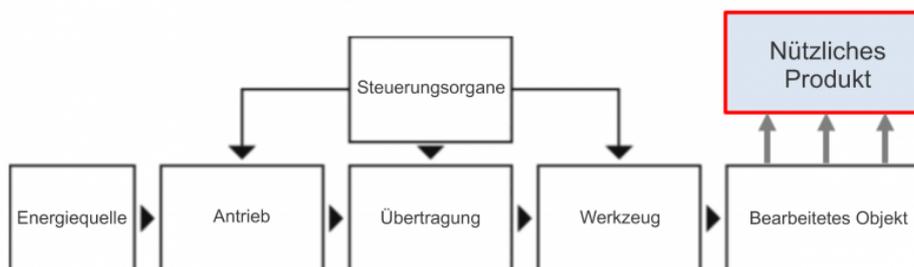


Bild 4: Prinzipieller Aufbau einer „Maschine“

Neben der *Aufbauorganisation* (statisches Modell) ist für ein System auch dessen *Ablauforganisation* (dynamisches Modell) wichtig. Zur Darstellung von Abläufen sind entsprechende Diagramme wie Sequenzdiagramme, Zustandsdiagramme, Zustandsübergangsdigramme,

Prozessketten usw. hilfreich. Die Abläufe im 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 Transformationen. Der Objektbegriff unterscheidet sich damit von dem der OO-Programmierung und folgt den Ansätzen eines „beyond object oriented programming“, wie sie etwa in [3] dargestellt sind.

Ein einigermaßen vollständiges System umfasst nach [2, S. 39] (siehe auch Bild 4) folgende Funktionalitäten:

- die Funktionalität des operierenden Agenten (Arbeitsorgan, Werkzeug),
- Energiebereitstellung (Energiequelle oder -speicher),
- Antrieb (Umwandlung von Speicher- in Arbeitsenergie),
- Transmission (Übretragung, Anpassung und Transport der Arbeitsenergie zum Arbeitsorgan) und
- Steuerung.

Bearbeitungsrichtlinie für die erste Phase. Für die Modellierung der Gegebenheiten der Aufgabenstellung sind also in der ersten Phase zu identifizieren

1. das *System* (als „sprechender Name“), dessen *Zweck*, die *PNF*, die erforderlichen *Betriebsbedingungen* und die abzustellenden *problematischen Wirkungen* (Abschnitt „Präzisierung der Umstände“),
2. die Aufbauorganisation des Systems nach dem im Bild 4 dargestellten Pattern – welche Komponenten und welche Ressourcen werden genutzt, wo konzentriert sich das Problem, rekursive Analyse der Aufbauorganisation von Teilkomponenten wie in Bild 3 bis hin zur *operativen Zone*, in der sich das Problem manifestiert – (Abschnitt „Maschine“),
3. die Ablauforganisation des Systems als Ganzes (Vorarbeit zur Identifizierung von Ressourcen, die im System zur Lösung des Problems verfügbar sind) sowie der problematischen Teilkomponente (Abschnitt „Wie die Maschine arbeitet“).

Die Ablauforganisation führt in vielen Fällen auf eine klare Unterscheidung verschiedener *Zustände*, die für optimale Lösungen in der Modellierung über verschiedene Betriebsmodi im System zu berücksichtigen sind. Diese Zustände sind im Abschnitt „Wie die Maschine arbeitet“ klar begrifflich abzugrenzen.

Zu 1. Typische Identifizierungen in einzelnen Aufgaben:

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

Am Ende dieser Analyse sind die nützlichen sowie die unzureichenden oder schädlichen Wirkungen möglichst als formalisierte Aussagen

Werkzeug – bearbeitet – Objekt

aufzulisten („systemisch relevante Wirkungen“) und auf dieser Basis der Konflikt (Ort, Zeit, Struktur) genauer zu beschreiben als Basis für die Planung einer Transformation des Systems, welche das Problem löst.

Am Ende dieser ersten Phase (in der Informatik auch als *Anforderungsanalyse* bezeichnet) steht ein genaues Modell des Systems. Weiter ist (Abschnitt „Hypothesen aufstellen“) auf der Basis dieser genauen Modellkenntnis eine *präzisierte Aufgabe* zu formulieren, deren Umsetzung das Problem lösen würde. Im Gegensatz zu Analysemethoden wie *Design Thinking*, die stark auf die Wünsche des Kunden, aber weniger auf die technischen Gegebenheiten ausgerichtet sind, wird durch die systematische Modellierung ein gutes Verständnis für die technischen Gegebenheiten erarbeitet und damit der zu analysierende Lösungsraum *begründet* massiv fokussiert im Gegensatz zum Brainstorming, das zu einer *unbegründeten* Fokussierung und zu einer „traditionellen“ Lösung ohne erfinderisches Potenzial führt. Diese stark fokussierende Wirkung einer TRIZ-Analyse auf *praktisch* Umsetzbares wird von Anwendern immer wieder als großer Vorteil dieser Methodik hervorgehoben. Mit der Formulierung der Aufgabe ist die *Richtung* der Lösung an dieser Stelle bereits klar, auch wenn die Details im weiteren Prozess noch ausgearbeitet werden müssen.

Wie „radikal“ darf eine Lösung sein? In der Regel kann im Lösungsprozess das System so modifiziert werden, dass es seine PNF weiter erfüllt wie bisher spezifiziert oder nur unwesentliche Modifikationen vorgenommen werden müssen, sich die Transformation der Ablaufstrukturen also *lokal eingrenzen* und auf den Kontext des Systems selbst beschränken lässt. In anderen Aufgaben geht es um eine temporär zusätzliche Funktion des Systems, die in einem anderen Systemzustand auszuführen ist. Auch in diesem Fall ist die Analyse der PNF wichtig, da über diese Funktion die verfügbaren Systemressourcen identifiziert werden, die auch für die zusätzliche Funktion genutzt werden können (und sollten).

Wie „willkürlich“ ist die initiale Systembestimmung? Die anfängliche Systemeingrenzung stellt ein gewisses Willkürmoment eines Trennens von „innen“ und „außen“ dar. Es kann sein, dass sich während der weiteren Modellierung herausstellt, dass ein anderer Detailgrad als System angemessener ist. Dann sollte die Modellierung auf jenem Level wiederholt werden. Mehr dazu finden Sie im Abschnitt „AIPS-2015“ des Hilfesystems. Hilfreich ist es hierbei auch, die Ausführungen in (Koltze/Souchkov 2017, Kapitel 4.3) zum Zusammenhang zwischen technischen (TW) und physikalischen⁴ (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 naturgesetzlichen Begriffen und Zusammenhängen, die Ihnen aus der Schule geläufig sein sollten⁵.

⁴Das ist verallgemeinernd zu verstehen, denn es gibt auch Widersprüche mit chemischem, biologischem usw. Hintergrund.

⁵Etwa Zusammenhänge zwischen verschiedenen Energieformen, zu Kräften, Momenten, Bewegungsgrößen usw.

5.3 Zweite Phase: Lösung der Aufgabe

Zur spezifizierten Hypothese werden in der *zweiten Phase der Lösung* durch genaue Analyse der verfügbaren Ressourcen eine oder mehrere *Lösungsideen* gefunden. Am Ende ist eine der Lösungsideen zur *finalen Lösung* genauer auszuarbeiten und zu prüfen, ob die Lösung auch funktioniert.

Diese Phase umfasst folgende Teile:

- (1) Auswahl eines *Aufgabenmodells*, das auf die in der ersten Phase identifizierte Konfliktstruktur passt.
- (2) Möglichst umfassende Identifizierung von *Ressourcen*, die zum Aufgabenmodell und zur Konfliktstruktur passen.
- (3) Auswahl eines geeigneten TRIZ-Werkzeugs als *Umwandlungsmethode*.
- (4) Konfiguration des Werkzeugs entsprechend der konkreten Konfliktstruktur (*Lösungsmodell*).
- (5) Instrumentierung des Lösungsmodells mit geeigneten Ressourcen.

Während (1) mit einer wesentlichen methodischen Entscheidung verbunden ist, hängen die Schritte (2)-(5) eng zusammen. Ein stimmiges Bild des instrumentierten Lösungsmodells ergibt sich oftmals erst nach mehrfachem Hin und Her, wenn spätere neue Einsichten Einfluss auf frühere Schritte haben. Meist wird dabei festgestellt, dass Modellierungen zu grob ausgeführt oder wesentliche Aspekte übersehen wurden. Die Modellierung muss deshalb in einem solchen Fall von jener Stelle an überarbeitet werden.

Es kann sich bei diesen Verfeinerungen auch herausstellen, dass die erste Phase ungenügend ausgearbeitet wurde oder das Aufgabenmodell nicht passt. Dann sollte mit den vertieften Einsichten in erste Phase zurückgekehrt, die dortige Modellierung präzisiert und damit der Kontext adjustiert werden, der für die zweite Phase konstitutiv ist.

Da dieser Teil im Hilfesystem sehr genau beschrieben ist, kann hier auf weitere Erläuterungen verzichtet werden.

5.4 Dritte Phase: Finale Lösung auswählen

Eigene Lösungsansätze bewerten. TRIZ-Beratungsunternehmen überlassen die Auswahl der Lösung meist dem Kunden, da in die Entscheidung oft auch weitere Anforderungen einfließen, die sich aus betriebsinternen Abläufen ergeben. Deshalb konzentriert sich die Beratung nicht darauf, eine einzige starke Lösung zu finden, die unter bestimmten Bedingungen wahrscheinlich schwierig zu implementieren ist, sondern bietet eine Reihe von (begründeten) Lösungen, aus denen der Kunde die für ihn am besten geeignete, lokal ideale Lösung kombinieren kann.

Dieser Ansatz wird auch im TRIZ-Trainer verfolgt, auch wenn wir hier keinen *Kunden* als Quelle der Probleme und zur Evaluierung der Lösungen haben. Dementsprechend kann auch nur bedingt aus mehreren die beste Lösung ausgewählt werden – diejenige, die auf Grund allgemeiner Erfahrung und Logik als die beste erscheint. Wenn Sie zu mehreren Lösungsvorschlägen gelangen, können Sie im letzten Schritten der Vorlage (Schlussfolgerung, endgültige Entscheidung) die Ihrer Meinung nach am besten funktionierende Lösung hervorheben und (mit

Begründung) als die effektivste herausstellen. Als Bewertungskriterium sollte die Frage untersucht werden, in welchem Umfang für die Lösung Änderungen am vorhandenen System erforderlich sind – optimal sind Lösungen, die nur geringe Änderungen am Ort des Konflikts oder in dessen Nähe erfordern.

Wie genau muss die finale Lösung ausgearbeitet sein? Die finale Lösung muss so weit durchgearbeitet sein, dass auch sekundäre Probleme gelöst sind. Mit einer Lösung, die nur 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 nicht zufrieden sein. In diesem Fall wird die Lösung zur Überarbeitung zurückgegeben mit folgenden zwei Optionen:

- Sie bleiben in Phase 2 und durchlaufen den Lösungszyklus erneut mit den erweiterten Kenntnissen und derselben Hypothese (Iteration).
Modifizieren Sie das Aufgabenmodell oder verwenden Sie ein anderes, führen Sie noch einmal die Lösungsschritte aus und reichen die neue Lösung zur Bewertung ein.
- Sie kehren in Phase 1 zurück, gehen anders an die Modellierung heran, formulieren eine neue Hypothese oder wählen eine andere aus den vorher schon aufgestellten mehreren Hypothesen aus und durchlaufen dann Phase 2 noch einmal mit dem neuen Ansatz.

Literatur

- [1] Karl Koltze, Valeri Souchkov (2017). Systematische Innovation. 2. Auflage, Hanser, München. ISBN: 978-3-446-45127-8.
Als E-Book im Uni-Netz verfügbar <http://dx.doi.org/10.3139/9783446452572>.
- [2] Alex Lyubomirskiy, Simon Litvin, Sergei Ikoenko et al. (2018). Trends of Engineering System Evolution (TESE). TRIZ Consulting Group. ISBN 978-3-00-059846-3.
- [3] Clemens Szyperski (2002). Component Software. Addison Wesley, Boston.