

CROST/TRIZ – Denktechnologie der Lösung konstruktions-technologischer Aufgaben mit akuten physikalisch-technischen Widersprüchen

Von Prof.Dr.Dr.Sc.techn. Michael A. Orloff, Berlin

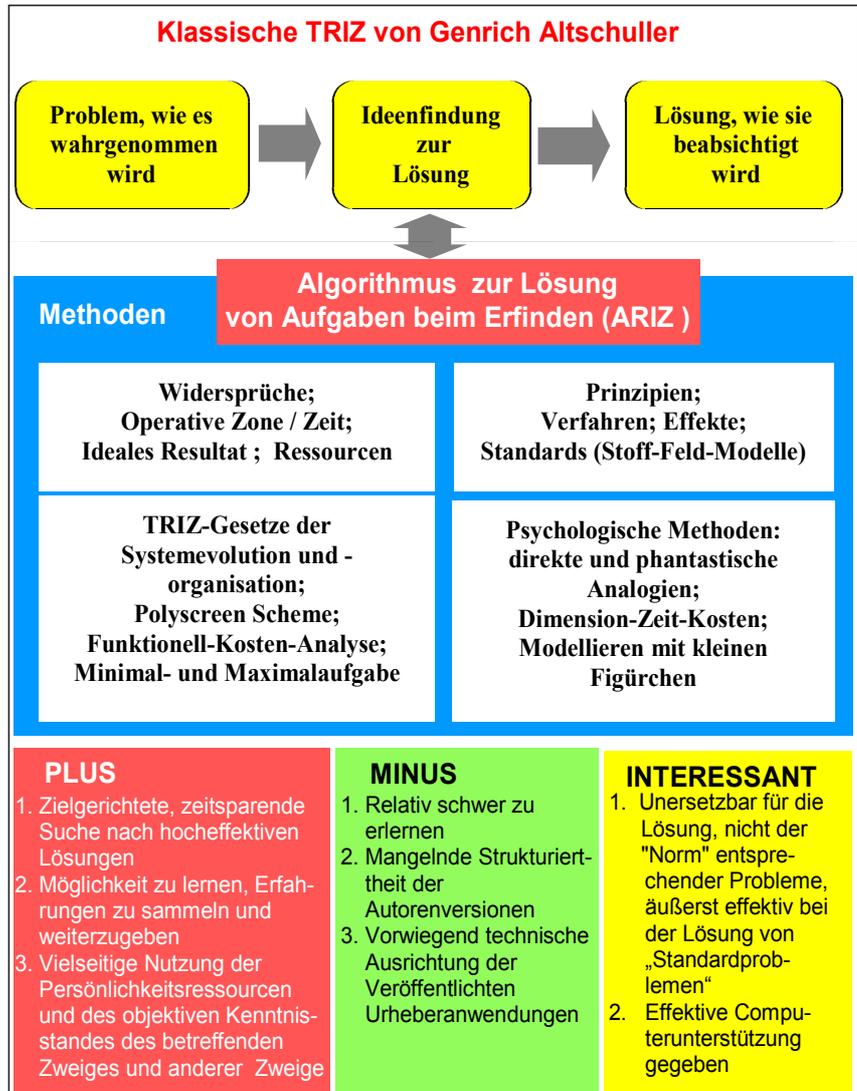
Projektierung und Kreativität

Die Projektierung neuer Messmethoden und Messgeräte, neuer technologischer Prozesse und neuer Erzeugnisse basieren auf bestimmten Kenntnissen über Materialien, Konstruktions- und Modellierungsverfahren, Verfahren der Berechnung zu erwartender Charakteristika und auf der Bewertung von Effekten der praktischen Anwendung neuer Objekte.

Bei jeder Projektierung besteht die Notwendigkeit von kreativen Lösungen größerer oder kleinerer Probleme, die mit dem Erreichen vorgegebener Qualitäts- und Effektivitätscharakteristika verbunden sind. So z.B. mit der Steigerung der Zuverlässigkeit, der Genauigkeit und der Produktivität des Funktionierens von Objekten, mit der Verringerung des Gewichts und der Größe, mit der Beseitigung von Defekten bei der Produktion und mit einer Kostensenkung usw.

Kein CAD-System beinhaltet spezielle Modelle und Methoden zur Unterstützung der konkreten kreativen Suche nach Problemlösungen. Die Lösung von Problemen hängt ausschließlich vom Talent und den Fähigkeiten des Problemlösers ab, von seinen Erfahrungen und Kenntnissen. Wobei eine langfristige Arbeit in nur einem Bereich oft dazu führt, dass sich negative Denkstereotype festsetzen, die dann erfahrene Spezialisten daran hindern, wirklich innovative oder sogar erfinderische Lösungen zu erkennen. Diese Stereotype tauchen in der Form von solchen Denkschablonen auf wie „das kann man so nicht machen“, „das kennen wir alle schon“ und „niemand macht das so“ usw.

Die Theorie zur Lösung von Aufgaben beim Erfinden (TRIZ – internationale Bezeichnung), die vom Ingenieur, Schriftsteller, und Pädagogen Genrich Altshuller (1926 - 1998) entwickelt wurde, liefert Ingenieuren und Forschern einen effektiven Zugang zu praktischen Instrumentarien für die Synthese kreativer Ideen und die Lösung häufig auftretender und oft ex-



Modelle und Struktur der TRIZ

trem schwieriger konstruktions-technologischer Aufgaben mit akuten physikalisch-technischen Widersprüchen.

Was ist eigentlich eine kreative Lösung?

Vor dem Start eines neuen sowjetischen Sputniks beschwerten sich Spezialisten eines Instituts für Physik darüber, dass die Konstrukteure des Sputniks nicht in der Lage waren, im Sputnik Platz für ihre Geräte zu finden, obwohl es geplant war diese Geräte dort unterzubringen.

Bei einer Besichtigung des Sputniks in Begleitung des Hauptkonstruktors fiel ihm das sogenannte Hauptbalanceteil auf, welches innerhalb des Sputniks für die Veränderung der Masse und der Position bestimmt war, um die Symmetrie der Achse innerhalb des Sputniks aufrecht zu erhalten. Keldysch hatte die Idee, ein Messgerät als Balanceteil zu verwenden.

Das Stereotyp der Konstrukteure bestand darin, dass sie bereits vom Studium her *genau wussten*, dass das Balanceteil ein metallisches Element sein

muss, welches ein bestimmtes Gewicht hat.

Der Wissenschaftler jedoch *hatte die Idee*, die Funktion des Balanceteils mit der Funktion des Messgeräts zu verbinden.

Gehen wir davon aus, dass der Wissenschaftler durch ein inneres Brainstorming auf diese Idee kam. Wir können aber seine Erfahrungen beim Brainstorming nicht übernehmen, da wir ja nur das Ergebnis dessen sehen können und nicht den Prozess der Erkenntnis. Es entsteht die Frage, kann man denn überhaupt in einem solchen Fall kreative Lösungen nachvollziehen? Ist es denn möglich, aus bekannten Lösungen irgendwelche konstruktive und wiederholbare Erfahrungen zu entnehmen?

Schauen wir uns mal praktisch an, ob man das angeführte Beispiel so analysieren kann, dass daraus nicht nur subjektive Erfahrungen gewonnen werden können, sondern eben auch objektive Inhalte?

Formulieren wir zunächst das Problem in Form eines „unlösbaren“ Widerspruchs: *das Gerät muss da sein* im Sputnik, weil es so aufgrund funktionaler Zwecke sein muss, und *das Gerät sollte nicht da sein* im Sputnik, weil es nicht genügend Raum dafür gibt. Einen solchen akuten Widerspruch, der die absolute Unvereinbarkeit von Eigenschaften und funktionalen Forderungen widerspiegelt, bezeichnen wir als *physikalischen Widerspruch*. Diese Bezeichnung bezieht sich auf die 4 grundlegenden Verfahren zur Lösung solcher (und allgemein gesehen aller) Widersprüche. Konkret gesagt, lassen sich alle physikalischen Widersprüche nur durch 4 Haupttransformationen und ihre Kombinationen lösen: Aufteilen der Konflikteigenschaften im *Raum*, in der *Zeit*, in der *Struktur* (Funktion, Wirkung) und im *Material* – andere Möglichkeiten gibt es naturgegeben nicht.

Ein Reinventing der Lösung durch den Wissenschaftler Keldysch kann im gegebenen Fall folgendermaßen aussehen:

Aus dem Modell des Widerspruchs heraus ist erkennbar, dass in der Problemsituation verschiedene Teile des gesamten Systems ganz besonders im Kampf um die räumliche Ressource im Konflikt stehen. Demzufolge handelt

es sich hierbei um die im Konflikt dominierende Ressource, die auch bei der Lösung des Problems auf jeden Fall von Bedeutung sein wird.

Weiterhin wird deutlich, dass wegen des Mangels der dominierenden Ressource auch *funktionale (strukturelle) Eigenschaften* im Konflikt stehen: Messungen müssen durchgeführt werden, das Gerät jedoch sollte aber eigentlich an Bord des Sputniks nicht vorhanden sein.

In der TRIZ gibt es für Konflikte dieser Art fertige Modelle (Patterns) zur Lösung. Z.B. können räumliche Konflikte oft mit Hilfe des Prinzips des Einbringens eines Objekts in ein anderes gelöst werden, was auch der Idee des Wissenschaftlers Keldysch zugrunde liegt.

Dieses Verfahren wurde in der TRIZ nach den Holzpuppen „Matroschka“ benannt, die je nach Größe ineinander gesteckt werden können. Es wurden hier auch Verfahren angewendet, die zur Lösung des Konflikts in der Struktur und im Material führen: *ein Teil des Systems* (das veränderte Balanceteil) wird aus einem anderen Material gefertigt und führt dabei auch gleichzeitig die Messfunktionen aus, dabei behält *dieses Teil* aber immer noch die Balancefunktion, *das gesamte System* hingegen hat jetzt auch die Messfunktion erhalten.

Modelle und Struktur der TRIZ

Die fundamentale Entdeckung von Genrich Altshuller war es, dass er sich unmittelbar mit der Untersuchung objektiver Informationen befasste, die in bereits gemachten Erfindungen vorhanden sind.

Letztendlich bilden folgende drei praktischen Entdeckungen die Grundlagen der TRIZ:

1. Alle realen Probleme können auf insgesamt drei verschiedene Arten reduziert werden und mit nur drei entsprechenden *strukturellen Widerspruch-Modellen* dargestellt werden: *Administrativer, Technischer und Physikalischer Widerspruch*.
2. Alle bekannten Lösungen wurden auf der Grundlage der Anwendung von Transformationen gefunden, die nur zu vier prägnanten Klassen gehören.

3. Auf der Grundlage des Reinventings wurde in der TRIZ eine Abfolge von Schritten festgelegt, um eine rationale Untersuchung der Ausgangssituation zu gewährleisten, und um ein Problemmodell konstruieren und eine Auswahl passender Transformationsmodelle finden zu können, welche die Richtigkeit der vorgeschlagenen Lösungen verifizieren können.

Die Modelle und Methoden der TRIZ wurden anhand von Beispielen bei der Untersuchung von Hundert Tausenden existierender Erfindungen aufgestellt.

Literaturhinweise

- 1) M. Orloff (2000) Meta-Algorithmus des Erfindens. TRIZ-Kurs für Profis (Buch ISBN 3-935213-03-4 und CD-Buch ISBN 3-935213-00-X). Lege Artis, Berlin
- 2) M. Orloff (2002) Grundlagen der klassischen TRIZ: ein praktisches Lehrbuch des erfinderischen Denkens für Ingenieure, Springer VDI Verlag, ISBN 3-540-66869-1

Der Autor:



Prof. M. Orloff hat über 36 Jahre Erfahrungen in der TRIZ als Berater in vielen Bereichen von Wissenschaft und Technik, speziell in der Luft-

fahrt, Raketenbau, Raumfahrtindustrie, Schiffbau, Gerätebau und Computerindustrie.

Er hat mehr als 20 Jahre Erfahrungen beim Unterricht an Hochschuleinrichtungen.

Prof. M. Orloff ist der Autor von über 50 Erfindungen, Patenten in den USA und Großbritannien und von über 120 Arbeiten im Bereich spezialisierter Computer, und von Modellierungs- und Versuchssystemen.