

Beim Training mit Psychologen ist es möglich Techniken zu erlernen, die es ermöglichen in einen Zustand der gesteigerten Konzentration und Aufmerksamkeit einzutreten (im speziellen lässt sich damit das schnelle Lesen erlernen, und es unterstützt das Erlernen von Fremdsprachen). NLP fördert ein freieres assoziatives Denken und die Visualisierung (Methode des Mind Mapping) sowie Aktualisierung eigener Erfahrungen bei erfolgreichen Problemlösungen, das künstlerische Eintreten in das Bild einer anderen Persönlichkeit, z.B. eines Künstlers oder Erfinders. Auch das NLP ist nicht frei von den Einschränkungen, die auch der SYN zueigen sind (Abb. 4.4).

5 Klassische TRIZ

5.1 Ideen der TRIZ

Eine kurze Zusammenfassung des oben zu den Theorien der Kreativität Gesagtem könnte mit folgenden Worten von G. Altshuller [6] beschrieben werden:

Vor 150 Jahren, beschleunigte sich das Entwicklungstempo der Wissenschaft sehr stark, es begann die wissenschaftliche Revolution, die zeigte, dass die Welt unbegrenzt erkennbar ist. Gleichzeitig entfaltete sich auch die technische Revolution, die den Gedanken bestätigte, dass die Welt unbegrenzt veränderbar ist. Das Arbeitsinstrument dieser gewaltigen Revolutionen ist das kreative Denken. Doch paradoxer Weise haben das kreative Denken selbst und seine Technologie keinerlei qualitative Veränderungen erfahren.

Nach Abschluss der Militärakademie arbeitete G. Altshuller im Patentamt und noch 1945 stellte er fest, dass viele Patentanmeldungen ineffektive und schwache Ideen beinhalteten. Und bald schon erkannte er, dass die schwachen Lösungen die Schlüsseleigenschaften der Probleme, die im entsprechenden System entstanden waren, ignorierten. Und auch die genialsten Erfindungen waren zumeist nur Zufallsprodukte oder Ergebnisse einer Belagerung des Problems bis hin zur Erschöpfung. Die Untersuchung bekannter Methoden des Erfindens und der Psychologie führte G. Altshuller zu folgender Schlussfolgerung.

Alle Erfindungsverfahren basierten auf der „Methode des Versuchs und des Irrtums“, auf Intuition und Phantasie. Keines der Erfindungsverfahren ging von einer Untersuchung der Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung von Systemen und physikalisch-technischen Widersprüchen aus, die in dem entsprechenden Problem enthalten sind.

Jedoch gab es in der Geschichte der Philosophie und in technischen Werken recht viele Beispiele einer effektiveren Analyse von Problemen. Die deutlichsten Beispiele dafür fand Altshuller in den Arbeiten von K. Marx⁵⁸ und F. Engels⁵⁹. Marx und Engels spielten eine bedeutende Rolle bei der Definition von Kennzeichen und Phasen historischer Veränderungen, die in der Geschichte der

⁵⁸ Karl Marx (1818-1883) – führender deutscher Ökonom und materialistischer Philosoph

⁵⁹ Friedrich Engels (1820-1895) – führender deutscher materialistischer Philosoph

Menschheit abliefen und in Verbindung zu *Erfindungen und Entwicklungen* neuer Technologien und Maschinen stehen, die den Charakter der Arbeit des Menschen veränderten. Zu Erfindungen und Entwicklungen, die einzelne Funktionen von Technologien oder Maschinen verstärkten oder den Menschen völlig von den Produktionsoperationen verdrängten.

Zwei grundlegende Ideen ziehen sich durch diese Beispiele hindurch:

- 1. Erfindungen erscheinen als Überwindung technischer Widersprüche;**
- 2. Widersprüche erscheinen als Folge einer ungleichmäßigen Entwicklung einzelner Teile technischer Systeme.**

So führt Engels in seiner Arbeit „Zur Geschichte des gezogenen Gewehrs“ (1860) unzählige Beispiele für technische Widersprüche auf, welche die gesamte Entwicklung des Gewehrs bestimmten und sich sowohl aus veränderten Anforderungen für die Anwendung als auch aus inneren Mängeln ergaben. Der Hauptwiderspruch bestand über lange Zeit darin, dass man für ein bequemerer Laden und eine Erhöhung der Schießgeschwindigkeit den Lauf verkürzen musste (das Laden erfolgte durch das Einbringen des Schießpulvers und das Einlegen der Kugel direkt in den Lauf), andererseits musste man, um eine höhere Schießgenauigkeit zu erzielen und den Gegner im Bajonettkampf aus einer größeren Distanz treffen zu können, den Lauf verlängern. Diese *Widersprüche wurden in einem Gewehr vereint*, das man von der Rückseite aus laden konnte. Diese Beispiele wurden immer nur als Illustrationen zum dialektischen und historischen Materialismus betrachtet, und demzufolge wurde ihnen von den Methodologen zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet.

1956 veröffentlichte G. Altschuller seinen ersten Artikel⁶⁰ in dem er das Problem der Entwicklung einer Theorie der erfinderischen Kreativität anspricht und grundlegende Ideen für ihre Entwicklung vorschlägt:

- 1. Der Schlüssel zur Lösung von Problemen liegt in der Aufdeckung und Beseitigung des Systemwiderspruchs!**
- 2.** Taktiken und Methoden für die Lösung von Problemen (Erfindungsverfahren) können anhand der Analyse bedeutsamer Erfindungen aufgestellt werden.
- 3.** Die Lösungsstrategie eines Problems muss sich auf Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung technischer Systeme stützen.

In einer neuen Redaktion kann man die erste Version einer Technologie für die Entwicklung erfinderischer Ideen in folgendem Schema darstellen (Abb. 5.1).

Bis 1961 hatte G. Altschuller bereits ca. 10000 Erfindungen aus 43 Patentklassen analysiert! Die Idee, daraus Erfindungsverfahren zu entwickeln, manifestierte sich bei ihm durch folgende Entdeckung:

- 1. Erfinderische Aufgaben - gibt es unzählige, jedoch Typen von Systemwidersprüchen verhältnismäßig wenige.**
- 2. Es gibt typische Systemwidersprüche und es gibt typisierte Erfindungsverfahren ihrer Beseitigung.**

Der Autor der entstehenden TRIZ führte aus: „... natürlich ist jede technische Aufgabe auf ihre Art individuell. In jeder Aufgabe gibt es etwas nicht Wiederhol-

⁶⁰ G. Altschuller, R. Schapiro: *Über die Psychologie der erfinderischen Kreativität.* – Zeitschrift „Fragen der Psychologie“ (russ.), Moskau, 6'1956

bares. Durch eine Analyse erscheinen Möglichkeiten, um auf den Grund vorstoßen zu können – **zum Systemwiderspruch und seinen Ursachen**. Und die Lage ändert sich sofort. Es ergibt sich die Möglichkeit, die kreative Suche nach einem bestimmten **rationalen Schema** zu führen. Es gibt zwar keine magische Formel, aber es gibt **Verfahren**, die in den meisten Fällen ausreichend sind“.

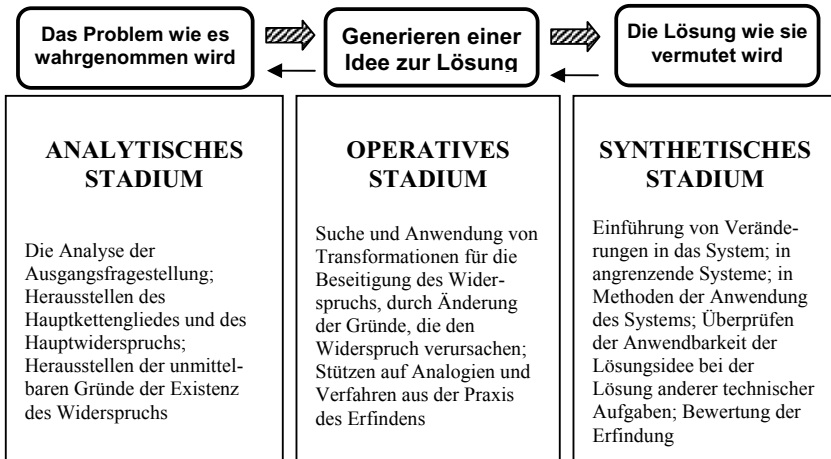


Abb. 5.1. Schlüsselschema der ARIZ – Algorithmus des erfinderischen Problemlösens – für die Entwicklung von Lösungen auf der Basis der Beseitigung eines Widerspruchs

5.2 Das Werden der klassischen TRIZ

Mit dem Erscheinen der ersten Version der ARIZ (Abb. 5.1) begann die Entstehung der TRIZ. G. Altshuller betonte oft, dass die TRIZ das Denken so organisiert, als ob einem die Erfahrungen aller oder zumindest sehr vieler talentierter Erfinder zur Verfügung stehen. Normalerweise verwendet ein sogar sehr erfahrener Erfinder seine *Erfahrungen, die auf äußeren Analogien basieren*: hier, diese neue Aufgabe hat bestimmte Ähnlichkeit mit einer alten, das heißt, auch die Lösung muss so ähnlich sein. *Ein Erfinder, der die TRIZ kennt, hat weit tiefere Einblicke*: in dieser neuen Aufgabe gibt es *so einen Widerspruch*, das heißt, man kann die Lösungsideen einer alten Aufgabe nutzen, die rein äußerlich absolut keine Ähnlichkeit mit der neuen hat, jedoch *einen analogen Widerspruch enthält!*

Der Autor der TRIZ erklärt die Unterschiede zwischen den Begriffen *Erfindungsverfahren* oder *Verfahren*, *Methode* und *Theorie* folgendermaßen.

Verfahren – das ist eine einmalige, elementare Operation. Ein Verfahren kann sich auf die Aktionen eines Menschen beziehen, der eine Aufgabe löst, z.B. „Verwenden von Analogien“. Ein Verfahren kann sich auf das technische System der betrachteten Aufgabe beziehen, z.B. „Zerteilen des Systems“, „Verbinden mehrerer Systeme zu einem“. Verfahren sind irgendwie ungerichtet: es ist unbekannt, in welchem Fall dieses oder jenes Verfahren geeignet ist, und wann es

funktioniert. In einem Fall kann eine Analogie zur Lösung führen, in einem anderen jedoch von der Lösung wegführen. Verfahren entwickeln sich nicht, obwohl die Anzahl der Verfahren erweitert werden kann.

Methode – ist ein System von Operationen, die in der Regel Verfahren beinhalten und eine bestimmte Ordnung ihrer Anwendung vorsieht. Methoden basieren meist auf einem bestimmten Prinzip, einem Postulat. So ist die Annahme, dass man die Lösung einer Aufgabe finden kann, indem „dem Gedankenfluss aus dem Unterbewussten freier Lauf gelassen wird“ die Grundlage des Brainstormings. Die Grundlage des ARIZ bildet das Prinzip der Ähnlichkeit von Widerspruchsmodellen und Modellen der Lösung von Widersprüchen. Methoden entwickeln sich in äußerst begrenztem Umfang, und verharren in den Rahmen der Ausgangsprinzipien.

Theorie – ist ein System vieler Methoden und Verfahren, das eine zielgerichtete Steuerung des Lösungsprozesses einer Aufgabe auf der Grundlage von Kenntnissen der Gesetzmäßigkeiten (Modelle) der Entwicklung komplizierter Objekte in Technik und Natur vorsieht.

Bis 1985, dem Jahr des Höhepunkts der Entwicklung der klassischen TRIZ, hatte sie sich bereits fast 40 Jahre gestalten können. Der Autor der TRIZ beschrieb die Entwicklung seiner Theorie folgendermaßen.

Etappe 1. Die Arbeit am ARIZ wurde 1946 begonnen. Übrigens den Begriff „ARIZ“ gab es damals noch nicht. Die Fragen stellten sich da noch anders:

Man muss die Erfahrungen kreativer Tätigkeit beim Erfinden studieren und Charakterzüge guter Lösungen herausstellen, die sich von schlechten unterscheiden. Schlussfolgerungen daraus, können bei der Lösung von Aufgaben beim Erfinden genutzt werden.

Und sofort wurde klar, dass die Lösungen von Aufgaben beim Erfinden immer dann besonders gelungen sind, wenn sie den technischen Widerspruch (TW) überwinden, der in der gestellten Aufgabe vorhanden ist, und andererseits sind Lösungen schlecht, wenn der TW nicht herausgestellt und nicht überwunden wurde.

Im Weiteren wurde dann etwas völlig Unerwartetes festgestellt: es zeigte sich, dass selbst die erfahrensten Erfinder nicht verstehen, nicht sehen, dass die richtige Taktik der Lösung von Aufgaben beim Erfinden darin bestehen muss, Schritt für Schritt den TW herauszustellen, seine Ursachen zu untersuchen und zu beseitigen, und damit den TW an sich zu beseitigen. Als Erfinder auf einen offenen, ja schreienden TW gestoßen sind, und erkannt hatten, dass mit seiner Beseitigung auch die Aufgabe gelöst wurde, hat keiner von ihnen daraus die entsprechenden Schlussfolgerungen für die Zukunft gezogen. *Sie änderten die Taktik nicht* und machten sich an neue Aufgaben, verschwendeten vielleicht Jahre für die Auswahl von Varianten und versuchten nicht einmal, den in der Aufgabe enthaltenen Widerspruch zu formulieren.

Die Hoffnungen waren zerstört, aus den Erfahrungen großer (erfahrener und talentierter) Erfinder etwas Nützliches für Anfänger zu gewinnen: große Erfinder arbeiteten immer wieder mit derselben primitiven Methode des Versuchs und Irrtums.

Etappe 2. In der zweiten Etappe stellte sich das Problem so:

Es muss ein Programm zur planmäßigen Lösung von Aufgaben beim Erfinden aufgestellt werden, das für alle Erfinder taugt. Dieses Programm muss auf einer

sukzessiven Analyse der Aufgabe basieren, um technische Widersprüche herauszustellen, zu untersuchen und zu beseitigen. Dieses Programm ersetzt zwar kein Wissen und keine Fähigkeiten, aber es bewahrt vor vielen Fehlern und liefert eine gute Taktik für die Lösung von Aufgaben beim Erfinden.

Die ersten Programme (ARIZ-1956 oder ARIZ-1961) hatten nur wenig mit der ARIZ-1985 gemein, jedoch wurden sie mit jeder Modifikation genauer und zuverlässiger und nahmen immer mehr den Charakter eines algorithmischen Programms an. Es wurden Tabellen mit Verfahren für die Beseitigung von TW aufgestellt (s. Anlagen 3 *A-Matrize zur Auswahl der spezialisierten Navigatoren* und 4 *Katalog Spezialisierter A-Navigatoren* – in der Redaktion des Autors). Zur Hauptgrundlage von Forschungen wurden Patentinformationen und Beschreibungen von Erfindungen. Es wurden erste Seminare durchgeführt und Erfahrungen bei der Vermittlung des ARIZ gesammelt.

Und erneut wurde etwas Unerwartetes entdeckt. Es zeigte sich, dass bei der Lösung von Aufgaben auf höherem Niveau Kenntnisse gebraucht werden, welche die Grenzen des Fachgebiets des Erfinders weit überschreiten. *Praktische Versuche führen nur zu nutzlosem Probieren in gewohnter Richtung*, die Anwendung des ARIZ und seiner Hilfsmittel (Verfahren u.ä.) verbesserte auch nur den Verlauf der Lösung.

Es wurde festgestellt, dass der Mensch nicht in der Lage ist, Aufgaben beim Erfinden auf höherem Niveau effektiv zu lösen. Deshalb sind alle Methoden, die nur darauf abzielen, das „kreative Denken“ des Menschen zu aktivieren falsch, da das ja nur *Versuche* sind, *schlechtes Denken gut zu organisieren* (kursiv, hier wörtlich Genrich Altshuller). Und so begann die zweite Etappe damit, dass der Gedanke entwickelt wurde, dem Erfinder ein *Hilfsinstrument* zur Verfügung zu stellen, und sie endete mit der Erkenntnis, dass es notwendig ist, die erfinderische Kreativität umzugestalten, und dabei *die Technologie des Erfindens selbst zu verändern*.

Das Programm wurde jetzt als vom Menschen unabhängiges selbstständiges System zur Lösung von Aufgaben beim Erfinden betrachtet. *Das Denken muss diesem System folgen, sich davon steuern lassen – dann kann es durchaus weitaus talentierter werden.*

Es wurde klar, dass Operationen aus dem ARIZ, objektiven Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung technischer Systeme gegenüber gestellt werden müssen.

Etappe 3. Die Formel der dritten Etappe lautete folgendermaßen:

Erfindungen auf unterem Niveau sind ganz und gar nicht kreativ. Erfindungen auf höherem Niveau, die mit der Methode des Versuchs und Irrtums gemacht wurden – das ist schlechte Kreativität. Man braucht eine neue Technologie zur Lösung von Aufgaben beim Erfinden, die es ermöglicht, planmäßig Aufgaben auf höherem Niveau zu lösen. Diese Technologie muss auf der Kenntnis objektiver Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung technischer Systeme beruhen.

Wie auch in der zweiten Etappe, bildeten Patentinformationen die Arbeitsgrundlage. Doch wurden sie jetzt nicht mehr nur unter dem Gesichtspunkt untersucht, neue Erfindungsverfahren aufzustellen und sie in die Tabelle für die Beseitigung technischer Widersprüche aufzunehmen, sondern sie dienten der Untersuchung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung technischer Systeme.

Das Wichtigste, was entdeckt wurde war, dass eine Erfindung die Weiterentwicklung eines technischen Systems ist. Eine Aufgabe für das Erfinden ist nur eine Form, in welcher der Mensch die Anforderungen an die Entwicklung eines technischen Systems aufdeckt. Die TRIZ vermittelt einfach nur eine erfinderische Kreativität mit dem Ziel, effektive Methoden zur Lösung von Aufgaben beim Erfinden zu kreieren.

In dieser Definition ist ein Gedanke verborgen, der vielleicht ketzerisch klingen mag: sind denn alle bestehenden „Methoden“ schlecht und müssen verworfen werden? Mit diesen „Methoden“ haben doch Menschen große Erfindungen gemacht! Auf diesen „Methoden“ basiert die moderne Erfindungsindustrie, die jährlich Tausende neue technische Ideen liefert. Was ist schlecht an den aktuellen „Methoden“?

Es gibt die üblichen, aber unwahren Beurteilungen der Kreativität beim Erfinden, wie z.B.:

1. „Alles hängt vom Zufall ab“, – sagt der Eine.
2. „Alles hängt von Wissen und Beharrlichkeit ab, man muss immer wieder verschiedene Varianten ausprobieren“, – behauptet der Zweite.
3. „Alles hängt von angeborenen Fähigkeiten ab“, – stellt wiederum der Dritte fest.

In all diesen Äußerungen liegt natürlich ein Fünkchen Wahrheit, jedoch ist diese Wahrheit nur äußerlich und oberflächlich. Die Methode des „Versuchs und Irrtums“ ist an sich uneffektiv. Die moderne „Erfindungsindustrie“ ist aber leider genau nach der „Methode von Edison“ organisiert: je schwieriger eine Aufgabe ist, desto mehr Versuche müssen unternommen werden und desto mehr Menschen müssen an der Lösungssuche teilnehmen. Diese Kritik daran wurde von Genrich Altschuller folgendermaßen bekräftigt: es ist klar, wenn Tausend Menschen auch noch so unterschiedliche Gruben ausheben, bleibt das Prinzip des Grabens immer dasselbe. Mit Hilfe einer guten Methode arbeitet ein einzelner Erfinder, eben ein Schatzgräber, viel effektiver als ein „Team von Erdarbeitern“!

Bei der Lösung von Aufgaben ohne die TRIZ wählt ein Erfinder zunächst lange zwischen gewohnten, traditionellen Varianten, die unmittelbar mit seinem Fachgebiet zu tun haben. Und oft gelingt es ihm überhaupt nicht, diese Varianten hinter sich zu lassen. Die Ideen gehen dann in Richtung des **„Vektors der psychologischen Trägheit“** (PIV – Psychological inertia vector). Der PIV kann alle möglichen Gründe haben: einerseits gibt es die Furcht davor, seinen Berufszweig zu verlassen und sich auf fremdes Gebiet zu begeben, und andererseits besteht die Angst davor, eine Idee zu haben, die vielleicht lächerlich wirken kann. Ein anderer Grund liegt natürlich darin, dass der Erfinder nicht mit Erfindungsverfahren für das Generieren „wilder“ Ideen vertraut ist.

Der Autor der TRIZ hat die „Methode von Versuch und Irrtum“ im folgenden Schema dargestellt (Abb. 5.2). Vom Punkt „Aufgabe“ ausgehend muss der Erfinder zum Punkt „Lösung“ gelangen. Aber wo sich dieser Punkt genau befindet, das ist vorher nicht bekannt. Ein Erfinder schafft sich eine bestimmte Suchkonzeption (SK) und fängt an, seine Gedanken in die ausgewählte Richtung zu „werfen“ (diese Richtungen sind mit dünnen Pfeilen gekennzeichnet). Und dann wird klar, dass die ganze SK nicht richtig war, und dass die Suche in eine völlig falsche

Richtung geht. Der Erfinder kehrt dann zum Ausgangspunkt der Aufgabenstellung zurück, entwickelt eine neue SK und beginnt erneut mit „Würfen“ vom Typ „was wäre, wenn?“.

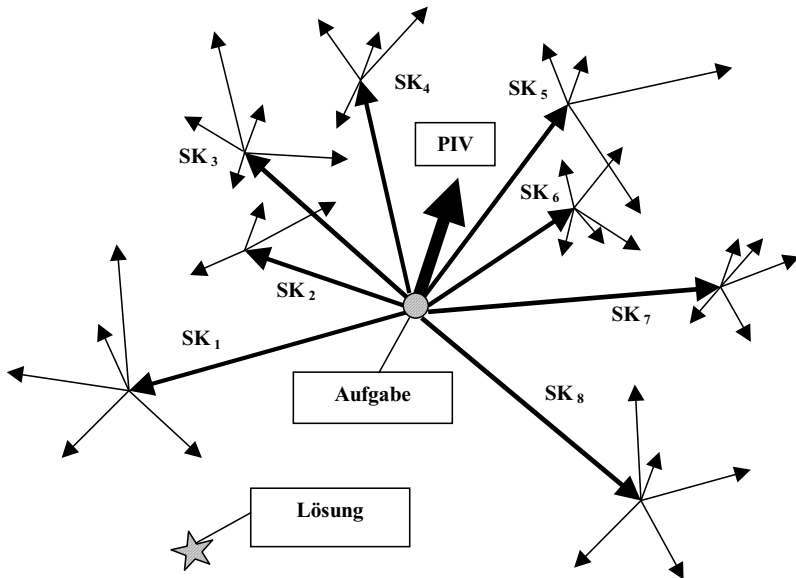


Abb. 5.2. Suchschema mit der „Methode von Versuch und Irrtum“

Im Schema sind die Pfeile, die nicht in Richtung Lösung führen oder sogar der Lösung entgegengesetzt sind, dichter gestreut. Das liegt darin, dass die Versuche lange nicht so chaotisch sind, wie es im ersten Moment aussieht. Sie sind sogar ziemlich organisiert ... in Richtung altbekannter Erfahrungen! Eben in die Richtung des PIV!

Aufgaben unterschiedlichen Niveaus unterscheiden sich wesentlich durch die Anzahl der Versuche, die benötigt werden, um die Lösung zu finden. Aber warum braucht man für die eine Aufgabe 10 Versuche, für die andere 100, und für eine weitere - 10000?! Worin besteht der **qualitative Unterschied** zwischen ihnen? Und G. Altschuller kommt zu folgendem Schluss (s. auch Abschn. 3.2 Niveaus von Erfindungen).

1. Aufgaben können sich nach dem **Inhalt der geforderten Kenntnisse** unterscheiden. Auf dem ersten Niveau bewegen sich Aufgaben und deren Mittel zur Lösung in den Grenzen eines Berufs (eines Bereichs des Berufszweiges). Auf dem zweiten Niveau – in den Grenzen eines Berufszweiges (z.B. wird eine Aufgabe für den Maschinenbau mit bereits aus anderen Bereichen des Maschinenbaus bekannten Mittel gelöst). Auf dem dritten Niveau – in den Grenzen einer Wissenschaft (z.B. wird eine mechanische Aufgabe auf der Grundlage der Gesetze der Mechanik gelöst). Auf dem vierten Niveau – außerhalb der Grenzen einer Wissenschaft, welche die „Aufgabenstellerin“ ist (z.B. wird eine mechanische Aufgabe

chemisch gelöst). Auf den höchsten Stufen, vor dem fünften Niveau liegen sie völlig außerhalb der Grenzen der modernen Wissenschaften (aus diesem Grund müssen neue wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen oder Entdeckungen gemacht und dann bei der Lösung von Aufgaben beim Erfinden angewendet werden).

2. Aufgaben können sich unterscheiden nach: der Struktur der wechselwirkenden Faktoren. Das lässt sich gut durch den Unterschied der „Strukturen“ von Aufgaben z.B. des ersten und vierten Niveaus demonstrieren.

Für Aufgaben des ersten Niveaus ist Folgendes charakteristisch:

1. Geringe Anzahl wechselwirkender Elemente.
2. Es gibt keine unbekannten Faktoren, oder sie sind unwesentlich.
3. Unkomplizierte Analyse:
 - die Elemente, welche verändert werden können, lassen sich leicht von Elementen trennen, die unter den Bedingungen der Aufgabe nicht verändert werden können;
 - Wechselwirkungen der Elemente und mögliche Veränderungen sind leicht nachzuvollziehen.
4. Ein gewisses Handikap entsteht dann, wenn eine Aufgabe in sehr kurzer Zeit gelöst werden muss.

Für Aufgaben des vierten Niveaus ist folgendes charakteristisch:

1. Große Anzahl zu berücksichtigender Elemente.
2. Viele unbekannte Faktoren.
3. Kompliziertheit der Analyse:
 - es ist schwer, Elemente zu sondieren, die unter den Bedingungen der Aufgabe verändert werden können;
 - es ist schwer, ein ausreichend vollständiges Modell der Wechselwirkung von Elementen und möglicher Veränderungen zu konstruieren.
4. Die Sache wird in gewisser Hinsicht dadurch leichter, dass für die Suche relativ viel Zeit zur Verfügung steht.

3. Aufgaben können sich nach dem Grad der Veränderung eines Objekts unterscheiden. In Aufgaben des ersten Niveaus wird ein Objekt praktisch nicht verändert, z.B. wird der Wert eines Parameters umgestellt. Auf dem zweiten Niveau wird ein Objekt nur unwesentlich verändert, z.B. nur in einigen Details. Auf dem dritten Niveau wird ein Objekt wesentlich verändert (z.B. an den wichtigsten Teilen), auf dem vierten wird es vollständig verändert, und auf dem fünften wird auch das technische System verändert, zu dem das veränderte Objekt gehört.

|| Aus diesem Grund braucht man einen Denknavigator der „Überführung“ und damit einen Denknavigator, mit dem „schwierige“ Aufgaben in „leichte“ umgewandelt werden, z.B. durch eine schnelle Einengung des Suchfeldes.

4. Die Natur hat keine heuristischen Denknavigatoren höherer Ordnung entwickelt! Im Verlaufe der gesamten Evolution hat sich das Gehirn des Menschen nur an die Lösung von Aufgaben, die dem ersten Niveau entsprechen, angepasst.

Selbst wenn ein Mensch vielleicht ein bis zwei Erfindungen auf höchstem Niveau in seinem Leben macht, schafft er es dennoch nicht, seine „hohen

heuristischen Erfahrungen“ zu sammeln und weiterzugeben. Als natürliche Auswahl haben sich nur heuristische Verfahren auf niedrigem Niveau festgesetzt: vergrößern – verkleinern, verbinden – trennen, Analogien verwenden, kopieren und einige andere (s. Abschn. 4 *Erfinderische Kreativität*). Später dann wurden schon bewusst andere hinzugefügt, wie: „Stelle Dich an den Platz des untersuchten Objekts“ (Empathie), „Denke an psychologische Barrieren“ u.a. (s. a. Abschn. *Kunst des Erfindens*).

„Heuristik“ auf diesem Niveau kann man jungen Ingenieuren noch so oft demonstrieren, *sie werden es dennoch nie erlernen, sie anwenden zu können!* Der Punkt ist, dass noch so viele Aufrufe, doch „an psychologische Barrieren zu denken“, zum Scheitern verurteilt sind, da der Mensch gar nicht weiß, *wie er gegen psychologische Barrieren kämpfen kann*. Nutzlos bleiben auch Ratschläge, doch Analogien zu verwenden, wenn *vorher nicht bekannt ist, welche Analogie denn passen könnte*, und besonders dann, wenn es viele Analogien gibt. Genau so ist es bei der Empathie, sie verwirrt nur, und ist sogar kontraproduktiv, wenn es sich um ein kompliziertes Objekt handelt.

Unser Gehirn hat im Verlaufe seiner Evolution nur genaue und verwendbare Verfahren erlernt, die der Lösung einfacher Aufgaben dienen können. Heuristische Mechanismen wurden dabei nicht entdeckt – es gibt sie einfach nicht.

Jedoch können und müssen sie geschaffen werden!

Kommen wir zur dritten Etappe und zur Mitte der 1970er Jahre, die auch die zeitliche Mitte der Geschichte der klassischen TRIZ repräsentiert. Es war auch der Beginn einer grundlegenden Vervollkommenung der TRIZ – die Entdeckung des physikalischen Widerspruchs (PW) und der fundamentalen Prinzipien für die Lösung von PW, die Formulierung von Gesetzen der Entwicklung technischer Systeme, die Zusammenstellung des ersten Katalogs physikalischer Prinzipien für die Entwicklung großer Erfindungen („Effekte“) und der ersten „Standards“ (komplexer Navigatoren).

5.3 Struktur der klassischen TRIZ

Bei der Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der TRIZ lassen sich folgende Etappen herausstellen:

- 1) bis 1985 – die Entwicklung der **klassischen** TRIZ, grundlegende Ideen mit konzeptionellem Charakter (zusätzlich aber auch instrumentellem), die von Genrich Altshuller veröffentlicht wurden;
- 2) nach 1985 – die Entwicklung der **post-klassischen** TRIZ, grundlegende Ideen der „**Entfaltung**“ der Theorie (d.h. detaillierte Darstellung, partielle Formalisierung, Konkretisierung und speziell eine große Beispielsammlung) und der **Verbindung** mit anderen Methoden, besonders mit Methoden der Funktions-Kostenanalyse und Methoden analog zu Quality Function Deployment (QFD) und Fault Modes and Effects Analysis (FMEA).

Die Struktur der klassischen TRIZ ist im Schema Abb. 5.3 dargestellt.

Die TRIZ ist ein Beispiel für die Realisierung der *Idee der konzentrierten Darstellung des Wissens*.

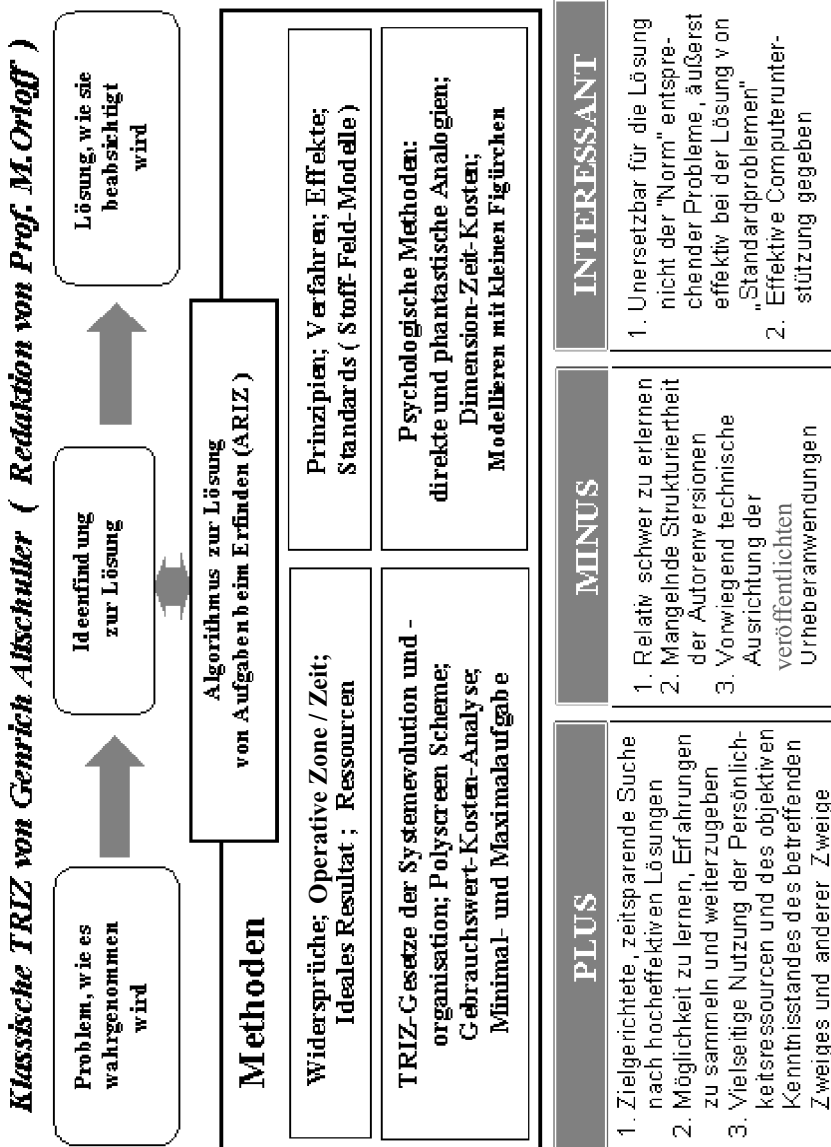


Abb. 5.3. Strukturelle Organisation der TRIZ

Die wichtigste Entdeckung der TRIZ besteht darin, dass eine Million bereits registrierter Erfindungen auf der Basis einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Transformationen der ursprünglichen Aufgabenstellung gemacht wurden.

Hierbei wird in der TRIZ deutlich auf die konzeptionellen Schlüsselkomponenten der Organisation eines beliebigen Problems und der Synthese der Lösung hingewiesen: **Widerspruch, Ressourcen, ideales Resultat, Regeln**, oder besser gesagt, **Transformationsmodelle**.

Des Weiteren wurden in der TRIZ nicht nur einige **Systeme von Erfindungsverfahren** aufgestellt, sondern auch die Lösungsmethode für Probleme schrittweise mit Hilfe einer Konkretisierung und Transformation der ursprünglichen Problemstellung formuliert. Diese Methode wird als „**Algorithmus zur Lösung erfinderischer Aufgaben**“ (ARIZ) bezeichnet.

In Form der TRIZ gelang es **zum ersten mal in der Geschichte der schöpferisch tätigen Menschheit** eine Theorie, Methoden und Modelle für die systematische Untersuchung und Lösung komplizierter technisch-technologischer Probleme zu entwickeln, Probleme mit starken physikalisch-technischen Widersprüchen, die mit traditionellen Methoden der Konstruktion im Prinzip nicht zu lösen sind.

Der ARIZ (und die gesamte TRIZ) steht nach einer bildhaften Definition von Altschuller „auf drei Grundsäulen“ [5]:

1. Nach einem genauen Programm, Schritt für Schritt, wird die Aufgabe bearbeitet; der physikalische Widerspruch, der die Aufgabe zum Problem macht, wird erkannt und untersucht.
2. Für die Beseitigung des Widerspruchs verwendet man konzentrierte Informationen, welche die Erfahrungen mehrerer Generationen von Erfindern in sich verkörpern (die Tabellen der typischen Aufgabenmodelle – Verfahren und Standards, Tabellen für die Anwendung physikalischer Effekte usw.).
3. Im Verlaufe der gesamten Lösungssuche gibt es eine Art psychologische Anleitung: der ARIZ steuert das Denken des Erfinders, beseitigt psychologische Hemmnisse, und führt sie zu ungewöhnlichen und mutigen Ideen.

Außerdem sollte festgestellt werden, dass sich die meisten Bücher und Artikel zur TRIZ bis zum heutigen Tag meist nur gegenseitig wiederholen und den Wert der TRIZ traditionell nur als Lösungssystem für technische Aufgaben zeigen. Das führte oft zu Missverständnissen über die Möglichkeiten und Grenzen der TRIZ.

Vor allem aber verschweigen die bekannten Publikationen die Existenz vieler ungelöster Fragen des „Funktionierens“ schöpferischen Denkens, so z.B. die in einem großen Umfang prinzipielle Notwendigkeit unterschiedlichster intuitiver Denkkakte. Sie verschweigen auch, dass man eine **Lösung nicht errechnen kann**, und verwenden überall die Termini „Algorithmus des Erfindens“ und „Transformations-operator“. Deshalb kommen unterschiedliche Personen, welche die empfohlene Methodik verwenden, bei weitem nicht zu gleichen Ergebnissen. Sie sprechen nicht über die unbestimmte (wenn auch wesentlich verkürzte) Dauer der Lösungssuche anhand des Algorithmus, was wiederum daran liegt, dass es auch **prinzipiell nicht algorithmisierbare Denkkakte** gibt.

Letztendlich, in dem Fall, dass bei der Lösung eines Problems die objektiven Kenntnisse nicht ausreichen **und wissenschaftliche** Untersuchungen durchgeführt

werden müssen, stößt auch hier die TRIZ an die Grenzen ihrer Möglichkeiten. Jedoch lässt sich noch hinzufügen, dass die TRIZ auch ein nützliches Instrument für die Durchführung wissenschaftlicher Untersuchungen ist.

Dieses Lehrbuch zeigt ein breit gefasstes und realistisches Herangehen des Autors an die Theorie des Erfindens, das die hocheffektiven Modelle der TRIZ nicht den bewährten Methoden der intuitiven Suche gegenüberstellt, sondern versucht, sie zu integrieren.

Am Ende dieses Abschnitts möchten wir ein Schema, das die Etappen der Entwicklung der TRIZ (Abb. 5.4) widerspiegelt zeigen.

Praktikum für die Abschnitte 3 – 5

1. Das Porträt von Lauten⁶¹. In einigen Höhlen mit Zeichnungen von Tieren, die bereits vor mehr als 100000 Jahren gemacht wurden, kann man auch heute noch nicht nur die Zeichnungen erkennen, sondern zur gleichen Zeit auch die Geräusche des Laufs dieser Tiere oder der ganzen Herde hören! Wie hat der „Urmensch“ für seine Nachfahren das Portrait der Geräusche „gezeichnet“? Übrigens konnte er auf ähnliche Art und Weise mit den Darstellungen seiner Vorfahren und mit Wesen aus der Mythologie „sprechen“.

2. Der Leuchtturm von Alexandria. Das zweite der Weltwunder nach den ägyptischen Pyramiden - der Leuchtturm von Alexandria. Der Legende nach hatte der Imperator befohlen auf dem fertig gestellten Leuchtturm seinen Namen und nicht den des Erbauers zu verewigen. Der Baumeister sollte hingerichtet werden, wenn er es nicht täte. Der Baumeister blieb am Leben, doch die Nachwelt erkennt seinen Namen. Wie hat der Baumeister diesen Widerspruch gelöst?

3. Das Rätsel der Pyramiden. Beim Bau der ägyptischen Pyramiden:

- a) wie ist es den Erbauern gelungen streng horizontale geradlinige Fundamente für die Pyramiden zu bauen, besonders dann, wenn man berücksichtigt, dass die Flächen einiger Fundamente mehrere Hektar betragen.
- b) Wie konnte die Höhe der zu bauenden Pyramiden gemessen werden?
- c) Wie konnte die strenge Symmetrie der Pyramiden gewährleistet werden?
- d) Wie konnten die identischen Neigungswinkel der Kanten der Pyramiden von 42° und dementsprechend die Neigung von 51°-52° der Katheten der Seiten der Pyramide erreicht werden?

4. Der Botschafter Ismenius. Der Griechische Botschafter Ismenius kam an den Hof des Persischen Königs Artaxerxes I. Der stolze Botschafter wollte sich nicht verneigen, doch sich nicht zu verneigen wäre auch nicht möglich gewesen, weil dann die Verhandlungen gar nicht erst stattgefunden hätten. Was machte Ismenius als er sich dem Thron des Königs näherte.

⁶¹In diesem Abschnitt und ferner sind für die Vorbereitung einiger Aufgaben populäre TRIZ-Beispiele verwendet worden.

Aus der Geschichte der TRIZ

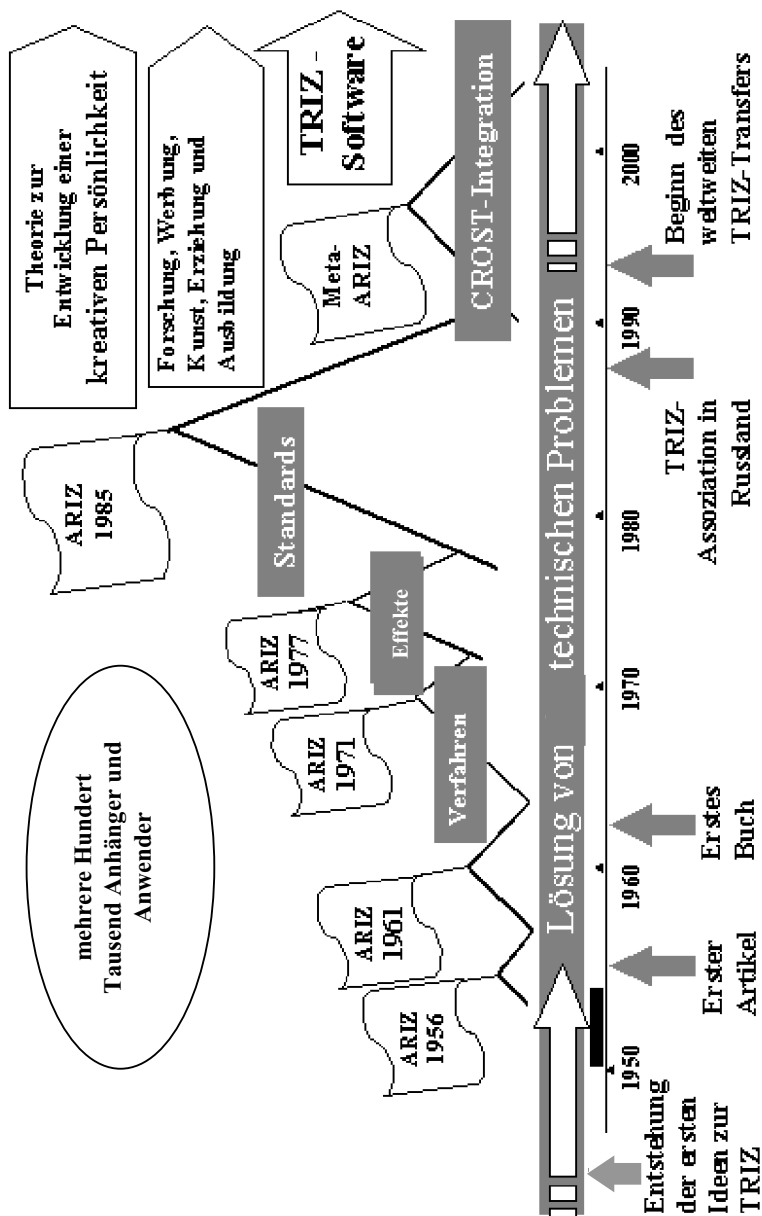


Abb. 5.4. Entwicklungsschema der TRIZ

5. Die Krönung der Imperatoren. Im Jahre 800 n. Chr. fand die Krönung Karl des Großen statt. Dem Brauch nach musste der Papst Karl dem Großen die Krone aufsetzen, was für die Festigung der politischen Macht unumgänglich gewesen wäre. Doch der Herrscher wollte sich nicht unter den Papst stellen, da es auch Brauch war, dass der Papst die Krone ihm aufsetzen, sie ihm jedoch wieder wegnehmen konnte. Und der Papst erhebt nun feierlich die Krone in Richtung des Kopfes des Herrschers... Wie löste Karl der Große die widersprüchliche Situation? 1000 Jahre später, als im Dezember 1804 in der Kirche Notre Dame in Paris Papst Pius der VII. die Krönung Napoleon Bonapartes vornahm, geschah das gleiche wie auf der Krönung Karls des Großen.

6. Der Turm von Pisa. Auf Wettbewerben zur Rettung des schiefen Turms von Pisa gab es in den letzten 60 Jahren mehr als 9000 Vorschläge aus der ganzen Welt! 200 Jahre nach seinem Baubeginn 1173 wurde festgestellt, dass der Turm sich neigen würde. 1370 wurde als Gegengewicht eine 8. Etage angebaut. Die Höhe des Turms erreichte jetzt fast 60 Meter, und das Gewicht betrug 14453 Tonnen. In den folgenden 600 Jahren senkte sich das Fundament des Turms um fast 3 Meter in den Boden und die Abweichung der 7. Etage von der Vertikalen betrug 4,47 Meter (Abb. 5.5). 1990 wurde der Turm für Besucher geschlossen.

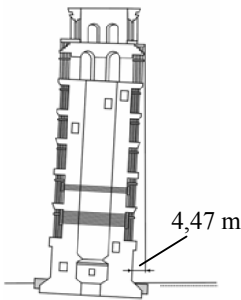


Abb. 5.5. Neigung des Turms von Pisa

1993 erstellte man eine Modellierung und Prognose der künftigen Neigung des Turms. Eine Expertise sagte aus, dass der Turm nicht länger als bis 2050 stehen würde und sich mit einer Geschwindigkeit von 1 mm pro Jahr neigt. 1999 eröffnete der Bürgermeister von Pisa, Fontanelli, die letzte Ausstellung der Projekte „*Viva la torre!*“ (Es lebe der Turm!). 2000 verringerte sich die Neigung des Turms auf 4,07 m, d.h. um 40 cm. Das bedeutete, dass der Turm auch in 300 Jahren nicht seinen kritischen Neigungswinkel erreicht. Vielleicht können ja bald schon wieder Besucher die 293 Stufen auf seiner Wendeltreppe zur Spitze des Turms beschreiten.

Drei Fragen:

1. Was könnten Sie vorschlagen, um die Gefahr zu beseitigen, dass der Turm von Pisa zerstört wird, ohne dabei seinen historischen und ästhetischen Wert zu mindern?
2. Wie wurde die kritische Neigung des Turms beseitigt?
3. Warum kann man den Turm nicht ganz und gar aufrichten?

Grundlagen der klassischen TRIZ
Ein praktisches Lehrbuch des erfinderischen Denkens
für Ingenieure
Orloff, M.A.
2006, XX, 391 S., Hardcover
ISBN: 978-3-540-34058-4