

Bernd Klein

TRIZ/TIPS – Methodik des erfinderischen Problemlösens

Weitere empfehlenswerte Titel



Versuchsplanung – DoE, 4. Auflage

Bernd Klein, 2014

ISBN 978-3-486-77842-7, e-ISBN 978-3-11-036928-1,

e-ISBN (ePUB) 978-3-11-036928-1



Lineare statistische Modellierung und Interpretation in der Praxis

Christoph Egert, 2013

ISBN 978-3-486-71825-6, e-ISBN 978-3-486-72380-9



Innovationsmanagement für Wirtschaftsingenieure

Karsten Löhr, 2012

ISBN 978-3-486-71262-9, e-ISBN 978-3-486-71986-4



Computational Intelligence

Andreas Kroll, 2013

ISBN 978-3-486-70976-6, e-ISBN 978-3-486-73742-4.

e-ISBN (ePUB) 978-3-486-98978-6

Bernd Klein

TRIZ/TIPS – Methodik des erfinderischen Problemlösens

3. Auflage

DE GRUYTER
OLDENBOURG

Autor

Prof. em. Dr.-Ing. Bernd Klein
Wiesenweg 2
34379 Calden
bklein@uni-kassel.de
klein-bernd@gmx.net

ISBN 978-3-486-77846-5

e-ISBN (PDF) 978-3-486-85912-6

e-ISBN (EPUB) 978-3-11-039909-7

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

© 2014 Walter de Gruyter GmbH, Berlin/München/Boston

Einbandabbildung: Sashkinw <http://www.thinkstockphotos.de>

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

☺ Gedruckt auf säurefreiem Papier

Printed in Germany

www.degruyter.com

„Alles Gescheite ist schon gedacht worden; man muss nur versuchen, es noch einmal zu denken.“

– Goethe –

Vorwort zur 1. Auflage

Im Jahre 1996 bekam ich erste Berührungen mit so genannten Erfindungsmethoden wie WOIS und CROST, was mich nach meinen Erfahrungen mit der Konstruktionssystematik hellhörig gemacht hat. Einmal neugierig geworden, beschloss ich, die Sache weiter zu verfolgen und stieß auf die Bücher von Altschuller. Mittels Internetrecherche und Kontakten zu den Methodik-Softwarehäusern Invention Machine Corporation und später Ideation International Inc. rundete sich das Bild immer mehr ab.

In freier Interpretation des Ausspruchs von John Terninko: „Der beste Weg etwas zu lernen, ist es zu lehren“, habe ich mich daran gemacht, ein TRIZ-Manuskript auf Grundniveau zu verfassen. Für einen ersten Probelauf mussten die Entwicklungsmannschaft eines Automobilzulieferanten und ein Semesterjahrgang an der Universität Gesamthochschule Kassel als „Versuchskaninchen“ dienen. Danach konnten weitere Optimierungsläufe in offenen Seminaren vorstatten gehen, woraus das vorliegende Buch hervorgegangen ist. Viele Seminarteilnehmer, denen mit diesem Manuskript die TRIZ-Welt erschlossen wurde, sind mittlerweile begeisterte Anwender geworden. Einige haben tatsächlich patentfähige Neuerungen entwickeln können.

Mein Antrieb bei TRIZ ist, den Entwicklern in der Praxis eine neue Perspektive systemischen Arbeitens zu eröffnen und Hilfestellung bei der Verstärkung individueller Techniken geben zu wollen. Das Manuskript konnte in der kurzen Zeit von 8 Monaten jedoch nur durch die aktive Mitarbeit von Herrn Dipl.-Ing. C. Gundlach und Herrn Dipl.-Ing. H. Nähler (insbesondere Kap. 8) entstehen, die viele Abbildungen und die Fallbeispiele erstellt haben. Die mühevollen Schreibarbeit hat Frau M. Winter übernommen. Allen dreien sei hierfür herzlich gedankt.

Calden bei Kassel, im Dezember 2001

Bernd Klein

Vorwort zur 3. Auflage

Nachdem nunmehr die zweite Auflage vergriffen ist, bin ich von vielen Studierenden, Seminaristen und Kollegen gedrängt worden, für eine Neuauflage zu sorgen. Mit der vorliegenden Manuskriptversion habe ich mich bemüht, diesen Wünschen nachzukommen. Weil sich das Konzept, mit dem Fokus auf Anwendung von TRIZ, weitestgehend bewährt hat, habe ich mich auf eine „Glättung“ des Textes und die „Modernisierung“ einiger Beispiele beschränkt. Ich hoffe, damit einen Beitrag zu erbringen, vielen Konstrukteuren die TRIZ-Welt zu erschließen und zum besseren Erfolg von Entwicklungsarbeit beizutragen.

Wyk auf Föhr

Bernd Klein

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Historischer Hintergrund	4
3	Qualität von Innovationen	6
3.1	TRIZ-Anwendungsebenen	6
3.2	Übertragbare Lösungsansätze.....	9
4	Bedeutung der Aufgabenstellung	12
4.1	Aufgabenformulierung	12
4.2	Innovationscheckliste	15
4.3	Zukunftstrends.....	16
4.4	Stufen der Evolution.....	18
4.5	Aufgezeichnete Evolutionsstufen.....	24
4.6	Mini- und Maxiprobleme	26
4.7	Technologieszenarien.....	27
5	Die ideale Maschine	30
5.1	Visionäre Kriterien	30
5.2	Physikalische Effekte und Phänomene.....	33
5.3	Anpassung an das Ideal	34
6	Auflösung von Widersprüchen durch Innovationsprinzipien	36
6.1	Widerspruchsanalyse.....	36
6.2	Auflösung von Widersprüchen.....	38
6.3	Formulierung eines Widerspruchs.....	41

6.4	Formulierung technischer Widersprüche	42
6.4.1	Neuentwicklung eines funktionaleren Handys	43
6.4.2	Nutzung der Widerspruchparameter	44
6.4.3	Neuentwicklung eines Wärmemessgerätes	44
6.5	Formulierung physikalischer Widersprüche	45
6.5.1	Problem der Standzeiterhöhung einer Dichtung	46
6.5.2	Problem der Toleranzkompensation beim Stanzen	47
7	Verfahrensprinzipien	49
7.1	Die 40 innovativen Grundprinzipien	49
7.2	Beispiele zu den innovativen Grundprinzipien	63
7.2.1	Arbeiten mit der Widerspruchsmatrix	63
7.2.2	Ideengenerierung für Konzeptfindung	65
7.2.3	Alternative Lösungswege	69
7.2.4	Übertragung auf ein nichttechnisches Problem	72
7.3	Kombinationen von innovativen Grundprinzipien	74
7.4	Konzeptideen umsetzen	75
8	ARIZ-Algorithmus	81
8.1	Definitionsphase	83
8.2	Lösungsphase	88
8.3	Bewertungsphase	93
8.4	ARIZ-Kompakt-Anwendung	95
9	Problemformulierung und Funktionsmodell	103
9.1	Funktionsklassen	103
9.2	Funktionsmodellierung	109
10	WEPOL-Analyse	112
10.1	Technische Minimalsysteme	112
10.2	Variable Symbolik	115
10.3	Aufbau und Umwandlung von WEPOL-Analysen	116
10.4	Konzept der Standardlösungen	119
10.5	Lösungsvariationen mit WEPOL-Systemen	121
10.6	Entwicklung von Konzeptalternativen	125
10.7	WEPOL-Realisierungen	128

11	Evolutionenwege technischer Systeme	130
11.1	Lebenslinie	130
11.2	Entwicklungsgesetze	131
12	Produktive Kreativität	140
12.1	Konzeptstadium.....	140
12.2	Zwerg-Methode	141
12.3	MZK-Operatoren.....	144
13	Streben nach Idealität	148
13.1	Ideale Verhältnisse	148
13.2	Definition der Idealität	149
13.3	Die sechs Wege zur Idealität	150
13.4	Einfachheit als Zielsetzung	153
13.5	Methodischer Komplexitätsabbau	156
14	Antizipierende Fehler-Erkennung (AFE)	158
14.1	Grundidee.....	158
14.2	AFE-Anwendungsbeispiel.....	159
14.3	AFE-Software.....	162
15	Gesetzmäßigkeiten der Evolution	163
15.1	Übertragene Kernaussagen.....	163
15.2	Prinzipien der Evolution.....	166
16	Patente, Patentrecherche und Verwertung	169
16.1	Innovationen schützen.....	169
16.2	Patentrecherche	171
16.3	Verwertung von Innovationen.....	172
17	Structured Inventive Thinking (SIT)	174
17.1	Zielgerichteter Einsatz.....	174
17.2	Minimalistische Problemlösungen	175
17.3	Regeln der geschlossenen Welt	176
17.4	Lösungsprinzipien der geschlossenen Welt.....	178

18	TRIZ-Werkzeuge in der Anwendung	182
18.1	Zusammenwirken der Werkzeuge.....	182
18.2	Handlungsleitfaden	187
19	Nutzung von Synergien	192
19.1	Methodenkette.....	192
19.2	QFD und TRIZ.....	196
20	Innovationsmanagement und TRIZ	197
20.1	Der Zwang zum Innovieren	197
20.2	Umsetzung von Innovationsmanagement	199
20.3	Der Ideenfindungsprozess	201
21	Einführung von TRIZ in Unternehmen	203
22	Software	205
23	Schlusswort	207
24	Anhang	209
24.1	TRIZ im Spiegelbild der Methoden	210
24.2	Innovations-Checkliste.....	211
24.3	Definition der Widerspruchparameter	213
24.4	Morphologische Widerspruchsmatrix	217
24.5	Am häufigsten verwendete innovative Grundprinzipien.....	235
24.6	Die 76 Standardlösungen der Stoff-Feld-Analyse.....	236
24.7	Übersicht über ausgewählte physikalische Effekte und Phänomene für neuartige Problemlösungen.....	242
24.8	Fallbeispiele	249
24.8.1	Mehrfarbiger Kugelschreiber	249
24.8.2	Pizza-Box	254
24.8.3	Gummidichtung für Bustüren	257
24.8.4	Optimierung einer Befestigung.....	263
24.9	Bilderrahmen-Befestigung	266
24.10	Workshops	273
24.10.1	Reinigung und Entgraten von Zahnrädern	273
24.10.2	Herstellung eines Sägeblattes.....	275
24.10.3	Lichtleiterbefestigung	278
24.11	Separationsprinzipien und Lösungsansätze.....	280

25	Literaturverzeichnis	281
25.1	TRIZ-Bücher	281
25.2	Methodik-Fachbücher	282
25.3	Berichte	283
25.4	Ergänzende Aufsätze.....	283
25.5	Studien-/Diplomarbeiten	284
26	Internet-Links	285
27	Index	287

1 Einleitung

Neue patentfähige Produkte zu schaffen, war zu allen Zeiten die Idealvorstellung der Ingenieure in den Entwicklungsabteilungen der Industrie. Die favorisierte Konstruktionsmethodik konnte dies nur teilweise erfüllen [BAI 98], weshalb man heute in TRIZ eine neue Perspektive sieht.

Das Akronym *TRIZ*¹ steht für „Theorie des erfinderischen Problemlösens“ (engl. auch *TIPS* für „Theory of Inventive Problem Solving“). Die Methode wurde ab ca. 1956 von Genrich Saulowich Altschuller (sowie R. B. Shapiro und D. Kabanov) in der ehemaligen Sowjetunion konzipiert. Altschuller war der Überzeugung, dass man den kreativen Ideenfindungsprozess systematisieren und somit den Zufall weitestgehend ausschließen kann. Er verfolgte daher mit seiner Methode den Leitgedanken, die Ideenfindungszeit durch eine bessere Strukturierung des Problemlösungsprozesses verkürzen zu wollen und die Voraussetzungen für Durchbruchdenken zu schaffen.

Bei der Suche nach Antworten hat er fünf Erkenntnisse gewonnen:

1. Das Ziel einer jeden Entwicklung ist ein *ideales Design*.
2. Jedes Problem ist überwindbar, wenn der bestehende *Widerspruch* erkannt und aufgelöst werden kann.
3. Wahrer Fortschritt beruht auf *Inventionen* und weniger auf Innovationen.
4. Ein *Kreationsprozess* lässt sich schrittweise *gliedern* und *abarbeiten*.
und
5. Vieles ist in einem anderen Zusammenhang schon *gedacht* und *realisiert* worden.

Die theoretische Basis von TRIZ stellte dann eine Analyse von 200.000 russischen Patentschriften dar (heute ca. 2,5 Mio. int. Patente), bei der Altschuller zu den Einsichten kam:

- Abstrahierte Problemstellungen und deren Lösungen wiederholen sich in unterschiedlichen naturwissenschaftlichen und technischen Realisierungen.
- Die Evolution technischer Systeme verläuft stets nach ähnlichen Mustern.
- Wirkliche Inventionen liegen gewöhnlich auf der Nahtstelle unterschiedlicher Wissensgebiete.

Daraufhin entwickelte er die Kernelemente von TRIZ und perfektionierte diese über einen Zeitraum von fast 42 Jahren. Wie in *Abb. 1.1* aufgelistet, besteht TRIZ aus einer Vielzahl

¹ russ.: Teorija Rezhnija Jzobretatel'skich Zadach

zusammenwirkender Ansätze, die problemspezifisch zur Ideensuche [MER 00], Ideenverdichtung, Ideenselektion und Ideenkonkretisierung angewendet werden können. Ziel ist es, das Denken kreativer, zielführender und somit effektiver zu machen.

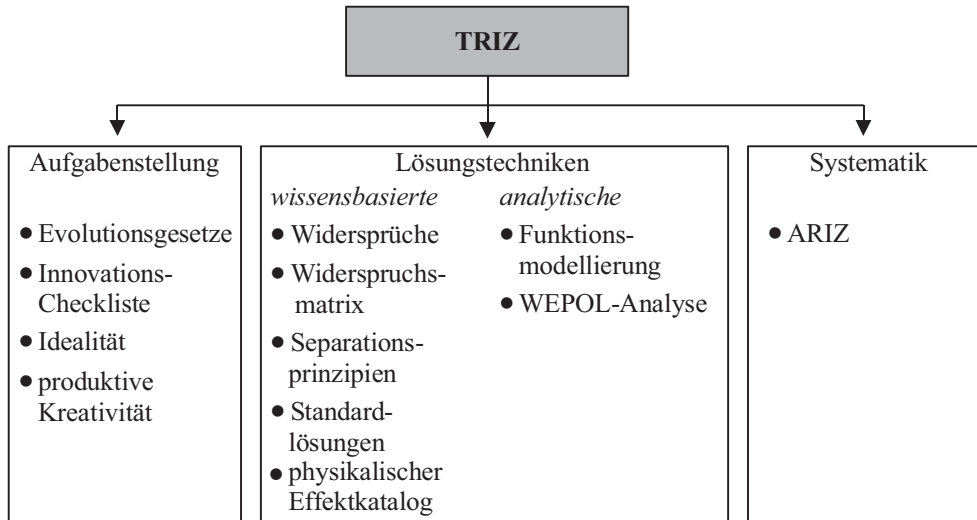


Abb. 1.1: Methodengebäude von TRIZ

TRIZ fand danach in der Sowjetunion breite praktische Anwendung und wurde später sogar in Hochschulseminaren gelehrt. Auch in der ehemaligen DDR entwickelte sich das Interesse an TRIZ so weit, dass Erfinderschulen entstanden, die in mehrwöchigen Kursen Aus- und Weiterbildung betrieben. In den westlichen Ländern war TRIZ hingegen so gut wie unbekannt. Dies änderte sich erst mit dem Zerfall der Sowjetunion, und zwar dadurch, dass einige TRIZ-Experten in die USA auswanderten, die Methode verbreiteten und populäre Software entwickelten. Heute sind diese Softwarehäuser zu Kristallisationspunkten geworden, in dem sie im Wesentlichen die Theorie und die Anwendung vorantreiben. Bekannt sind hier vor allem

- Ideation International Inc.®, Southfield, USA, und
- Invention Machine Corporation®, Boston, USA.

Insbesondere in den USA traf und trifft TRIZ auf große Begeisterung. Es haben sich dort Zirkel mit Arbeitskreisen und eigenen Publikationen (www.triz-journal.com) gebildet, sodass eine stetige Durchdringung der Industrie und Verwaltung erfolgt. Seit einigen Jahren hat diese Welle auch Europa erreicht. An mehreren Fachhochschulen und Universitäten (www.triz-centrum.de), sind Wirkungsbereiche entstanden, die an der Verbreitung des TRIZ-Gedankengutes arbeiten und hierzu auch Lehrveranstaltungen durchführen.

Wie ist somit TRIZ einzuordnen? Ein Definitionsversuch ist nach Altschuller:

„TRIZ ist eine Methodik, die Entwicklern ein Erfahrungs- und Wissenskonzentrat mit Benutzerleitfaden zum systematischen Innovieren zur Verfügung stellt. Die Systematik ist dabei besonders geeignet, Neuerungen schöpferisch zu provozieren“.

Damit unterscheidet sich die Methodik deutlich von der Konstruktionsmethodik, die nur in geringem Umfang Inventionen hervorbringt und deren Stärke in Weiterentwicklungen bzw. Verbesserungen liegt. Die Bedeutung der Konstruktionsmethodik für die Ausbildung von Entwicklern soll jedoch nicht abgewertet werden. TRIZ lässt sich erfahrungsgemäß noch viel wirkungsvoller anwenden, wenn auf praktische Erfahrungen in der Konstruktionsmethodik (schrittweises Vorgehen, Problemzerlegung, Denken in Alternativen, Bewertung und Selektion) zurückgegriffen werden kann.

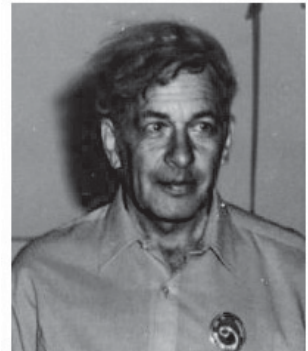
Ferner sei noch erwähnt, dass TRIZ durch den WOIS-Ansatz [LIN 93] von Professor Linde eine maßgebliche Erweiterung erfahren hat. WOIS (widerspruchsorientierte Innovationsstrategie) hat sich in seiner Urfassung mehr mit der problemgerechten und zukunftsbezogenen Aufgabenstellung befasst. Heute versteht sich WOIS dagegen als ganzheitlichen Innovationsansatz unter Einbezug des TRIZ-Gedankengutes [LIN 05].

Diese Kommentierung beabsichtigte beim Leser Neugierde zu wecken, sodass er sich jetzt motiviert der TRIZ-Methode zuwenden kann. Für den Wissenserwerb durch Selbststudium gibt es weitere gute Lehrwerke, z. B. [ALT 98], [HER 98] bzw. [TER 98], [ZOB 04], die ergänzend zu der kompakten Einführung in diesem Buch empfohlen seien.

2 Historischer Hintergrund

Der „Vater“ der TRIZ-Methode war Genrich Soulovich Altschuller (*15.10.1926; †24.09.1998), ein unkonventioneller Ingenieur und Denker in der früheren Sowjetunion. Bereits als 14-jähriger Schüler entwickelte er ein Unterwasser-Atemgerät, welches zwei Jahre später patentiert wurde.

Mit der Arbeit an der TRIZ-Methodik begann Altschuller 1946, als er als Patentoffizier bei der russischen Marine seinen Militärdienst absolvierte. Er fing an, systematisch Patente zu studieren und zu katalogisieren, um allgemeingültige Prinzipien für Innovationen zu finden. Seine eigentliche Aufgabe war es allerdings, den damaligen Entwicklern bzw. Erfindern bei der Erstellung von Patentschriften² zu helfen. Dabei wurde er immer wieder um die Mitarbeit bei den verschiedensten Problemlösungen gebeten und so in den „Erfindungs“-Prozess [ALT 98] mit eingebunden.



G. S. Altschuller (www.etvia.net)

Im Verlauf dieser Recherchen entwickelte er die ersten Kernelemente der TRIZ-Methodik mit der enthusiastischen Vision, beliebige Probleme zukunftsorientiert lösen zu können. Auf Grund der immer schwieriger werdenden Lebensumstände in der Sowjetunion schrieb Altschuller einen Brief an Stalin, um auf einige volkswirtschaftliche Missstände hinzuweisen. Daraufhin wurde er zu 25 Jahren Gulag³ in Georgien und Sibirien verurteilt, 6 Jahre verbrachte er tatsächlich dort. Nichtsdestotrotz arbeitet Altschuller weiter an TRIZ, und zwar gemeinsam mit seinem ebenfalls inhaftierten Freund Shapiro und zahlreichen inhaftierten, russischen Intellektuellen, mit denen er immer wieder seine Gedankenmodelle diskutieren konnte.

Nach dem Tode Stalins wurde Altschuller aus dem Gefängnis entlassen. Kurz darauf erschienen die ersten Publikationen zur TRIZ-Methodik. Nur ein paar Jahre später fielen Altschuller und seine Mitstreiter erneut bei der russischen Regierung in Ungnade. Seine Schriften wurden verboten. Fortan musste TRIZ also im Untergrund gelehrt und weiterent-

² In der Sowjetunion war es über viele Jahrzehnte üblich, Patente über einen klar gegliederten Urheberschein zu erteilen. Die Rechte daran fielen an den Staat.

³ russische Strafgefangenenlager

wickelt werden. Aus diesem Grund schrieb Altschuller Science-Fiction-Romane unter dem Namen Henry Altov, worin er versteckt TRIZ lehrte. Als in der Sowjetunion der Umbruch (Perestroika) stattfand, konnte TRIZ wieder offen gelehrt und angewendet werden.

Nach dem Fall des eisernen Vorhangs emigrierten einige der führenden TRIZ-Spezialisten in die USA, um dort Consulting-Unternehmen zu gründen. Es entstanden die beiden führenden CAI-Softwareprodukte (Computer Aided Innovation) *Innovation Work Bench* (Ideation International Inc.) und *Tech Optimizer* (Invention Machine). Die Methodenbausteine von TRIZ wurden fortentwickelt, sodass heute eine breite Palette von Werkzeugen zur innovativen Problemlösung zur Verfügung steht.

Die mittlerweile schon mehr als 50 Jahre andauernde Entwicklungsgeschichte von TRIZ ist in der nachfolgenden *Abb. 2.1* zusammengefasst. Alle aufgeführten Werkzeuge werden im Folgenden sowohl als einzelne Ansätze als auch im zielbezogenen Zusammenwirken [KLE 06] erläutert.

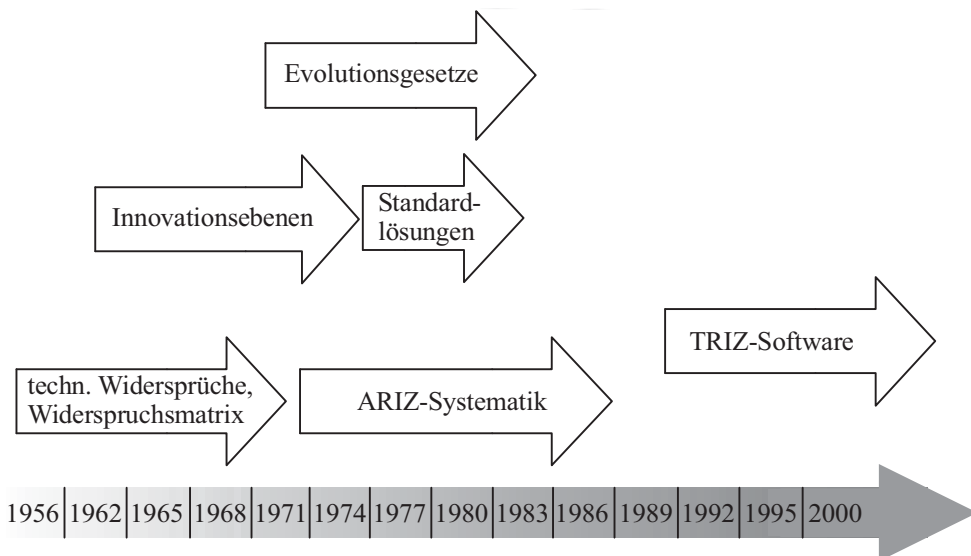


Abb. 2.1: Historischer Entwicklungsweg von TRIZ

Grundsätzlich sind die TRIZ-Werkzeuge auch heute immer noch aktuell, weil zielgerichtetes Entwickeln eine zeitlose Herausforderung ist. Als großer Vorteil ist herauszustellen, dass nur durchschnittlich begabte Entwickler jetzt auf einem hohen Niveau kreativ und erfolgreich sein können. TRIZ ersetzt aber nicht methodisches oder physikalisches Grundwissen, sondern unterstützt dies mit einer verstärkenden Effektivität.

3 Qualität von Innovationen

Ein Patent ist nicht immer gleich eine Innovation. Patente bewegen sich oft nur auf der Ebene der Neuerungen. Durchschlagenden Erfolg am Markt haben jedoch nur Innovationen, die ein tatsächliches Bedürfnis besser befriedigen als bisher. Dies ist auch die Erklärung dafür, dass so viele Patente ungenutzt bleiben. TRIZ verfolgt den höherwertigen Anspruch, Initialzündungen für Inventionen zu liefern.

3.1 TRIZ-Anwendungsebenen

Als ein wesentlicher Beitrag zur Entwicklungsmethodik gelten die von Altschuller durchgeführten Patentanalysen (1964–1974), in der er spezifische Erfindungshöhen quantifiziert hat. Hiernach ließen sich fünf Innovationsniveaus [HER 98] abgrenzen:

1. 32 % waren offensichtlich *konventionelle Problemlösungen*, d. h., die Lösungen bestanden aus in einem Fachgebiet bekannten Prinzipien.
2. 45 % waren *geringfügige Erfindungen* innerhalb einer existierenden Konstruktion, d. h., es handelte sich um Verbesserungen – in der Regel mit Kompromissen.
3. 18 % waren *substanzielle Erfindungen* innerhalb einer Technologie, d. h. grundlegende Verbesserungen an einem existierenden System.
4. 4 % waren *Erfindungen außerhalb einer Technologie*, d. h. neue Generationen eines Designs oder neue, konstruktive Lösungen, basierend auf neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen.
5. 1 % waren *neue Entdeckungen*, d. h. grundlegende Erfindungen, basierend auf einem völlig neuen wissenschaftlichen Phänomen.

Obwohl diese Analyse mehr als 40 Jahre alt ist, wird man heute wahrscheinlich ähnliche Verhältnisse vorfinden.

Reflektiert man diese Aussagen, so haben Patentanmeldungen auf *Niveau 1* eigentlich keine große Erfindungshöhe, sondern stellen ingenieurtechnische Weiterentwicklungen dar. In diese Kategorie fallen beispielsweise Verbesserungen des Isolationsverhaltens von Mauerwerk durch Wandaufbauvariation oder Vorhängeelemente.

Bei Patentanmeldungen auf *Niveau 2* handelt es sich meist um Lösungen, bei denen ein tatsächlicher Widerspruch durch einen Kompromiss umgangen wird, weshalb es sich um geringfügige Verbesserungen handelt. Meist reicht hierzu Fachwissen aus nur einer Disziplin. Zu dieser Kategorie gehört beispielsweise das höhenverstellbare Lenkrad, welches anatomische Anpassungen an den Menschen beim Steuern eines Autos ermöglichen soll.

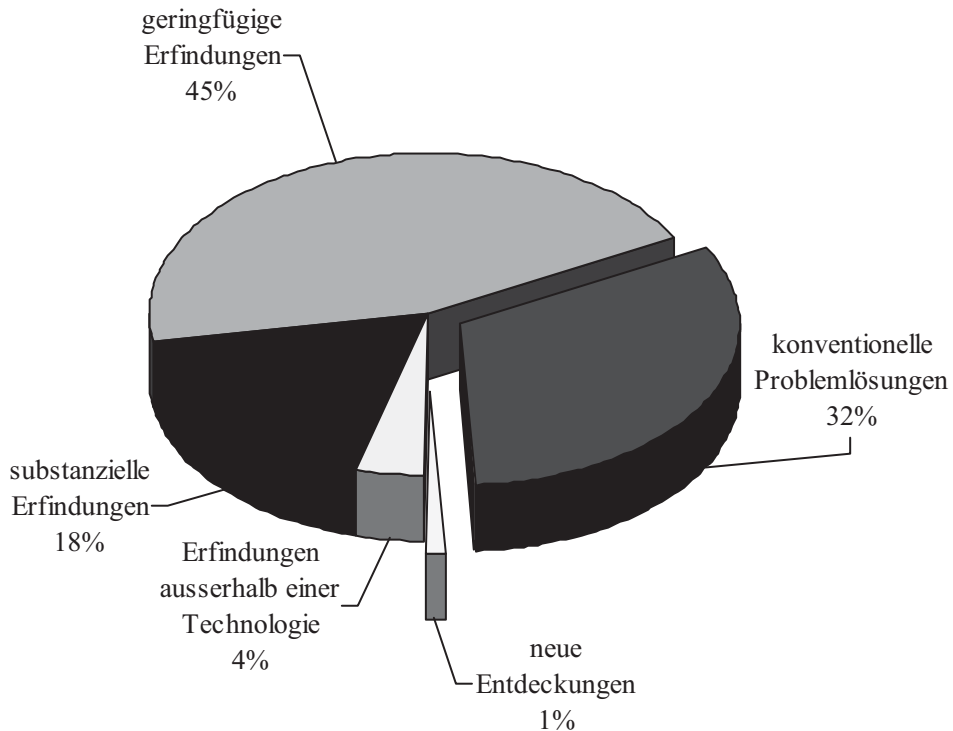


Abb. 3.1: Niveaus der Innovationshöhe gemäß der Altshuller'schen Patentanalyse

Mit Patentanmeldungen auf *Niveau 3* werden maßgebliche Verbesserungen im Sinne von Innovationen bewirkt. Oft werden hierbei Entwicklungsprobleme erfinderisch durch neuartige Prinzipien gelöst. Hierzu muss meist Wissen aus unterschiedlichen Disziplinen kombiniert werden, da sich erst so neue Eigenschaften realisieren lassen. Zu dieser Kategorie gehört beispielsweise die *Keilbremse*, welche vielfältige Vorteile gegenüber der herkömmlichen Pkw-Hydraulikbremse aufweist.

Patentanmeldungen auf *Niveau 4* sind recht selten und betreffen Erfindungen, die überwiegend in der Wissenschaft gemacht werden. Für diese Durchbruchlösungen ist fächerübergreifendes Wissen notwendig, und regelmäßig werden Effekte oder Phänomene angewandt, die nur wenig bekannt sind. Zu dieser Kategorie kann beispielsweise der Lotuseffekt gezählt werden, darunter versteht man das Erkennen des Oberflächenreinigungsmechanismus von Blättern und dessen Übertragung auf selbstreinigende Oberflächen in der Technik.

Durch Patentanmeldungen auf *Niveau 5* werden Grenzen derzeitiger wissenschaftlicher Erkenntnisse durch Pioniererfindungen überschritten. Diese Erfindungskategorie beinhaltet die Entdeckung eines neuen naturwissenschaftlichen Phänomens und dessen Übertragung auf technische Fragestellungen. Oft führt dies zu neuartigen Produkten oder gibt den Anstoß für

neue Technologien. Zu dieser Kategorie kann beispielsweise die Entwicklung des Lasers und der Lasertechnologie gerechnet werden.

Altschuller erkannte, dass Innovationen auf Niveau 5 nicht gezielt auslösbar sind bzw. Problemlösungen auf Niveau 1 nur einen geringen Beitrag zum Fortschritt leisten. Insofern konzentrierte er seine „Erfindungsmethodik“ auf die Niveaus 2, 3 und 4. Damit ist ausgeschlossen, dass neue physikalische Prinzipien (z. B. für Temperatur-⁴ oder Zeitmessung) entdeckt werden.

Die Grundlagen von TRIZ beruhen auf den folgenden Erkenntnissen:

- Gleichartige Problemstellungen und Lösungen wiederholen sich in allen naturwissenschaftlichen Disziplinen.
- Die Abläufe der „Höherentwicklung“ verlaufen in der Technik nach ähnlichen Mustern.
- Wirkliche Innovationen bedienen sich neuartiger, wissenschaftlicher Erkenntnisse außerhalb der traditionellen Lösungsansätze.
- Alte, bewährte Lösungsprinzipien sind nach einer Lebensgeneration reif für eine Ablösung.

Hieraus kann als weiterer Schluss [ALT 98] gezogen werden:

„95 % aller Probleme der Niveaus 2, 3 und 4 sind bereits in einem anderen Zusammenhang schon gelöst worden! Damit steht ein Erfahrungskonzentrat zur Lösung zukünftiger Probleme zur Verfügung.“

Um diese Situation weiter zu durchleuchten, stellte sich Altschuller die folgenden Fragen:

- Warum sind Probleme „schwierig“?
- Worin ist „Schwierigkeit“ begründet?
- Wie lässt sich Schwierigkeit überwinden?
- Welche „Hilfen“ sind notwendig, um schwierige Probleme zu „lösen“?

Die Antworten hierauf führten zum Fundament der TRIZ-Strategie, welche die folgenden Ansätze beinhaltet:

1. Beschreibung eines konkreten Problems mit Hilfe schematischer Formulierungen,
2. Wechsel auf eine abstrakte Ebene durch Umwandlung in eine abstrahierte Problemformulierung,
3. Suche nach Lösungen für die abstrahierte Problemstellung in einer „Wissensmatrix“,
4. Rücktransformation auf eine konkrete Ebene zu ausführbaren Lösungen.

Diese Vorgehensweise ist an sich nicht neu, sondern wird schon lange als Lösungsstrategie in der Mathematik benutzt, was *Abb. 3.2* anschaulich belegt.

⁴ Die Temperatur kann beispielsweise über die Längenänderung skaliert werden. Mit TRIZ kann nach neuen Möglichkeiten gesucht werden, diesen Effekt zu erzeugen. TRIZ wird aber nicht den Zusammenhang $\Delta L = f(\Delta T)$ erfinden.

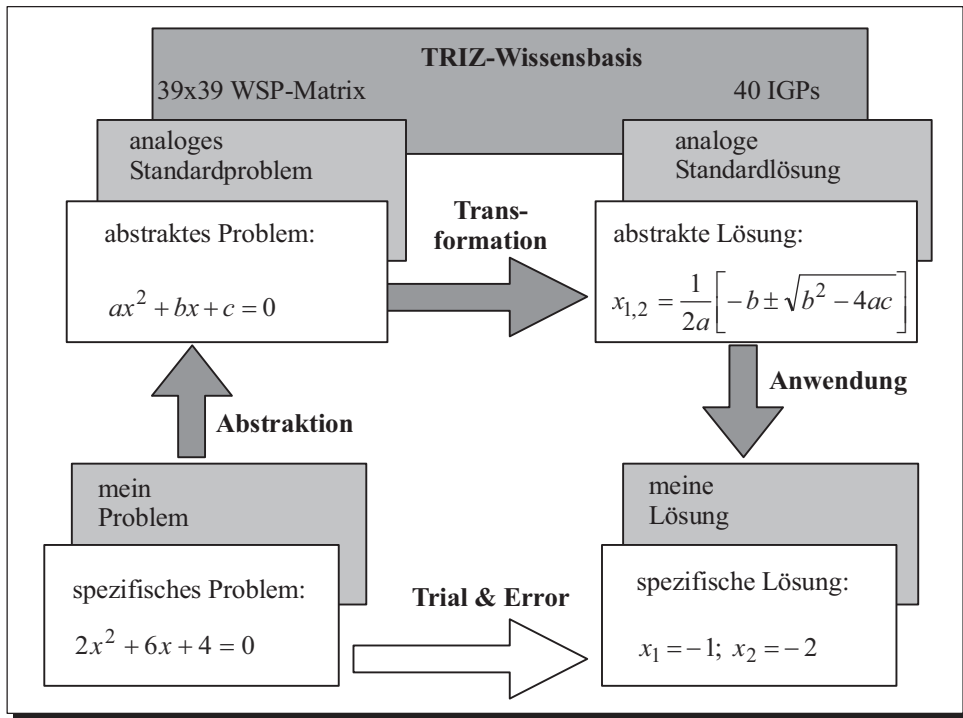


Abb. 3.2: Entwicklung einer Problemlösung mit Standards [TER 98]

Der Vorteil der Transformation ist, dass für bestimmte Problemklassen auf bewährte Standardlösungen zurückgegriffen werden kann. Die Standards lassen sich auf spezifische Probleme übertragen, wenn zuvor eine geeignete Abstraktion durchgeführt worden ist, was in der nachfolgenden kreativen Anpassung zu individuellen Lösungen führt. Natürlich lässt sich ein derartiger Algorithmus auch softwaretechnisch nachbilden, welcher beispielsweise in der Software *Innovation Work Bench* realisiert worden ist.

3.2 Übertragbare Lösungsansätze

Als eine der Kernaussagen der Altschuller'schen Patentrecherche gilt die Erkenntnis, dass gleiche oder artverwandte Lösungsprinzipien in verschiedenen Abwandlungen in der Technik immer wieder benutzt werden. Gleichfalls ist zu beobachten, dass diese Prinzipien in einem anderen Aufgabenbezug sogar neu entdeckt werden. Dies ist nicht nur ein Kommunikationsproblem, sondern im engeren Sinne ein Methodenproblem. Die Aufgabenstellungen sind oft mit technologischen Termini (Fachausdrücke, Spezialinformationen) überfrachtet, sodass das Standardproblem nicht sofort erkannt wird.

- Als Beispiel wird hierzu in der Literatur angeführt, dass Rohdiamanten entlang ihrer Frakturen gespalten werden, um Kleindiamanten zu gewinnen. Dieser Spaltvorgang wird meist manuell von erfahrenen Fachleuten durchgeführt, die Frakturlinien erkennen. Trotz aller Erfahrung misslingt manchmal das Spalten und es entstehen wenig wertvolle Bruchstücke. Um das Spalten sicherer und schneller zu machen, wird nach einem automatisierbaren Verfahren gesucht.
- Frage: Wie werden in der Technik gewöhnlich feste Stoffe abgespalten oder getrennt?

Patent: Abtrennen von Stängel und Samen von der Pfefferschote durch Überdruck.

Prinzip: Die Schoten werden in einen luftdicht abgeschlossenen Behälter gegeben; auf diesen wird dann langsam Druck aufgebracht. Die Schoten schrumpfen und bilden an der schwächsten Stelle, dort, wo sich der Stängel befindet, feine Risse. Durch diese Risse wird die Schote auch im Inneren mit Druck beaufschlagt. Wird nun der Behälter schnell evakuiert, so wird der Stängel abgetrennt und die Pfefferkörner treten aus.



Abb. 3.3: Aufsprengen von Pfefferschoten [TER 98]

Patent: Schälen von Kastanien durch schnelles Entspannen eines hydrostatischen Überdrucks.

Patent: Schälen von Sonnenblumenkernen durch Überdruck.

Patent: Herstellen von Puderzucker durch Überdruckfraktionierung von Zuckerkristallen.

Patent: Reinigen von Staubfiltern durch Überdruckentspannung.

- Ohne weitere Details zu analysieren, scheint es ein mögliches Verfahrensprinzip zu sein, auch Diamanten durch Überdruck zu sprengen. Natürlich wird dies einen höheren Druck und ein anderes Equipment erfordern als bei den vorherigen Problemlösungen.

Die Erkenntnis aus dieser Diskussion ist: Es gibt in der Technik für jede Klasse von Aufgaben bewährte Lösungsprinzipien, die teils übernommen werden können oder modifiziert werden müssen. Dabei spielt die Fähigkeit zur Abstraktion, Analogiebildung und zur Synthese eine entscheidende Rolle [PIE 97]. Im Rahmen der TRIZ-Anwendung wird diese Denkschule besonders gefördert, wodurch eine höhere Sensibilität für Problemlösungen entwickelt werden soll.

Altschuller führte hieraus aus: *„Wenn man schnell schwierige Aufgaben lösen will, muss man lernen, sich die erfinderische Physik anzueignen. ... für die Lösung schwieriger Aufgaben sind nicht einmal neue Kenntnisse nötig, sondern nur eine gute Organisation der Kenntnisse, über die der Mensch schon verfügt.“*

Dies ist sicherlich ein Plädoyer für die Wissensgesellschaft, dessen Problemstellung es ist, das umfangreiche Menschheitswissen zu sammeln, zu ordnen und fallspezifisch verfügbar zu machen. Letztlich wird dies zu (teilautomatischen) Softwarelösungen führen, da im handlungsbezogenen Wissen feste Schemen erkennbar sind, die zu folgerichtigem und leitbarem Tun führen.

4 Bedeutung der Aufgabenstellung

Beobachtungen in der Praxis zeigen immer wieder, dass Entwickler sich lange und intensiv mit der Lösungsfindung, jedoch nur wenig mit der *richtigen* Aufgabenstellung, den Trends und dem Umfeld einer Aufgabe beschäftigen. Daraus folgt:

„Die Stellung einer richtigen Aufgabe zur falschen Zeit führt genauso wenig zu einer Lösung wie die Stellung einer falschen Aufgabe zur richtigen Zeit.“ [ALT 98]

Ein überaus wichtiger Aspekt erfolgreichen Entwickelns liegt somit in einer zukunftsbezogenen Aufgabenformulierung und der Festlegung der wichtigsten Anforderungen. Rückwärts orientierte Aufgabenstellungen oder eine Vielzahl von zu berücksichtigenden Einschränkungen führen nicht zu innovativen Lösungen. Eine Marketingagentur (s. WELT vom 17./18.04.10) führt aus, dass man auf konventionellem Wege etwa 1.900 Nutzerbefragungen benötigt, um eine zukunftsfähige Aufgabenstellung formulieren zu können.

4.1 Aufgabenformulierung

Im industriellen Umfeld lassen sich Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben abgrenzen:

- Bei *Entwicklungsaufgaben* liegt der Fokus darauf, dass etwas Neues geschaffen werden soll. Dem stehen regelmäßig „physikalische Widersprüche“ entgegen.

Entwicklungsaufgaben dürfen nicht zu eng definiert werden, müssen jedoch hinreichend konkret sein. Oft findet man Formulierungen der Art:

„Es ist ein Objekt zu schaffen, welches dieses und jenes leisten soll und weiter eine Anzahl bestimmter Wunschkriterien zu erfüllen hat!“

Derartige Aufgaben müssen hinterfragt und analysiert werden. Gewöhnlich zeichnet sich eine Neuentwicklung dadurch aus, dass ein bestehender *physikalischer Widerspruch* neuartig überwunden wird. Dies setzt aber voraus, dass dies schon bei der Aufgabenstellung erkannt wird bzw. aus der Problemanalyse der Widerspruch direkt herausgefiltert werden kann. Ein physikalischer Widerspruch beschreibt einen grundsätzlichen Konflikt auf der obersten Systemebene, welcher nur durch Systemänderung erfüllt werden kann. Über die Separationsprinzipien (s. Kap. 6.2) sind hierfür bewährte Lösungsstrategien bekannt.

- Bei *Konstruktionsaufgaben* handelt es sich normalerweise um die Weiterentwicklung eines bestehenden Systems. Für gewöhnlich stehen der Optimierung des Wirkprinzips „technische Widersprüche“ entgegen.

Weil neue Lösungen aus der Überwindung von Widersprüchen folgen, müssen diese aus den Bedingungen der Aufgabenstellung erkennbar sein. Technische Widersprüche beschreiben die Konflikte in konkreten Konstruktionssituationen. Die Diskussion von Widersprüchen verlangt, dass gegenläufige Forderungen zu erfüllen sind. Hilfestellung bei deren Überwindung bieten bewährte Standardlösungen (s. Kap. 7.1 mit den 40 innovativen Grundprinzipien). Vielfach werden aber Aufgaben so gestellt, dass alle Anforderungen nur zu verbessern sind:

„Ein bekanntes Objekt ist so zu verbessern, dass bestimmte Eigenschaften zu optimieren sind.“

Bei einer genauen Analyse wird man aber auch Forderungen finden, die im Grenzfall gleichbleibend sein sollen oder sich nicht verschlechtern dürfen.

In vielen Fällen erhalten Entwickler somit eine vorgeprägte Aufgabenstellung, die oft nicht sinnvoll sind. Man sollte daher nie unkritisch an eine Aufgabe herangehen, sondern diese möglichst aus verschiedenen Blickwinkeln reflektieren. Meist bewahrheitet sich die Aussage von A. Einstein, dass die Stellung einer Aufgabe genauso schwierig ist wie deren Lösung. Was gilt es somit bei einer Aufgabenstellung zu berücksichtigen?

1. Die Charakterisierung des Objektes (Um was geht es?).
 2. Beschaffen von Informationen über die Ausgangssituation und den Einfluss des tangierenden Obersystems (Wovon wird die Lösung beeinflusst?).
 3. Formulierung einer Zieldefinition (Was soll erreicht werden?).
 4. Unterstützen gesellschaftliche oder technologische Trends das Ziel?
 5. Was macht der Wettbewerb?
 6. Was steht der Zielerreichung entgegen?
 7. Wie würde das Objekt im Wettbewerb stehen, wenn das Ziel erreicht würde?
 8. Welche terminlichen und ökonomischen Randbedingungen sind für die Zielerreichung zu berücksichtigen?
- ⋮
etc.

Ein wichtiger Punkt ist, eine Aufgabe aus dem Blickwinkel des Obersystems zu bewerten. Oft wird nur das Detailproblem gesehen, welches aber eingebettet ist in die Weiterentwicklung eines Gesamtsystems. Beispielsweise wird die Entwicklung und Konstruktion von Pkw-Türscharnieren oder Türschlössern vom Obersystem Karosserie beeinflusst. Auf einer noch höheren Ebene wird die Entwicklung von Autos vorgeprägt durch die Entwicklung des Energiemarktes usw. Um letztlich die vielen Abhängigkeiten einer Aufgabe beherrschen zu können, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, mit standardisierten *Checklisten* zu arbeiten.

4.2 Innovationscheckliste

Kreatives und diskursives Vorgehen (im Sinne des bewussten Wahrnehmens von Grenzen [FRE 96]) unterstützen sich bei vielen methodischen Lösungsprozessen gegenseitig. In der Konstruktionsmethodik hat man dies bereits vor Jahrzehnten erkannt und Lasten- sowie Pflichtenhefte bzw. Anforderungslisten eingeführt. Die Intention ist die gleiche wie bei TRIZ und dient der Aufgaben- und Ablaufstrukturierung. Hierbei geht es immer um

- die Präzisierung der Voraussetzungen und Bedingungen der Aufgabenstellung,
- die Eingrenzung der noch möglichen Lösungswege,
- das Aufzeigen paralleler Problemkreise und
- die Definition von Bewertungskriterien.

Die Innovationscheckliste geht hier noch einen Schritt weiter und verfolgt auch das Ziel,

- Ideenfelder offen zu legen und einzugrenzen.

In allen TRIZ/CAI-Programmen stellt daher die ICL (oder ISQ = *Innovative Situation Questionnaire*) ein zentrales Element dar. *Abb. 4.1* zeigt hierzu einen geläufigen Vorschlag. Mindestens zu einem Viertel der Bearbeitungszeit eines Problems sollte man sich mit der Aufgabenstellung und den Beschränkungen auseinander setzen.

Die Praxis zeigt immer wieder, dass der Wert der Innovationscheckliste unterschätzt wird. Gerade kreative Entwickler neigen dazu, sich sofort der Lösung eines Problems zuzuwenden und stellen hinterher fest, dass zufolge bestehender Restriktionen bestimmte Lösungen nicht funktionieren. Die Innovationscheckliste sichert somit ein effektiveres Vorgehen ab und hilft, Zeit wirtschaftlicher einzusetzen.

Prof. em. Dr. B. Klein	Innovations-Checkliste	Datum:
		Seite 1 von 2
1. Kurze Beschreibung des erfinderisch zu lösenden Problems		
2. Informationen über das zu verbessernde Objekt/System		
2.1 Objekt-/Systembezeichnung	Beschreibung des Objekts/Systems	
2.2 Welche Funktionen soll das Objekt/System erfüllen?	Funktionsbeschreibung mit Limitationen	
2.3 Derzeitige Objekt-/Systemstruktur	Skizze/Text	
2.4 Arbeitsweise des Objekts/Systems	Wie werden gewöhnlich die Funktionen erfüllt? (Hier können nützliche und schädliche Funktionen unterschieden werden.)	
2.5 Objekt/System-Umfeld	Wie interagiert das Objekt/System mit dem Obersystem?	

Prof. em. Dr. B. Klein	Innovations-Checkliste	Datum:
Seite 1 von 2		
3. Informationen über die Problemsituation 3.1 Welches Problem soll gelöst werden? 3.2 Mechanismus oder Wirkweise des Nachteils 3.3 Entwicklungsgeschichte des Problems 3.4 Andere zu lösende Probleme	Was soll verbessert werden? Wie? Was steht der Verbesserung entgegen? Was ist die Ursache des Nachteils? Wie wirkt der Nachteil? Wann, wo und warum trat der Nachteil auf? Welche Probleme müssten auch gelöst werden, um den Nachteil auszuschalten?	
4. Beschreibung des erwünschten Endresultats	Welches „ideale Endresultat“ ist anzustreben?	
5. Historie des Problems 5.1 Wie wurde das Problem vorher gelöst? 5.2 Wie ist die Lösung? Kann diese übertragen oder abgewandelt werden?	Wurde das Problem von uns oder anderen schon einmal gelöst? Wie? Hat die bekannte Lösung Stärken/ Schwächen? Wie muss diese Lösung angepasst werden?	
6. Verfügbare Ressourcen	funktionale Ressourcen stoffliche Ressourcen feldförmige Ressourcen räumliche Ressourcen zeitliche Ressourcen Informationsressourcen	
7. Veränderbarkeit des Objekts/Systems 7.1 Zugelassene Veränderungen 7.2 Grenzen der Objektänderung	Welche technischen, ökonomischen oder anderweitigen Eigenschaften sollten konstant bleiben? ... sich nicht verändern? ... sich nicht erhöhen?	
8. Auswahlkriterien für Lösungskonzepte 8.1 Angestrebte technische Eigenschaften 8.2 Angestrebte wirtschaftliche Eigenschaften 8.3 Erwartete Neuartigkeiten 8.4 Andere Auswahlkriterien		
9. Projektdaten 9.1 Zeit- und Kostenplan		

Abb. 4.1: Innovationscheckliste nach Ideation International Inc.

4.3 Zukunftstrends

Zum Umfeld Aufgabenstellung gehört auch, dass ein trendgerechtes Produktprofil gefunden wird. Sehr weit gesteckt lassen sich gesellschaftliche (Politik, Soziologie), technologische und umweltbezogene Trends abgrenzen. Diese sind naturgemäß nicht statisch, sondern wandeln sich in mehr oder weniger langen Rhythmen. Eine Neuentwicklung hat regelmäßig schlechte Marktaussichten, wenn sie entgegen dem Trend ausgerichtet ist. Hieraus folgt aber auch im Umkehrschluss, dass Trends eine Aufgabe formen können. Im Marketing ist es daher eine schon klassische Aufgabenstellung, der Platzierung von Produkten eine Trendanalyse vorauszuschicken. Dabei wird abgeglichen, welche Megaströmungen bestehen, welche Impulse daraus abgeleitet werden können und ob dies neue „Begeisterungsebenen“ für das Produkt eröffnet.

Im Stadium der Reflektierung der Zielvision sollte daher unbedingt ein Abgleich mit den erkennbaren Trends durchgeführt werden; dies gilt umso mehr, je unmittelbarer die „Mensch-schnittstelle“ ist. Bei einer Gegenprüfung wird man erkennen, dass diese Aussage sowohl für banale Produkte als auch für Hightech-Produkte gilt. Nachfolgend sind einige Kurzeittrends (s. auch [AUT 76]) aufgelistet. Viele Diskussionen mit Praktikern haben gezeigt, dass Trendanalysen Aufgaben oft in einem anderen Licht erscheinen lassen.

Gesellschaftliche Trends			
Anpassungsbewusstsein	↑	Umweltschutzbedürfnis	↑
Autonomiebedürfnis	↑	Vernetzungsbedürfnis	↑
Bindungsbedürfnis	↓	Ästhetisches Bewusstsein	↑
Computerisierung	↑	Effektivitätsbewusstsein	↑
Erlebnisbedarf	↑	Gesundheitsbewusstsein	↑
Freizeitgestaltungsbedürfnis	↑	Hygienebewusstsein	↑
Geltungsbedürfnis	↑	Kaufkraftverschiebung	↑
Genussbedürfnis	↑	Kulturelles Bewusstsein	↑
Illusionsbedürfnis	↑	Bindungsbewusstsein	↑
Informationsbedürfnis	↑	Qualitätsbewusstsein	↑
Komfortbedarf	↑	Risikobewusstsein	↑
Mobilitätsbedürfnis	↑	Sozialbewusstsein	↑
Schutzbedürfnis	↑	Vernetzung	↑
Selbstdarstellungsbedürfnis	↑	Werterhaltungsbewusstsein	↑
Selbstorganisationsbedürfnis	↑	Anteil älterer Menschen	↑
Sicherheitsbedürfnis	↑	Körpergrößen	↑
Technisierungsbedürfnis	↑	Internationalisierung	↑
Traditionsbedürfnis	↑	Lebensgestaltungsbedürfnis	↑

Technologische Trends					
Stoffausnutzung	↑	Zeitnutzung	↑	Funktionsaufteilung	↑
Stoffleistung	↑	Parallelverarbeitung	↑	Funktionsautonomie	↑
Stoffkreislauf- geschlossenheit	↑	Informationsaustausch	↑	Funktionsintegration	↑
Stoffschäumung	↑	Informationsdichte	↑	Funktionsintensität	↑
				Funktionskontinuität	↑
		Informationsveredelung	↑	Funktionsprogrammierbarkeit	↑
Stoffveredelung	↑				
Stoffvielfalt	↑	Bewegungskomplexität	↑	Miniaturisierung	↑
Energieökonomität	↑	Ressourcennutzung	↑	Strukturaktivierung	↑
Energiepulsation	↑			Strukturanpassung	↑
Energierückgewinnung	↑	Systemanpassung	↑	Strukturbindung	↑
Energiespeicherung	↑	Systembindung	↓	Strukturdynamisierung	↑
Energieveredelung	↑	Systemintelligenz	↑	Strukturmodularität	↑
Energiedichte	↑	Systemmultifunktionalität	↑		
		Systemsensorisierung	↑	Variantenvielfalt	↓
Selbstorganisation	↑				
		Systemstabilität	↑		
Raumausnutzung	↑	Systemvernetzung	↑		
		Systemvirtualität	↑		
Produktkomplexität	↑	Systemzustände	↑		

Abb. 4.2: Angepasster WOIS-Trendkatalog [LIN 93]: Stoff, Energie, Information, sonstige

Die dargestellten Trends sind in langfristige Veränderungsprozesse eingebettet, für die die *Kondratieff-Zyklen*⁵ stehen. Kondratieff hat die „Theorie der langen volkswirtschaftlichen Wellen“ entwickelt, die etwa 40–60 Jahre andauern: Eine Welle beginnt mit einer Basisinnovation und führt dann zu einem Strukturwandel plus einem gesellschaftlichen Neuorientierungsprozess. Der Verlauf dieser Zyklen konnte in der Vergangenheit in der deutschen, englischen, französischen und amerikanischen Volkswirtschaft nachgewiesen werden. Sie zeigen damit eine gewisse Allgemeingültigkeit. Die bisher durchlaufenen fünf Zyklen sind logisch nachvollziehbar und in gewisser Weise eine Perspektive für die Zukunft.

⁵ Nikolai Dmitrijewitsch Kondratieff (1892–1938), Professor für Volkswirtschaft und Gründer des „Moskauer Konjunktur Instituts“.

- Im ersten Zyklus (K1) wurde der Bedarf der Bevölkerung nach Kleidung gedeckt. Dies war der Aufschwung der Textilindustrie und damit einhergehend der Kraft- und Arbeitsmaschinen.
- Im zweiten Zyklus (K2) stand die Behebung des Engpasses nach Massentransportmitteln im Vordergrund. Hiermit verbunden entwickelte sich die Schwerindustrie (Eisenbahn, Schiffe).
- Der dritte Zyklus (K3) war auf die Bedarfsdeckung an elektrischen und chemischen (unter anderem pharmazeutischen) Artikeln ausgerichtet. Vor diesem Hintergrund entstanden große Unternehmen wie Siemens, AEG und IG-Farben (zerlegt in Bayer, Hoechst und BASF).
- Im vierten Zyklus (K4) lag der Schwerpunkt darauf, den gesellschaftlichen Bedarf nach individueller Mobilität (Automobile, Flugzeuge) zu befriedigen.
- Im fünften Zyklus (K5) spielt derzeit der gesellschaftliche Bedarf nach Information und Wissen eine zentrale Rolle. Wir haben den Aufschwung der EDV- und Telekommunikationsindustrie sowie der Internetdienstleister erlebt. Der Höhepunkt des Informatikzeitalters ist derzeit das „Internet der Dinge“ und die völlige Vernetzung (Industrie 4.0).

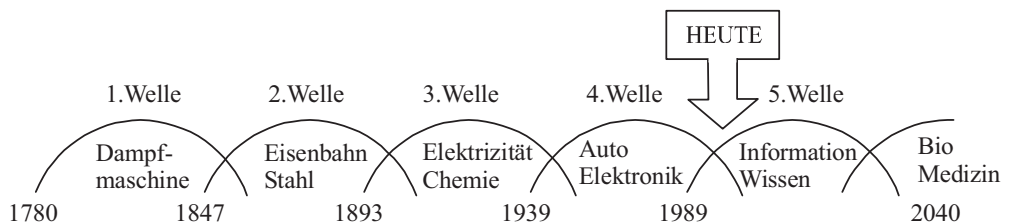


Abb. 4.3: Basisinnovationen und ihre wichtigsten Anwendungsfelder

Alle Indizien weisen darauf hin, dass der sechste Kondratieff (K6) seine Impulse aus der Überalterung der Weltbevölkerung zieht und eine Blüte der Medizin, Medizintechnik, Biologie und Pharmakologie hervorrufen wird. Gefragt sind somit Innovationen auf den Feldern Gesundheit, Leben im Alter, Altersprodukte, Berufstätigkeit im Alter etc. Damit ist ein Paradigmawechsel verbunden: im Vordergrund steht eine neue Zielgruppe, der bessere Umgang mit Humankapital (Bildung, Kreativität) und der Erhalt der gesamtwirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (Automatisierung, Roboter) mit älteren Arbeitnehmern.

4.4 Stufen der Evolution

Nach Altschuller schreitet die Technik auf vorgezeichneten Entwicklungspfaden fort, die sich hinreichend sicher aus der Vergangenheit in die Zukunft extrapolieren lassen. Insofern ist für die Definition einer Aufgabenstellung der „Blick zurück“ wie auch der „Blick nach vorne“ entscheidend, um die Entwicklungsetappen erkennen zu können.

In der TRIZ-Methologie sind acht Entwicklungsgesetze (EWGs) beschrieben, die Objekte auf ihrem Weg zur Vervollkommnung durchlaufen. Nachfolgend seien diese zusammengefasst und beispielhaft interpretiert.

EWG 1: Die zur Objektbeschreibung notwendige (äußere) Geometrie entwickelt sich von Generation zu Generation zu einer höheren Dimension.
 (Trend: Punkt → Linie → Kurve → Fläche → Raum)

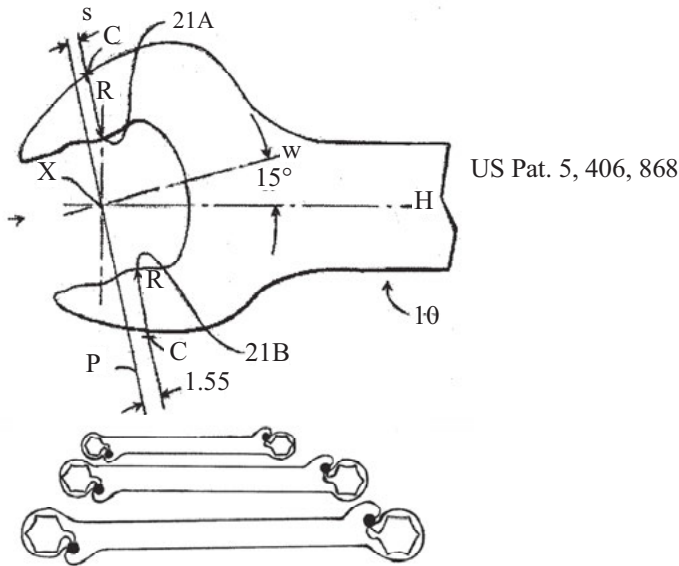


Abb. 4.4: Evolutionsstufen am Maul- und Ringschlüssel (nach D. Mann, triz-journal)

EWG 2: Alle Objekte entwickeln sich stufenweise zunächst zu multivariablen Systemen und dann wieder eine Stufe zurück zu noch leistungsfähigeren Monosystemen.
 (Trend: Mono → Bi → Poly → Universal → Advanced Monosystem)

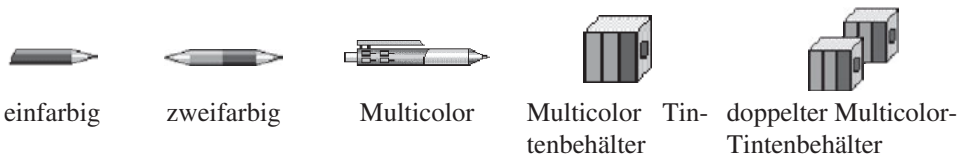


Abb. 4.5: Evolutionsstufen von Objekten (Mono-Bi-Poly-Systeme) nach Invention Machine