



Leseprobe

Karl Koltze, Valeri Souchkov

Systematische Innovation

TRIZ-Anwendung in der Produkt- und Prozessentwicklung

ISBN (Buch): 978-3-446-45127-8

ISBN (E-Book): 978-3-446-45257-2

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-45127-8>

sowie im Buchhandel.

# Inhalt

<b>Vorwort zur zweiten Auflage</b> .....	<b>V</b>
<b>Vorwort von Karl Koltze</b> .....	<b>VII</b>
<b>Foreword by Valeri Souchkov</b> .....	<b>XI</b>
<b>Die Autoren</b> .....	<b>XXI</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Erfindung und Innovation .....	1
1.2 Innovationstechnologien .....	2
1.3 Bedarf für systematische Innovation .....	4
1.4 Ganzheitliche Produkt- und Prozessentwicklung .....	6
1.5 Erfolgsfaktoren systematischer Innovation mit TRIZ .....	7
<b>2 Kreativität und Methodik</b> .....	<b>11</b>
2.1 Kreativitätstechniken .....	11
2.2 Klassische Konstruktionsmethodik .....	13
2.3 Kreativität und Methodik – ein Widerspruch? .....	14
2.4 Effizienz der Problemlösungstechniken .....	16
2.5 Der Prozess systematischer Innovation mit TRIZ .....	18
<b>3 Die Theorie der erfinderischen Problemlösung</b> .....	<b>21</b>
3.1 Ein systematischer Weg zur Erfindung .....	22
3.2 Der Widerspruch als Aufgabenstellung .....	24
3.3 Evolution technischer Systeme .....	25
3.4 Niveau von Problemlösungen .....	26

3.5	Nutzung bekannter Lösungsprinzipien und vorhandenen Wissens . . . .	29
3.6	Werkzeuge der TRIZ im Problemlösungsprozess . . . . .	30
3.7	VDI-Richtlinie 4521 . . . . .	33
<b>4</b>	<b>Werkzeuge systematischer Innovation mit TRIZ . . . . .</b>	<b>35</b>
4.1	Idealität . . . . .	36
4.1.1	Maximaler Nutzen . . . . .	39
4.1.2	Ideales technisches System . . . . .	40
4.1.3	Ideales Endresultat (IER) . . . . .	41
4.1.4	Erhöhung der Idealität als universelles Entwicklungsziel . . . . .	42
4.1.5	Wege zur Erhöhung der Idealität . . . . .	46
4.1.6	Grad der Idealität als Auswahlkriterium . . . . .	47
4.2	Ressourcenanalyse . . . . .	50
4.2.1	Stoffliche Ressourcen . . . . .	53
4.2.2	Feldförmige Ressourcen . . . . .	55
4.2.3	Räumliche Ressourcen . . . . .	59
4.2.4	Zeitliche Ressourcen . . . . .	60
4.2.5	Informationsressourcen . . . . .	61
4.2.6	Funktionale Ressourcen . . . . .	61
4.3	Widersprüche . . . . .	62
4.3.1	Erfindung als Auflösung von Widersprüchen . . . . .	63
4.3.2	Formulierung von Widersprüchen . . . . .	65
4.3.3	Innovationsprinzipien zur Auflösung technischer Widersprüche . . . . .	69
4.3.4	Auswahl der Lösungsprinzipien technischer Widersprüche . . . .	93
4.3.4.1	Strukturierung der Innovationsprinzipien . . . . .	93
4.3.4.2	Widerspruchsmatrix zur geführten Lösung . . . . .	95
4.3.4.3	Widerspruchsmatrix nach Altschuller . . . . .	100
4.3.4.4	Matrix 2003 . . . . .	104
4.3.5	Separationsprinzipien zur Auflösung physikalischer Widersprüche . . . . .	106
4.3.5.1	Separation im Raum . . . . .	108
4.3.5.2	Separation in der Zeit . . . . .	109
4.3.5.3	Separation in der Struktur . . . . .	110
4.3.5.4	Separation durch Bedingungswechsel . . . . .	111
4.3.6	Problemlösung durch Kombination von Innovations- und Separationsprinzipien . . . . .	112
4.3.7	Betrachtung der Parameter widersprüchlicher Anforderungen . .	114
4.3.8	Lösung widersprüchlicher Anforderungen durch Veränderung des Wirkprinzips . . . . .	115

4.4	Funktionsanalyse .....	116
4.4.1	Funktionsmodell der TRIZ .....	118
4.4.2	Aufgabenformulierung am Funktionsmodell .....	126
4.5	Prozessanalyse .....	127
4.5.1	Klassische Funktionsstruktur .....	127
4.5.2	Prozessorientiertes Funktionsmodell .....	128
4.6	Trimmen .....	130
4.7	Root-Conflict-Analysis (RCA+) .....	134
4.7.1	Methoden der Ursachenanalyse .....	135
4.7.2	Anwendung des Ursache-Wirkungsketten-Modells zur Problemformulierung .....	136
4.7.3	Anwendung der Root-Conflict-Analysis (RCA+) .....	138
4.8	Evolution technischer Systeme .....	148
4.8.1	Modelle der Evolution technischer Systeme .....	152
4.8.2	Generelle Trends funktionaler Evolution .....	157
4.8.3	S-Kurven Analyse .....	159
4.8.4	Evolutions-Baum technischer Systeme .....	161
4.8.5	Gesetze der Evolution technischer Systeme .....	162
4.8.5.1	Gesetz der Vollständigkeit des Systems .....	163
4.8.5.2	Gesetz der Vollständigkeit des Obersystems .....	163
4.8.5.3	Gesetz der Erhöhung der Idealität .....	165
4.8.5.4	Gesetz der ungleichen Entwicklung von Systemteilen ..	165
4.8.5.5	Gesetz der Erhöhung von Stoff-Feld-Interaktionen .....	166
4.8.6	Evolutionslinien und -trends technischer Systeme .....	166
4.8.6.1	Dynamisierung .....	166
4.8.6.2	Koordination und Evolution der Rhythmik .....	168
4.8.6.3	Gestalt- und Formkoordination .....	169
4.8.6.4	Evolution der Geometrie .....	170
4.8.6.5	Erhöhung des Energie-Leitvermögens .....	172
4.8.6.6	Übergang auf die Mikroebene .....	173
4.8.6.7	Zunehmende Steuerbarkeit .....	174
4.8.6.8	Erhöhung der Automation .....	175
4.8.6.9	Übergang zum Obersystem .....	176
4.8.6.10	Zusammenfall .....	178
4.8.7	Evolutionspotenzial-Analyse .....	179
4.8.8	TRIZ-Vorhersage .....	181
4.8.8.1	TRIZ-Based Evolution Forecast .....	181
4.8.8.2	Gerichtete Evolution (Directed Evolution®) .....	182
4.9	Stoff-Feld-Modell .....	183
4.9.1	Aufbau eines Stoff-Feld-Modells .....	185
4.9.2	Problemformulierung im Stoff-Feld-Modell .....	187

4.10	Erfinderische Standards	189
4.10.1	Aufbau des Systems der erfinderischen Standards	190
4.10.2	Anwendung erfinderischer Standards zur Problemlösung	193
4.11	Denkhilfen und Unterstützung der Kreativität	197
4.11.1	Methode der kleinen Zwerge	197
4.11.2	Operator MZK	203
4.11.3	9-Felder-Denken (System-Operator)	204
4.12	Effekte	208
4.13	Value-Conflict Mapping (VCM)	210
4.14	Feature Transfer	216
4.15	Funktionsorientierte Suche (FOS)	219
4.16	Lösungsbewertung und -auswahl	221
<b>5</b>	<b>Der systematische Innovationsprozess</b>	<b>225</b>
5.1	Die Innovations-Checkliste	226
5.1.1	Informationen zum System	227
5.1.2	Informationen zum Problem	228
5.1.3	Formulierung der Idealität	229
5.1.4	Historie vorangegangener Lösungsversuche	229
5.1.5	Analoge Probleme und Lösungen	229
5.1.6	Ressourcen	230
5.1.7	Veränderbarkeit des Systems	230
5.1.8	Lastenheft und Auswahlkriterien	230
5.2	TRIZ-Prozess Ablaufplan	231
5.2.1	Negative Effekte und widersprüchliche Anforderungen	233
5.2.2	Kostenreduzierung	233
5.2.3	Neuentwicklung von Systemen	233
5.2.4	Patentumgehung	234
5.2.5	Festlegung zukünftiger Entwicklungsschritte	234
5.2.6	Weiterentwicklung ohne erkennbare Problemstellung	235
5.3	Algorithmus der erfinderischen Problemlösung (ARIZ)	235
5.3.1	Anwendung des ARIZ-85C	237
<b>6</b>	<b>Integration der TRIZ in den Produktentwicklungsprozess</b>	<b>239</b>
6.1	TRIZ und klassische methodische Konstruktion	240
6.1.1	Unterstützung der Entwicklungsphasen	240
6.1.2	Denken in Funktionen und Prozessen	242
6.1.3	Verknüpfung mit der Morphologischen Matrix	243
6.2	TRIZ und strategische Marketingplanung	244

6.3	TRIZ und Total Quality Management .....	246
6.3.1	Technische und physikalische Widersprüche in der QFD .....	246
6.3.2	QFD und das TRIZ-Denken in Funktionen .....	249
6.3.3	Antizipierende Fehlererkennung (AFE) in der FMEA .....	251
6.4	TRIZ und (Design for) Six Sigma .....	253
6.5	TRIZ für Business und Management .....	255
6.6	Softwareunterstützung .....	257
<b>7</b>	<b>Qualifizierung und Zertifizierung .....</b>	<b>261</b>
7.1	TRIZ-Zertifizierung .....	261
7.2	ETRIA TRIZ-Level .....	262
<b>8</b>	<b>Anhang der Arbeitsmittel .....</b>	<b>267</b>
8.1	Roadmap systematischer Innovation mit TRIZ .....	267
8.2	Ressourcen und Effekte .....	268
8.3	Widerspruchsmatrix nach Altschuller .....	274
8.4	Widerspruchsmatrix „Matrix 2003“ .....	276
8.5	76 Standards .....	282
8.5.1	Klasse 1: Synthese und Zerlegung von Stoff-Feld-Systemen .....	282
8.5.2	Klasse 2: Weiterentwicklung von Stoff-Feld-Systemen .....	289
8.5.3	Klasse 3: Übergang in das Obersystem und zur Mikroebene .....	300
8.5.4	Klasse 4: Messung und Erkennung in Stoff-Feld-Systemen .....	302
8.5.5	Klasse 5: Hilfestellungen .....	309
8.6	ARIZ-85C .....	316
8.6.1	Analyse der Aufgabe .....	316
8.6.2	Analyse des Problemmodells der Aufgabe .....	324
8.6.3	Definition des IER und des physikalischen Widerspruchs .....	327
8.6.4	Mobilisierung und Anwendung der Stoff-Feld-Ressourcen .....	331
8.6.5	Anwendung der Wissensdatenbank der TRIZ .....	341
8.6.6	Veränderung oder Ersatz der Aufgabe .....	342
8.6.7	Analyse der Prinzipien zur Beseitigung des physikalischen Widerspruchs .....	345
8.6.8	Anwendung der gewonnenen Lösung .....	346
8.6.9	Analyse des Lösungsverlaufs .....	347
	<b>Literatur .....</b>	<b>349</b>
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>353</b>

# Vorwort zur zweiten Auflage

Nach Erscheinen der ersten Auflage im Jahr 2011 hat das vorliegende Buch viel Anerkennung bekommen und sich recht schnell zum Standardwerk der TRIZ-Ausbildung im deutschsprachigen Raum entwickelt. Wir freuen uns, dass das ganzheitliche Konzept bei Studierenden und Praktikern gleichermaßen den Zuspruch gefunden hat, den wir uns erhofft hatten.

Im Jahr 2013 wurde vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI) eine Expertengruppe ins Leben gerufen, um die klassischen TRIZ-Werkzeuge in einer VDI-Richtlinie in Kurzform zu beschreiben und damit insbesondere die Vielzahl unterschiedlicher Bezeichnungen und inhaltlicher Zuordnungen zu vereinheitlichen. Hieraus entstand die VDI 4521 „Erfinderische Problemlösung mit TRIZ“.

Zum Redaktionsschluss der zweiten Auflage unseres Buches waren Blatt 1 und 2 der VDI 4521 veröffentlicht, Blatt 3 war weitgehend fertiggestellt.

Mit den Inhalten der ersten Auflage konnten wir einerseits wesentlich zur Erarbeitung dieser Richtlinie beitragen, andererseits haben wir einzelne Bezeichnungen und Werkzeuge in unserer zweiten Auflage angepasst und ergänzt, um nun auch zur VDI 4521 konform zu sein.

Die Nutzung unseres Buches als konsistentes Lehrmaterial und Nachschlagewerk hat in Verbindung mit der VDI 4521 die Ausbildung der TRIZ wesentlich transparenter gemacht. Basierend darauf wurden zwischenzeitlich die Inhalte stufenweiser Zertifikatskurse von der European TRIZ Assosiaten (ETRIA) definiert (Kapitel 7), um für die (Hochschul-)Lehre einen Qualitätsmaßstab zur Verfügung zu stellen. Entsprechende Seminare und Zertifikatsprüfungen können z.B. an der Hochschule Niederrhein belegt werden.

Wir wünschen den Leserinnen und Lesern weiterhin interessante Erkenntnisse und erfolgreiche Problemlösungen bei der praktischen Anwendung der beschriebenen TRIZ-Werkzeuge.

Wegberg, Januar 2017

*Karl Koltze*

# Vorwort von Karl Koltze

Nach der Öffnung der Sowjetunion begann in der westlichen Welt etwa ab 1989 eine Theorie die Herangehensweise an das Thema „Erfinden“ zu revolutionieren: die von G.S. Altschuller entwickelte „**Theorie der erfinderischen Problemlösung**“, kurz TRIZ. Worin liegt die Faszination der TRIZ?

Ob es um die Entwicklung und Vermarktung neuer Produkte und Prozesse geht, oder um die Optimierung bestehender Lösungen im Rahmen des Qualitätsmanagements, immer ist kreative erfinderische Problemlösung die Grundlage für den Erfolg. Daher weckt eine Theorie, die behauptet, Erfindungen ließen sich systematisch erarbeiten, lebhaftes Interesse. Valeri Souchkov ist einer der Pioniere, die die TRIZ in den Westen und von dort in viele weitere Länder getragen haben. Mit diesem Buch haben sich die beiden Autoren das Ziel gesetzt, einen weiteren Beitrag zur Verbreitung der TRIZ-Anwendung zu leisten.

Das vorliegende Buch wendet sich nicht nur als **Lehrbuch** an Studierende technischer Studiengänge der Hochschulen und Fachhochschulen, sondern auch an interessierte Produktentwickler, (Wirtschafts-)Ingenieure und Techniker. Es ist ein **Handbuch** für alle „Problemlöser“ in der Praxis. Es beinhaltet alle Methoden bzw. Werkzeuge der sogenannten „klassischen TRIZ“ sowie weitere hilfreiche neue Methoden. Alle vorgestellten Werkzeuge sind sowohl in der Produkt- als auch in der Prozessentwicklung anwendbar.

Wir haben besonderen Wert auf eine **vollständige und konsistente Beschreibung** mit vielen Anwendungshinweisen und einfachen Beispielen gelegt. Dies ermöglicht dem Leser, die Fülle von Werkzeugen effizient zu erlernen und auch einzeln kompetent anzuwenden. Ebenso wichtig war es uns, einen Überblick über die **Zuordnung der Werkzeuge in die Schritte des Problemlösungs- bzw. Innovationsprozesses** zu geben, um dem Anwender sowohl die Orientierung zu erleichtern als auch die notwendige Flexibilität bei der Anwendung zu geben.

**Kapitel 1** erläutert die **Erfolgsfaktoren** und den Bedarf von TRIZ bei der industriellen Anwendung innerhalb der Produkt- und Prozessentwicklung und **Kapitel 2** macht deutlich, warum sich **Kreativität und Methodik** nicht ausschließen, sondern im Rahmen ganzheitlicher systematischer Innovation ergänzen.



**Kapitel 3** erläutert die wesentlichen Gedanken und grundlegenden Erkenntnisse der „**Theorie der erfinderischen Problemlösung**“ (TRIZ) und **Kapitel 4** stellt die darauf aufbauenden einzelnen **TRIZ-Werkzeuge** ausführlich mit einfachen Beispielen, umfangreichen Checklisten und schrittweisen Anwendungsanleitungen vor. Die Reihenfolge der Vorstellung der einzelnen Werkzeuge wurde aus didaktischen Gründen bewusst in der vorliegenden Form gewählt.

**Kapitel 5** zeigt, wie die einzelnen TRIZ-Werkzeuge zu einem **systematischen Innovationsprozess** zusammengeführt werden können und gibt hierzu Hilfestellungen sowie einige Beispiele anhand typischer Entwicklungsaufgaben.

**Kapitel 6** zeigt anhand einiger Anwendungsempfehlungen, wie die TRIZ in den vorhandenen Produktentwicklungsprozess zur Unterstützung von **methodischer Konstruktion, strategischer Marketingplanung** und **Qualitätsmanagement**, hier speziell bei Themen wie QFD, FMEA und DFSS, integriert werden kann.

In **Kapitel 7** wird dargestellt, in welcher Reihenfolge der **Aufbau von TRIZ-Kompetenzen** in Unternehmen erfolgen kann und in welchen Aufgabenbereichen die Mitarbeiter die erworbenen Fertigkeiten einsetzen können. **Kapitel 8** rundet schließlich die vorgestellten TRIZ-Werkzeuge mit detaillierten **Arbeitsmitteln** einschließlich dem „Algorithmus zur erfinderischen Problemlösung“ (ARIZ) ab.

Die Realisierung eines solchen Buches ist nur durch viele helfende Hände möglich. Wir danken all jenen, die zum Gelingen des Buches beigetragen haben. Insbesondere danken wir der Altschuller Foundation, namentlich Frau Jana Komarcheva, der Enkelin Altschullers, für die freundliche Genehmigung zur Übersetzung und Veröffentlichung der originalen Altschuller-Arbeiten. Wir danken den Firmen Invention Machine und CREAX für die Zurverfügungstellung von erläuternden Grafiken aus ihren Software-Produkten sowie Darrell Mann für die Matrix 2003. Wir danken Herrn Univ.-Doz. Dr. Franz Brunner für die Herausgabe des Buches in der „Praxisreihe Qualitätswissen“ und dem Hanser-Verlag, vertreten durch Herrn Dipl.-Ing. Volker Herzberg, für die angenehme Zusammenarbeit.

Ein besonderer Dank gilt unseren Familien, die uns bei der Arbeit an unserem Buchprojekt nicht zuletzt durch ihre Geduld unterstützt haben. Ein brüderlich-kollegialer Dank gilt außerdem Herrn Dipl.-Ing. Bodo Koltze für die fachlich kritische Manuskriptdurchsicht. Durch seine TRIZ-Aktivitäten ist ursprünglich vor über 10 Jahren die fachliche Zusammenarbeit der Autoren entstanden.

Das vorliegende Buch kumuliert viele Jahre Entwicklungs-, Lehr- und Anwendungserfahrung der beiden Autoren. Trotz aller Sorgfalt wird es Fragen und Ansätze zur Verbesserung geben. Über Hinweise oder Ergänzungen, z.B. in Form weiterer illustrierender Beispiele, würden wir uns freuen. Bitte schreiben Sie an [karl.koltze@hs-niederrhein.de](mailto:karl.koltze@hs-niederrhein.de) (in deutscher Sprache) oder an [valeri@xtriz.com](mailto:valeri@xtriz.com) (in englischer Sprache). Ergänzende Dokumente und Arbeitsmittel zu diesem Buch finden Sie unter <http://www.downloads.hanser.de>.

Erfinden ist eines, Umsetzen im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten ist etwas anderes. Die TRIZ macht Mut, neue Wege zu gehen. Ihre erfinderischen Problemlösungen überzeugen. Notwendig bleiben die Entschlossenheit und das Durchhaltevermögen all derer, die eine Realisierung der Erfindungen bis in den Markt möglich machen.

Wir sind uns sicher, dass die TRIZ den Leser fesseln wird, ihn mit dem „TRIZ-Fieber“ anstecken wird. In diesem Sinne wünschen wir Ihnen erfolgreiche Innovationen bei der Anwendung Systematischer Innovation mit TRIZ!

Wegberg, August 2010

*Karl Koltze*

# Foreword by Valeri Souchkov

Dear Readers,

It is a great pleasure to me to present to you our new book.

My first encounter with TRIZ happened back in 1987, when I bought a book “To Find an Idea” written by the creator of TRIZ, Genrich Altshuller. To say honestly, my first impression during reading the book was rather sceptical. Like everyone else I tended to believe that invention was a result of mystic and chaotic thinking which eventually led to an unpredictable insight. And of course, due to the random nature of this process it could neither be structured nor controlled. The very idea of a “controlled insight” seemed to me nonsensical. But a year later, when I was working on a difficult technical problem and was unable to get results after three months, I tried to apply TRIZ and what a surprise – it took me less than a day to come up with a needed solution! It occurred that the solution was situated in the area where I did not look and would probably never look upon without TRIZ at all. I was so impressed that this moment became a turning point of my life: I decided to learn as much as possible about TRIZ and shortly afterwards found myself fully engaged in professional TRIZ activities.

Contemporary technological innovation is a complex process which involves a broad range of activities: from market studies to commercialization of invention. However the most critical part of the process of innovation is what we call “front-end of innovation”: a stage where new ideas and solutions are produced. Although traditional creativity supporting methods based on brainstorm can help to produce numerous ideas, practice shows that only those ideas that fully match required constraints and demands predetermine future success of innovation. Traditional brainstorm often fails to deal with complex issues and produces low-quality ideas which result in unsuccessful trials and errors leading to wasting time and money. To overcome the shortcomings of the method of trials & errors TRIZ was developed on the basis of massive studies of various technical inventions. These studies introduced a scientific ground to solving inventive problems and generating high-quality inventive ideas.

The power of modern TRIZ resides in a unique combination of a “left-brain” logical, analytical approach to understanding problems and a structured approach to boosting “right-brain” creative thinking via a system of abstract patterns and psychological operators. Instead of directly jumping to a solution through trials and errors and spending numerous resources to implement a solution which is not going to work, TRIZ offers a structured process. This process targets at first, understanding what really the problem is and second, generating most cost-effective solutions based on the re-use of knowledge experience of many generations of inventors accumulated in the TRIZ knowledge bases. I would like to specifically stress that TRIZ does not replace thinking but structures and guides it thus drastically accelerating the process of finding new and most effective ideas.

I am often asked, what is TRIZ? Science, method, tool? It is not easy to answer this question. The term “TRIZ” which stands for a “Theory of Solving Inventive Problems” originally was introduced in the 1970s to give a title to the work of Altshuller and his colleagues which started 20 years before that and primarily focused on creating the algorithm of solving specific inventive problems. However, today TRIZ is much bigger than that. Modern TRIZ studies evolution of technical systems, causes of inventive problems, driving forces of innovation, provides means for analyzing complex systems and situations, and so forth. That’s why the term “Systematic Innovation” was introduced to show a broader scope of modern TRIZ applications.

I personally see TRIZ-based Systematic Innovation as an emerging scientific discipline which governs both development of theories of innovation and building practical tools which can be used by engineers and technology professionals to innovate. There are more than 20 different tools in TRIZ today, and each tool is intended to accomplish a certain task: either to analyze a system, or formulate a problem, or help with generating solutions, or help to forecast a future evolution of a given technical system. And today, dozens of TRIZ professionals all over the world continue to research and develop new theories and tools related to TRIZ and Systematic Innovation.

Therefore, this book not only provides you with classical TRIZ tools but also presents some new tools which were developed recently and which effectiveness was successfully tested on hundreds of real-life projects. This book also accumulates more than 20 years of experience with organizing TRIZ tools to the processes.

It also seems to us that this book is coming out at the right time. It is widely accepted today that industrial evolution bypassed two large periods: the Age of productivity and the Age of quality. Today we do not need magic to develop high-quality technical products and massively manufacture them because we have all needed knowledge. And currently we are entering the third age: Age of innovation. In the past, it was enough to patent one-two ideas and then run successful business for

many years based on these patents. Today the situation is radically changing: any business which is willing to survive and prosper in the long run, should continuously come up with new innovative solutions. TRIZ turns magic into knowledge which helps to solve innovative problems and create inventions on demand, exactly when you need them. It is a major reason why such world-leading companies as Intel, Procter and Gamble, Matsushita, Samsung have been steadily incorporating TRIZ into their activities during the last 10 years. We hope this book will help you enter the world of TRIZ and help with creating new inventions.

I would like to express my sincere gratitude to many people who made this book possible. First of all, to Karl Koltze, who undertook a great effort to write the book in German language in which I am far from being fluent. Second, to the Official G. S. Altshuller Foundation ([www.altshuller.ru](http://www.altshuller.ru)) which kindly provided us with permission to translate and publish original texts of Altshuller. Third, to Hanser Fachbuchverlag, which agreed to publish and promote this book. And last but not least to all my TRIZ colleagues, teachers and customers thanks to whom I can continue working with TRIZ and further contribute to developing TRIZ and Systematic Innovation.

I wish you successful innovations!

*Valeri Souchkov*

August 2010

Enschede, The Netherlands

ICG Training & Consulting

[www.xtriz.com](http://www.xtriz.com)

European TRIZ Association (ETRIA)

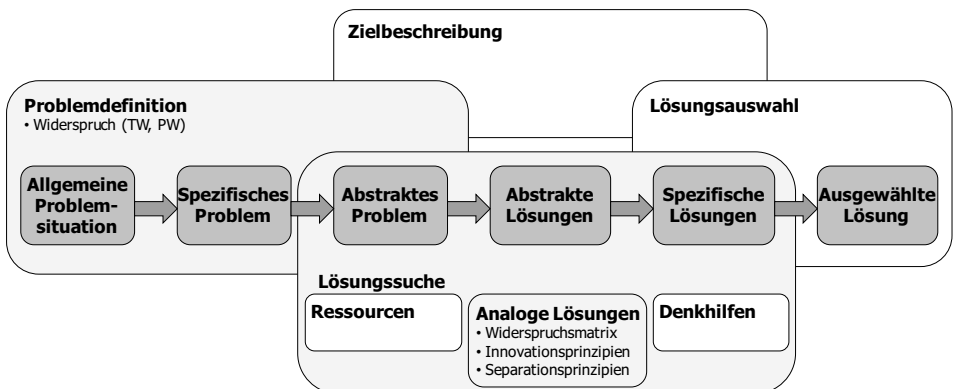
[www.etrria.net](http://www.etrria.net)

- die Ausnutzung schädlicher und unerwünschter Funktionen des Systems, des direkten Obersystems und der weiteren Systemumgebung,
- mögliche Änderungen von nützlichen und schädlichen Funktionen.

Die Analyse funktionaler Ressourcen ist insbesondere beim Trimmen von Bedeutung (vgl. Kapitel 4.6). Die gezielte Suche nach funktionalen Ressourcen, die durch Systemveränderung zusätzlich nutzbar werden, wird auch als **Supereffektanalyse** bezeichnet.

## ■ 4.3 Widersprüche

Die Arbeit mit Widersprüchen ist Kernkonzept und gleichzeitig kennzeichnendes Merkmal erfinderischer Problemlösung.



**Bild 4.7** Einordnung der Widerspruchsanalyse in den Problemlösungsprozess

### Phase „Problemdefinition“

**WANN** – Welche Fragen werden beantwortet?

- Worin liegt das Kernproblem der Problemsituation?

**INPUT** – Welche Daten werden benötigt?

- Allgemeine Beschreibung der Problemsituation (z.B. aus Innovations-Checkliste).

**OUTPUT** – Welches Ergebnis bzw. welche Antwort erhalten wir?

- Formulierung des technischen Widerspruches (TW) und des physikalischen Widerspruches (PW).

## Phase „Lösungssuche“

WANN – Welche Fragen werden beantwortet?

- Wie lassen sich widersprüchliche Anforderungen an das technische System erfüllen, ohne Kompromisse eingehen zu müssen?

INPUT – Welche Daten werden benötigt?

- Formulierung des technischen und physikalischen Widerspruches.

OUTPUT – Welches Ergebnis bzw. welche Antwort erhalten wir?

- Lösungskonzepte zur Erfüllung widersprüchlicher Anforderungen an das technische System.

### 4.3.1 Erfindung als Auflösung von Widersprüchen

Technische Systeme und Prozesse werden entwickelt, um Funktionen zu erfüllen. Dabei werden an das System und den Prozess eine Vielzahl unterschiedlicher Anforderungen gestellt, die nicht zuletzt in der sogenannten Anforderungsliste, auch Lastenheft oder WAS-Pflichtenheft genannt, dokumentiert sind. Solche Anforderungen sind beispielsweise

- funktionale Anforderungen,
- geometrische Anforderungen,
- wirtschaftliche Anforderungen,
- ergonomische Anforderungen,
- zeitliche Anforderungen,
- materialtechnische Anforderungen,
- Anforderungen der Umwelt und Gesellschaft,
- Sicherheitsanforderungen

und vieles mehr. Die Vielzahl der unterschiedlichen Anforderungen an das technische System oder den technischen Prozess und die verschiedensten Zielrichtungen der Anforderungen führen zwangsläufig dazu, dass sich einzelne Anforderungen widersprechen. Wenn beispielsweise die Zielrichtung für die Entwicklung eines Kraftfahrzeugs einerseits durch die Anforderung „möglichst großer Stauraum“ und andererseits durch die Anforderung „minimaler Kraftstoffbedarf“ vorgegeben ist, erhalten wir einen Widerspruch. Die genannten Anforderungen scheinen mit derzeitigen Lösungskonzepten nicht vereinbar.

Die Formulierung eines Widerspruchs mit sich widersprechenden Anforderungen an das System oder den Prozess ist zweifellos eine sehr anspruchsvolle Aufgabenstellung für die Entwicklung einer technischen Lösung. In der Regel versuchen wir, dieser Problemstellung zumindest teilweise dadurch gerecht zu werden, dass wir einen Kompromiss zwischen den sich widersprechenden Anforderungen su-

chen. Dieser Kompromiss ist aber nicht wirklich zufriedenstellend, wir gehen dem Problem eigentlich nur aus dem Weg. Eine echte Erfindung wäre es, wenn es uns gelingen würde, tatsächlich beiden Anforderungen vollständig gerecht zu werden. Dies können wir nur erreichen, indem wir eine Lösung kreieren, die den formulierten Widerspruch komplett überwindet, eine Lösung, bei der der ursprüngliche Widerspruch aufgelöst ist, weil die sich widersprechenden Anforderungen beide zu 100% erfüllt sind.

Die Analyse von Patentschriften hat gezeigt, dass die darin beschriebenen Problemstellungen als Widersprüche formuliert werden können. Die beschriebenen erfinderischen Lösungen derartiger Problemstellungen sind durch die Überwindung dieser Widersprüche gekennzeichnet. Die Überwindung eines Widerspruchs hat die TRIZ als „erfinderische Problemlösung“ definiert. Es wird damit festgelegt, dass eine innovative, erfinderische und damit patentfähige Lösung nur dann vorliegt, wenn widersprüchliche Anforderungen an das technische System überwunden wurden, ohne Kompromisse einzugehen. Die erfinderische Höhe und damit die Patentierbarkeit einer Idee kann regelrecht überprüft werden, indem die Überwindung eines Widerspruchs abgefragt wird.

#### **Beispiel 4.8:**

*Bei einem Flugzeug sorgt das Tragflächenprofil für den Auftrieb bei Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit. Um ein Flugzeug in der Luft halten zu können, darf eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit nicht unterschritten werden, da es sonst zu einem Strömungsabriss kommt und die Auftriebskraft nicht mehr ausreicht, das Flugzeug in der Luft zu halten. Die wesentlichen Faktoren, die die Auftriebskraft beeinflussen sind die Geschwindigkeit der umströmenden Luft sowie das Profil des Flügels. Eine größere Wölbung und eine größere Fläche des Flügels erzeugen einen höheren Auftrieb. Als negative Auswirkung entsteht aber mit größerer Wölbung und Fläche ein höherer Luftwiderstand, wodurch die Geschwindigkeit des Flugzeuges abnimmt.*

*Bei einem konventionellen Tragflügelprofil wird ein Kompromiss zwischen Auftrieb und Geschwindigkeit gesucht. Dabei müssen Wölbung und Fläche so groß ausgelegt sein, dass der Auftrieb hoch genug ist. Andererseits muss sie klein sein, um einen geringen Luftwiderstand und damit eine ausreichend hohe Geschwindigkeit erzielen zu können. Die Kompromisslösung sucht die „goldene Mitte“ (vgl. Bild 4.8):*

- a) keine Wölbung: geringer Auftrieb, geringer Luftwiderstand,
- b) große Wölbung: hoher Auftrieb, hoher Luftwiderstand,
- c) daraus der Kompromiss: etwas gewölbt, dadurch etwas weniger Auftrieb und etwas weniger Luftwiderstand.

*Die Formulierung des Widerspruches zeigt zwei gegensätzliche Anforderungen: der Auftrieb soll möglichst groß werden, jedoch die Geschwindigkeit soll ebenfalls groß werden.*



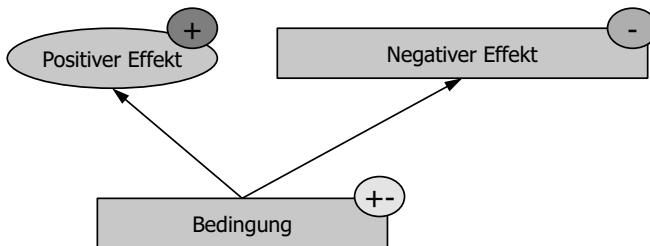


**Bild 4.8** Kompromiss in den Anforderungen an ein Tragflügelprofil

Die Formulierung von Widersprüchen hat eine wichtige Wirkung im Problemlösungsprozess: der Anwender befasst sich mit einer sehr konzentrierten Problemformulierung. Die Formulierung von Widersprüchen bringt das Kernproblem der Aufgabenstellung auf den Punkt. Gelingt die gezielte Formulierung eines Widerspruchs, so ist das eigentliche Kernproblem erkannt. Dies bedeutet einen großen Schritt hin zur Problemlösung. Die scharfe Problemformulierung mit Hilfe des Widerspruchs ist bereits die halbe Lösung und wird damit zur Basis innovativer erfinderischer Arbeit.

### 4.3.2 Formulierung von Widersprüchen

Die Formulierung von Widersprüchen basiert darauf, dass von einem technischen System neben nützlichen (positiven) Funktionen gleichzeitig auch schädliche (negative) Effekte ausgehen. Beide Effekte basieren auf einer bestimmten Bedingung, die diese Effekte auslöst (Bild 4.9).



**Bild 4.9** Darstellung eines Widerspruchs

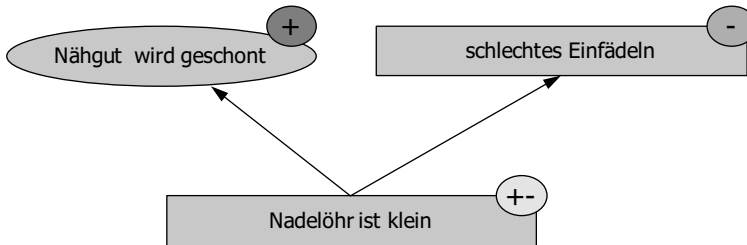
#### Beispiel 4.9:

*In der deutschen Offenlegungsschrift DE 198 49 558 wird folgendes Problem beschrieben: Eine Nähnadel besitzt ein Nadelöhr durch das der Nähfaden eingefädelt wird, der dann mit Hilfe der Nähnadel durch das Einstichloch und damit durch das zu nähende Nähgut gezogen wird (Bild 4.10).*



**Bild 4.10** Nähnadel

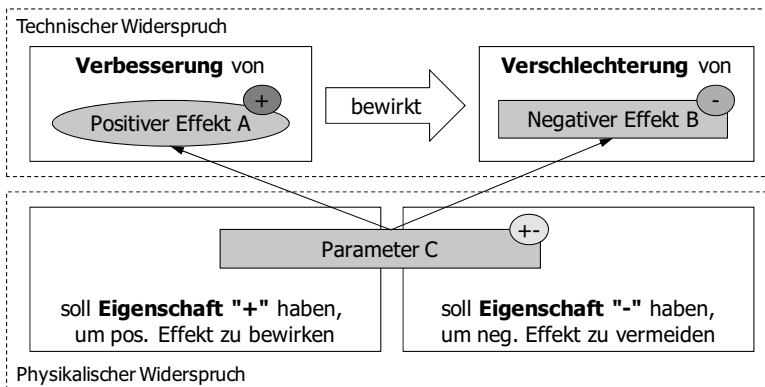
Die herkömmliche Nähnaedel besitzt ein recht kleines Nadelöhr. Dies hat den Vorteil, dass das Einstichloch im Nähgut nicht übermäßig groß wird, das Nähgut also nicht allzu sehr beschädigt wird. Das kleine Nadelöhr hat jedoch den Nachteil, dass das Einfädeln des Nähfadens erschwert wird.



**Bild 4.11** Widerspruch des Nadelöhrs der Nähnaedel

Bisherige Nähnaedeln haben ein Öhr, dessen Größe sich danach richtet, wie groß maximal das Einstichloch in das zu nähende Material werden darf, ohne das Material zu beschädigen. Als Kompromiss wird das Nadelöhr in seiner Größe so gewählt, dass das Einfädeln noch möglich ist und das Nähgut nicht allzu sehr zerstört wird.

Die TRIZ unterscheidet zwei Arten von Widersprüchen, den sogenannten „technischen Widerspruch“ und den sogenannten „physikalischen Widerspruch“. Bild 4.12 zeigt den Zusammenhang zwischen technischem und physikalischem Widerspruch.



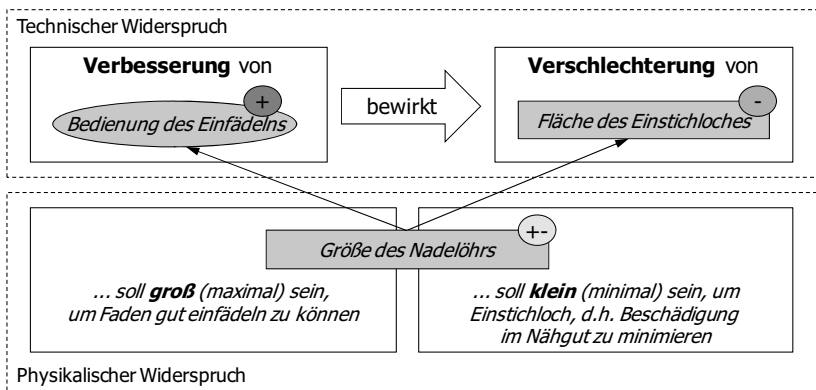
**Bild 4.12** Technischer und physikalischer Widerspruch

Zur Formulierung des „**technischen Widerspruchs**“ (TW) werden die nützlichen und schädlichen Funktionen bzw. Effekte nun in ihrer Wirkrichtung betrachtet. Wenn eine Eigenschaft oder ein Parameter A des Systems (d.h. eine Zielgröße) verbessert werden soll, eine andere Eigenschaft oder ein anderer Parameter B des

gleichen Systems (d.h. eine andere Zielgröße) dadurch aber verschlechtert wird, beschreibt dies einen technischen Widerspruch. Das Kennzeichen eines technischen Widerspruches ist also die gleichzeitige Verbesserung ( $A \uparrow$ ) und Verschlechterung ( $B \downarrow$ ) von Systemparametern bezüglich deren Systemleistung. Technische Widersprüche werden wir mit Hilfe der sogenannten „Innovationsprinzipien“ auflösen (vgl. Kapitel 4.3.3).

Der „**physikalische Widerspruch**“ (PW) fordert für einen (physikalischen) Parameter C eine bestimmte Eigenschaft (C+), um eine Anforderung zu erfüllen, und gleichzeitig genau ihre entgegengesetzte Eigenschaft (C-), um eine andere Anforderung zu erfüllen. Diese Form des Widerspruchs kann vereinfacht beschrieben werden mit der Formulierung „Der Parameter soll ... sein, um den nützlichen Effekt zu erhalten, soll aber auch genau gegenteilig sein, um den schädlichen Effekt zu vermeiden!“. Die Suche nach dem geeigneten Parameter C wird erleichtert, wenn wir uns den extrem nützlichen oder den extrem schädlichen Zustand der Effekte A bzw. B vorstellen. Wichtig dabei ist, dass zwei verschiedene Werte bzw. Ausprägungen eines Parameters (C) einer Komponente zu formulieren sind. Es kostet zunächst Überwindung, die Extremform eines physikalischen Widerspruchs zu formulieren, da es utopisch erscheint, diesen Widerspruch jemals zu beseitigen. Wir werden aber sehen, dass mit Hilfe der Separationsprinzipien das „Unmögliche“ gelingt (vgl. Kapitel 4.3.5).

#### Beispiel 4.8 (Fortsetzung):



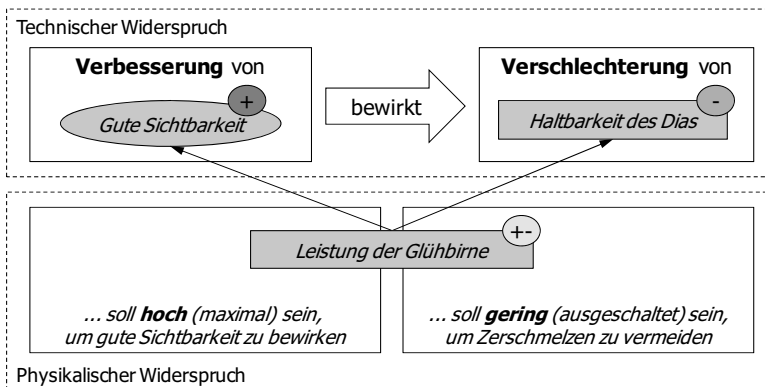
**Bild 4.13** Technischer und physikalischer Widerspruch am Beispiel Nähnadel

*Wird das Nadelöhr vergrößert, so verbessert sich der Bedienkomfort des Einfädels des Nähfadens ( $A \uparrow$ ) aber es verschlechtert sich die Querschnittsfläche der Nähnadel bzw. die des Einstichloches ( $B \downarrow$ ), so dass das Nähgut übermäßig beschädigt wird. Der sich verändernde physikalische Parameter ist die Größe des Nadelöhrs. Einerseits soll das*

*Nadelöhr groß sein (C+), um ein bequemes Einfädeln zu ermöglichen, andererseits soll das Nadelöhr klein sein (C-), um das Nähgut nicht zu beschädigen (Bild 4.13).*

#### Beispiel 4.10:

*Die Glühbirne eines Diaprojektors beleuchtet das zu projizierende Dia, erzeugt aber gleichzeitig für das Dia schädigende Wärme. Eine Verbesserung der Sichtbarkeit (A↑) des Bildes durch eine hellere Glühbirne hat eine Verschlechterung der Haltbarkeit (B↓) des Dias durch eine Erhöhung der Hitzewirkung zur Folge (Bild 4.14).*



**Bild 4.14** Technischer und physikalischer Widerspruch am Beispiel Diaprojektor

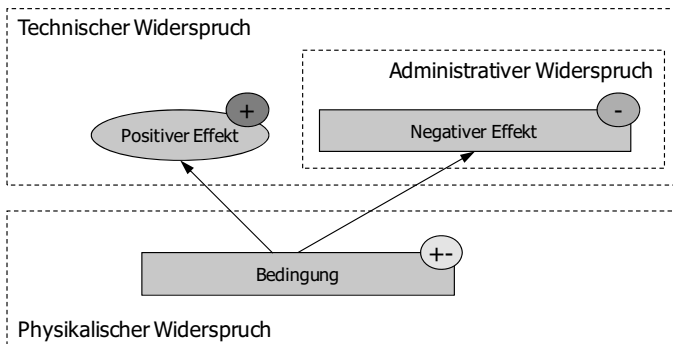
*Eine optimale Projektion ist gegeben, wenn die Glühbirne extrem hell ist, dabei wird allerdings das Diamaterial stark durch Hitze belastet bzw. sogar zerschmolzen. Ein optimaler Schutz vor Hitzewirkung wäre gegeben, wenn die Glühbirne kaum leuchten würde oder ganz ausgeschaltet wäre. Der physikalische Widerspruch lautet für die Lampen-Eigenschaft also: Die Lampe soll eingeschaltet sein und mit extremer Leistung brennen, um eine optimale Beleuchtung zu gewährleisten (C+), sie soll gleichzeitig ausgeschaltet sein, um keine Hitze zu erzeugen (C-) und das Dia nicht zu beschädigen.*

Eine erfinderische Problemlösung beseitigt den Widerspruch. Für den technischen Widerspruch bedeutet dies, dass der eine Parameter (A) verbessert und gleichzeitig der andere Parameter (B) nicht verschlechtert oder sogar ebenfalls verbessert wird. Für den physikalischen Widerspruch bedeutet dies, dass im technischen System beide Zustände (sowohl C+ als auch C-) realisiert werden. Nach der erfinderischen Problemlösung existieren die zuvor formulierten Widersprüche nicht mehr.

An den oben beschriebenen Beispielen lässt sich erkennen, dass technischer und physikalischer Widerspruch ineinander überführt werden können. In der Praxis zeigt sich, dass nach etwas Übung die Formulierung eines physikalischen Wider-

spruches oftmals leichter erscheint, als die Formulierung des technischen Widerspruches und die Problemlösung auch ohne Formulierung des technischen Widerspruches gelingt. Die Formulierung des technischen Widerspruches erlaubt uns aber die Nutzung der sogenannten „Widerspruchsmatrix“, die uns einen recht zielsicheren Hinweis auf geeignete Lösungsprinzipien gibt.

Neben den technischen und den physikalischen Widersprüchen wird gelegentlich auch der sogenannte administrative Widerspruch erwähnt (Bild 4.15).



**Bild 4.15** Administrativer, technischer und physikalischer Widerspruch

Ein administrativer Widerspruch ist im Grunde kein Widerspruch sondern lediglich die Formulierung eines negativen Effektes. Der administrative Widerspruch ist also der anfänglich unzufrieden stellende Ausgangspunkt zur Erarbeitung der beiden analytisch tieferen Widerspruchsformen, des technischen und des physikalischen Widerspruches.

### 4.3.3 Innovationsprinzipien zur Auflösung technischer Widersprüche

Innovationsprinzipien sind prinzipielle Lösungskonzepte zur Auflösung von technischen Widersprüchen.

#### Schritt „Analoge Lösungen“ in Phase „Lösungssuche“

**WANN** – Welche Fragen werden beantwortet?

- Wie lässt sich der technische Widerspruch auflösen?
- Wie wurde ein analoges Problem in der Vergangenheit gelöst?

**INPUT** – Welche Daten werden benötigt?

- Formulierung des technischen Widerspruches.

**OUTPUT** – Welches Ergebnis bzw. welche Antwort erhalten wir?

- Prinzipielle Lösungskonzepte zur Auflösung eines Widerspruches.

Bei der Analyse von Patentschriften wurde festgestellt, dass das Auflösen von gleichartigen Widersprüchen durch die Anwendung gleichartiger Lösungskonzepte erfolgte. Werden diese Lösungskonzepte zusammengefasst zu universellen Prinzipien, so ergeben sich lediglich 40 Lösungsprinzipien, die sogenannten 40 Innovationsprinzipien (Bild 4.16).

- |  |   |
|--|---|
| 1. Zerlegung                             | 21. Prinzip des Durcheilens                             |
| 2. Abtrennung                            | 22. Umwandlung von Schädlichem in Nützlichem            |
| 3. Örtliche Qualität                     | 23. Rückkopplung  |
| 4. Asymmetrie                            | 24. Prinzip des Vermittlers                             |
| 5. Kopplung                              | 25. Selbstbedienung                                     |
| 6. Universalität                         | 26. Kopieren  |
| 7. Integration                           | 27. Billige Kurzlebigkeit anstelle teurer Langlebigkeit |
| 8. Gegengewicht                          | 28. Ersetzen des mechanischen Prinzips                  |
| 9. Vorherige Gegenwirkung                | 29. Anwendung von Pneumo- und Hydrokonstruktion         |
| 10. Vorherige Wirkung bzw. Aktion        | 30. Anwendung biegsamer Hüllen und dünner Folien        |
| 11. Prinzip des untergelegten Kissens    | 31. Verwendung poröser Werkstoffe                       |
| 12. Äquipotentialität                    | 32. Veränderung von Farbe und Transparenz               |
| 13. Funktionsumkehr (Inversion)          | 33. Gleichartigkeit (Homogenität)                       |
| 14. Kugelhähnlichkeit (Sphäroidalität)   | 34. Beseitigung und Regenerierung der Teile             |
| 15. Dynamisierung                        | 35. Veränderung der physikal. und chem. Eigenschaften   |
| 16. Partielle oder überschüssige Wirkung | 36. Anwendung der Phasenübergänge                       |
| 17. Übergang zu anderen Dimensionen      | 37. Anwendung der Wärmeausdehnung                       |
| 18. Ausnutzung mechanischer Schwingungen | 38. Anwendung starker Oxydationsmittel                  |
| 19. Periodische Wirkung                  | 39. Anwendung eines trägen Mediums                      |
| 20. Kontinuität der nützlichen Wirkung   | 40. Anwendung von Verbundstrukturen                     |

**Bild 4.16** Liste der 40 Innovationsprinzipien zur Überwindung technischer Widersprüche

Innovationsprinzipien stellen somit Lösungskonzepte dar, die in der Vergangenheit bereits in vielen dokumentierten Fällen erfolgreich zur Lösung von erfindnerischen Problemstellungen, speziell zur Auflösung technischer Widersprüche, angewandt wurden. Es ist also recht wahrscheinlich, dass sie auch weitere aktuelle Problemstellungen lösen.

Die Anwendung der Innovationsprinzipien erfolgt mit dem Lösungshinweis:



**Nutze die 5 Ressourcen-Typen (Stoff, Feld, Raum, Zeit, Information) im Sinne dieses Innovationsprinzips zur Problemlösung!**

Im Folgenden werden die Strategien der 40 Innovationsprinzipien mit Anwendungsempfehlungen beschrieben sowie mit typischen Beispielen verdeutlicht. Die Nutzung dieser Prinzipien zur Auflösung von technischen Widersprüchen mit Hilfe der Widerspruchsmatrix wird in Kapitel 4.3.4 erläutert. Der Leser kann ggf. dort fortfahren und die Detaillierung der 40 Innovationsprinzipien zu einem späteren Zeitpunkt nachlesen.

# Stichwortverzeichnis

## A

AFE 251  
Altschuller 21  
Analytische Logik 8  
Anforderungen 63  
Anforderungsliste 230  
Antizipierende Fehlererkennung 251  
Anwendungsbereich 28  
ARIZ 22, 227, 235  
Auffassungsgrenzen 16  
Ausarbeitungsphase 242

## B

Benchmark 245  
Bestandsanalyse 179

## C

CAI 232, 257  
CTQ 255

## D

Definitionsphase 240  
Design for Six Sigma 254  
DFSS 254  
Dienstleistung 7  
Directed Evolution® 182  
Diskursive Methoden 12  
DMAIC 253  
Doppelprinzipien 94

## E

Effekte 29, 208  
Effektivität 239  
Effizienz 239  
Eindeutigkeit 45  
Einfachheit 45  
Eingangsparameter 96, 100  
Entdeckung 27  
Entwurfphase 241  
Erfinderische Problemlösung 68  
Erfindung 1  
Erfolgsfaktoren 7  
Erleuchtung 15  
ETRIA 261f.  
Evolution 9, 25, 148, 191  
– funktionale 157  
– gerichtet 182  
– Gesetze der 162  
– Glockenkurve 155  
– Linien der 151  
– Modelle 152  
– Potenzialanalyse 179, 234f.  
– S-Kurve 152  
– Trends der 151  
Evolution Forecast 181  
Evolutions-Baum 161  
Evolutionsgesetze 42, 151  
Evolutionsprognose 181

## F

Feature Transfer 217, 245  
Felder 55, 186

FMEA 251  
 Function Oriented Search, FOS 219  
 Funktion 120  
 – invertiert 252  
 – nützliche, positive 120  
 – primäre nützliche 227  
 – schädliche, negative 120  
 Funktionsanalyse 116  
 Funktionsmodell 118, 183  
 – Komponenten 119  
 – prozessorientiert 128  
 Funktionsorientierte Suche 219  
 Funktionsstruktur 116, 242

## H

Hauptfunktion 117  
 House of Quality 246

## I

Ideale Maschine 40  
 Ideales Endresultat 39  
 Idealität 17, 36, 245  
 – Erhöhung der 46  
 – Grad der 47  
 Idee 1  
 IER 39  
 Inkubation 14  
 Innovation 1  
 Innovations-Checkliste 226  
 Innovationsmatrix 95  
 Innovationsprinzipien 67, 69  
 Innovationsprozess 3  
 Innovationstechnologien 2  
 Interaktion 121, 188  
 Intuitive Methoden 12

## K

Kernproblem 65  
 Konstruktionslehre, klassische 13, 240  
 Konzeptionsphase 241  
 Kostenreduzierung 133, 150, 233  
 Kreativität 9, 11, 197

Kreativitätsbarrieren 12  
 Kundenanforderungen 213

## L

Lastenheft 230, 241  
 Latente Bedürfnisse 44  
 Lebenszyklus 152  
 Lösungsauswahl 221  
 Lösungsbewertung 222  
 Lösungsvarianten 16, 243

## M

Main Parameter of Value 159  
 Marketingplanung, strategische 244  
 Market Pull 244  
 Markttrends 213  
 Matrix 2003 104  
 MATRIZ 261  
 Mini-Problem 237  
 Morphologische Matrix 16, 243  
 Multi-Kriterien-Entscheidungsmatrix  
 223

## N

Nebenfunktion 117  
 Neuentwicklung 233  
 Neun-Felder-Denken 204  
 Niveau der Lösung 26, 155  
 Nutzwert-Parameter 159

## O

Obersystem 205  
 Operator 203  
 Operator MZK 203

## P

Patent 1  
 Patentanalyse 21  
 Patentschirm 150, 179  
 Patentumgehung 133, 234



Pioniererfindung 21, 27  
Problemformulierung 126, 138, 147  
Problemlöser 5  
Produkt 6, 120  
Produktvarianten 243  
Prozess 6  
Prozessanalyse 127

## Q

QFD-Analyse 212, 246  
QFD-Masterplan 250  
QFD-Phasenmodell 249

## R

Reifegrad 150, 179  
Rentabilität 154  
Ressourcen  
– feldförmig 55  
– funktional 61  
– ideale 52  
– Informations- 61  
– räumlich 59  
– stofflich 53  
– zeitlich 60  
Roadmap 32  
Root Conflict 136  
Root-Conflict-Analysis 134, 256

## S

Schutzrecht 1  
Separation 107  
– der Struktur 110  
– durch Bedingungswechsel 111  
– räumlich 108  
– zeitlich 109  
Separationsprinzipien 67, 106  
Sicherheit 45  
S-Kurven-Analyse 159  
Software 257  
Standards 23, 189  
– erfinderische 189  
– Klassen 190

Stoff-Feld-Modell 183  
– mit negativem Effekt 187  
– unvollständig 187  
– unzureichend 187  
Supereffektanalyse 62  
System 205  
Systematische Innovation 7  
– Phasen der 18  
Systemkomponenten 205  
System Operator 204

## T

Talentiertes Denken 204  
Technology Push 244  
Teilproblem 126  
TIPS 21  
Trimmen 130, 233f.  
TRIZ 21  
– klassische 35  
– xTRIZ 36

## U

Umkehrprinzipien 94  
Untersystem 205  
Ursache 140  
– Typen von 143  
– verborgene 147  
– Verknüpfung von 142  
– vermutete 141  
Ursachenanalyse 135  
Ursachen-Wirkungskette 136  
Ursache-Wirkungs-Diagramm 135

## V

Value-Conflict Mapping 210, 245  
VCM-Diagramm 215  
Versuch und Irrtum 15  
Voice of the market 211  
Vorhersage 179

**W**

Wahrer Kundenwunsch 44  
Weiterentwicklung 235  
WEPOL 184  
Werkzeug 120  
Widerspruch 24, 62, 249  
– Administrativer 69, 146  
– Physikalischer 67, 106, 146  
– Technischer 66, 96, 146  
Widerspruchsmatrix 95  
Wissensbasis 8, 29

**X**

X-Ressource 124, 233

**Z**

Zertifikat 261  
Zieldefinition 42  
Zielkonflikt 247  
Zwergen-Modell 197, 234, 252