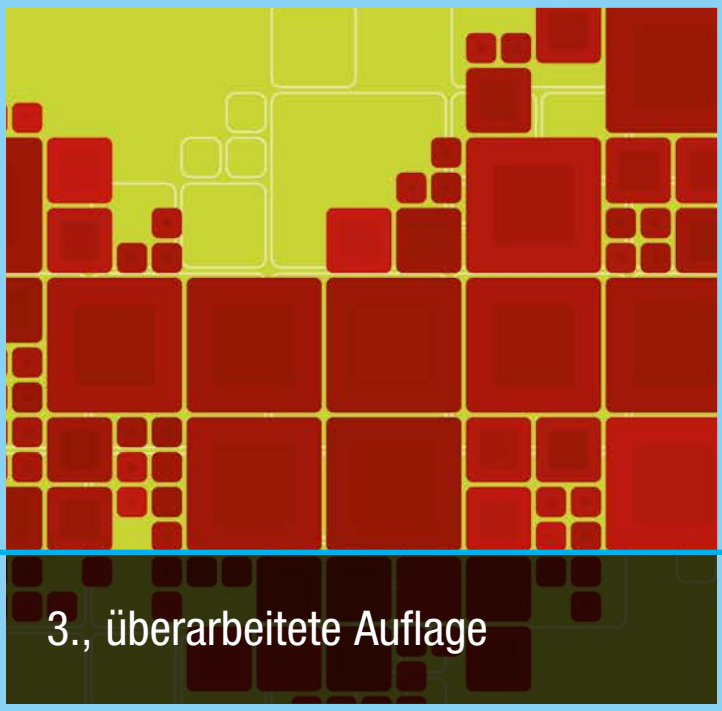
Karl Koltze
Valeri Souchkov

Systematische Innovation

TRIZ-Anwendung in der Produkt- und Prozessentwicklung



3., überarbeitete Auflage

HANSER

Koltze / Souchkov

Systematische Innovation

Ihr Plus – digitale Zusatzinhalte!
Auf unserem Download-Portal finden Sie zu diesem Titel kostenloses Zusatzmaterial. Geben Sie dazu einfach diesen Code ein:

plus-7qizs-97ri8

plus.hanser-fachbuch.de

Karl Koltze
Valeri Souchkov

Systematische Innovation

TRIZ-Anwendung in der Produkt- und Prozessentwicklung

3., überarbeitete Auflage

HANSER

Erscheint in der Praxisreihe Qualitätswissen, die ab 2016 von Kurt Matyas herausgegeben wird; Herausgeber vom Gründungsjahr bis 2016 Franz J. Brunner

Print-ISBN: 978-3-446-48088-9
E-Book-ISBN: 978-3-446-48135-0
E-Pub-ISBN: 978-3-446-48495-5

Die allgemein verwendeten Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Alle in diesem Werk enthaltenen Informationen, Verfahren und Darstellungen wurden zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nach bestem Wissen zusammengestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Werk enthaltenen Informationen für Autor:innen, Herausgeber:innen und Verlag mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor:innen, Herausgeber:innen und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Weise aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht. Ebenso wenig übernehmen Autor:innen, Herausgeber:innen und Verlag die Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt also auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benützt werden dürften.

Die endgültige Entscheidung über die Eignung der Informationen für die vorgesehene Verwendung in einer bestimmten Anwendung liegt in der alleinigen Verantwortung des Nutzers.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Werkes, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 UrhG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.
Wir behalten uns auch eine Nutzung des Werks für Zwecke des Text- und Data Mining nach § 44b UrhG ausdrücklich vor.

© 2025 Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, München
Kolbergerstraße 22 | 81679 München | info@hanser.de
www.hanser-fachbuch.de
Lektorat: Lisa Hoffmann-Bäuml
Herstellung: le-tex publishing services GmbH, Leipzig
Coverkonzept: Marc Müller-Bremer, www.rebranding.de, München
Covergestaltung: Thomas West
Titelmotiv: © Stephan Rönigk, unter Verwendung von Grafiken von gettyimages.de/aleksandarvelasevic
Satz: Eberl & Koesel Studio, Kempten
Druck: Elanders Waiblingen GmbH, Waiblingen
Printed in Germany

Inhalt

Vorwort zur dritten Auflage ..... **XI**

Vorwörter zur ersten Auflage ..... **XIII**

1 Einleitung **1**

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

2 Kreativität und Methodik **11**

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

3 Die Theorie der erfinderischen Problemlösung **21**

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

4 Werkzeuge systematischer Innovation mit TRIZ 35
4.1 Idealität 36
4.1.1 Maximaler Nutzen 39
4.1.2 Ideales technisches System 40
4.1.3 Ideales Endresultat (IER) 42
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 48
4.2 Ressourcenanalyse 50
4.2.1 Stoffliche Ressourcen 54
4.2.2 Feldförmige Ressourcen 56
4.2.3 Räumliche Ressourcen 60
4.2.4 Zeitliche Ressourcen 61
4.2.5 Informations-Ressourcen 61
4.2.6 Funktionale Ressourcen 62
4.3 Widersprüche 63
4.3.1 Erfindung als Auflösung von Widersprüchen 64
4.3.2 Formulierung von Widersprüchen 66
4.3.3 Innovationsprinzipien zur Auflösung technischer Widersprüche 70
4.3.4 Auswahl der Lösungsprinzipien technischer Widersprüche 97
4.3.4.1 Strukturierung der Innovationsprinzipien 97
4.3.4.2 Widerspruchsmatrix zur geführten Lösung 99
4.3.4.3 Widerspruchsmatrix nach Altschuller 103
4.3.4.4 Matrix 2003 108
4.3.5 Separationsprinzipien zur Auflösung physikalischer Widersprüche 109
4.3.5.1 Separation im Raum 111
4.3.5.2 Separation in der Zeit 113
4.3.5.3 Separation in der Struktur 114
4.3.5.4 Separation durch Bedingungswechsel 115
4.3.6 Problemlösung durch Kombination von Innovations- und Separationsprinzipien 116

4.3.7 Betrachtung der Parameter widersprüchlicher Anforderungen .. 118
4.3.8 Lösung widersprüchlicher Anforderungen durch Veränderung des Wirkprinzips 118
4.4 Funktionsanalyse 119
4.4.1 Funktionsmodell der TRIZ 121
4.4.2 Aufgabenformulierung am Funktionsmodell 129
4.5 Prozessanalyse 130
4.5.1 Klassische Funktionsstruktur 130
4.5.2 Prozessorientiertes Funktionsmodell 131
4.6 Trimmen 133
4.7 Root-Conflict-Analysis (RCA+) 137
4.7.1 Methoden der Ursachenanalyse 139
4.7.2 Anwendung des Ursache-Wirkungs-Ketten-Modells zur Problemformulierung 140
4.7.3 Anwendung der Root-Conflict-Analysis (RCA+) 142
4.8 Evolution technischer Systeme 152
4.8.1 Modelle der Evolution technischer Systeme 156
4.8.2 Generelle Trends funktionaler Evolution 162
4.8.3 S-Kurven-Analyse 164
4.8.4 Evolutionsbaum technischer Systeme 166
4.8.5 Gesetze der Evolution technischer Systeme 167
4.8.5.1 Gesetz der Vollständigkeit des Systems 167
4.8.5.2 Gesetz der Vollständigkeit des Obersystems 168
4.8.5.3 Gesetz der Erhöhung der Idealität 169
4.8.5.4 Gesetz der ungleichen Entwicklung von Systemteilen ... 169
4.8.5.5 Gesetz der Erhöhung von Stoff-Feld-Interaktionen 170
4.8.6 Evolutionslinien und -trends technischer Systeme 171
4.8.6.1 Dynamisierung 171
4.8.6.2 Koordination und Evolution der Rhythmik 173
4.8.6.3 Gestalt- und Formkoordination 174
4.8.6.4 Evolution der Geometrie 175
4.8.6.5 Erhöhung des Energie-Leitvermögens 177
4.8.6.6 Übergang auf die Mikro-Ebene 178
4.8.6.7 Zunehmende Steuerbarkeit 179
4.8.6.8 Erhöhung der Automation 180

4.8.6.9 Übergang zum Obersystem ... 182
4.8.6.10 Zusammenfall ... 183
4.8.7 Evolutionspotenzial-Analyse ... 184
4.8.8 TRIZ-Vorhersage ... 186
4.8.8.1 TRIZ-Based Evolution Forecast ... 186
4.8.8.2 Gerichtete Evolution (Directed Evolution®) ... 187
4.9 Stoff-Feld-Modell ... 189
4.9.1 Aufbau eines Stoff-Feld-Modells ... 190
4.9.2 Problemformulierung im Stoff-Feld-Modell ... 193
4.10 Erfinderische Standards ... 194
4.10.1 Aufbau des Systems der erfinderischen Standards ... 195
4.10.2 Anwendung erfinderischer Standards zur Problemlösung ... 198
4.11 Denkhilfen und Unterstützung der Kreativität ... 203
4.11.1 Methode der kleinen Zwerge ... 203
4.11.2 Operator MZK ... 209
4.11.3 9-Felder-Denken (System-Operator) ... 210
4.12 Effekte ... 214
4.13 Value-Conflict-Mapping (VCM) ... 216
4.14 Feature-Transfer ... 222
4.15 Funktionsorientierte Suche (FOS) ... 224
4.16 Lösungsbewertung und -auswahl ... 226

5 Der systematische Innovationsprozess ... 231

5.1 Die Innovationscheckliste ... 232
5.1.1 Informationen zum System ... 233
5.1.2 Informationen zum Problem ... 234
5.1.3 Formulierung der Idealität ... 235
5.1.4 Historie vorangegangener Lösungsversuche ... 235
5.1.5 Analoge Probleme und Lösungen ... 235
5.1.6 Ressourcen ... 236
5.1.7 Veränderbarkeit des Systems ... 236
5.1.8 Lastenheft und Auswahlkriterien ... 236
5.2 TRIZ-Prozess-Ablaufplan ... 237
5.2.1 Negative Effekte und widersprüchliche Anforderungen ... 239
5.2.2 Kostenreduzierung ... 239

5.2.3 Neuentwicklung von Systemen ... 239
5.2.4 Patentumgehung ... 240
5.2.5 Festlegung zukünftiger Entwicklungsschritte ... 240
5.2.6 Weiterentwicklung ohne erkennbare Problemstellung ... 241
5.3 Algorithmus der erfinderischen Problemlösung (ARIZ) ... 241
5.3.1 Anwendung des ARIZ-85C ... 243

6 Integration der TRIZ in den Produktentwicklungsprozess ... 245
6.1 TRIZ und klassische methodische Konstruktion ... 246
6.1.1 Unterstützung der Entwicklungsphasen ... 246
6.1.2 Denken in Funktionen und Prozessen ... 248
6.1.3 Verknüpfung mit der Morphologischen Matrix ... 249
6.2 TRIZ und strategische Marketingplanung ... 250
6.3 TRIZ und Total Quality Management ... 252
6.3.1 Technische und physikalische Widersprüche in der QFD ... 252
6.3.2 QFD und das TRIZ-Denken in Funktionen ... 255
6.3.3 Antizipierende Fehlererkennung (AFE) in der FMEA ... 257
6.4 TRIZ und (Design for) Six Sigma ... 259
6.5 TRIZ für Business und Management ... 261
6.6 Softwareunterstützung ... 263

7 TRIZ und Nachhaltigkeit ... 265
7.1 Kriterien für Nachhaltigkeit ... 265
7.2 Idealität und Nachhaltigkeit ... 268
7.3 9-Felder-Modell und Nachhaltigkeit ... 270
7.4 Funktionsanalyse aus Nachhaltigkeitssicht ... 271
7.5 Trimmen für Suffizienz, Konsistenz und Effizienz ... 273
7.6 Ideal nachhaltige Ressourcen ... 274
7.7 Zielkonflikte der Nachhaltigkeitskonzeption ... 277
7.8 TRIZ-Nutzung für Nachhaltigkeitsprojekte ... 278

8 Qualifizierung und Zertifizierung ... 281
8.1 TRIZ-Zertifizierung ... 281
8.2 ETRIA TRIZ-Level ... 282

9 Anhang der Arbeitsmittel ... 287
9.1 Roadmap systematischer Innovation mit TRIZ ... 287
9.2 Ressourcen und Effekte ... 288
9.3 Widerspruchsmatrix nach Altschuller ... 294
9.4 Widerspruchsmatrix „Matrix 2003“ ... 296
9.5 76 Standards ... 300
9.5.1 Klasse 1: Synthese und Zerlegung von Stoff-Feld-Systemen ... 300
9.5.2 Klasse 2: Weiterentwicklung von Stoff-Feld-Systemen ... 306
9.5.3 Klasse 3: Übergang in das Obersystem und zur Mikro-Ebene ... 316
9.5.4 Klasse 4: Messung und Erkennung in Stoff-Feld-Systemen ... 318
9.5.5 Klasse 5: Hilfestellungen ... 325
9.6 ARIZ-85C ... 331
9.6.1 Analyse der Aufgabe ... 332
9.6.2 Analyse des Problemmodells der Aufgabe ... 339
9.6.3 Definition des IER und des physikalischen Widerspruchs ... 342
9.6.4 Mobilisierung und Anwendung der Stoff-Feld-Ressourcen ... 346
9.6.5 Anwendung der Wissensdatenbank der TRIZ ... 356
9.6.6 Veränderung oder Ersatz der Aufgabe ... 357
9.6.7 Analyse der Prinzipien zur Beseitigung des physikalischen Widerspruchs ... 359
9.6.8 Anwendung der gewonnenen Lösung ... 360
9.6.9 Analyse des Lösungsverlaufs ... 361

Die Autoren ... 363

Literatur ... 365

Index ... 369

Vorwort zur dritten 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 Association (ETRIA) definiert (Kapitel 8), um für die (Hochschul-)Lehre einen Qualitätsmaßstab zur Verfügung zu stellen. Entsprechende Seminare und Zertifikatsprüfungen können z. B. an der Hochschule Niederrhein belegt werden.

Die dritte Auflage des Buches haben wir um das Thema „Nachhaltigkeit“ ergänzt (Kapitel 7). Die Entwicklung von nachhaltigen Produkten und Prozesses ist in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus gerückt, um die aufkommenden ökologischen, sozi-

alen und auch wirtschaftlichen Probleme zu lösen. Hier bietet die TRIZ grundlegende Denkmodelle und unterstützende adaptierte Werkzeuge, die bei Nachhaltigkeitsprojekten hilfreich eingesetzt werden können. Ergänzende Dokumente und Arbeitsmittel zu diesem Buch finden Sie unter *plus.hanser-fachbuch.de*.

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

Wegberg, Frühjahr 2025

Karl Koltze

Vorwörter zur ersten Auflage

Nach der Öffnung der Sowjetunion entstand 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 es 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 des „Algorithmus zur erfinderischen Problemlösung“ (ARIZ) ab.

Die Realisierung eines solchen Buchs ist nur durch viele helfende Hände möglich. Wir danken all jenen, die zum Gelingen des Buchs 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 Buchs 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 zehn 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 Ver-

besserung 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*** (in deutscher Sprache) oder an ***valeri@xtriz.com*** (in englischer Sprache).

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!

Karl Koltze

***

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 Altschuller. 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 1970 s to give a title to the work of Altschuller 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 innova-

tive 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. Altschuller Foundation *(www.altshuller.ru)* which kindly provided us with permission to translate and publish original texts of Altschuller. Third, to Hanser Fachbuch, 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

Enschede, The Netherlands

ICG Training & Consulting

www.xtriz.net

European TRIZ Association (ETRIA)

www.etria.eu

1 Einleitung

1.1 Erfindung und Innovation

Innovation entsteht auf Basis einer Erfindung (engl. „Invention“). Eine Erfindung ist eine neuartige Idee, wie ein Problem prinzipiell lösbar ist, ein Lösungskonzept. Oftmals erscheint eine derartige Idee so wertvoll, dass der Wunsch besteht, sie rechtlich gegen Nachahmung zu schützen. Dies geschieht, indem das Lösungskonzept zum Patent angemeldet wird. Ein Patent ist ein Schutzrecht, das heißt das Recht auf die alleinige Nutzung der Erfindung. Es garantiert jedoch noch kein erfolgreiches Produkt. Das Lösungskonzept muss weiterentwickelt und in ein marktfähiges Produkt umgesetzt werden. Von einer technisch erfolgreichen Umsetzung kann gesprochen werden, wenn das Produkt bzw. der Prozess zunächst einmal fehlerfrei funktioniert. Wenn der Markt dann einen besonderen Wert bzw. eine Wertsteigerung gegenüber den bisher im Markt befindlichen Produkten bzw. Prozessen erkennt, ist die Erfindung erfolgreich vermarktbar.

Innovation = Neue Idee (+ Patent) + Erfolgreiche Umsetzung + Erkennbarer (Markt-)Wert

Der Innovationsprozess beinhaltet im Wesentlichen die Schritte

a) Ideenfindung,

b) Ideenbewertung und Auswahl,

c) Umsetzung der erfinderischen Idee in ein marktfähiges Produkt bzw. einen marktfähigen Prozess,

d) Vermarktung.

Beispiel 1.1

In der Vergangenheit wurde die Erfindung „Auftrieb mit einem speziell geformten Flügelprofil“ nach und nach in die Innovation „Flugzeug“ umgesetzt und vermarktet.

In der industriellen Praxis gibt es unterschiedliche Problemstellungen, die die Grenzen herkömmlicher Lösungen aufzeigen und Innovationsprozesse auslösen können, beispielsweise

- Barrieren in der Leistungsfähigkeit von Produkten und Prozessen,
- sich neu entwickelnde oder verändernde Marktbedürfnisse,
- das Erkennen bisher unerkannter (sog. „latenter“) Kundenbedürfnisse,
- neue wissenschaftliche Entdeckungen,
- strategisch notwendige Technologie- und Marktdiversifikation,
- störende negative Effekte bisheriger Produkte und Prozesse,
- zu hohe Kosten,
- aufkommende Wettbewerbsaktivitäten.

Ergebnis des Innovationsprozesses sind Problemlösungen, die besser als zuvor funktionieren und besser als zuvor an die Bedürfnisse des Kunden, des Marktes bzw. des sich verändernden Umfelds angepasst sind. Innovationen sind dann erfolgreich, wenn einerseits ihr Wert deutlich für den Markt erkennbar ist, sie andererseits aber auch in das konkrete Umfeld passen. Wenn Letzteres nicht gegeben ist, können selbst technisch innovative Produkte und Prozesse keinen Markterfolg haben. In der Technikgeschichte gibt es immer wieder Beispiele für Produkte, „deren Zeit noch nicht reif war“, wie die Entwicklungen von Elektrofahrzeugen um 1900. Der Innovationsprozess beinhaltet also nicht nur die Erarbeitung von einzelnen Problemlösungen, sondern auch die Integration dieser Lösungen in das Umfeld – gegebenenfalls sogar die aktive Schaffung eines geeigneten Umfelds für das neu zu vermarktende Produkt. In den kommenden Kapiteln wird auf die Berücksichtigung des Aspekts „Umfeld“ insbesondere zur Lösungsauswahl noch ausführlicher eingegangen.

1.2 Innovationstechnologien

Die Phasen des Innovationsprozesses, der schrittweisen, systematischen Produkt- und Prozessentstehung, sind durch die Richtlinien des VDI (Verein Deutscher Ingenieure) und die grundlegende Literatur der klassischen methodischen Konstruktion beschrieben (vgl. VDI 2221, VDI 2222, VDI 2223, VDI 2206 sowie [Pah97], [Koll98]). In

der industriellen Praxis haben sich einige den Innovationsprozess unterstützende Methoden, Techniken, Verfahren und Werkzeuge, sogenannte Innovationstechnologien, etabliert. Im Produktentwicklungsprozess sind dies insbesondere

- die **virtuelle Produktentwicklung** mit Werkzeugen wie **CAD/CAE** (Computer Aided Design/Computer Aided Engineering), **FEM** (Finite Elemente Methode), **CFD** (Computational Fluid Dynamics) für Strömungssimulationen, Toleranzanalysen oder Berechnungs- und Simulationssoftware wie MatLab und Simulink,
- die Verfahren der klassischen **methodischen Konstruktionslehre** wie die Funktionsstruktur oder die Morphologie,
- klassische **Kreativitätstechniken** wie Brainstorming, MindMap und andere.

Auch das Qualitätsmanagement kennt Techniken und Verfahren zur Optimierung von Produkten und Prozessen, die inzwischen standardmäßig genutzt werden, angefangen von einzelnen Werkzeugen wie

- **QFD** (Quality Function Deployment),
- **FMEA** (Failure Mode and Effect Analysis),
- **DoE** (Design of Experiments),
- **SPC** (Statistical Process Control),

bis hin zu umfangreichen systematischen Projekten wie **Six-Sigma-Projekte** zur Prozessoptimierung im Rahmen des Total Quality Management (vgl. [Pfei96a], [Wap06]).

Der Umfang der Anwendung von Innovationstechnologien variiert in den Unternehmen je nach Unternehmensgröße bzw. Größe des Entwicklungsteams sowie Umfang bzw. Dauer des Entwicklungsvorhabens, aber auch je nach Neigung des Anwenders. Etablierte Innovationstechnologien werden durch neue Technologien ergänzt und mit ihnen verknüpft. So ist das Vorgehen im Rahmen von Six-Sigma-Projekten nicht zuletzt deshalb erfolgreich, weil es bereits bekannte, etablierte Methoden und Verfahren in einen systematischen und konsequenten Zusammenhang bringt. Die Theorie der erfinderischen Problemlösung (TRIZ) hat eine Fülle neuer Methoden hervorgebracht, die in den folgenden Kapiteln zunächst einzeln beschrieben werden. Diese Methoden lassen sich in den Rahmen etablierten Vorgehens eingliedern, besitzen jedoch auch derart „revolutionäre“ Gedankengänge, dass sie langfristig einzelne bisherige Vorgehensweisen ersetzen werden. Mit zunehmender Anwendungsroutine wird der TRIZ-Nutzer selbst bestimmen können, wie weit einzelne Methoden und Strategien die vorhandene Entwicklungssystematik ergänzen oder ersetzen.

Der Zeitpunkt der Anwendung einzelner Innovationstechnologien lässt sich den Phasen des Innovationsprozesses zuordnen, in denen sie meist genutzt werden (Bild 1.1).

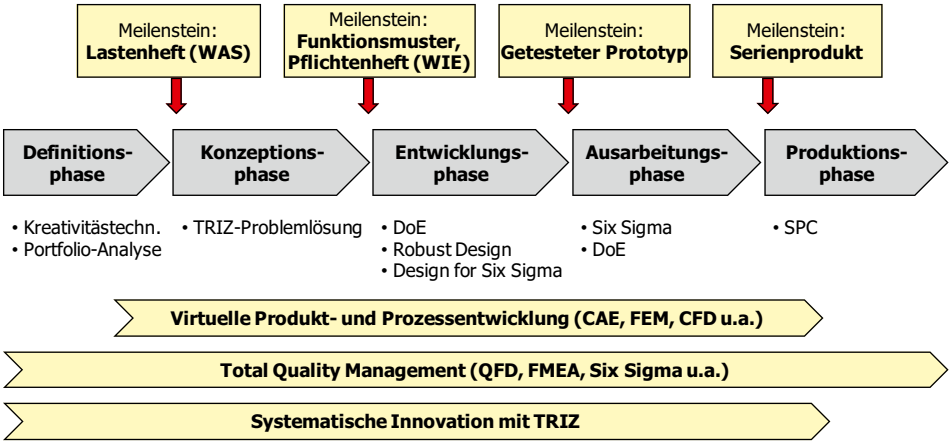


Bild 1.1 Typische Innovationstechnologien in den Phasen des Innovationsprozesses

In der Praxis zeigt sich, dass Innovationstechnologien oftmals in verschiedenen Phasen des Innovationsprozesses, ggf. nach geringfügigen Anpassungen, effizient genutzt werden können. Ein Beispiel hierfür ist die mehrstufige QFD-Analyse. Die systematische und gleichzeitig pragmatische Nutzung von Innovationstechnologien „mit Augenmaß“ in den verschiedenen Phasen der Entwicklungstätigkeit ist eine besondere Schlüsselkompetenz. Aus diesem Grund ist die Unterstützung durch interne oder externe Methodenexperten bzw. -moderatoren im Innovationsprozess meist recht hilfreich.

1.3 Bedarf für systematische Innovation

Auf der Grundlage von Studien in der Industrie wurde insbesondere durch Pannebäcker [Pan07] beschrieben, inwieweit bei der Produkt- und Prozessentwicklung ein methodisches, systematisches Vorgehen in der industriellen Praxis gewünscht und „gelebt“ wird. Eine Befragung, die 1998 bei 400 Unternehmen durchgeführt wurde, zeigte zusammenfassend folgende Aussagen, die durch unsere eigenen Praxiserfahrungen bestätigt werden können:

- Allen Phasen des Innovationsprozesses wird eine große Bedeutung für den Erfolg der Innovation beigemessen. Eine frühe Analyse- und Definitionsphase scheint jedoch recht stark zum Erfolg beizutragen.
- Die frühen Phasen des Innovationsprozesses bedürfen eher einer (Anwendungs-) Verbesserung als die späten Phasen, die eher der „klassischen“ Ingenieurarbeit entsprechen, die routiniert ausgeführt wird.

- Für eine erfolgreiche Problemlösung wird der Schritt der Zielbildung bzw. Problemdefinition als besonders wichtig erachtet.
- Für die Lösungssuche werden bessere Hilfestellungen bei der Suche nach Lösungsressourcen und konkreten Lösungskonzepten gewünscht.
- Methoden zum Erfinden sollten ihrem potenziellen Anwender einerseits eine Orientierung und Hilfestellung für die schrittweise Erarbeitung einer erfinderischen Lösung geben, andererseits eine gewisse Flexibilität und „Freiheit“ bieten. Meist wird auch eine Kompatibilität zu bereits eingesetzten Methoden gewünscht.

Deutlich wurde in der Studie insbesondere auch, dass die persönliche Neigung der Problemlöser eine große Rolle spielt und insofern Entwickler mit eher analytischer, orientierender Neigung (und weniger „Umsetzungsmut“) und Entwickler mit eher tüftlerischer, umsetzungsforcierender Neigung (und weniger „Analyseakzeptanz“) unterschieden werden können (Bild 1.2). Die Praxis zeigt, dass nur ein „gesundes Mittelmaß“ zwischen dem Erkenntnisgewinn der Analyse und Orientierung und dem erforderlichen Realisierungsschritt der Umsetzung zum Erfolg führt.

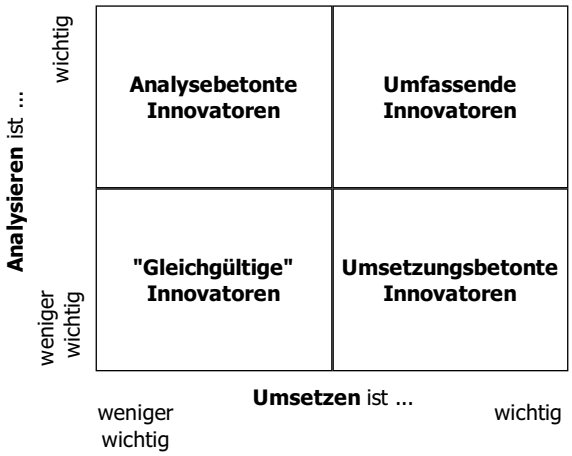


Bild 1.2 Vier Typen von Innovatoren (nach [Pan07])

Die Methoden der TRIZ bzw. der Systematischen Innovation wurden bisher eher in größeren Unternehmen praktiziert. Es besteht jedoch auch in mittelständischen und kleineren Unternehmen eine zunehmende Akzeptanz und ein Bedarf für methodisches Vorgehen, da sich auch hier die Erkenntnis durchgesetzt hat, dass das „tüftlerische“ Vorgehen eine vergleichsweise geringe Effizienz im Vergleich zum systematischen, analytischen Vorgehen aufweist. Diese Erkenntnis ist auch Grund für den Erfolg der Six-Sigma-Vorgehensweise, die ein unstrukturiertes „Herumprobieren“ durch ein strukturiertes Vorgehen mit den geeigneten Werkzeugen für die Erarbeitung abgesicherter Ergebnisse ersetzt.

1.4 Ganzheitliche Produkt- und Prozessentwicklung

Ein **Prozess** ist die Gesamtheit von aufeinanderfolgenden Vorgängen in einem System, durch die Materie, Energie oder auch Information umgeformt, transportiert oder auch gespeichert wird. Es ist die Abfolge logisch zusammenhängender Aktivitäten zur Erstellung einer Leistung oder eines Produkts oder die Veränderung eines Objekts. Der technische Prozess besitzt Eingangsgrößen (Input) und Ausgangsgrößen (Output) in Form von Material (Stoff-Fluss), Energie (Energie-Fluss) und Information (Informations- bzw. Signal-Fluss) und wird mithilfe von Einflussgrößen (Steuergrößen) gesteuert. Das Hauptziel eines Prozesses ist Wertzuwachs bzw. Wertschöpfung. Ein **Produkt** ist ein Mittel zur Bedürfnisbefriedigung und somit auch zur Nutzengewinnung.

Erfolgreiche Produktentwicklung ist immer ganzheitlich verbunden mit Prozessentwicklung. Produkte liefern Funktionen, eine Kette von Funktionen bildet einen Prozess. Um die Funktionalität von Produkten zu definieren und zu gestalten, ist zuvor eine Beschreibung des Prozesses, den das Produkt realisieren soll, erforderlich. Produktentwicklung beinhaltet daher zwangsläufig die zugehörige Prozessentwicklung.

Beispiel 1.2: Textilmaschinenbau

Zur Entwicklung und Konstruktion einer Maschine zur Garnherstellung (Spinnmaschine) ist es erforderlich, den Prozess der Entstehung eines Fadens aus Einzelfasern zu verstehen: Einzelfasern ausstrecken und parallelisieren → Strang von Einzelfasern in der notwendigen Einzelfaser-Anzahl bündeln → achsparalleles Drehen des Faserstrangs zum Erhalt von gedrehtem Garn ausreichender Zugfestigkeit (Bild 1.3).

Bild 1.3 Prozess der Entstehung von Garn aus Einzelfasern

Erst wenn der Prozess mit seinen Prozessschritten (Funktionsabfolge) definiert ist und die Funktionen und Bedingungen der Prozessschritte verstanden sind, kann mit der Entwicklung von Baugruppen und Maschinenteilen der Spinnmaschine, also des Produkts zur Realisierung der Funktionen, begonnen werden.

Die (Weiter-)Entwicklung des Prozesses bedeutet gleichzeitig die Entwicklung oder Modifizierung von Komponenten des Produkts und umgekehrt.

Die Werkzeuge zur systematischen Innovation, die in diesem Buch erläutert werden, lassen sich daher gleichermaßen auf Produkt- wie Prozessentwicklung anwenden, da sich beide nicht voneinander trennen lassen. In diesem Sinne ist, wenn im Buch von „Produktentwicklung“ gesprochen wird, gleichermaßen auch die „Prozessentwicklung“ eingeschlossen.

Prozesse können jedoch nicht nur im technischen Sinne verstanden werden. Der Begriff „Prozesse“ (einschließlich des Begriffs der „Geschäftsprozesse“) unterscheidet zwischen Herstellungsprozessen und administrativen Prozessen. Administrative Prozesse sind **Dienstleistungen.** Bei der Dienstleistung steht nicht die materielle Produktion oder der materielle Wert eines Endprodukts im Vordergrund, sondern eine von einer natürlichen Person oder einer juristischen Person zu einem Zeitpunkt oder in einem Zeitrahmen erbrachte Leistung zur Deckung eines Bedarfs. Insofern sind die in diesem Buch erläuterten TRIZ-Werkzeuge auch auf die Entwicklung und Optimierung von Dienstleistungen anwendbar.

1.5 Erfolgsfaktoren systematischer Innovation mit TRIZ

In Unternehmen besteht zunehmend der Bedarf, Innovationsprojekte methodisch zu bearbeiten. Die anspruchsvollen Marktanforderungen, die verschärften Wettbewerbsbedingungen und nicht zuletzt der verschärfte Kostendruck zwingen dazu, mit der notwendigen Innovationshöhe, aber auch einer ausreichenden Lösungsgenerierungs-Effizienz, zu agieren. Zufällig generierte „Geistesblitze“ oder das bisher übliche „Trial and Error“ sind hierfür nicht mehr ausreichend. Systematisches und analytisches Arbeiten ist gefordert. Nachdem sich die methodische Konstruktion ebenso wie die Standardmethoden des Qualitätsmanagements bereits etabliert haben, gewinnt nun auch die Systematische Innovation auf der Basis der Theorie der erfinderischen Problemlösung (TRIZ) immer mehr überzeugte Anwender.

Aber was ist neu an der TRIZ? Und warum kann die TRIZ mehr leisten als herkömmliche Problemlösungstechniken?

Zunächst einmal ist die TRIZ nicht nur eine einzige Methode, sondern ein Sammelbegriff für verschiedene Werkzeuge: Methoden, Strategien, Informationen und Hinweise. Die vier wesentlichen Säulen, die die systematische Arbeit auf der Grundlage der TRIZ ausmachen, sind in Bild 1.4 beschrieben.

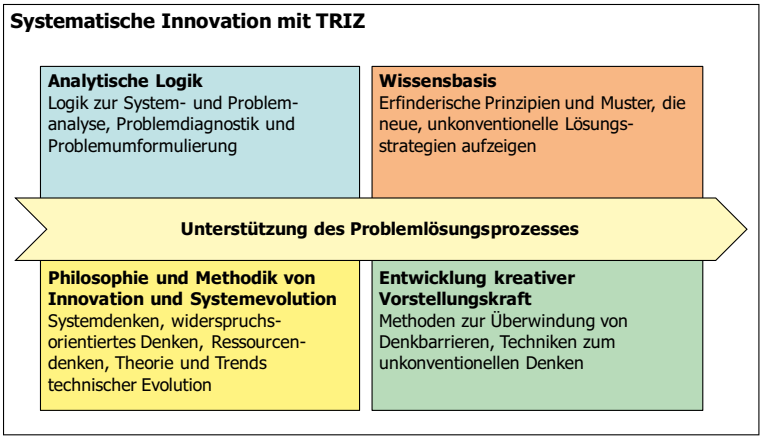


Bild 1.4 Vier Säulen zur systematischen Innovation mit TRIZ

a) Erfolgsfaktor „Analytische Logik“

Analytische TRIZ-Werkzeuge werden vor allem dazu genutzt, die Problemsituation zu klären und das „**Kernproblem**“ in Form eines **Widerspruchs** herauszuarbeiten. Ein gut bzw. treffend formuliertes Problem ist bereits die halbe Lösung.

Diese Erkenntnis ist prinzipiell nicht neu, wird im Alltag der industriellen Praxis aber oftmals nicht gebührend beherzigt. Die TRIZ erarbeitet die „richtigen“ Probleme und konzentriert ihre weiteren Problemlösungsbemühungen, statt sich auf „Nebenkriegsschauplätzen“ zu betätigen. Dieser Faktor macht zum einen die Leistungsfähigkeit der Lösungen und zum anderen die Effizienz des Lösungswegs aus.

Wenn ich 1 Stunde Zeit hätte, ein Problem zu lösen, von dem mein Leben abhängt, würde ich 45 Minuten damit verbringen, das Problem zu analysieren, 10 Minuten damit, eine Lösung zu erarbeiten, und 5 Minuten damit, die Lösung umzusetzen.

(Albert Einstein, 1879 – 1955)

b) Erfolgsfaktor „Wissensbasis“

Die Erkenntnisse der TRIZ basieren auf der Analyse von über 1 Million Patenten. Aus erfinderischen Lösungen wurden **Lösungsprinzipien** extrahiert, die dem Anwender als Wissensbasis zur Verfügung stehen. Die Konzeption von Problemlösungen bedeutet das Anwenden von **Ressourcen**. Die TRIZ unterstützt eine Suche und Auswahl von Ressourcen durch entsprechende Analysen und Checklisten. Um Funktionen zu realisieren, werden physikalische, chemische, geometrische oder weitere technisch nutzbare **Effekte** angewandt. Viele wissenschaftlich beschriebenen Effekte blieben bisher auch dem versierten Entwickler unbekannt. Im Rahmen der Entwicklung TRIZ-basierter Werkzeuge wurden Effekte-Datenbanken zusammengetragen, die eine ge-

zielte Suche nach zweckmäßig nutzbaren Effekten ermöglichen. Nicht zuletzt ist die Suche nach und die Nutzung von **Analogien** ein wesentliches Lösungskonzept der TRIZ.

c) Erfolgsfaktor „Philosophie und Methodik von Innovation und Systemevolution“

Erfinden ist kein zufälliger Prozess. Erfindungen können systematisch erarbeitet werden. Dies bestätigt sich, wenn die Entwicklungen technischer Systeme in der Vergangenheit nachvollzogen werden. Technische Systeme entwickeln sich in **evolutionären Mustern.** Die Erkenntnis technischer Evolution ist der Kern effizienter TRIZ-Werkzeuge, die sowohl für Problemlösungen als auch für strategische Entscheidungen systematisch angewandt werden können.

d) Erfolgsfaktor „Entwicklung kreativer Vorstellungskraft“

Kreative Vorstellungskraft ist für eine Problemlösung unerlässlich. Auf der Basis des TRIZ-Denkens entstanden leistungsfähige **Kreativitätstechniken,** die den Innovationsprozess sowohl bei der Problemanalyse als auch bei der Lösungsfindung unterstützen.

Systematische Innovation auf der Basis der TRIZ beinhaltet eine Summe von Werkzeugen zur Durchführung des gesamten Problemlösungsprozesses. Dieser „Werkzeugkasten“ enthält Hinweise zur Problemanalyse, Lösungssynthese und Lösungsbewertung. Dahinter stehen eine leistungsfähige Wissensbasis, aber auch Philosophien und Methoden, die im Vergleich zu bisherigen Problemlösungen ein Umdenken in der Herangehensweise an die Problemlösung erfordern.

Die TRIZ ist keine leichte Kost. Es ist erforderlich, die grundlegenden Philosophien zunächst zu verstehen und zu verinnerlichen, um überzeugende Problemlösungen mit deutlich sichtbarem Erfolgspotenzial zu erhalten. Insbesondere die Menge und vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der TRIZ-Werkzeuge sind für den Anfänger erst einmal verwirrend. Durch eine konsistente Beschreibung der grundlegenden Philosophien und Werkzeuge der TRIZ wird dieses Buch dem Anfänger aber schrittweise das anwendungsorientierte Verständnis ermöglichen und auch dem erfahrenen TRIZ-Problemlöser als Arbeitsbuch und Nachschlagewerk wertvolle Dienste leisten.