

tETRIS

Teaching TRIZ at School

TRIZ

Theorie des erfinderischen Problemlösens

Verbessere Deine Problemlösungskompetenz



GD Bildung und Kultur

Programm für lebenslanges Lernen

tETRIS



GD Bildung und Kultur

Programm für lebenslanges Lernen

tETRIS

Herausgeber:

Gaetano Cascini (Universität Florenz)

Autoren:

Gaetano Cascini (Universität Florenz), Francesco Saverio Frillici (Universität Florenz), Jürgen Jantschgi (Fachhochschule Kärnten), Igor Kaikov (EIFER), Nikolai Khomenko (TRIZ Master certified by G. S. Altshuller), Ingrīda Muraškovska

Übersetzung und Adaptierung:

Jürgen Jantschgi, Christina Mundschtütz, Elke Pototschnik (Fachhochschule Kärnten)

Layout:

Fabio Tomasi (AREA Science Park)

Grafik Titelblatt & Icons:

Harry Flosser (Harry Flosser Studios)

Auflage

DE 1.1 - November 2009

Überarbeitete Versionen: siehe TETRIS Projekthomepage www.tetris-project.org

Urheberrecht (Copyright)

Dieses Handbuch wurde im Rahmen des Projektes TETRIS - mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Kommission, Förderprogramm Leonardo da Vinci - entwickelt.

TETRIS Projektpartner

AREA Science Park (Italien) www.area.trieste.it (Projektkoordinator)

ACC Austria GmbH (Österreich) www.the-acc-group.com

European Institute for Energy Research - EIFER (Deutschland) www.eifer.uni-karlsruhe.de

Fachhochschule Kärnten (Österreich) www.fh-kaernten.at

Harry Flosser Studios (Deutschland) www.harryflosser.com

Höhere Technische Lehranstalt Wolfsberg (Österreich) www.htl-wolfsberg.at

Jelgava 1. Gymnasium (Lettland) www.1gim.jelgava.lv

Siemens AG, Industrial Automation and Drive Technology (Deutschland) w1.siemens.com/entry/cc/en/

STENUM Forschungsgesellschaft (Österreich) www.stenum.at

Technical Institute for Industry "Arturo Malignani" (Italien) www.malignani.ud.it

The educational center for adults of Jelgava (Lettland) www.jrpic.lv

Universität Florenz (Italien) www.dmti.unifi.it

Dieses Handbuch darf bei Nennung des Urheberrechts ungehindert kopiert und verbreitet werden. Dies gilt auch bei auszugsweisen Gebrauch des Handbuches.

Lehrer, Trainer und andere Nutzer oder Verbreiter sind aufgefordert die Autoren, das TETRIS Projekt und das Programm Lebenslanges Lernen zu zitieren.

Weiters ist die Übersetzung in andere Sprachen erlaubt. Übersetzer sind aufgefordert das gegenwärtige Urheberrecht zu übernehmen und den übersetzten Text dem Projektkoordinator zuzusenden. Im Anschluss wird die Version auf der Projekthomepage zur freien Verbreitung publiziert.

Haftungsausschluss

Dieses Projekt wurde mit Mitteln des Europäischen Kommission finanziell unterstützt. Die Publikation spiegelt rein die Ansichten der Autoren wider.

Die Europäische Kommission kann nicht für die Inhalte und den weiteren Gebrauch dieser Informationen verantwortlich gemacht werden.



Legende der Symbole

Die folgenden Symbole sollen dabei helfen die gesuchten, relevanten Informationen schneller im Handbuch zu finden.



Definition oder wesentliches Konzept



Beispiel



Werkzeug / Instrument



Selbstbeurteilung / Beispiele



Antworten zur Selbstbeurteilung / Beispiele



Literaturliste / Quellenangabe



Glossar / Begriffe



Verweise zu anderen Kapiteln des Handbuches



Wesentliche Aussagen / Konzepte

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen des klassischen TRIZ	1
1.0 Warum sollen wir die Grundlagen angewandter Theorien kennen?	1
1.0.1 Der Begriff der Kreation (Schöpfung) ist ähnlich dem Begriff des Horizonts	2
1.1 Einführung für Schulen und Unternehmen	5
1.2 Einführung für Schüler und Studenten	12
1.3 TETRIS OTSM1-TRIZ Glossar: Lösung	17
1.3.1 Problem	17
1.3.1.1 Typisches Problem	17
1.3.1.2 Nicht typisches Problem (siehe: Innovative (Problem-) Situation)	17
1.3.1.3 Innovative (Problem, erfinderische) Situation	17
1.3.2 Lösung	18
1.3.2.1 Typische Lösung	18
1.3.2.2 Nicht Typische Lösung	18
1.3.2.3 Reihe von Lösungen	18
1.3.3 Modelle zur Darstellung von Elementen innovativer bzw. erfinderischer (Problem) Situationen	23
1.3.3.1 ENV Modell	23
1.3.3.2 Element (Komponente)	26
1.3.3.3 Parameter (Variable, Synonyme: Eigenschaft, Merkmal, Charakteristik, etc.)	27
1.3.3.4 Ausprägung / Wert (Value)	27
1.3.3.5 Multidimensionales Denken bzw. System Operator	27
1.3.3.6 OTSM-TRIZ Modelle des Problemlösungsprozesses	29
1.3.3.7 "Trichter" Modell (Funnel Model) eines TRIZ basierenden Problemlösungsprozesses	30
1.3.3.8 Zangen bzw. "Tongs" Modell der modernen OTSM-TRIZ	31
1.3.3.9 Das Hügel bzw. "Hill" Modell der klassischen TRIZ	32
1.3.3.10 Das Widerspruchs-Modell bzw. "Contradictions" Modell	33
2 Entwicklungsgesetze technischer Systeme	37
2.0 Einleitung	37
2.0.1 Die Rolle der Gesetze in TRIZ	37
2.0.1.1 Gesetze in der Wissenschaft	37
2.0.1.2 Gesetze in TRIZ	38
2.0.1.3 Die Charakteristika der Gesetze von der Entwicklung technischer Systeme und ihrer verschiedenen Systementwicklungsphasen	39
2.0.1.4 Die Definition von den Gesetzen über die Entwicklung technischer Systeme im vorliegenden Lehrbuch	39
2.1 Das Gesetz von der Vollständigkeit der Teile eines Systems	40
2.1.1 Definition	40

2.1.2	Theorie	40
2.1.2.1	Details	40
2.1.2.2	Die typischen Fehler	41
2.1.3	Modell	42
2.1.4	Werkzeuge (und wie man sie benützt)	42
2.1.4.1	Wie legt man die Funktion des technischen Systems korrekt fest?	42
2.1.4.1.1	Ein paar einleitende Bemerkungen	42
2.1.4.1.2	Die Struktur des Systems	43
2.1.4.1.3	Der Algorithmus der definierten Funktion	43
2.1.5	Beispiel	44
2.1.5.1	Der erste Schritt	44
2.1.5.2	Der zweite Schritt	44
2.1.5.3	Der dritte Schritt	45
2.1.6	Wie legt man die Teile des technischen Systems korrekt fest?	45
2.1.6.1	Einige einleitende Bemerkungen	45
2.1.6.2	Wie schätzt man die Arbeitskapazität der Teile des technischen Systems ein	47
2.1.6.3	Wie schätzt man die Arbeitsweise von Teilen des technischen Systems ein?	47
2.1.7	Beispiel (Problemlösung)	48
2.1.7.1	Beispiel: Die Bedingungen für eine "Antriebsunfähigkeit"	48
2.1.7.2	Beispiel: "Übertragungsunfähigkeit"	48
2.1.7.3	Beispiel: "Werkzeugsunfähigkeit"	48
2.1.7.4	Beispiel: "Unfähigkeit des Steuerungssystems"	49
2.1.7.5	Beispiel	49
2.1.8	Selbsttest	49
2.1.9	Zusammenfassung	50
2.1.10	Literatur	50
2.2	Das Gesetz von der energetischen Leitfähigkeit eines Systems	51
2.2.1	Definition	51
2.2.2	Theorie	51
2.2.2.1	Leitung der Energie als ein geschätzter Parameter des technischen Systems	51
2.2.2.2	Die typischen Fehler	52
2.2.2.3	Beispiel Roter Faden (Erklärung der Theorie)	52
2.2.3	Modelle	53
2.2.3.1	Das Vier-Elemente-Modell	53
2.2.3.2	Beispiel (Sokolov'scher Lautsprecher) – eine Überleitung der Energie	53
2.2.3.3	Die energetischen Leitfähigkeit im Vier-Elemente-Modell	55
2.2.3.4	Beispiel Ein Sicherheitsschalter an einer Presse	55
2.2.3.5	Beispiel Schutz gegen elektronisches Scannen	57
2.2.4	Instrumente (wie man sie benutzt)	59
2.2.5	Beispiele (Problemlösungen)	59
2.2.5.1	Beispiel (die Prognose für eine Auto-"Steuerung")	59
2.2.5.2	Beispiel (das Management eines Unternehmens)	60
2.2.6	Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	60

2.2.6.1 Zusammenfassung	60
2.2.6.2 Fragen	61
2.2.6.3 Übungen	61
2.2.6.4 Aufgaben	62
2.2.7 Literatur	62
2.3: Das Gesetz von der Abstimmung der Rhythmik der Teile eines Systems	63
2.3.1 Definition	63
2.3.2 Theorie (Details)	63
2.3.3 Modell	64
2.3.4 Instrumente – Werkzeuge (und deren Anwendung)	64
2.3.4.1 Beispiel Paralympische Spiele	65
2.3.5 Beispiel (Problemlösung)	66
2.3.5.1 Beispiel	66
2.3.5.2 Beispiel	67
2.3.5.3 Beispiel	68
2.3.5.4 Beispiel	68
2.3.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	69
2.3.6.1 Zusammenfassung	69
2.3.6.2 Fragen	70
2.3.6.3 Übung	70
2.3.6.4 Aufgaben	70
2.3.6.5 Literatur	70
2.4: Gesetz von der Erhöhung des Grades der Idealität eines Systems	71
2.4.1 Definition	71
2.4.2 Theorie (Details)	71
2.4.3 Modell	74
2.4.4 Instrumente – Werkzeuge	74
2.4.5 Beispiele	75
2.4.5.1 Beispiel	75
2.4.5.2 Beispiel	75
2.4.5.3 Beispiel	75
2.4.5.4 Beispiel	76
2.4.5.5 Beispiel	76
2.4.5.6 Beispiel	78
2.4.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	78
2.4.6.1 Zusammenfassung	78
2.4.6.2 Fragen	78
2.4.7 Literatur	78
2.5 Das Gesetz von der ungleichen Entwicklung der Systemteile	79
2.5.1 Definition	80
2.5.2 Theorie (Details)	80
2.5.3 Typische Fehler	80
2.5.4 Modell	81
2.5.5 Instrumente – Werkzeuge (wie man sie verwendet)	83
2.5.5.1 Entwicklungsgesetze und ihre Werkzeuge	83
2.5.5.2 S-förmige Kurve	83
2.5.5.3 Die Bildung eines Problemnetzwerks und die Analyse seiner Struktur	83
2.5.6 Beispiel	83
2.5.6.1 Beispiel	83

2.5.6.2 Beispiel	84
2.5.6.3 Beispiel	84
2.5.6.4 Beispiel	84
2.5.7 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	84
2.5.7.1 Zusammenfassung	84
2.5.7.2 Fragen	85
2.5.8 Literatur	85
2.6 Das Gesetz vom Übergang zu einem Supersystem	86
2.6.1 Definition	86
2.6.2 Theorie (Details)	86
2.6.3 Modell	86
2.6.4 Beispiel	87
2.6.4.1 Beispiel	87
2.6.4.2 Beispiel	87
2.6.4.3 Beispiel	87
2.6.4.4 Beispiel	88
2.6.4.5 Beispiel	88
2.6.4.6 Beispiel	88
2.6.4.7 Beispiel	88
2.6.4.8 Beispiel	88
2.6.4.9 Beispiel	88
2.6.5 Beispiel: Lautsprecher	88
2.6.5.1 Beispiel	88
2.6.5.2 Beispiel	89
2.6.5.3 Beispiel	90
2.6.5.4 Beispiel	90
2.6.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	91
2.6.6.1 Zusammenfassung	91
2.6.6.2 Fragen	91
2.6.7 Literatur	91
2.7: Das Gesetz über den Übergang von einem Makro- zu einem Mikrolevel	92
2.7.1 Definition	92
2.7.2 Theorie (Details)	93
2.7.3 Modell	93
2.7.4 Instrumente – Werkzeuge (wie man sie verwendet)	94
2.7.5 Beispiele	95
2.7.5.1 Beispiel	95
2.7.5.2 Beispiel	95
2.7.5.3 Beispiel	95
2.7.5.4 Beispiel	95
2.7.5.5 Beispiel	96
2.7.6 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	96
2.7.6.1 Zusammenfassung	96
2.7.6.2 Fragen	96
2.7.7 Literatur	96
2.8: Das Gesetz von der Erhöhung der Stoff-Feld Komplexität	97
2.8.1 Definition	98
2.8.2 Theorie (Details)	98
2.8.3 Modell	98
2.8.4 Instrumente – Werkzeuge (wie man sie verwendet)	99

2.9 Beispiel	99
2.9.1 Beispiel	99
2.9.2 Beispiel	100
2.9.3 Beispiel	100
2.9.4 Selbsttest (Fragen, Aufgaben)	102
2.9.4.1 Zusammenfassung	102
2.9.4.2 Fragen	103
2.9.5 Literatur	103
3 Kurzer Überblick über Altshullers Algorithmus des erfinderischen Problemlösens (ARIZ) dargestellt durch die Analyse eines realen Problems	105
3.0 ARIZ Entstehung und Entwicklung	105
3.0.1 Ein Problem lösen: ein kurzer Überblick über die Hauptphasen ARIZ- basierender Arbeit	107
3.1 Die erste Phase. Konstruktion eines Problemmodells unter der Verwendung von standardisierten erfinderischen Lösungen	109
3.1.1 Die erste Phase. Konstruktion eines Problemmodells unter der Verwendung von standardisierten erfinderischen Lösungen	109
3.1.2 Die zweite Phase. Die verfügbaren Ressourcen analysieren	110
3.1.3 Die dritte Phase. Entwicklung einer Idee einer zufriedenstellenden Lösung durch die Analyse der IFRs und der physikalischen Widersprüche in Hinblick auf die spezifischen Ressourcen	110
3.1.4 Die vierte Phase. Ressourcen mobilisieren	111
3.1.5 Die fünfte Phase. Verwendung der Wissensansammlung in TRIZ	111
3.1.6 Die sechste Phase. Die anfängliche Problembeschreibung verändern und/oder korrigieren	111
3.1.7 Die siebente Phase. Bewertung der erhaltenen Lösungen	111
3.1.8 Die achte Phase. Das Anwendungsziel erweitern und eine kreative Lösung standardisieren	111
3.1.9 Die neunte Phase. Reflexion der ausgeführten Arbeit	112
3.2 Die Liste der ARIZ-Schritte	112
3.2.1 Teil 1: Analyse eines Problems und Erzeugung eines Modells	115
3.2.2 Teil 2: Analyse eines Problemmodells	129
3.2.3 Teil 3: Definition des idealen Endresultates (IFR) und der physikalischen Widersprüche, welche die Erreichung des IFR verhindern	136
4 Stoff-feld Analyse und Standardlösungen	149
4.1 Stoff-Feld Analyse und Standardlösungen: Grundbegriffe	149
4.1.1 – Elemente eines minimalen technischen Systems	152
4.1.1.1 - Arten von Feldern und zugehörige Symbole	153
4.1.1.2 - Arten von Wechselwirkungen und zugehörige Symbole	156
4.1.2 – Modell eines minimalen technischen Systems	161
4.1.2.1 – Graphische Darstellung eines Stoff-Feld Modells	162
4.2 - Die Standardlösungen	165
4.2.1 – Struktur einer Standardlösung	167
4.2.1.1 - Veränderung eines Stoff-Feld Systems	170
4.2.2 – Klassifizierung der Standardlösungen	174

Klasse 1: Einführung von Wechselwirkungen und Reduzierung schädlicher Wirkungen	176
Klasse 1.1: Aufbau und Verbesserung eines Stoff-Felds	176
Standard 1-1-1: Darstellung des Stoff-Feld Systems	177
Standard 1-1-2: Verbesserung der Wechselwirkungen durch Einführung von Zusätzen in die Objekte	180
Standard 1-1-3: Verbesserung der Wechselwirkungen durch Einführung von Zusätzen in das System	183
Standard 1-1-4: Einsatz von Ressourcen der Umgebung um Wechselwirkungen zu verbessern	185
Standard 1-1-5: Veränderung der Umgebung um Wechselwirkungen zu verbessern	187
Standard 1-1-6: Unterstützung des minimalen Effekts einer Aktion	190
Standard 1-1-7: Unterstützung / Absicherung des maximalen Effekts einer Aktion	193
Standard 1-1-8: Unterstützung des selektiven Effekts	195
Standard 1-1-8-1: Bereitstellung eines selektiven Effekts durch ein maximales Feld und einen schützende Stoff	196
Standard 1-1-8-2: Bereitstellung eines selektiven Effekts durch ein minimales Feld und einen wirksamen Stoff	199
Klasse 1.2: Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung	201
Standard 1.2.1 – Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung durch einen fremdartigen Stoff	202
Standard 1.2.2 – Beseitigung einer schädlichen Wechselwirkung durch Änderung eines bestehenden Stoffes	204
Standard 1.2.3 – Beseitigung eines schädlichen Effekts eines Feldes	207
Standard 1.2.4 – Beseitigung eines schädlichen Effekts durch ein neues Feld	209
Standard 2.1.1 – Entwicklung einer Stoff-Feld kette	211
Standard 2.1.2 – Entwicklung eines dualen Stoff-Feld Systems	213
Standard 2.2.2 – Erhöhung des teilungsgrades von Stoffbestandteilen	216
Standard 2.2.3 – Übergang zu kapillaren, porösen Objekten	218
Standard 2.2.4 – Erhöhung des grades der Dynamik des Systems	220
Standard 3.1.1 – Entwicklung von Bi- und Poly-Systemen	223
Standard 3.1.2 – Entwicklung von Verbindungen in Bi- und Poly-Systemen	225
Standard 3.1.3 – Erhöhung der unterschiede zwischen Systembestandteilen	226
Standard 3.1.4 – Integration von mehreren Bestandteilen in eine einzigste Komponente	227
Standard 3.1.5 – Verteilung der unvereinbaren Eigenschaften auf das System und seine Teile	229
Standard 3.2.1 – Übergang zur Mikro-Ebene	231
Standard 5.1.1.1 – Einführung von Stoffen in ein System unter einschränkenden Bedingungen	232
5 Lösung von Widersprüchen / Ressourcen / Effekte	235
5.1 - Definition der Widersprüche	235
5.1.1 – Arten von Widersprüchen	235
5.1.1.1 – Administrative Widersprüche	236
5.1.1.2 – Technische Widersprüche	237

5.1.1.3 – Physikalische Widersprüche	237
5.1.1.4 – TRIZ & technische und physikalische Widersprüche	238
5.1.2 Das OTSM Modell eines Widerspruchs:	239
5.2 – Techniken zur Lösung technischer Widersprüche	242
5.2.1 – Die 40 innovativen Prinzipien	242
5.2.1.1 – Anwendung der innovativen Prinzipien	245
5.2.1.1.1 – Kennen lernen / Brainstorming mit den IP	245
5.2.1.1.2 – Die Widerspruchsmatrix oder auch Altshuller Matrix	245
5.2.1.1.3 –Andere Ansätze zur Auswahl der Innovativen Prinzipien	246
5.2.2 – Die Altshuller Matrix/ Widerspruchs Matrix	247
5.2.2.1 – Der Aufbau der Altshuller Matrix	247
5.2.2.2 – Die 39 technischen Parameter	248
5.2.2.3 – Anwendung der Altshuller Matrix	250
5.2.2.3.1 – Beschreibung des Problems	251
5.2.2.3.2 – Definition des technischen Widerspruchs	252
5.2.2.3.3 – Übersetzung in technische Parameter (Verbesserung und Verschlechterung der Eigenschaften)	253
5.2.2.3.4 – Identifizierung der Innovativen Prinzipien in der Altshuller-Matrix	253
5.2.2.3.5 – Ideengenerierung mit den Innovativen Prinzipien	255
5.3 Techniken zur Lösung physikalischer Widersprüche	256
5.3.1 – Die 4 Separationsprinzipien	256
5.3.1.1 – Separation in der Zeit	258
5.3.1.2 – Separation im Raum	260
5.3.1.3 – Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile	262
5.3.1.4 – Separation durch Bedingungswechsel	263
5.3.2 – Befriedigung (Effekte) & Umgehung (Bypass - Redesign)	264
5.4 Effekte	265
5.5 Stoff-Feld Ressourcen	269
5.6 Anhang	271
5.6.1 – Die 40 innovativen Prinzipien	271
5.6.2 – Die 39 technischen Parameter	275
5.6.3 – Die Altshuller Matrix / Widerspruchsmatrix	279
5.6.4 – Effekte	281
5.6.5 – Stoff-Feld Ressourcen	289



DG Istruzione e cultura

Programma di apprendimento
permanente