



## 5 Lösung von Widersprüchen / Ressourcen / Effekte

### 5.1 - Definition der Widersprüche

#### Definition

Ein Widerspruch meint buchstäblich – oder wörtlich - „Nein“.  
 Aber gerade die Überwindung eines Widerspruches macht innovatives Handeln möglich.



#### Theorie

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass TRIZ ein Ergebnis bzw. eine Zusammenfassung von großen empirischen Studien ist und aus 3 Thesen besteht. (eine der Thesen ist die Bedeutung der Widersprüche in der Problemlösung und Erfindung)

Die 3 Thesen sind:

- Das Vorhandensein der Entwicklungsgesetze technischer Systeme;
- Das Vorhandensein der Widersprüche als Schlüssel zur Verhinderung der Systementwicklung bis zu einer weiteren Erfindung.
- Das Konzept einer spezifischen Situation, in der Verhältnisse und Ressourcen auf die Entwicklung eines technischen Systems einwirken.

Die innovativste Lösung eines Problems, bezogen auf TRIZ, ist jene die mehrere Widersprüche löst.

#### Methode

Ein Widerspruch zeigt, wo (bei TRIZ wird diese als operativer Ort bezeichnet) und wann (operative Zeit) ein Konflikt auftritt.

Widersprüche treten auf wenn die Verbesserung eines Parameters oder Eigenschaft eines Systems negative Auswirkungen auf dieselbe oder auf andere Parameter, Eigenschaften dieses Systems hat.

#### Beispiele

Widersprüche können in unterschiedlichen Bereichen vorkommen:

- Mathematik: Plus und Minus, Differential und Integral, ...
- Physik: Mechanische Aktionen und Reaktionen, Positive und Negative elektrische Ladungen,...
- Chemie: Anziehung und Abstoßung von Atomen,...



#### 5.1.1 – Arten von Widersprüchen

##### Definition

Altshuller und seine Kollegen definierten folgende 3 Typen von Widersprüchen:

- Administrative Widersprüche – Wenn etwas wichtig ist zu tun, aber wir nicht wissen wie.
- Technische Widersprüche – Wenn wir einen (Bewertungs-)Parameter eines technischen Systems unter zu Hilfenahme von bekannten Methoden verbessern, aber das wiederum zur Folge hat, dass sich ein anderer Parameter verschlechtert.
- Physikalische Widersprüche – Wenn es entgegengesetzte Anforderung an ein und denselben Kontrollparameter des Systems gibt.



Weitere Definitionen dieser 3 Typen von Widersprüchen werden im folgenden Kapitel erläutert.

## Theorie

Altshuller Grundaussage war, dass eine innovative Idee eine Reihe von versteckten Widersprüchen beinhaltet. Ein erster wichtiger Schritt in der Problemlösung ist es die Widersprüche, die eine wünschenswerte Lösung verhindern, zu identifizieren.

Meistens ist eine richtige Formulierung des physikalischen Widerspruchs der Kern des Problems. Umso stärker der Widerspruch ist, umso nahe liegender ist auch die Lösung des Problems.

## Methode

Siehe Kapitel 5.2 „Techniken zum Lösen von technischen Widersprüchen“ und Kapitel 3 „Techniken zum Lösen von physikalischen Widersprüchen“

## Beispiele

Administrativer Widerspruch:

Es ist wichtig eine sehr hohe optische Reinheit zu besitzen um die Anzahl der kleinen Partikel in einer Flüssigkeit ausfindig zu machen.

Die Partikel reflektieren das Licht schlecht auch wenn ein Laser eingesetzt wird.

Was können wir tun?

Technischer Widerspruch:

Wenn die Partikel sehr klein sind erscheint die Flüssigkeit sehr klar, aber die Partikel sind unsichtbar. Wenn jedoch die Partikel sehr groß sind können sie entdeckt werden, jedoch ist die Flüssigkeit nicht klar.

Physikalischer Widerspruch:

Um die Partikel zu erkennen, muss die Größe der Partikel erhöht werden, jedoch muss auch die Flüssigkeit klar durchsichtig bleiben.



### 5.1.1.1 – Administrative Widersprüche

#### Definition

Die Administrativen Widersprüche besagen, dass es sich um ein Problem mit einer unbekanntem Lösung handelt.



#### Modell

Um ein unerwünschte Phänomen zu meiden ist es notwendig eine Lösung zu kreieren, jedoch ist nicht bekannt, wie die Lösung erreicht werden kann.

#### Beispiel

Die Qualität in der Produktion soll verbessert und die Kosten der Rohmaterialien verringert werden. Ein derartiges Problem benötigt eine gute Lösung.

Der administrative Widerspruch selbst ist vorläufig, kann nicht mit wenig Wissen zu einer Lösung führen und zeigt keine Richtung für die Lösung der Problemstellung.

#### Notiz

*Die meisten TRIZ Anwender ignorieren die administrativen Widersprüche aufgrund fehlender handfester Bedeutung.*



## 5.1.1.2 – Technische Widersprüche

### Definition

Ein technischer Widerspruch tritt auf, wenn zwei unterschiedliche Bewertungsparameter gegenseitig im Konflikt stehen.

Ein Bewertungsparameter repräsentiert einen wünschenswerten Bereich für Lösungen. Die Bewertungsparameter und die erforderlichen Werte definieren die Ziele der Lösung. Das heißt, dass diese Parameter zeigen, was ein Kunde oder ein Probleminhaber von der Lösung erwartet. Das kann z.B. ein besserer Wirkungsgrad, weniger Störungen, geringeres Gewicht,... sein. (siehe OTSM Modell von Widersprüchen)



### Theorie

Die technischen Widersprüche zeigen einen Konflikt zwischen zwei Subsystemen oder zwischen einem Subsystem und einer externen Umwelt.

Derartige technische Widersprüche treten auf:

- Das Erzeugen oder Verstärken von nützlichen Funktionen in einem Subsystem erzeugt eine neue schädliche oder verstärkt eine bestehende schädliche Funktion in einem anderem Subsystem (oder in der Umwelt)
- Das Zerstören oder die Reduktion der schädlichen Funktion in einem Subsystem verschlechtert die nützliche Funktion in einem anderen Subsystem
- Das Verstärken einer nützlichen Funktion oder Reduzierung einer schädlichen Funktion in einem Subsystem bewirkt eine unakzeptable Komplikation von anderen Subsystemen oder der gesamten Technik, bzw. zumindest einen unakzeptablen Verbrauch von Ressourcen.

### Modell

Es existieren unterschiedliche Modelle um einen technischen Widerspruch zu definieren

- Das OTSM Modell eines Widerspruchs (ist nachträglich im Kapitel physikalische Widersprüche beschrieben)
- Eine Aktion ist gleichzeitig nützlich und schädlich
- Eine Aktion führt zu nützlicher und schädlicher Funktionen
- Die Einführung einer nützlichen Aktion oder der Rückgang eines schädlichen Effektes führt zu einer Verschlechterung vom Subsystemen oder dem gesamten System.

### Methode

Siehe Kapitel 2 “Techniken zum Lösen von technischen Widersprüchen”

### Beispiel

Wenn ein Container starker ausgeführt wird, wird er automatisch schwerer.

Wir wollen eine hohe Steifigkeit und ein geringes Gewicht.

Wir wollen die Eindringtiefe von Ionen im Halbleiter vergrößern und den Stromverbrauch des Fertigungsprozesses verringern.



## 5.1.1.3 – Physikalische Widersprüche

### Definition

Ein physikalischer Widerspruch ist eine Situation wo sich widersprechende Werte eines „Kontrollparameters“ auftreten.

Diese Kontrollparameter beeinflussen ein System und repräsentieren den möglichen Bereich von Variablen. Ihre Werte grenzen den Bereich ab, um am Problem zu arbeiten.

Kurz: Diese Parameter zeigen an, was wir innerhalb des Systems verändern können



## Theorie

Diese physikalischen Widersprüche treten auf:

- Die Verstärkung der nützlichen Funktionen in einem Subsystem erhöht gleichzeitig die bestehenden schädlichen Funktionen im selben Haupt-Subsystem.
- Die Reduzierung der schädlichen Funktionen in einem Subsystem reduziert gleichzeitig nützliche Funktionen im selben Haupt-Subsystem.
- Es kann ebenso eine nützliche Funktion gegen einer anderen nützlichen Funktion, oder eine schädlichen Funktion gegen eine anderen schädlichen Funktion eingesetzt werden.

Siehe auch "Das OTSM Model von Widersprüchen"

## Modell

siehe auch "Das OTSM Model von Widersprüchen" (im weiteren Beschrieben)

- Ein vorhandenes Subsystem (Elemente) sollte die Eigenschaft A um eine wichtige Funktion besitzen und eine Eigenschaft Nicht-A (Anti-A) um die andere Voraussetzungen des Problems zu befriedigen
- Ein physikalischer Widerspruch beinhaltet unstimmige Anforderungen zu einer physikalischen Eigenschaft desselben Subsystems (Elements) eines technischen Systems.

## Methode

Siehe Kapitel 3 "Techniken zum Lösen von physikalischen Widersprüchen"

## Beispiel

Wir wollen einerseits ein hohes Gewicht beim Auto, um möglichst viel Aufprallenergie in Masse umzuwandeln und andererseits geringes Gewicht während der Fahrt um Treibstoff zu sparen.



### 5.1.1.4 – TRIZ & technische und physikalische Widersprüche

#### Definition

TRIZ bietet innovative Lösungen um Widersprüche zu eliminieren und nicht Kompromisse einzugehen. Es existieren innovative Lösungsprinzipien um solche Widersprüche zu lösen. Altshuller entdeckte, dass es mehrere Wege gibt solche Widersprüche zu lösen.

Technische Lösungen werden meistens durch eine direkte Suche nach der Lösung erarbeitet (Problemlösung nach „Versuch und Irrtum" - Trial and Error) oder meistens durch persönliche Erfahrung oder bekannte Analogien. TRIZ bietet einen systematischen Prozess basierend auf einem abstrakten Konzept, in dem ein Problemlöser ein spezifisches Problem beschreibt und aufzeichnet, dieses auf ein allgemeines Problem ummünzt, nach der allgemeinen Lösung dieses allgemeinen Problems sucht und diese Lösung wiederum auf sein Problem anwendet. (siehe Grafik)

Das Identifizieren, Verstehen und das Lösen der Widersprüche in einem System ist ein effizienter Weg um ein System zu verbessern. Der Weg zur Identifizierung und zur Lösung technischer und physikalischer Widersprüche eines Systems wird anschließend beschrieben.

#### Theorie & Modell

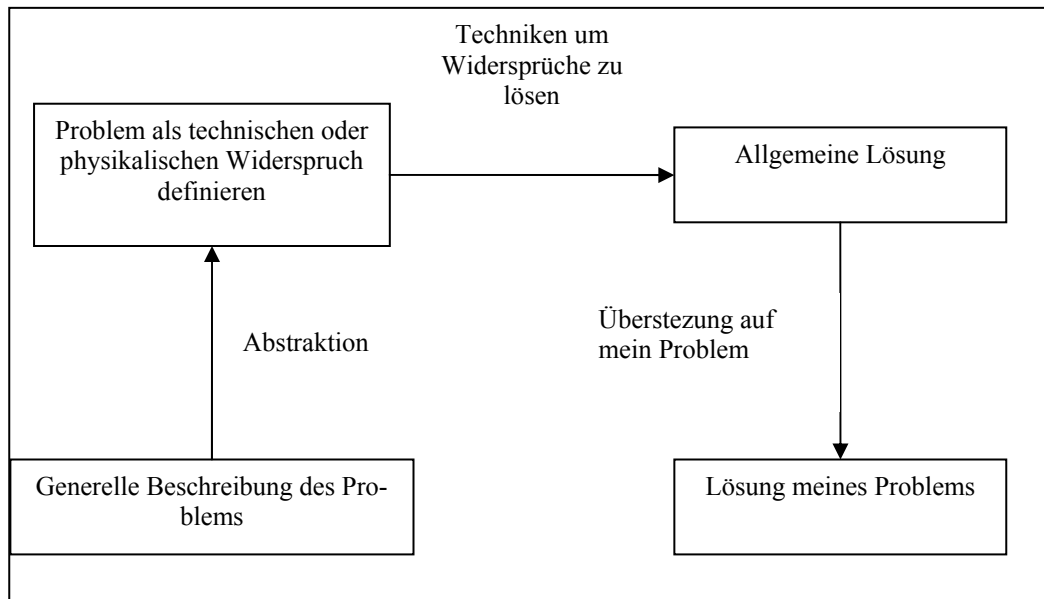
Das Hill-Modell zeigt den anzuwendenden Lösungsprozess:

- Generelle Beschreibung des Problems
- Abstraktion des Problems – Problem als technische oder physikalischen Widerspruch definieren
- Anwendung von TRIZ Werkzeugen um die Widersprüche zu lösen – Allgemeine Lösung
- Findung von Ideen zur Lösung meines spezifischen Problems

#### Methode

siehe Kapitel 2 & 3

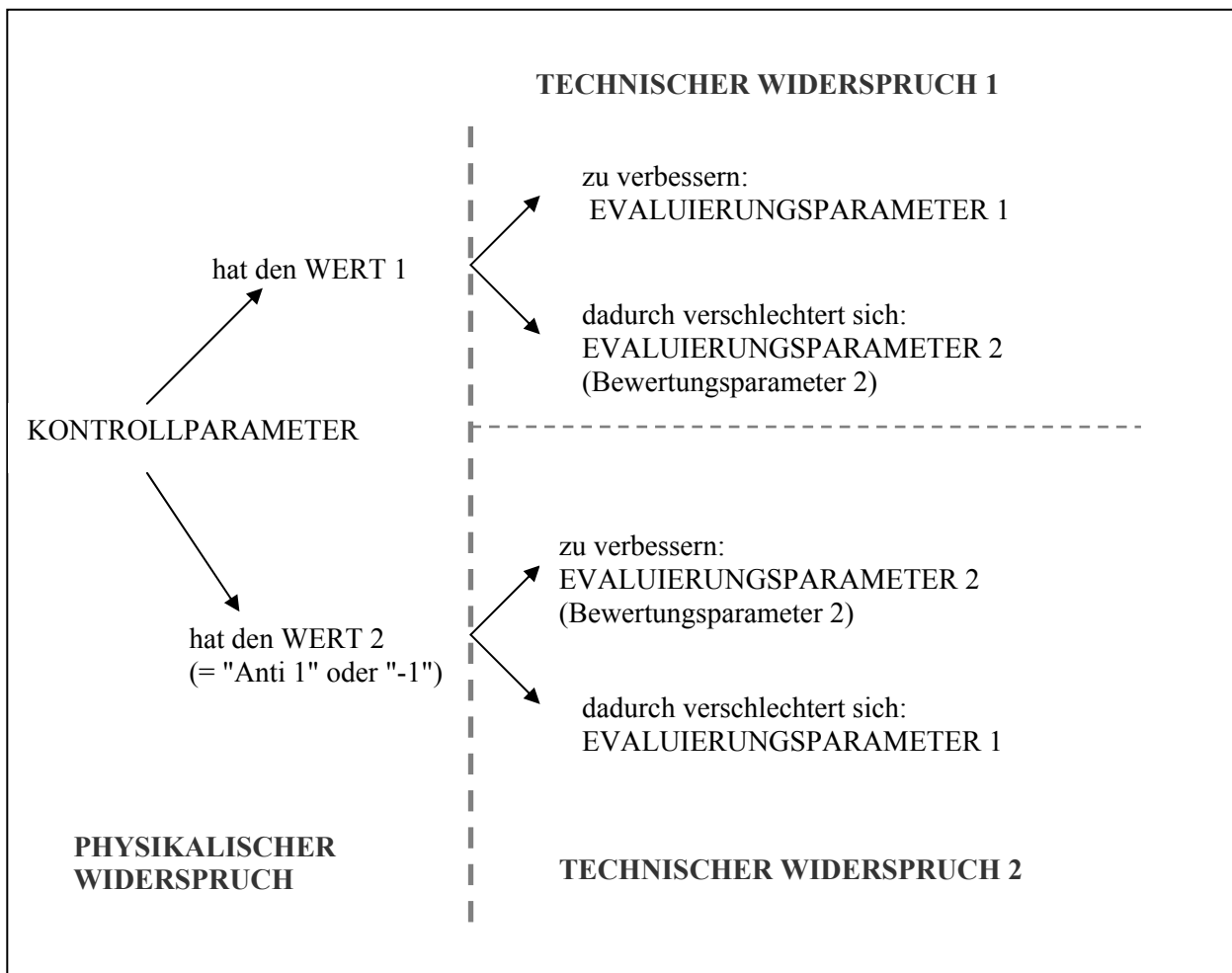




## 5.1.2 Das OTSM Modell eines Widerspruchs:

Dieses System von Widersprüchen basiert auf das Vorhandensein von einem physikalischen Widerspruch und zwei technischen Widersprüchen. Diese technischen Widersprüche begründen die Notwendigkeit der zwei unterschiedlichen Anforderungen des physikalischen Widerspruches.

Die beiden technischen Widersprüche sind komplementär. Eine Verbesserung des ersten Bewertungsparameters stimmt mit einer Verschlechterung des 2. Bewertungsparameters überein.



Und eine Verbesserung der zweiten Bewertungsparameters ergibt eine Verschlechterung des ersten.

Die beiden Evaluierungsparameter der technischen Widersprüche sind definiert als Bestandteile der Ziele des Systems, wobei der Kontrollparameter der physikalischen Widersprüche ein Mittel zur Änderung der derzeitigen Situation ist.

Die grafische Darstellung des OTSM Modells der Widersprüche macht die Beschreibung etwas einfacher.

Es muss ein Kontrollparameter gefunden bzw. definiert werden und auch zwei Bewertungsparameter des Systems. Die Grafik kann als Vorlage dienen. Auf der linken Seite ergibt sich der physikalische Widerspruch und auf der rechten Seite die beiden technischen Widersprüche.

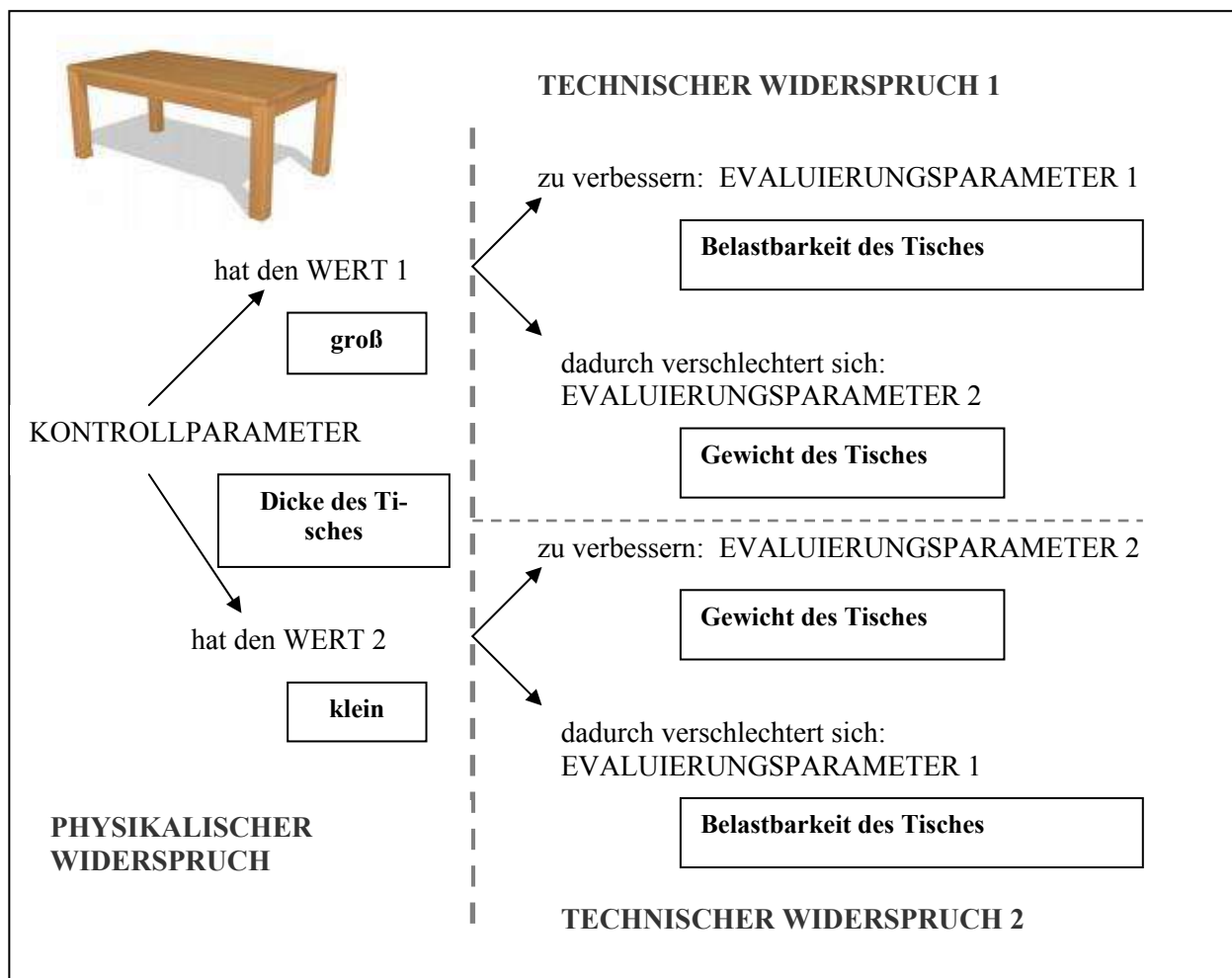
## Modell:

Ein solcher Kontrollparameter sollte den Wert 1 besitzen, um den Evaluierungsparameter 1 zu verbessern. Dadurch verschlechtert sich jedoch der Wert des Evaluierungsparameter 2.

Der Kontrollparameter sollte den Wert 2 besitzen um den Evaluierungsparameter 2 zu verbessern, aber dies verschlechtert wiederum den Evaluierungsparameter 1.

Es ist deutlich, dass Wert 1 (V1 – value1) und Wert 2 (V2 – value 2) komplett unterschiedliche Werte einnehmen können (z.B.: richtig / falsch)

## Beispiel von Widersprüchen – das OTSM Modell



Technischer Widerspruch 1: Wir wollen die Belastbarkeit des Tisches verbessern, jedoch werden wir das Gewicht erhöhen (es verschlechtert sich) müssen.

Technischer Widerspruch 2: Wenn wir das Gewicht des Tisches verbessern (also leichter ma-

chen), verschlechtern wir die Belastbarkeit des Tisches.

Somit sind zwei Evaluierungsparameter definiert:

EP1: Belastbarkeit des Tisches

EP2: Gewicht des Tisches

Als nächsten Schritt sollte der Kontrollparameter definiert werden: die Dicke des Tisches

Der Wert hierfür kann groß oder klein sein.

Wenn nun die Dicke groß ist, dann wird die Belastbarkeit groß sein aber das Gewicht auch größer und umgekehrt

Also muss eine Lösung für eine große UND kleine Dicke gefunden werden!

## 5.2. – Techniken zur Lösung Technischer Widersprüche

### Definition

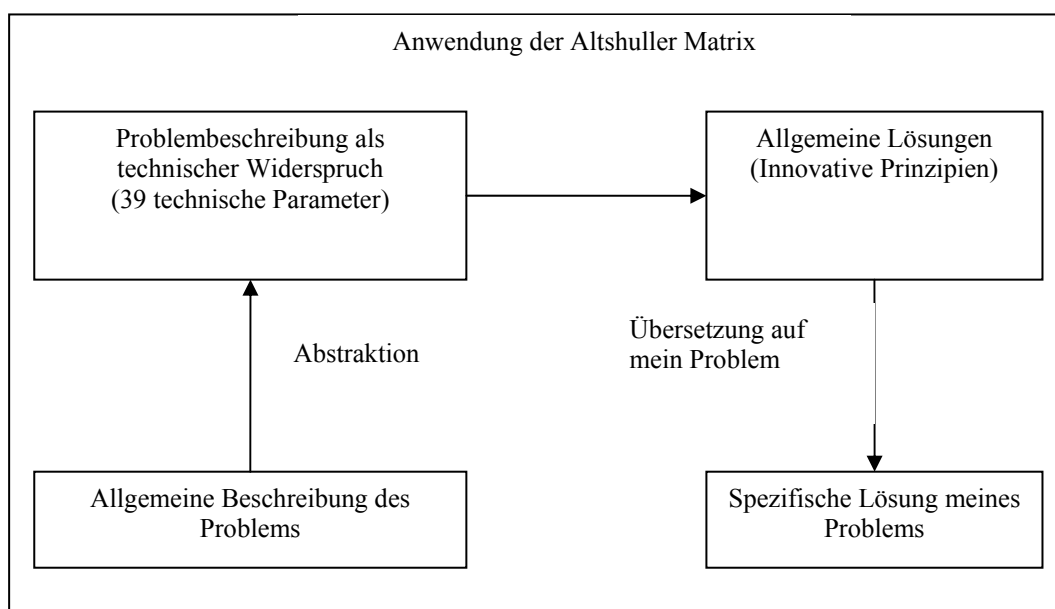


Ein technischer Widerspruch ist ein Konflikt zwischen einem zu verbessernden Parameter innerhalb eines Systems zu einem anderen dadurch sich verschlechternden Parameter. Altshuller entdeckte 40 Prinzipien um technische Widersprüche zu lösen. Ebenfalls identifizierte er 39 Ausprägungen eines technischen Systems – die so genannten technischen Parameter. Diese werden dazu verwendet, technische Widersprüche zu entwickeln bzw. zu beschreiben.

Der Schlüssel zum Erfolg der Analyse eines Problems besteht darin, wie man das Problem als Widerspruch definiert. Die Formulierung des technischen Widerspruchs hilft das Problem und seine wahre Ursache zu analysieren, es besser zu verstehen und schneller zu einer nachhaltigeren Lösung zu kommen.

Eine Aussage von TRIZ ist, dass wenn es keinen Widerspruch gibt man auch nicht von einem innovativen Problem sprechen kann (siehe 2.2.3.1 Beschreibung des Problems).

### Modell



### Beispiel



Verbesserung der Motorleistung (wünschenswerter Effekt) vergrößert das Gewicht des Motors (unerwünscht).

### 5.2.1 – Die 40 innovativen Prinzipien

#### Definition



“Die 40 innovativen Prinzipien” ist ein sehr einfaches Werkzeug aus dem TRIZ Werkzeugkasten. Dieses Werkzeug unterstützt bei der Suche nach Ideen um technische Widersprüche zu lösen. Für die Anwendung der 40 Prinzipien ist es nicht notwendig ein Spezialist (z.B. im Bereich Maschinenbau) zu sein, sondern es kann von jedem angewendet werden. Es ist sehr einfach.

Die Altshuller Matrix bzw. Widerspruchsmatrix wurde erstellt um die Verwendung dieses TRIZ Werkzeugs in der praktischen Arbeit unkompliziert zu gewährleisten. Die Verwendung der innovativen Prinzipien in Kombination mit der Altshuller Matrix benötigt ein paar praktische Anwendungshinweise und Erfahrung.



## Theorie

Genrich S. Altshuller veröffentlichte einen Ansatz zur Verbesserung der innovativen Prinzipien um 1950. Er wählte die am häufigsten verwendeten Prinzipien aus einer Analyse von unzähligen Patenten aus. Jedes dieser Prinzipien wurde in mehr als 80-100 Erfindungen angewandt. Das Ergebnis dieser umfangreichen Analyse waren die 40 am öftesten verwendeten Prinzipien.

## Modell

Die 40 innovativen Prinzipien (The 40 Inventive Principles -IP):

- IP 01 - Segmentierung**
- IP 02 - Abtrennung**
- IP 03 - örtliche Qualität**
- IP 04 - Asymmetrie**
- IP 05 - Vereinen**
- IP 06 - Universalität**
- IP 07 - Verschachtelung**
- IP 08 - Gegengewicht**
- IP 09 - Vorgezogene Gegenaktion**
- IP 10 - Vorgezogene Aktion**
- IP 11 - Vorbeugemaßnahme**
- IP 12 - Äquipotential**
- IP 13 - Umkehr**
- IP 14 - Krümmung**
- IP 15 - Dynamisierung**
- IP 16 - Partielle / überschüssige Wirkung**
- IP 17 - Höhere Dimension**
- IP 18 - Mechanische Schwingung**
- IP 19 - Periodische Schwingung**
- IP 20 - Kontinuität**
- IP 21 - Durcheilen und Überspringen**
- IP 22 - Schädliches in Nützlich**
- IP 23 - Rückkoppelung**
- IP 24 - Mediator, Vermittler**
- IP 25 - Selbstversorgung, -bedienung**
- IP 26 - Kopieren**
- IP 27 - Billige Kurzlebigkeit**
- IP 28 - Mechanik ersetzen**
- IP 29 - Pneumatik, Hydraulik**
- IP 30 - Flexible Hüllen und Filme**
- IP 31 - Poröse Materialien**
- IP 32 - Farbveränderung**
- IP 33 - Homogenität**
- IP 34 - Beseitigung und Regeneration**
- IP 35 - Eigenschaftsänderung**
- IP 36 - Phasenübergang**
- IP 37 - Wärmeausdehnung**
- IP 38 - Starkes Oxidationsmittel**
- IP 39 - Inertes Medium**
- IP 40 - Verbundmaterial**

## Methode

Für jedes dieser 40 Innovativen Prinzipien existiert eine kurze Beschreibung (siehe Anhang)  
Jedes Prinzip ist wie folgt dargestellt:



- der Titel
- eine Anzahl an erklärenden Leitlinien
- eine Anzahl an Beispielen

## Beispiele

### IP 01 - Segmentierung

- Zerlege ein Objekt in unabhängige Teile
- Führe das Objekt zerlegbar aus

Erhöhe den Grad an Unterteilung, Sorge für leichte Zerlegbarkeit und Zusammenfügbarkeit

### IP 04 - Asymmetrie

- Ersetze symmetrische Formen durch asymmetrische
- Erhöhe den Grad an Asymmetrie, wenn diese schon besteht

### IP 05 - Vereinen

- Gruppiere gleichartige oder zur Zusammenarbeit bestimmte Objekte räumlich zusammen; kopple sie

Vertakte gleichartige oder zur Zusammenarbeit bestimmte Objekte; kopple sie zeitlich

### IP 08 - Gegengewicht

- Das Gewicht des Objektes kann durch Koppelung an ein anderes, entsprechend tragfähiges Objekt kompensiert werden

Das Gewicht des Objektes kann durch aerodynamische oder hydraulische Kräfte kompensiert werden

### IP 24 - Mediator, Vermittler

- Nutze ein Zwischenobjekt, um die Aktion weiterzugeben oder auszuführen
- Verbinde das System zeitweise mit einem anderen, leicht zu entfernenden Objekt

### IP 25 - Selbstversorgung, -bedienung

- Das System soll sich selbst bedienen und Hilfs- sowie Reparaturfunktionen selbst ausführen

Nutze Abfall und Verlustenergie

### IP 36 - Phasenübergang

- Nutze die Effekte während des Phasenübergangs einer Substanz aus: Volumenänderung, Wärmeentwicklung oder Wärmeabsorption

Ersetze homogene Stoffe durch Verbundmaterialien

### IP 01 - Segmentierung

#### A. Teile ein System in mehrere verschiedene Teile

Mehrere Linsen mit unterschiedlicher Brennweite bei einer Kamera  
Mehrfachstecker  
Ballonhülle  
Mehrere Kolben bei Verbrennungskraftmaschinen  
Flugzeug mit mehreren Motoren

#### B. Mache ein System leicht zerlegbar und wieder zusammenbaubar

Schnellspanverschlüsse bei Fahrrädern  
Schnellverbinder bei Hydrauliksystemen  
Einlegeblätter in einem Ringordner

#### C. Erhöhe die Anzahl der Segmente

16 und 24 vs. 8 Ventilen bei Verbrennungskraftmaschinen  
Rastierer mit mehreren Klängen  
Verbrennungsvorgänge in mehreren Bereichen  
Komponenten aus mehreren Schichten (e.g. stereo-lithography, etc)

### IP 07- Verschachteln



Beispiele für TRIZ – Spielkarten: (Erklärung mit Bildern)

## **Anmerkung:**

Es gibt eine sinngemäße Übereinstimmung mit anderen TRIZ Werkzeugen wie den Standardlösungen.

Beispiele:

IP 01 und IP 15 entsprechen den Standards der Klasse 2

IP 13 entspricht dem Standard 3.1.3

IP 10 und IP 13 entspricht dem Multidimensionalen Denken (System Operator)

## **5.2.1.1 – Anwendung der innovativen Prinzipien**

Grundsätzlich gibt es 2 Methoden um die 40 Innovativen Prinzipien für die Problemlösung zu nutzen:

- Die einfachste Methode kann als "Einarbeitung oder Kennen lernen der Innovativen Prinzipien" bezeichnet werden. Bei diesem Werkzeug wird versucht die Prinzipien einzeln, oder in Kombinationen, zur Lösung des technischen Widerspruchs anzuwenden. (Notiz: das ist nur ein Vorschlag einfach und schnell zu Lösungsideen zu kommen (Trial and Error).  
Diese Vorgehensweise passt mit den korrekten Inhalten und Vorstellungen von Alshuller's Problemlösungsprozess nicht überein.
- Die zweite Methode ist die korrekte Formulierung eines technischen Widerspruchs und die Nutzung von Alshuller's Matrix (Widerspruchsmatrix) um mit den daraus erlangten Prinzipien wiederum das ursprüngliche Problem zu lösen.

### **5.2.1.1.1 – Kennen lernen / Brainstorming mit den IP**

#### **Methode**

Die einfachste Methode ist das Kennen lernen der Prinzipien. Dabei wird versucht die Anwendung einzelner Prinzipien an bekannten Produkten oder Prozessen zu erkennen bzw. nachzuweisen. Je öfter man ein Prinzip in der Praxis angefounden hat, desto leichter wird man es bei der Anwendung für eine Problemstellung anwenden können.

Der zweite Schritt ist die Anwendung der Prinzipien und/oder ihrer Kombinationen als Hinweiswörter für Brainstorming Sitzungen. Zur Bestimmung Wo und Wann das Problem wirklich auftritt, ist die Definition des so genannten "operativen Ortes" und der "operativen Zeit" ein guter und oft hilfreicher Ratschlag als vorangehender Schritt.

### **5.2.1.1.2 – Die Widerspruchsmatrix oder auch Altshuller Matrix**

#### **Definition:**

Die Widerspruchsmatrix ist eines der ersten Werkzeuge, welche von Altshuller und seinen Kollegen entwickelt wurde.

Altshuller abstrahierte und klassifizierte sowohl innovative Lösungen (= Innovative Prinzipien) als auch so genannte "39 Technische Parameter", anhand welcher die technischen Widersprüche beschrieben werden können. (siehe 2.2.2 Die 39 technischen Parameter)

Diese Technischen Parameter führten zum Aufbau einer 39x39 Matrix, wobei auf der y-Achse, jene Parameter, die verbessert werden sollen und auf der x-Achse jene Parameter, die sich verschlechtern würden, aufgetragen sind.

(siehe 2.2 Die Altshuller Matrix)



## Modell

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
	<b>Problemfaktor</b> $\longrightarrow$ <b>Optimierungsfaktor</b> $\downarrow$	Gewicht eines bewegten Objekts	Gewicht eines stationären Objekts	Länge eines bewegten Objekts	Länge eines stationären Objekts	Fläche eines bewegten Objekts	Fläche eines stationären Objekts	Volumen eines bewegten Objekts	Volumen eines stationären Objekts	Geschwindigkeit	$\frac{1}{\sqrt{m \cdot d}}$
1	Gewicht eines bewegten Objekts	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2, 8, 15, 38	8, 18,
2	Gewicht eines stationären Objekts	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 19,
3	Länge eines bewegten Objekts	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8	17,
4	Länge eines stationären Objekts		35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28,
5	Fläche eines bewegten Objekts	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4		29, 30, 4, 34	19, 35
6	Fläche eines stationären Objekts	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-		-	1, 35,
7	Volumen eines bewegten Objekts	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 38, 34	15, 36,

Auszug aus der Altshuller Matrix bzw. Widerspruchsmatrix

### Beispiel

Anwendung der Altshuller Matrix: siehe 2.2.

#### 5.2.1.1.3 –Andere Ansätze zur Auswahl der Innovativen Prinzipien

Einige andere Ansätze zur Auswahl innovativer Prinzipien:

Auswahl bezogen auf die Vorkommenshäufigkeit in der Altshuller Matrix

Auswahl bezogen auf den Ansatz von S. Fayer.

#### Auswahl bezogen auf die Vorkommenshäufigkeit in der Altshuller Matrix

Innovative Prinzipien nach der Vorkommenshäufigkeit (VH) in der Altshuller Matrix:

Innovative Prinzipien VH 1–10	Innovative Prinzipien VH 11–20	Innovative Prinzipien VH 21–30	Innovative Prinzipien VH 31–40
35	26	14	38
10	03	22	08
01	27	39	05
28	29	04	07
02	34	30	21
15	16	37	23
19	40	36	12
18	24	25	33
32	17	11	09
13	06	31	20

## Auswahl bezogen auf den Ansatz von S. Fayer

S. Fayer definierte 4 Gruppen von Problemen, für die die Anwendung bestimmter Innovativer Prinzipien vorgeschlagen wird :

**Gruppe 1:** Veränderung von Stoffen (Anzahl, Qualität, Struktur, Form)  
Innovative Prinzipien: 1, 2, 3, 4, 7, 14, 17, 30, 31, 40

**Gruppe 2:** Umgang mit schädlichen Funktionen  
Innovative Prinzipien: 9, 10, 11, 12, 13, 19, 21, 23, 24, 26, 33, 39

**Gruppe 3:** Erhöhung der Effektivität in Richtung Idealen Zustand  
Innovative Prinzipien: 5, 6, 15, 16, 20, 25, 26, 34

**Gruppe 4:** Verwendung von wissenschaftlichen Effekten, Felder und Funktionen  
Innovative Prinzipien: 8, 18, 28, 29, 32, 35, 36, 37, 38, 30, 31, 40

## 5.2.2 – Die Altshuller Matrix/Widerspruchs Matrix

### 5.2.2.1 – Der Aufbau der Altshuller Matrix

#### Definition

Die Widerspruchsmatrix oder Altshuller Matrix, entwickelt von G. S. Altshuller, schlägt Innovative Prinzipien vor um jene Widersprüche zu lösen die entstehen, wenn man eine Eigenschaft eines Produktes, Prozesses oder Systems verbessern will. Die Widerspruchsmatrix war eine der ersten veröffentlichten Ergebnisse der Arbeit von Altshuller und seinen Kollegen. Obwohl die Widerspruchsmatrix eines der ältesten TRIZ-Ergebnisse ist, ist deren Anwendung noch immer hilfreich in der Vorbereitung für eine Problemlösung.

The Altshuller Matrix (contradiction table) was designed to formalize and facilitate the usage of this TRIZ tool in practical activity. The Matrix presents you with 39 system characteristics or “technical parameters”, which represent the conflicting Evaluation Parameters (OTSM).

Altshuller abstrahierte und klassifizierte ideenreiche Lösungen (Innovative Prinzipien) und definierte 39 technische Parameter die die Lösung für unterschiedlichste Widersprüche beschreiben (siehe 2.2.2 Die 39 technischen Parameter)

Diese technischen Parameter sind in einer 39 x 39 Matrix dargestellt, wobei die X-Achse jene Parameter beschreibt, die schlechter werden (Problemfaktor) und die Y-Achse jene beschreibt, die besser werden oder verbessert werden sollen (Optimierungsfaktor).

Diese 39 Parameter entsprechen grob den Bewertungsparametern des OTSM – Widerspruchsmodells.

Die beiden Gruppen der widersprüchlichen Charakteristiken (Technischen Parameter) bilden die Matrix. Die erste Gruppe befindet sich in der linken senkrechten Spalte der Matrix und wird als nützliche Parameter bezeichnet (oder Verbesserungseigenschaften, Optimierungsfaktor). Die zweite Gruppe wird als schädliche Eigenschaften (oder Verschlechterung, Problemfaktor) bezeichnet. Diese Gruppe befindet sich ganz oben in der Horizontalen.



## Model

Die Altshuller – bzw. Widerspruchsmatrix (Auszug)

Die gesamte Matrix – siehe Anhang

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Problemfaktor</b>														
<b>Optimierungsfaktor</b>														
1 Gewicht eines bewegten Objekts	+	-	15, 6, 20, 34	-	29, 17, 38, 34	-	25, 2, 40, 28	-	2, 6, 15, 38	6, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 30	26, 27, 18, 40
2 Gewicht eines stationären Objekts	-	+	-	10, 1, 26, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	26, 39, 29, 14	28, 2, 1, 40	10, 27
3 Länge eines bewegten Objekts	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 25	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34
4 Länge eines stationären Objekts	-	35, 26, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 6, 2, 14	-	29, 10	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26
5 Fläche eines bewegten Objekts	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4	-	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 29	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14
6 Fläche eines stationären Objekts	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-	-	1, 18, 10, 15	-	35, 36, 36, 37	-	2, 38, 40	-
7 Volumen eines bewegten Objekts	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 36, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 29, 4	1, 15, 1, 39	28, 10, 9, 14, 15, 7	
8 Volumen eines stationären Objekts	-	35, 10, 19, 14	-	35, 8, 2, 14	-	-	+	-	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	
9 Geschwindigkeit	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	+	13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	36, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	6, 3, 26, 14, 39
10 Kraft	6, 1, 37, 18	18, 13, 1, 29	17, 19, 8, 36	26, 10	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 13, 26, 18, 37	15, 12	+	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27
11 Druck oder Spannung	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 24	8, 35, 36	36, 35, 21	+	35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40
12 Form	8, 10, 26, 40	15, 10, 18	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	-	14, 4, 15, 22	7, 2, 35	35, 15, 35, 10, 34, 18, 37, 40	35, 10, 34, 15, 10, 14	+	33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	
13 Stabilität eines Objekts	21, 35, 37, 40	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 38	34, 28, 35, 40	33, 15, 10, 35, 26, 18, 21, 16	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4	+	17, 9, 15, 10
14 Festigkeit	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 26, 28	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 9, 14, 17, 15	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14	18, 40, 3, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 35, 40	13, 17, 35	+
15 Haltbarkeit eines	19, 5	2, 18	3, 17	10, 2	3, 35	18, 2	19, 3	14, 26	13, 3	27, 3				

### 5.2.2.2 – Die 39 technischen Parameter

#### Definition



Um ein klar beschreibbares und übersichtlich angeordnetes Werkzeug für die Anwendung der Innovativen Prinzipien zu erhalten hat Altschuller die Charakteristiken von technischen Systemen definiert und abstrahiert. In TRIZ werden diese abstrahierten Charakteristika "die 39 Technischen Parameter" genannt.

Im Anhang befindet sich eine ausführliche Beschreibung aller 39 technischen Parameter, welche von Altschuller entworfen wurde.. .

Eine der grundlegenden Fragen war es Herauszufinden, ob es verschieden Innovative Prinzipien gibt, welche bei spezifischen Problemstellungen häufiger verwendet werden als andere.

#### Methode

Die 39 Technischen Parameter (The 39 Technical Parameters - TP)

**TP 01 - Gewicht eines bewegten Objektes**

**TP 02 - Gewicht eines stationären, unbewegten Objektes**

**TP 03 - Länge/Winkel eines bewegten Objektes**

**TP 04 - Länge/Winkel eines stationären, unbewegten Objektes**

**TP 05 - Fläche (Bereich) eines bewegten Objektes**

**TP 06 - Fläche (Bereich) eines stationären, unbewegten Objektes**

**TP 07 - Volumen (Ausdehnung) eines bewegten Objektes**

**TP 08 - Volumen (Ausdehnung) eines stationären, unbewegten Objektes**

**TP 09 - Geschwindigkeit**

**TP 10 - Kraft / Drehmoment**

**TP 11 - Druck / Spannung**

**TP 12 - Form**

**TP 13 - Stabilität eines Objekts**

**TP 14 - Festigkeit**

- TP 15 - Haltbarkeit eines bewegten Objektes
- TP 16 - Haltbarkeit eines stationären, unbewegten Objektes
- TP 17 - Temperatur
- TP 18 - Helligkeit / Beleuchtungsintensität
- TP 19 - Energieverbrauch eines bewegten Objektes
- TP 20 - Energieverbrauch eines stationären, unbewegten Objektes
- TP 21 - Leistung / Energie
- TP 22 - Energieverlust
- TP 23 - Substanzverlust
- TP 24 - Informationsverlust
- TP 25 - Zeitverlust
- TP 26 - Materialmenge / -quantität
- TP 27 - Zuverlässigkeit / Robustheit
- TP 28 - Messgenauigkeit
- TP 29 - Fertigungsgenauigkeit / Herstellungsgenauigkeit
- TP 30 - Äußere negative, schädlichen Einflüsse auf das Objekt
- TP 31 - Negative, Schädliche Nebeneffekte des Objektes (Systems)
- TP 32 - Fertigungsfreundlichkeit / Herstellbarkeit
- TP 33 - Benutzerfreundlichkeit
- TP 34 - Reparaturfreundlichkeit / Wartungsfreundlichkeit
- TP 35 - Anpassungsfähigkeit
- TP 36 - Komplexität in der Struktur
- TP 37 - Komplexität in der Kontrolle oder Steuerung
- TP 38 - Automatisierungsgrad
- TP 39 - Produktivität

## Beispiele

### TP 01 - Gewicht eines bewegten Objektes

Die Masse oder Gravitationskraft, die ein beweglicher oder bewegter Gegenstand ausübt. Bewegung schließt jeglichen Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems ein. Dies kann linear oder rotierend geschehen.



### TP 17 - Temperatur

Gemessener oder wahrgenommener thermischer Zustand eines Gegenstandes oder des Systems. Umfasst andere thermische Parameter, wie Hitzekapazität, Leitfähigkeit, Strahlung und Konvektion.

### TP 22 - Energieverlust

Energieverlust oder -verschwendung, die zu keiner nützlichen Funktion beiträgt. Ineffizienz kann teilweise oder vollständig, permanent oder zeitlich begrenzt auftreten.

### TP 38 - Automatisierungsgrad

Die Fähigkeit eines Systems, seine Funktionen ohne Mensch-Maschine-Schnittstelle oder Kontrolle durch eine Person auszuführen. Niveau oder Umfang der Automatisierung.

### TP 39 - Produktivität

Die Zahl nützlicher (value-added) Funktionen oder Arbeitsprozesse pro Zeiteinheit. Die Zeit pro Funktions- oder Prozesseinheit. Brauchbarer Ausstoß pro Zeiteinheit. Kosten pro Produktionseinheit, oder Betrag von brauchbarer Produktion.

## 5.2.2.3 – Anwendung der Altshuller Matrix

### Theorie

Für die Verwendung der Widerspruchsmatrix muss das Problem im Vorfeld gründlich analysiert werden. Ein oder mehrere technische Widersprüche müssen innerhalb des Systems definiert werden.

Die Hauptschritte für die Anwendung sind:

- Beschreibung des Problems
- Definition des technischen Widerspruchs
- Übersetzung des Widerspruchs in Technische Parameter (Problem- und Optimierungsfaktor)
- Anwendung der Altschuller Matrix - Kreuzung der beiden Parameter in der Matrix (= mehrere Zahlen = Innovative Prinzipien)
- Generierung von Ideen mit Hilfe der Innovativen Prinzipien

Im ersten Schritt muss das zu lösende Problem im jeweiligen Kontext zusammengefasst und beschrieben werden. Während dieser Phase ist es hilfreich das Problem aufzuschreiben und sich darüber Gedanken zu machen, was uns hindert dieses Problem sofort zu lösen. Oft wird dadurch eine Rahmenbedingung erkannt, welche bewertet werden muss oder man entdeckt einen Widerspruch, welcher gelöst werden muss.

Im nächsten Schritt wird die Problemanalyse in mehrere Widerspruchsaussagen übersetzt. Der gewünschte Zustand kann nicht erreicht werden, weil etwas anderes im System diesen Zustand verhindert. In anderen Worten, wenn etwas besser werden soll wird meistens zwangsläufig etwas anderes schlechter.

### Beispiel:



Die Bandbreite einer Rundfunkstation vergrößert sich (gut) aber es ist mehr Energie notwendig (schlecht)

Das Service für jeden Kunden in einem Kaffeehaus ist individuell (gut) aber die Servicezeiten vergrößern sich enorm (schlecht)

Als nächsten Schritt muss die Aussage in einen technischen Widerspruch übersetzt werden. Dabei werden die Eigenschaften als Technische Parameter zusammengesammelt.

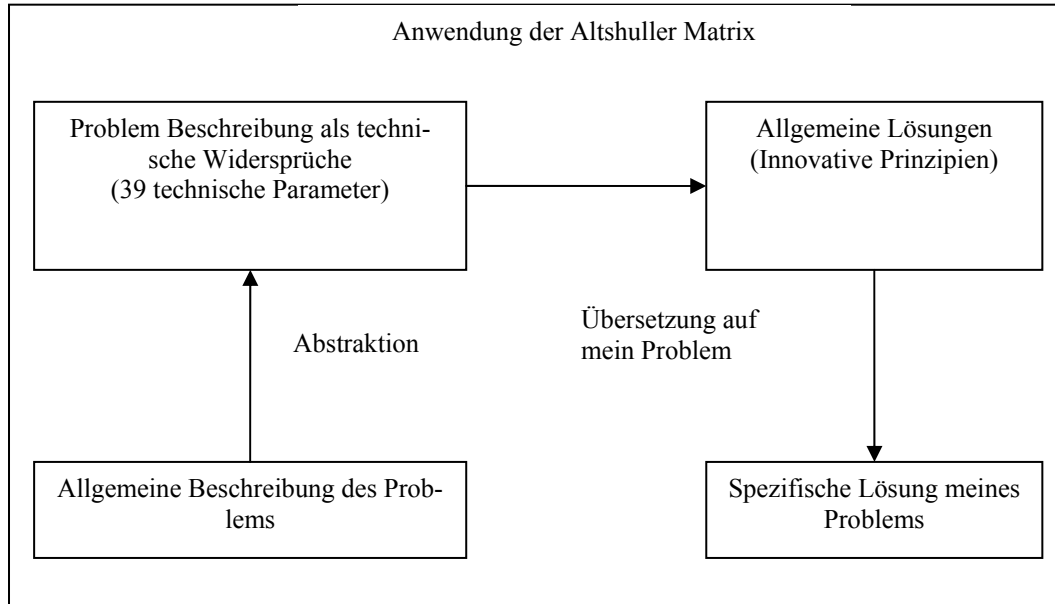
**Notiz:** Dieser Schritt ist nicht so einfach, es ist wichtig das man ein wenig Übung mit den Parametern hat. Schau dir die Parameter an und sammle eigene Beispiele dafür.

Anschließend werden die Problem- und Optimierungsfaktoren für die Altshuller Matrix definiert. Durch die Anwendung erhält man in den Kreuzungszellen der Zeilen und Spalten die Nummern für die Innovativen Prinzipien.

Nun wendet man die Innovativen Prinzipien an, indem man die Beschreibungen und Beispiele als Hilfestellungen zur Ideengenerierung nutzt.



## Modell



## Beispiel

Anwendung der Altshuller Matrix: siehe 2.2.

### 5.2.2.3.1 – Beschreibung des Problems

#### Theorie

Problemlösungsprofis sagen, dass ein gut definiertes Problem bereits die halbe Lösung für das Problem ist. Es ist wichtig, das gesamte System um das Problem herum genau zu kennen. Spezifische Aspekte die auf das Problem einwirken können müssen systematisch dokumentiert werden.

Für eine detaillierte Beschreibung des Problems und des Problemumfelds kann das TRIZ Werkzeug „Innovationscheckliste“ ("Innovation-Situation-Questionnaire® - ISQ) genutzt werden. ISQ wurde von der Kishinev TRIZ-Schule in Moldawien entwickelt und gehört als Produkt der Fa. Ideation International Inc.)

#### Notiz:

ARIZ (eine weitere umfassende TRIZ Methode) zeigt Schritt für Schritt die Vorgehensweise für die Erarbeitung der technischen Widersprüche und die Überführung dieser in physikalische Widersprüche (siehe Kapitel ARIZ)

#### Methode

Struktur der „Innovationscheckliste“ bzw. "ISQ-Innovation-Situation-Questionnaire®":

Information über das zu verbessernde System und deren Umgebung

System Name

System - notwendige Hauptfunktionen

Primäre nützliche Funktionen des Systems

Aktuelle oder gewünschte Systemstruktur

Funktionsfähigkeit des Systems

Systemumwelt

Mögliche Ressourcen (siehe Stoff-Feld-Ressourcen)

Informationen über die Problemsituation

Gewünschte Verbesserung des Systems oder ein zu eliminierender Nachteil



- Mechanismus bei dem die Nachteile auftreten (wenn sie bekannt sind)
- Andere zu lösende Probleme
- Wechsle das System
  - Erlaubte Änderungen im System
  - Grenzen der Systemveränderung
- Kriterien zur Lösungskonzeptauswahl
  - Erwünschte technologische Eigenschaften
  - Erwünschte wirtschaftliche Eigenschaften
  - Erwünschter Zeitplan
  - Geplanter Grad der Neuheit
  - Andere Kriterien
- Geschichte der versuchten Lösungen bzgl. des Problems
  - Frühere Versuche um das Problem zu lösen
  - Andere System(e) in dem ähnliche Probleme existieren

## Beispiele zur ISQ :

In *Systematic Innovation – an Introduction to TRIZ*. John Terninko, Allo Zusman, Boris Zlotin, (auch unter books.google.com erhältlich).

### 5.2.2.3.2 – Definition des technischen Widerspruchs (Wege zum Modellieren des Problems – Finden von technischen Widersprüchen)

Es gibt mehrere Wege und Modelle in TRIZ wie man technische Widersprüche in einem System findet bzw. definiert.

Definition “Was wird besser ? – Was verschlechtert sich?“

OTSM Modell der Widersprüche (siehe Kapitel 1.1.4)

ARIZ (siehe Kapitel ARIZ)

#### Theorie & Methode

#### Definition “Was wird besser ? – Was verschlechtert sich?“

Der einfachste Weg um Parameter der Widersprüche in einem System zu finden ist zuerst einen Satz zu formulieren, der das Problem beschreibt um die folgenden beiden Fragen beantworten zu können:

Zusammenfassung des zu lösenden Problems und des Systemzusammenhangs

Was wird besser (Was ist "gut")?	Was wird schlechter (Was ist "schlecht")?
Dieser Aspekt des Systems wird besser ...	Dieser Aspekt des Systems wird dadurch schlechter ...

#### OTSM Modell der Widersprüche

siehe Kapitel 1.1.4.



#### Beispiel

Bsp. 1: "Erhöhe die Lebensdauer des Produktes"



## Definition “Was wird besser ? – Was verschlechtert sich ? oder wenn, dann, aber

Zusammenfassung des zu lösenden Problems und Kontexts
<i>Um ein Bauteil zu verstärken wird oft das Material verändert bzw. verbessert. Meistens wird mehr Material z.B. für eine Versteifungsrippe hinzugefügt um das Produkt stärker und damit langlebiger zu machen.</i>

Was wird besser (Was ist "gut")?	Was wird schlechter (Was ist "schlecht")?
Dieser Aspekt des Systems wird besser ...	Dieser Aspekt des Systems wird schlechter ...
Ein Produkt wird verstärkt (fester)...	... aber es wird schwerer.

Ergebnis:

Wenn es gewünscht ist, ein Produkt fester zu machen wird sich das Gewicht verschlechtern (technischer Widerspruch)

### 5.2.2.3.3 – Übersetzung in technische Parameter (Verbesserung und Verschlechterung der Eigenschaften)

#### Modell

Als nächsten Schritt muss dieser Widerspruch in einen technischen Widerspruch mit Hilfe der 39 technischen Parameter übersetzt werden.

Dieser Schritt ist nicht so einfach wie er aussehen mag. Es ist hierbei wichtig mit den Parametern vertraut zu sein. Dass kann durch das Vertraut machen der Parameter und dem Sammeln von eigenen Beispiele passieren (siehe Anhang).

#### Methode

Liste der 39 Technischen Parameters (mit Erklärungen)

#### Beispiel

Bsp. 1: "Erhöhe die Lebensdauer des Produktes"

Zusammenfassung des zu lösenden Problems und Kontexts
<i>Um ein Bauteil zu verstärken (Festigkeit erhöhen) wird oft das Material verändert bzw. verbessert. Meistens wird mehr Material z.B. für eine Versteifungsrippe hinzugefügt um das Produkt stärker und damit langlebiger zu machen.</i>



Was wird besser (Was ist "gut")?	Was wird schlechter (Was ist "schlecht")?
Dieser Aspekt des Systems wird besser ...	Dieser Aspekt des Systems wird schlechter ...
Ein Produkt wird verstärkt ...	... aber es wird schwerer.
<b>Festigkeit – TP 14</b>	<b>Gewicht eines stationären Objektes– TP 02</b>

### 5.2.2.3.4 – Identifizierung der Innovativen Prinzipien in der Altshuller-Matrix

Nun sucht man die Optimierungsfaktoren und die Problemfaktoren als Technische Parameter in der Widerspruchsmatrix. Indem man in der Matrix den Schnittpunkt der beiden Faktoren gefunden hat, kann man die Nummern der Innovativen Prinzipien, die beim Lösen der technischen Widersprüche helfen, finden.

Wenn man in der Widerspruchsmatrix auf ein Kästchen ohne Nummern trifft versucht man den Widerspruch bzw. die Parameter neu zu definieren.

## Methode

Altshuller Matrix (Anhang)

## Beispiel

Bsp. 1: "Erhöhe die Lebensdauer des Produktes"



Zusammenfassung des zu lösenden Problems und Kontexts
<i>Um ein Bauteil zu verstärken (Festigkeit erhöhen) wird oft das Material verändert bzw. verbessert. Meistens wird mehr Material z.B. für eine Versteifungsrippe hinzugefügt um das Produkt stärker und damit langlebiger zu machen.</i>

Was wird besser (Was ist "gut")?	Was wird schlechter (Was ist "schlecht")?
Dieser Aspekt des Systems wird besser ...	Dieser Aspekt des Systems wird schlechter ...
Ein Produkt wird verstärkt ...	... aber es wird schwerer.
<b>Festigkeit – TP 14</b>	<b>Gewicht eines stationären Objektes– TP 02</b>

Die Nummern der Innovative Prinzipien von der Kombination von Problem- und Optimierungsfaktor (technische Parameter) in der Altshuller Matrix: <b>(Zeile 14) und (Spalte 2) Innovative Prinzipien: 40, 26, 27, 1</b>
---

		1	2	3	4	5
	<b>Problemfaktor</b> → <b>Optimierungsfaktor</b> ↓	Gewicht eines bewegten Objekts	Gewicht eines stationären Objekts	Länge eines bewegten Objekts	Länge eines stationären Objekts	Fläche eines bewegten Objekts
1	Gewicht eines bewegten Objekts	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 138, ...
2	Gewicht eines stationären Objekts	-	+	-	10, 1, 29, 35	-
3	Länge eines bewegten Objekts	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 14
4	Länge eines stationären Objekts	-	35, 28, 40, 29	-	+	-
5	Fläche eines bewegten Objekts	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+
6	Fläche eines stationären Objekts	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-
7	Volumen eines bewegten Objekts	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 17
8	Volumen eines stationären Objekts	-	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	-
9	Geschwindigkeit	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 34
10	Kraft	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 15
11	Druck oder Spannung	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 136, ...
12	Form	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 1
13	Stabilität eines Objekts	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 13
14	Festigkeit	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, ...
15	Haltbarkeit eines	19, 5	-	2, 19	-	3, 1

## 5.2.2.3.5 – Ideengenerierung mit den Innovativen Prinzipien

Im letzten Schritt werden Ideen mit den identifizierten Innovativen Prinzipien generiert.

### Notiz:

Die Innovativen Prinzipien sollen als deutliche Anweisung verwendet werden um den entsprechenden technischen Widersprüche zu überwinden.

**Typischer Fehler:** Anfänger wenden die Innovativen Prinzipien meistens auf das gesamte System an und nicht auf das spezifische Problem, das nur ein Teil des Gesamtsystems ist.

Die Interpretation der Richtlinien der innovativen Prinzipien sollte so "wörtlich" wie möglich (so gut es geht) erfolgen.

Die Richtung, die durch die unterschiedlichen Innovativen Prinzipien in der selben Zelle der Matrix vorgegeben werden können auch kombiniert werden, da diese oft ergänzende Vorschläge beinhalten.

## Methode & Beispiel

### Beispiel

Bsp. 1: "Erhöhe die Lebensdauer des Produktes"



Zusammenfassung des zu lösenden Problems und Kontexts
<i>Um ein Bauteil zu verstärken (Festigkeit erhöhen) wird oft das Material verändert bzw. verbessert. Meistens wird mehr Material z.B. für eine Versteifungsrippe hinzugefügt um das Produkt stärker und damit langlebiger zu machen.</i>

Was wird besser (Was ist "gut")?	Was wird schlechter (Was ist "schlecht")?
Dieser Aspekt des Systems wird besser ...	Dieser Aspekt des Systems wird schlechter ...
Ein Produkt wird verstärkt ...	... aber es wird schwerer.
<b>Festigkeit – TP 14</b>	<b>Gewicht eines stationären Objektes– TP 02</b>

Die Nummern der Innovative Prinzipien von der Kombination von Problem- und Optimierungsfaktor (technische Parameter) in der Altshuller Matrix:
<b>(Zeile 14) und (Spalte 2) Innovative Prinzipien: 40, 26, 27, 1</b>

Vorgeschlagene Lösungen	
<b>IP 40 – Verbundmaterial</b>	<i>Verwende leichte Verbundmaterialien in Produkten die eine lange Lebensdauer haben und Vorteile aufgrund des geringen Gewichtes haben. Entwickle neue Verbundmaterialien aus einem Abfall. Ersetze homogene Stoffe durch Verbundmaterialien.</i>
<b>IP 26 – Kopieren</b>	<i>Benutze eine billige, einfache Kopie anstatt eines komplexen, teuren, zerbrechlichen oder schlecht handhabbaren Objekts. Ersetze ein System oder Objekt durch eine optische Kopie oder Abbildung. Hierbei kann der Maßstab verändert werden. Gehe zu infraroten oder ultravioletten Abbildern über.</i>
<b>IP 27 – Billige Kurzlebigkeit</b>	<i>Ersetze ein teures System durch ein Sortiment billiger Teile, wobei auf einige Eigenschaften (wie Langlebigkeit) verzichtet wird.</i>
<b>IP 1 – Segmentierung</b>	<i>Zerlege ein Objekt in unabhängige Teile. Führe das Objekt zerlegbar aus. Erhöhe den Grad an Unterteilung, Sorge für leichte Zerlegbarkeit und Zusammenfügbarkeit.</i>

## 5.3. Techniken zur Lösung Physikalischer Widersprüche

### Definition



Ein physikalischer Widerspruch wird definiert als ein Widerspruch zwischen zwei gegensätzlichen physikalischen Anforderungen auf denselben Parameter eines Elementes in einem System. Genauer gesagt bezieht sich ein physikalischer Widerspruch auf das ENV Modell (siehe Kapitel 1c). Ein physikalischer Widerspruch tritt auf wenn unterschiedliche (gegensätzliche) Werte für einen gegebenen Kontrollparameter erforderlich sind.

Die Formulierung eines Widerspruchs im Problemlösungsprozess hat folgendes Format: „Ein gegebenes Element in einem System sollte die Eigenschaft A besitzen um eine erforderliche Funktion (die das Problem lösen kann) zu erfüllen. UND dieses Element soll die Eigenschaft NICHT-A besitzen, um existierende Rahmenbedingungen und Einschränkungen zu erfüllen.“

### Beispiel:



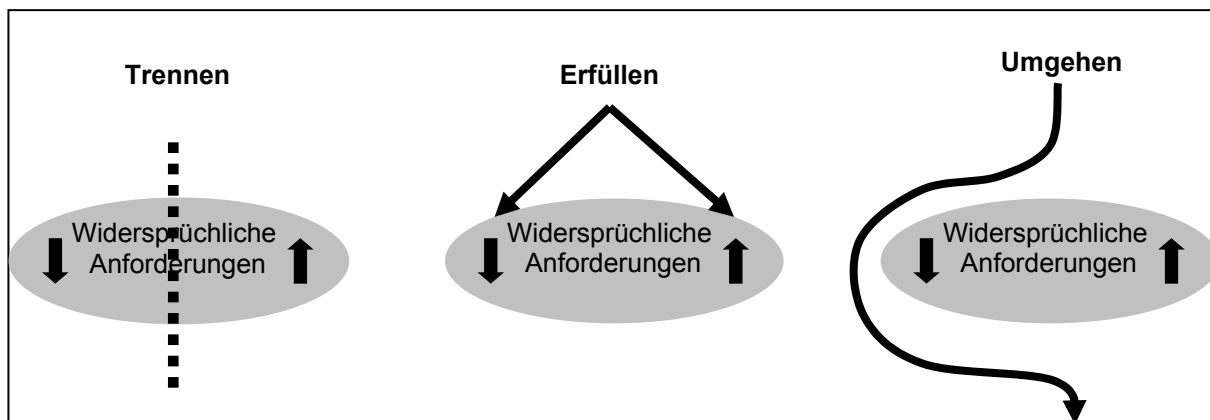
Ein Element sollte heiß und kalt sein  
Ein Element sollte hart und weich sein

Prinzipiell kann ein physikalischer Widerspruch durch folgende 3 Konzepte gelöst werden:

**Trennung der widersprüchlichen Anforderungen**  
(4 Separationsprinzipien; 1 - Separation in der Zeit; 2 - Separation im Raum; 3 - Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile; 4 - Separation durch Bedingungswechsel)

Erfüllung der widersprüchlichen Anforderung  
Umgehen der widersprüchlichen Anforderung

### Modell



### 5.3.1 – Die 4 Separationsprinzipien

#### Definition

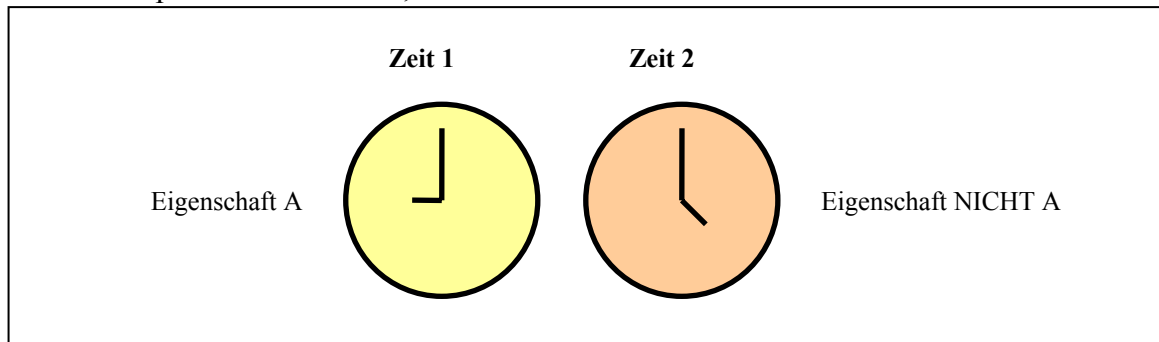


Wenn mit einem bekannten physikalischen Widerspruch gearbeitet wird und die Konzepte der Erfüllung und die Umgehung von widersprüchlichen Anforderungen nicht möglich sind, kann einer der 4 Separationsprinzipien angewendet werden um diese Art des Widerspruchs zu lösen:

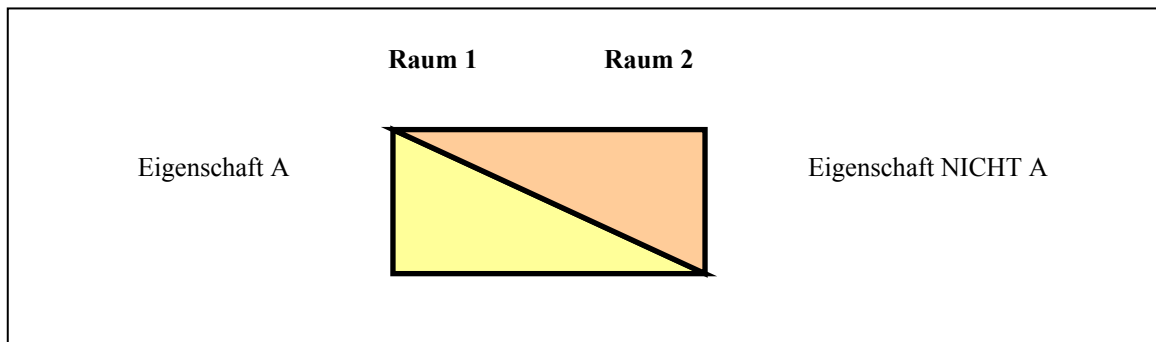
- 1 - Separation in der Zeit;
- 2 - Separation im Raum;
- 3 - Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile;
- 4 - Separation durch Bedingungswechsel

## Modell

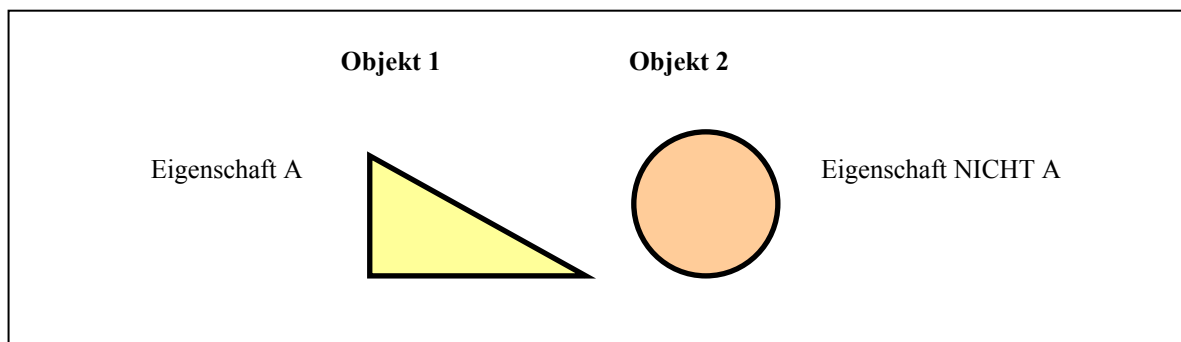
1 - Separation in der Zeit;



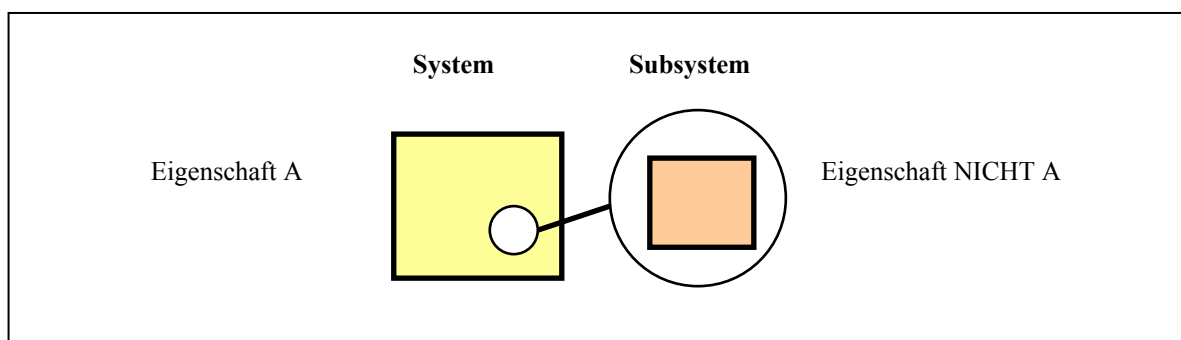
2 - Separation im Raum;



3 - Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile;



4 - Separation durch Bedingungswechsel



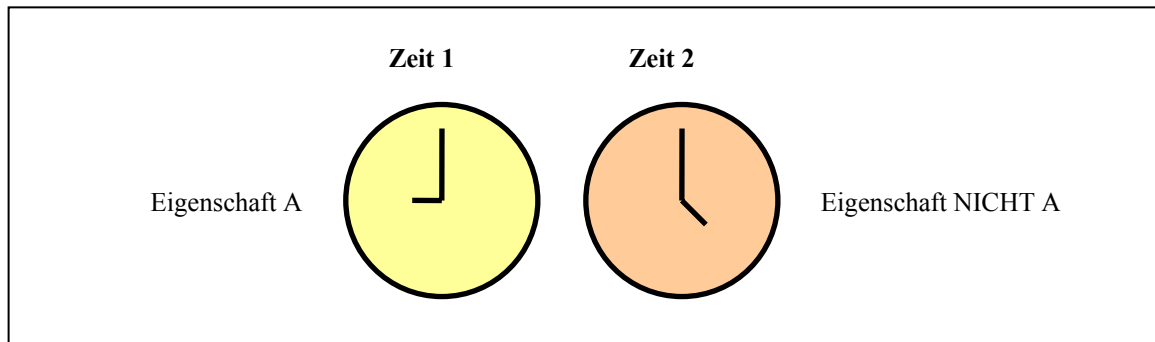
## 5.3.1.1 – Separation in der Zeit

### Definition



Das Konzept besagt, wie der Name sagt, dass die unterschiedlichen Anforderungen zeitlich getrennt werden. Wenn ein Prozess oder ein System gegensätzliche, widersprüchliche Anforderungen erfüllen soll, versucht man das System so zu gestalten, dass die gegensätzlichen Anforderungen zu unterschiedlichen Zeiten auftreten.

Das Konzept beruht auf der so genannten “operativen Zeit“, wobei damit gemeint ist, zu welcher exakten Zeit die unterschiedlichen Anforderungen benötigt werden.



Fragen, die hierbei zu stellen und beantworten sind:

Wird die Eigenschaft A jederzeit benötigt oder nur zu einer bestimmten Zeit?

Wenn die Eigenschaft A nicht immer benötigt wird kann eine Trennung bzw. Separation in der Zeit erfolgen.

### Methode

Innovative Prinzipien, die die Separation in der Zeit unterstützen (diese Liste ist nicht vollständig)

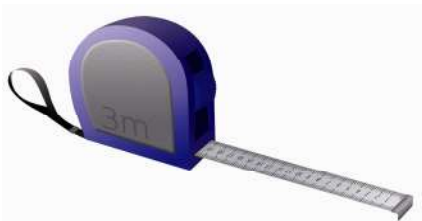
- IP 15 - Dynamisierung**
- IP 34 - Beseitigung und Regeneration**
- IP 10 - Vorgezogene Aktion**
- IP 09 - Vorgezogene Gegenaktion**
- IP 11 - Vorbeugemaßnahme**

### Beispiel – Produkt

Ein Lineal sollte so lang als möglich sein, um eine lange Distanz messen zu können, jedoch sollte es auch klein sein damit es in einer Hosentasche platz hat.

Das innovative Prinzip 15 “Dynamisierung” ist die Lösung zu diesem Widerspruch. Erhöhung des internen Freiheitsgrads des Lineals.

Ein Produkt das dieses Prinzip in sich trägt ist das “Rollmaß”





## Beispiel

### Problemformulierung:

Während eines Gefechtes im Krieg müssen Kanonen so schnell als möglich geladen werden, um möglichst viele Schüsse auf den Gegner abzufeuern.



Foto R. Adunka

Wenn nun das Schiesspulver schnell in den Lauf des Kanonenrohrs eingebracht wird, kann sich das Pulver durch glühende Restpartikel oder durch einen Funkenschlag selbst entzünden. Das heißt, dass ein schnelles Nachladen sehr gefährlich ist. Die Aufgabe ist es nun, eine schnell feuernde Kanone zu entwickeln. Es kann nun diese Aufgabe in einen physikalischen Widerspruch übersetzt werden:

Die Ladezeit der Kanone sollte kurz sein (um möglichst viele Schüsse abzufeuern) UND Die Ladezeit der Kanone sollte lang sein (um die Kanone möglichst sicher zu laden)

Die operative Zeit der Funktion "schnelles Schiessen" kann von der operativen Zeit der Funktion "Kanone laden" getrennt betrachtet werden. Somit kann das Konzept der Separation in der Zeit angewandt werden um neue Ideen zu generieren.

Eines der vorgeschlagenen Innovativen Prinzipien, die die Separation in der Zeit unterstützen, ist IP 10 - Vorgezogene Aktion.

### IP 10 - Vorgezogene Aktion

A. Führe die notwendige Aktion – teilweise oder zur Gänze – im voraus aus  
Ordne die Objekte so an, dass sie ohne Zeitverlust vom richtigen Ort aus arbeiten können

### Lösung:

„Kanonenbüchsen“ haben das Schiesspulver und das Treibmittel in getrennten Kammern. Diese Kammern werden extra für jeden Schuss eingebracht. Eine große Anzahl dieser mit Schießpulver gefüllten Kanonenhülsen kann für einen Kampf vorbereitet werden. Die Kugel wird weiterhin von vorne in das Kanonenrohr eingebracht. Damit verminderte sich das Risiko einer ungewollten frühzeitigen Zündung enorm.



Foto R. Adunka



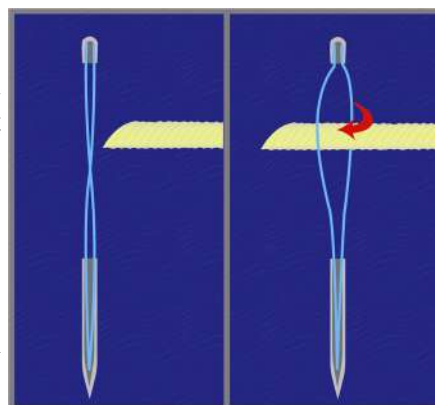
## Beispiel: Nadel mit einem "dynamischen Ohr"



Es ist sehr schwer dickes Garn durch ein kleines Nadelöhr zu bekommen. Der physikalische Widerspruch kann wie folgt definiert werden:

Das Nadelöhr muss groß sein um das Garn schnell und einfach durchstecken zu können UND das Nadelöhr soll so klein wie möglich sein, damit man damit den Stoff beim Nähen nicht verletzt.

Beim Zerlegen des Widerspruchs in Zeit kann das Problem formuliert werden als:



**Das Ohr muss groß sein beim Zeitpunkt des Einfädels und es muss klein sein während des Nähens (siehe Abbildung)**

R. Pace aus Großbritannien designte eine Nadel aus zwei dünnen flexiblen Drähten. Die Drähte wurden an einem Ende zusammengeschweißt, um 270° gedreht und am anderen Ende wieder verschweißt.

Das Ergebnis sieht wie eine gewöhnliche Nadel aus, aber wenn sie ein wenig gedreht wird ergibt sich eine große Öffnung um den Garn durch zu stecken. (Quelle: Ideation, TRIZ Tutorial)

## 5.3.1.2 – Separation im Raum

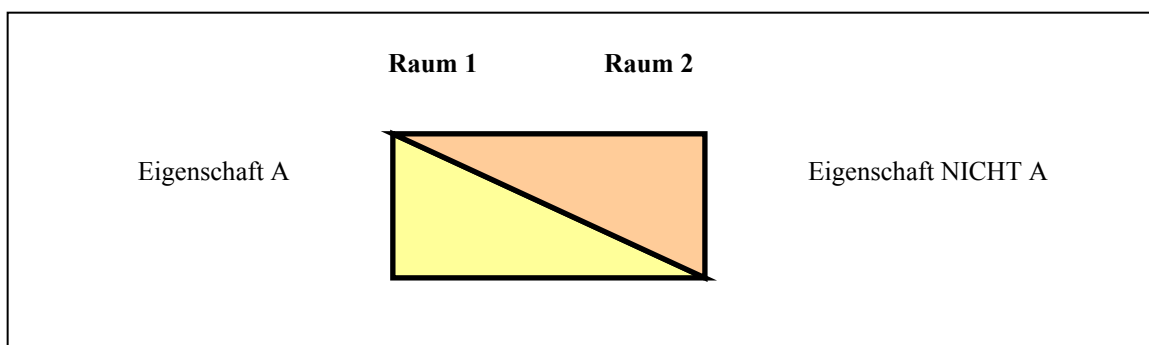
### Definition



Das Konzept besagt, wie der Name sagt, dass die unterschiedlichen Anforderungen räumlich getrennt werden. Wenn ein Prozess oder ein System gegensätzliche, widersprüchliche Anforderungen erfüllen soll, versucht man das System so zu gestalten, dass die gegensätzlichen Anforderungen an unterschiedlichen Orten auftreten. Hierbei hilft die Unterteilung des Systems in seine Subsysteme.

Das Konzept beruht auf den so genannten "operativen Ort" bzw. "operativen Raum", wobei damit gemeint ist, an welchem Ort exakt die unterschiedlichen Anforderungen benötigt werden.

### Modell



Fragen, die hierbei zu stellen und beantworten sind:

Wird die Eigenschaft A überall gebraucht oder nur an bestimmten Orten?

Wenn die Eigenschaft A nicht überall gebraucht wird, können wir versuchen sie räumlich zu trennen.

## Methode

Innovative Prinzipien die die Separation im Raum unterstützen (diese Liste ist nicht vollständig)



- IP 01 – Segmentierung**
- IP 02 - Abtrennung**
- IP 03 - örtliche Qualität**
- IP 04 – Asymmetrie**
- IP 07 - Verschachtelung**
- IP 13 - Umkehr**
- IP 17 - Höhere Dimension**

## Beispiel – Produkt

Ein Kaffeebecher soll den Kaffee für eine bestimmte Zeit warm halten und der Becher soll nicht so heiß werden, dass man sich die Finger verbrennt.

**IP 07 – Verschachtelung** wird in diesem Beispiel angewandt.

Starbucks nutzt dieses Prinzip:

Quelle: [www.jeremyadamdavis.com](http://www.jeremyadamdavis.com)



Foto R. Adunka

## Beispiel :

*Problem Formulierung :*

Bei Wettkämpfen im Mittelalter muss die Rüstung eines Kämpfers ihm vor Verletzungen schützen. Ebenfalls ist es wichtig, dass die Rüstung für die Zuschauer gut aussieht. Dies kann durch die Nutzung modischer Stoffe erfolgen.

Die Aufgabe ist nun eine attraktive Rüstung, die stofflichen Charakter hat, zu entwickeln.

Dieses Problem kann in einen physikalischen Widerspruch übersetzt werden:

- Die Rüstung muss aus Metall sein, um den Kämpfer zu schützen UND
- die Rüstung soll nicht aus Metall sein um gut auszusehen.

Der operative Ort der Funktion “Schütze den Kämpfer” (innen) ist klar

zu trennen vom operativen Ort der Funktion “Sicherstellen eines guten Aussehens”.

Das Konzept der Separation im Raum kann angewandt werden um neue Ideen zu generieren.

Einer der vorgeschlagenen Innovativen Prinzipien Separation im Raum ist **IP 03 - örtliche Qualität**.

## IP 03 - örtliche Qualität

A. Übergang von einer homogenen Struktur zu einer heterogenen

B. Verschiedene Teile des Systems sollen verschiedene Funktionen erfüllen

Jede Komponente eines Systems unter den für sie individuell optimalen Bedingungen einsetzen



Foto R. Adunka

## Lösung:

Die so genannte “Brigantine” ist eine Rüstung, deren Innenseite aus Metallplatten besteht und deren Außenseite aus Stoff oder Leder besteht. Es war eine Art von kugelsicherer Weste des 15ten Jahrhunderts.



## Beispiel: Beschichtete Werkstücke aus Metall



Metalloberflächen werden wie folgt chemisch beschichtet:

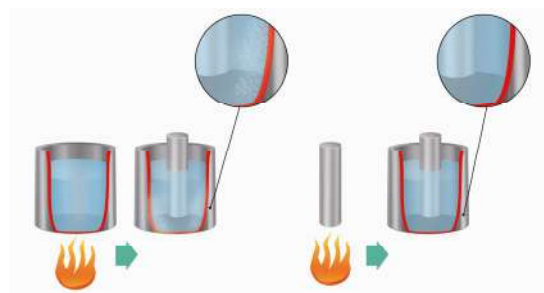
Das Metallwerkstück wird in einem mit Metallsalzlösung (z.B.: Nickel, Kobalt,...) gefüllten Bad eingetaucht. Während der darauf folgenden chemischen Reaktion wird Metall von der Lösung ausgeschieden und haftet an der Oberfläche des Werkstücks. Je höher die Temperatur ist, umso schneller läuft dieser Prozess ab. Bei hohen Temperaturen zerfällt die Lösung und bis zu 75% der Chemikalien gehen durch das Anhaften am Grund und seitlich des Metallsalzbades verloren. Wenn Stabilisatoren hinzu gegeben werden ist der Prozess nicht effektiv genug und wenn der Prozess bei tieferen Temperaturen abläuft, verringert es die Durchlaufzeit der Werkstücke.

Um das Prinzip der Separation im Raum anzuwenden, können folgende Frage gestellt werden: Wird der Parameter, in diesem Fall die hohe und niedrige Temperatur überall benötigt, oder ist es nur wichtig eine hohe Temperatur an einem bestimmten Ort zu haben? Wenn die Temperatur nicht überall hoch oder tief sein muss kann das Konzept „Separation im Raum“ angewandt werden.

In diesem Fall wird eine hohe Temperatur nur in der Nähe der Werkstücke benötigt, jedoch nicht in anderen Bereichen des Metallsalzbades. Wie kann dieses Problem gelöst werden?

Die Antwort ist folgende:

Das Werkstück wird auf eine bestimmte Temperatur vor dem Eintauchen aufgeheizt und der Prozess selbst läuft bei tieferen Temperaturen ab. Die Lösung für dieses Problem ist heiß in der Nähe des Werkstückes und überall sonst kalt. (Eine Möglichkeit ist das Anlegen einer elektrischen Spannung während des Beschichtungsprozesses)



(Quelle: Ideation, TRIZ Tutorial)

### 5.3.1.3 –Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile

#### Definition



Das Konzept der Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile kann Widersprüche lösen indem ein hilfreicher Prozess erfolgt wenn spezielle Bedingungen bestehen. Das System oder die Umwelt werden in einer Art und Weise geändert, dass nur der gewünschte Prozess erfolgt.



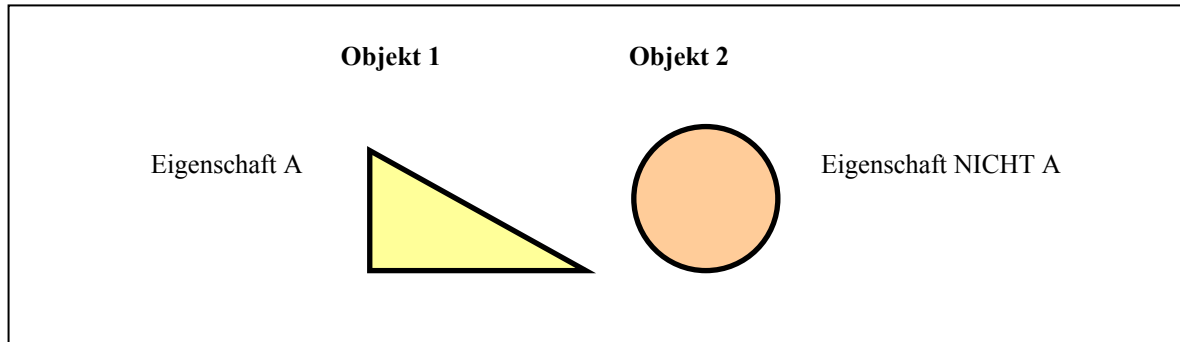
Beispiel: In der Küche – Ein Sieb lässt Wasser durch, aber nicht die Nudeln.

#### Modell

Frage ,die hierbei zu stellen und beantworten ist:

Können wir die Verhältnisse des Systems oder ihrer Umgebung so verändern, dass beide Eigenschaften A und NICHT A befriedigt werden können.





## Methode

Innovative Prinzipien die die Separation innerhalb eines Objektes und seiner Teile unterstützen (diese Liste ist nicht vollständig)

- IP 03 - örtliche Qualität**
- IP 17 - Höhere Dimension**
- IP 19 - Periodische Schwingung**
- IP 32 - Farbveränderung**
- IP 31 - Poröse Materialien**
- IP 40 - Verbundmaterial**

Notiz: In diesem Fall sind die Zusammenhänge zwischen dem Separationskonzept und den Innovativen Prinzipien nicht immer augenscheinlich.

## Beispiel

*Problemformulierung:*

Ein Kunde eines Sägewerkes will reine Sägespäne kaufen. Ein Vakuum wird angelegt um die Umgebung des Sägeblattes abzusaugen. Die Sägespäne werden dann durch ein Metallsaugrohr zu einem Sammeltank geführt. Es kommt nun auch des Öfteren vor, dass kleine Stücke Holz angesaugt werden und der Sammeltank dadurch nicht nur reine Sägespäne enthält.

Der Widerspruch kann wie folgt formuliert werden:

Die Saugkraft (Vakuum) sollt stark genug sein um alle Sägespäne einzusaugen. Sie muss aber so gering sein, dass keine Holzstücke mitgesaugt werden können.

*Lösung:*

Durch die Erhöhung des Querschnittdurchmessers des Saugrohrs mit einer speziellen Länge können die Strömungsverhältnisse so verändert werden, dass kleine Holzstücke gesammelt werden und nicht in das Sammelrohr und dann in den Sammeltank kommen.



## 5.3.1.4 – Separation durch Bedingungswechsel

### Definition

Das Konzept besteht darin, dass gegensätzliche Anforderungen im Gesamtobjekt oder in dessen Teilen separiert werden.

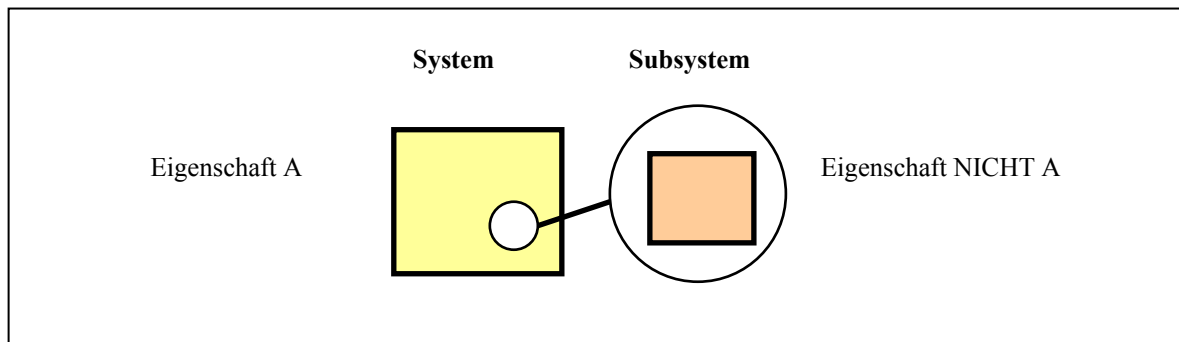
Wenn ein System widersprüchliche Funktionen zu erfüllen hat, versuche das System zu trennen und eines der widersprüchlichen Funktionen zu einem oder mehreren Subsystemen überzuführen. Das ursprüngliche System beinhaltet die restlichen Funktionen oder Verhältnisse.

### Modell

Fragen ,die hierbei zu stellen und beantworten sind:

- Können die Eigenschaft A und NICHT A durch die Übergabe eines der Eigenschaften an das gesamte System oder an einzelne Teile erfüllt werden?





## Beispiel: Schraubstock - Klemmen von Werkstücken mit einer Komplexen Geometrie

Um ein komplexes Werkstück klemmen zu können müssen die Klemmbacken eines Schraubstockes eine spezielle Geometrie aufweisen. Meistens funktionieren spezielle Klemmbacken nur für dieses eine Werkstück.. Natürlich ist es sehr teuer und braucht auch viel Zeit, solche Klemmbacken zu fertigen. Eine verformbare Klemmbacke würde das Werkstück justieren und festklemmen, aber die Klemmbacke wäre nicht steif genug.

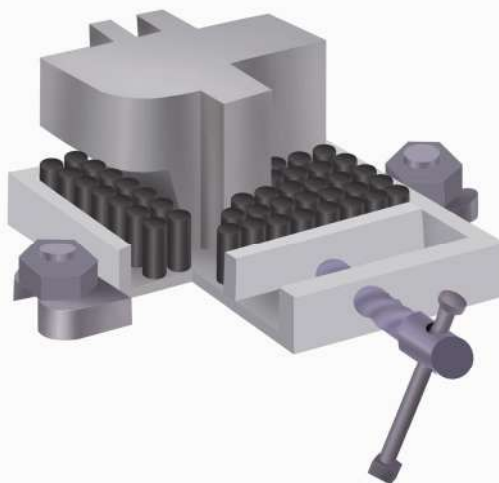


Der physikalische Widerspruch wird wie folgt definiert:

Die Klemmbacke soll steif genug sein um das Werkstück zu halten und die Steifheit sollte weich genug sein, damit sich die Klemmbacke an die komplexe Geometrie anpassen kann.

Antwort: Verwende einen Schraubstock mit gewöhnlichen Backen, aber verwende auch mehrere harte Zylinder aus Metall die gegenseitig aneinander abgleiten. Dadurch passen sich diese an die komplexe Geometrie an und das Werkstück kann schnell gespannt werden (starke Formänderung im System und geringe Verformbarkeit im Subsystem) (siehe Abbildung)

(Quelle: Ideation, TRIZ Tutorial)



## 5.3.2 – Befriedigung (Effekte) & Umgehung (Bypass - Redesign)

### Befriedigung:

Wenn der physikalische Widerspruch nicht durch ein Separationsprinzip gelöst werden kann, könnte es hilfreich sein beide Anforderungen durch einen neuen Effekt simultan zu erfüllen (bzw. zu befriedigen)

In den meisten Fällen ist dies eine radikale Änderung der bestehenden Systemstruktur.

Die TRIZ Entwicklungsgesetze technischer Systeme helfen die Richtung zur Lösung des Widerspruchs durch einen solchen Paradigmenwechsel zu identifizieren:

Überführung in ein Supersystem inkludiert

Entwicklungstrends Mono-Bi-Poly

Entwicklungstrends zu einem erhöhten Unterschied zwischen den integrierten Systemen

→ siehe Entwicklungsgesetze 6 (Das Gesetz vom Übergang zu einem Super-System ) und 7 Das Gesetz vom Übergang von einem Makro- zu einem Mikrolevel.

Überführung in ein Subsystem: (z.B.: Übersetzung zu alternativen Systemen)

→ siehe physikalischen, chemischen und geometrischen Effekten

Innovative Prinzipien, welche diese Überführung zu einem Sub- oder Supersystem unterstützen

(diese Liste ist nicht vollständig)

**IP 01 - Segmentierung**

**IP 05 - Vereinen**

**IP 12 - Äquipotential**

**IP 33 - Homogenität**

Notiz: In diesem Fall ist der Unterschied zwischen den Separationskonzept und den innovativen Prinzipien nicht so klar.

### Umgehung:

Wenn der physikalische Widerspruch nicht durch eines der Separationsprinzipien gelöst werden kann, könnte eine Lösung durch Umgehen beider Anforderung möglich sein. Diese Lösung kann dazu führen, dass sich die Ursache des Widerspruchs auflöst.

Das ist durch das TRIZ Werkzeug "Multidimensionales Denken" (9-Fenster) möglich.

Die Darstellung der einzelnen Fenster können helfen Probleme zu umgehen.

→ Hinweis: Multidimensionales Denken - Systems Operator

→ Hinweis: Entwicklungsgesetze 6 (Das Gesetz vom Übergang zu einem Super-System ) und 7 (Das Gesetz vom Übergang von einem Makro- zu einem Mikrolevel.

	VERGANGENHEIT	GEGENWART	ZUKUNFT
SUPERSYSTEM	Was soll < jede Ressource des Supersystems > tun um das Auftreten des Problems vorzubeugen um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Was soll < jede Ressource im Supersystem > tun damit das System die nützlichen Funktionen erfüllt ohne schädliche Funktionen zu erzeugen und um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Wenn das Problem in der Gegenwart nicht gelöst wurde - was kann < jede Ressource im Supersystem > machen, damit das System das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) erzielen kann?
SYSTEM	Was soll < jede Ressource im System > tun um das Auftreten des Problems vorzubeugen um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Was soll < jede Ressource im System > machen damit das System die nützlichen Funktionen erfüllt ohne schädliche Funktionen zu erzeugen und um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Wenn das Problem in der Gegenwart nicht gelöst wurde - Was soll < jede Ressource im System > machen, damit das System das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) erzielen kann?
SUBSYSTEM	Was soll < jede Ressource in den Subsystemen > tun um das Auftreten des Problems vorzubeugen um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Was soll < jede Ressource in den Subsystemen > machen damit das System die nützlichen Funktionen erfüllt ohne schädliche Funktionen zu erzeugen und um das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) zu erzielen?	Wenn das Problem in der Gegenwart nicht gelöst wurde - Was soll < jede Ressource in den Subsystemen > machen, damit das System das Ideale Endresultat (meist gewünschte Resultat) erzielen kann?

## 5.4. Effekte

### Definition

Die Nutzung von wissenschaftlichen Effekten und Phänomenen hilft dem Erfinder Lösungen mit einem hohen Innovationsgrad zu entwickeln, da damit das formulierte Problem (Widerspruch) auf dem physikalischen Level gelöst wird.



Um die richtigen Effekte zu finden hat Altshuller physikalische Phänomene gesammelt und diese nach den erforderlichen Effekten oder Eigenschaften strukturiert. Dadurch wurde eine spezielle Wissensdatenbank geboren. Aufbauend auf dieser Datenbank wurden Jahre danach diverse Softwareprogramme und Online Angebote entwickelt.

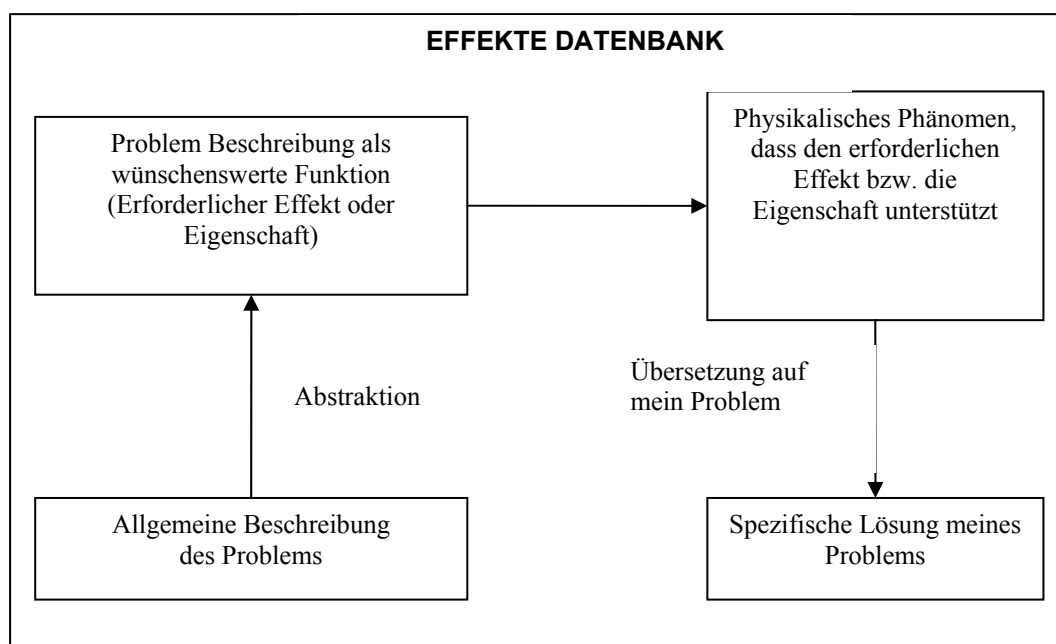
Die traditionelle Klassifizierung der Effekte bei TRIZ ist die Gliederung in physikalische, chemische und geometrische Effekte.

- Physikalische Effekte: Ermöglichen eine Überführung von einer Energieform in eine andere.
- Chemische Effekte: Ermöglichen, dass einige Stoffe von anderen etwas durch Absorption oder Emission von Energie erhalten.
- Geometrische Effekte: Organisieren und Neu- oder Umverteilen von Energieflüssen und Stoffen, die im System vorhanden sind.

Anmerkung: Geometrische Effekte starten dort, wo physikalische und chemische Effekte enden.

Notiz: Innerhalb der TRIZ Literatur wurden die umfassendsten Erfahrungen und Studien der geometrischen Effekte von Igor L. **Vikentiev** publiziert.

## Modell



## Methode

Physikalische Phänomene, welche folgenden Auswirkungen auf gewisse Charakteristika von Stoffen haben, wurden von Altschuller und seinen Kollegen gesammelt: (see Annex – In English).

1. Measure temperature
2. Reducing temperature
3. Increasing temperature
4. Temperature stabilization



5. Object location
6. Moving an object
7. Moving a liquid or gas
8. Moving an aerosol (dust particles, smoke, mist, etc.)
9. Formation of mixtures
10. Separating mixtures
11. Stabilizing object position
12. Generating and/or manipulating force
13. Changing friction
14. Crashing objects
15. Accumulating mechanical and thermal energy
16. Transferring energy through mechanical, thermal, radiation, or electric deformation
17. Influencing moving object
18. Measuring dimensions
19. Varying dimensions
20. Detecting surface properties and/or conditions
21. Varying surface properties
22. Detecting volume properties and/or conditions
23. Varying volume properties
24. Developing certain structures, structure stabilization
25. Detecting electric and magnetic fields
26. Detecting radiation
27. Generating electromagnetic radiation
28. Controlling electromagnetic fields
29. Controlling light, light modulation
30. Initiating and intensification of chemical reactions

Aufgelistet wurden auch physikalische Phänomene, die die folgenden „erforderlichen Effekte von Eigenschaften“ unterstützen: (siehe Anhang - deutsch):

- Möglichkeiten der gesamten Veränderung
- Möglichkeiten der Steigerung
- Möglichkeiten der Reduzierung
- Möglichkeit der Stabilisierung
- Möglichkeiten der Messung

Liste der Eigenschaften

1. Gewicht
2. Umfang
3. Oberfläche
4. Länge
5. Oberflächengestaltung
6. Dichte
7. Geschwindigkeit
8. Kraft
9. Druck
10. Druckgefälle
11. Temperatur
12. Temperaturgefälle
13. Stärke

14. Helligkeit
15. Energie
16. Kraft
17. Homogenität
18. Schmierfähigkeit
19. Leitungsfähigkeit
20. Elektrische Eigenschaften
21. Leitfähigkeit
22. Wärme
23. Magnetismus
24. Porosität
25. Viskosität
26. Härte
27. Ton/
28. Ultraschall
29. Farbe

## Effekte-Datenbanken:

Diese Art der Sammlung physikalischer Effekte wurde auch in einige Softwareprogramme aufgenommen:

### Software Invention Machine Inc.: TechOptimizer/Goldfire Innovator

**Capillary effect**

**Description**  
A liquid is in a large open vessel. One end of a **capillary** whose material is wettable by the liquid is immersed into the liquid. The liquid rises inside the capillary.

The liquid surface in the capillary is concave, since the liquid wets the capillary walls. As a result, all small segments of the liquid surface are concave. The **surface tension** forces from the neighboring segments act on each segment of the free surface. These forces are directed along the tangents to the surface at the corresponding points. The vector sum of these forces for each segment is directed along the normal to the segment toward its concavity. These vector sums for all the segments make up the resultant surface tension force that acts on the liquid in the capillary.

The resultant surface tension force raises the liquid in the capillary. The weight of the liquid column in the capillary counteracts the lifting. The lifting stops when the weight balances the resultant surface tension force.

**Conditions**  
The liquid should wet the **capillary** walls.

**Advantages**  
The lifting of liquids by capillaries is used to saturate porous solids with the liquids.

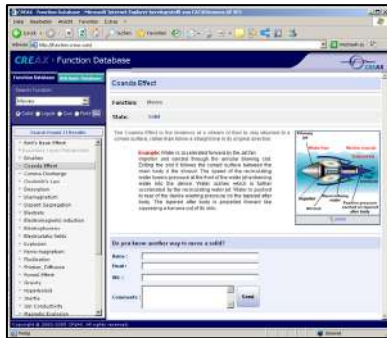
**Formula**

$$h = \frac{2 \gamma \cos \theta}{\rho g r}$$

h – height of lift of liquid column in **capillary**, m  
 $\gamma$  – **surface tension** of liquid, N/m (newton per meter)  
 $\theta$  – wetting angle of liquid, which depends on type of capillary material, rad  
 $\rho$  – density of liquid, kg/m<sup>3</sup>  
 $g$  – acceleration of gravity = 9.81 m/s<sup>2</sup>  
 $r$  – radius of capillary, m

**Limitations**  
0 < h < 30 m.

### Function Database CREAX : <http://fuction.creax.com>



## 5.5 Stoff-Feld Ressourcen

### Definition

TRIZ empfiehlt das Verwenden von internen, externen Neben- und Abfallprodukten und komplexen Stoff-Feld Ressourcen des bestehenden Systems im Lösungsprozess. Das erfüllt die Anforderungen eines idealen Systems und führt zu guten Lösungen mit minimaler Veränderung des Systems.

Sobald die Widersprüche des technischen Systems identifiziert und definiert wurden, sollte evaluiert werden, welche Ressourcen verwendet werden können um die Widersprüche zu lösen. TRIZ schlägt vor, den Widerspruch mit den vorhandenen Stoff-Feld Ressourcen für ein bestehendes System zu lösen. Dadurch werden die Anforderungen für ein Ideales System erfüllt.

Eine Ressource kann in TRIZ alles sein, dass zur Problemlösung und Verbesserung des Systems führen kann. Ressourcen sollten leicht verfügbar sein, entweder gratis oder zu geringen Kosten. Sie können innerhalb oder außerhalb des System oder Supersystem sein. Des weiteren können Ressourcen Stoffe oder Felder sein. Andere Ressourcen beinhalten Raum und Zeit oder andere nahe liegende Systeme.

Die Identifikation dieser Ressourcen bietet eine Fülle von Möglichkeiten von Lösungskonzepten und können einfach entwickelt werden. Jede Ressource ist eine potentielle Lösung für mein Problem. Je mehr Ressourcen zur Verfügung stehen, desto größer ist auch die Anzahl der Lösungskonzepte und desto schneller kommt man zur Lösung.

Die Basis der stärksten und effizientesten Lösungen sind Ressourcen eines existierenden Systems und ihrer Elemente. Mit der Verwendung von Ressourcen sollte nicht immer etwas von außen zum System hinzugefügt werden, sondern man kann gut mit internen Ressourcen das Problem lösen.

Ressourcen spielen auch in zwei weiteren TRIZ Werkzeugen eine Rolle:

- Bei der Verwendung des Multidimensionalen Denkens (System Operator) um Ressourcen zu finden bzw. zu verbessern

- Bei der Suche von Ressourcen um einen physikalischen Widerspruch neu zu formulieren und zu lösen (siehe ARIZ Teil 3)

### Modell

Welche Arten von Ressourcen werden für die Problemlösung herangezogen?

Die Ressourcen können klassifiziert werden als Stoffe, Energie, Raum, Zeit, Funktionen, Informationen und kombinierte Ressourcen.

**Die Stoffressourcen** sind alle Stoffe und Eigenschaften von Stoffen (z.B.: Phasenübergänge, thermische, elektrische, optische Leitfähigkeit, etc) die im betrachteten System und in dessen Umgebung vorkommen.

**Die Energieressourcen** sind alle bekannten Arten von Energie und Feldern (elektrische, elekt-



romagnetische, thermische, thermische Felder, etc.). Diese Ressourcen sind alle im betrachteten System vorhanden oder in der Umgebung (extern).

**Die Raumressourcen** werden definiert als unbesetzter Raum oder als “Loch”, der herangezogen werden kann um die Effizienz oder Funktionalität des derzeitigen Systems zu verbessern.

**Die Zeitressourcen** sind in erster Linie die zeitkritischen am Anfang von Hauptproduktionsprozessen und zweitens, kann es die Zeit von zwei unterschiedlichen Abschnitten eines Produktionsprozesses sein. Beide dieser Intervalle können verwendet werden um die Hauptaufgabe des Systems zu verbessern.

**Die Informationsressourcen** werden hauptsächlich für die Lösung von Problemen in den Bereichen Messung, Nachweis und Trennen von Stoffen angewendet. In diesen Fällen sind Informationsressourcen Daten über die Parameter der Stoffe, Felder, Veränderungen der Eigenschaften oder Objekt. Je mehr Unterschiede von einem Stoff zum anderen gefunden werden, desto effizienter kann dieser Stoff gemessen oder gefunden bzw. nachgewiesen werden

**Die Funktionsressourcen** sind eine Möglichkeit um bekannte Funktionen eines Objektes für einen umgekehrten Gebrauch oder für eine neue Funktion im System zu verwenden. Eine Möglichkeit um zusätzliche Funktionen nach einigen Veränderungen zu entfernen ist ebenfalls eine Funktionsressource. Dies ist im Bereich der Ressourcennutzung ein großer Vorteil, weil gerade das Wissen und die Anwendung von verschiedenen Eigenschaften oder Charakteristiken durch eine neue Funktion desselben Stoffes ein sehr hohes Erfindungspotential darstellt.

Notiz: Die Suche von Funktionsressourcen kann manchmal banal sein, weil diese meistens bereits aufgelistet sind.

**Die kombinierten Ressourcen** sind Kombinationen der oben angeführten Hauptressourcen. Manchmal befindet sich keine Ressource im System, die das Problem lösen könnte. Das kann geändert werden, indem man bestehende Stoffe und ihre Eigenschaften in dem System kombiniert.

Zum Beispiel:

Wasser – Eis, Eis – Wasser durch Temperaturänderung

Eisen magnetisieren

Feste Stoffe können die Größe verändern durch Erwärmen oder Abkühlen

## Wie können Ressourcen für die Problemlösung verwendet werden?

Hier ist eine mögliche Vorgehensweise angeführt:

Formuliere das Problem;

Verfasse eine Liste der Ressourcen in folgender Reihenfolge: Interne, Externe, Abfallprodukte und komplex

Definiere die Art der Ressourcen, die für die Problemlösung hilfreich sein können

Bewerte jede der vorhandenen Ressourcen und den Nutzungsgrad

Empfehle, wie die gefundene Ressource eingesetzt werden kann.

## **Methode**

Siehe Anhang Stoff-Feld Ressourcen



Anmerkung: Das multidimensionale Denken (System Operator) ist ein hilfreiches Werkzeug um Ressourcen durch eine systematische Suche des Systems, ihrer Teile (Subsystem) und der Umwelt (Supersystem) im gesamten Lebenszyklus zu finden.

## 5.6 Anhang

### 5.6.1 – Die 40 Innovativen Prinzipien

Quelle:

G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*)



#### IP 01 - Segmentierung

- Zerlege ein Objekt in unabhängige Teile
- Führe das Objekt zerlegbar aus
- Erhöhe den Grad an Unterteilung, Sorge für leichte Zerlegbarkeit / Zusammenfügbarkeit

#### IP 02 - Abtrennung

- Entfernung oder Abtrennung des störenden Teiles (des Objektes)
- Den notwendigen Teil bzw. die wesentliche Eigenschaft alleine einsetzen oder herausnehmen

#### IP 03 - örtliche Qualität

- Übergang von einer homogenen Struktur zu einer heterogenen
- Verschiedene Teile des Systems sollen verschiedene Funktionen erfüllen
- Jede Komponente eines Systems unter den für sie individuell optimalen Bedingungen einsetzen

#### IP 04 - Asymmetrie

- Ersetze symmetrische Formen durch asymmetrische
- Erhöhe den Grad an Asymmetrie, wenn diese schon besteht

#### IP 05 - Vereinen

- Gruppiere gleichartige oder zur Zusammenarbeit bestimmte Objekte räumlich zusammen; kopple sie
- Vertakte gleichartige oder zur Zusammenarbeit bestimmte Objekte; kopple sie zeitlich

#### IP 06 - Universalität

- Das System erfüllt mehrere unterschiedliche Funktionen, wodurch andere Systeme oder Objekte überflüssig werden

#### IP 07 - Verschachtelung

- Ein Objekt befindet sich im Inneren eines anderen, das sich ebenfalls im Inneren eines dritten befindet (Matrjoschka-Prinzip)
- Das Objekt passt in oder durch den Hohlraum eines anderen

#### IP 08 - Gegengewicht

- Das Gewicht des Objektes kann durch Koppelung an ein anderes, entsprechend tragfähiges Objekt kompensiert werden
- Das Gewicht des Objektes kann durch aerodynamische oder hydraulische Kräfte kompensiert werden

#### IP 09 - Vorgezogene Gegenaktion

- Vor der Ausführung einer Aktion muss eine erforderliche Gegenaktion vorab ausgeführt werden

- Muss ein Objekt in Spannung sein, dann muss vorab die Gegenspannung erzeugt werden

## **IP 10 - Vorgezogene Aktion**

- Führe die notwendige Aktion – teilweise oder zur Gänze – im voraus aus
- Ordne die Objekte so an, dass sie ohne Zeitverlust vom richtigen Ort aus arbeiten können

## **IP 11 - Vorbeugemaßnahme**

- Kompensiere die schlechte Zuverlässigkeit eines Systems durch vorher ergriffene Gegenmaßnahmen „Vorher unterlegtes Kissen“

## **IP 12 - Äquipotential**

- Verändere die Bedingungen so, dass das Objekt mit konstanten Energiepotential arbeiten kann, also beispielsweise weder angehoben noch abgesenkt werden muss

## **IP 13 - Umkehr**

- Implementiere anstelle der durch Spezifikation diktierten Aktion die genau gegenteilige Aktion
- Mache ein unbewegliches Objekt beweglich oder ein bewegliches unbeweglich
- Stelle das System „auf den Kopf“, kehre es um

## **IP 14 - Krümmung**

- Ersetze lineare Teile oder flache Oberflächen durch gebogene, kubische Strukturen durch sphärische
- Benutze Rollen, Kugeln, Spiralen
- Ersetze lineare Bewegungen durch rotierende, nutze die Zentrifugalkraft aus

## **IP 15 - Dynamisierung**

- Gestalte ein System so, dass es sich automatisch unter allen Betriebszuständen auf optimale Performance einstellt
- Zerteile ein System in Elemente, die sich untereinander optimal arrangieren können
- Mache ein unbewegliches Objekt beweglich, verstellbar oder austauschbar

## **IP 16 - Partielle / überschüssige Wirkung**

- Wenn es schwierig ist, 100% einer geforderten Funktion zu erreichen, verwirkliche etwas mehr oder weniger, um so das Problem deutlich zu vereinfachen

## **IP 17 - Höhere Dimension**

- Umgehe Schwierigkeiten bei der Bewegung eines Objektes entlang einer Linie durch eine zweidimensionale Bewegung
- Platziere das Objekt geneigt oder kippe es
- Nutze die Rückseite oder Projektionen auf die Rückseite bzw. in die Nachbarschaft des Objektes
- Ordne Objekte in mehreren statt einer Ebene an

## **IP 18 - Mechanische Schwingung**

- Versetze ein Objekt in Schwingung
- Oszilliert das Objekt bereits, erhöhe die Frequenz
- Benutze die Resonanzfrequenz(en)
- Piezovibration

Ultraschall und elektromagnetische Felder

## **IP 19 - Periodische Schwingung**

- Übergang von kontinuierlicher zu periodischer Wirkung
- Liegt bereits eine periodische Aktion vor, verändere deren Frequenz
- Benutze Pausen zwischen einzelnen Impulsen, um andere Aktionen einfügen zu können

## **IP 20 - Kontinuität**

- Führe eine Aktion ohne Unterbrechung aus, alle Komponenten sollen ständig mit gleicher Belastung arbeiten
- Schalte Leerläufe und Unterbrechungen aus

## **IP 21 - Durcheilen und Überspringen**

- Führe schädliche oder gefährliche Aktionen mit sehr hoher Geschwindigkeit durch

## **IP 22 - Schädliches in Nützlichem**

- Nutze schädliche Faktoren oder Effekte – speziell aus der Umgebung – positiv aus
- Beseitige einen schädlichen Faktor durch Kombination mit einem anderen schädlichen Faktor
- Verstärke einen schädlichen Einfluss soweit, bis er aufhört schädlich zu sein

## **IP 23 - Rückkoppelung**

- Führe eine Rückkoppelung ein
- Ist eine Rückkoppelung vorhanden, ändere sie oder kehre sie um

## **IP 24 - Mediator, Vermittler**

- Nutze ein Zwischenobjekt, um die Aktion weiterzugeben oder auszuführen
- Verbinde das System zeitweise mit einem anderen, leicht zu entfernenden Objekt

## **IP 25 - Selbstversorgung, -bedienung**

- Das System soll sich selbst bedienen und Hilfs- sowie Reparaturfunktionen selbst ausführen
- Nutze Abfall und Verlustenergie

## **IP 26 - Kopieren**

- Benutze eine billige, einfache Kopie anstatt eines komplexen, teuren, zerbrechlichen oder schlecht handhabbaren Objekts
- Ersetze ein System oder Objekt durch eine optische Kopie oder Abbildung. Hierbei kann der Maßstab verändert werden
- Gehe zu infraroten oder ultravioletten Abbildern über

## **IP 27 - Billige Kurzlebigkeit**

- Ersetze ein teures System durch ein Sortiment billiger Teile, wobei auf einige Eigenschaften (wie Langlebigkeit) verzichtet wird

## **IP 28 - Mechanik ersetzen**

- Ersetze ein mechanisches System durch ein optisches, geruchsaktives oder akustisches System
- Benutze elektrische, magnetische Systeme oder eine Kombination aus beiden
- Ersetze Felder: stationäre durch bewegliche; konstante durch periodische; strukturlose durch strukturierte

## **IP 29 - Pneumatik, Hydraulik**

- Ersetze feste, schwere Teile eines Systems durch gasförmige oder flüssige. Nutze Wasser oder Luft zum Aufpumpen
- Luftkissen; hydrostatische Elemente

## **IP 30 - Flexible Hüllen und Filme**

- Ersetze übliche Konstruktionen durch flexible Hüllen oder dünne Filme
- Isoliere ein Objekt von der Umwelt durch einen dünnen Film oder eine Membran

## **IP 31 - Poröse Materialien**

- Gestalte ein Objekt porös oder füge poröse Materialien (Einsätze, Überzüge, ...) hinzu
- Ist ein Objekt bereits porös, dann fülle die Poren vorab mit einem vorteilhaften Stoff

## **IP 32 - Farbveränderung**

- Verändere die Farbe oder Durchsichtigkeit eines Objekts oder der Umgebung
- Nutze zur Beobachtung schlecht sichtbarer Objekte oder Prozesse geeignete Farbzusätze
- Setze Leuchtstoffe, lumineszente oder anderwärtig markierte Substanzen ein

## **IP 33 - Homogenität**

- Fertige interagierend Objekte aus demselben oder aus ähnlichen Material

## **IP 34 - Beseitigung und Regeneration**

- Beseitige oder verwerte (ablegen, auflösen, verdampfen) diejenigen Teile des Systems, die ihre Funktion erfüllt haben und unbrauchbar geworden sind
- Stelle verbrauchte Systemteile unmittelbar – in einem Arbeitsgang – wieder her

## **IP 35 - Eigenschaftsänderung**

- Ändere den Aggregatzustand eines Objektes: fest, flüssig, gasförmig; aber auch quasi-flüssig
- Ändere Eigenschaften wie Konzentration, Dichte, Elastizität, Temperatur

## **IP 36 - Phasenübergang**

- Nutze die Effekte während des Phasenübergangs einer Substanz aus: Volumenänderung, Wärmeentwicklung oder Wärmeabsorption

## **IP 37 - Wärmeausdehnung**

- Nutze die thermische Expansion oder Kontraktion von Materialien aus
- Benutze Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten

## **IP 38 - Starkes Oxidationsmittel**

- Ersetze Luft durch Sauerstoffangereicherte Luft
- Ersetze angereicherte Luft durch reinen Sauerstoff
- Setze Luft oder Sauerstoff ionisierenden Strahlen aus
- Benutze Ozon

## **IP 39 - Inertes Medium**

- Ersetze die übliche Umgebung durch eine inerte
- Führe den Prozess im Vakuum aus

## **IP 40 - Verbundmaterial**

- Ersetze homogene Stoffe durch Verbundmaterialien



## 5.6..2 – Die 39 Technischen Parameter

Quelle: G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*)



### TP 01 - Gewicht eines bewegten Objektes

Die Masse oder Gravitationskraft, die ein beweglicher oder bewegter Gegenstand ausübt. Bewegung schließt jeglichen Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems ein. Dies kann linear oder rotierend geschehen.

### TP 02 - Gewicht eines stationären, unbewegten Objektes

Die Masse oder Gravitationskraft, die ein beweglicher oder sich bewegendes Gegenstand ausübt. ‚Unbeweglich‘ umfasst alle Situationen, in denen es keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehr Teilen eines zu analysierenden Problems gibt.

### TP 03 - Länge/Winkel eines bewegten Objektes

Jegliche lineare oder gewinkelte Dimension in Zusammenhang mit einem beweglichen oder bewegten Gegenstand. ‚Bewegt‘ umfasst alle Situationen, in denen ein Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehr Teilen eines zu analysierenden Problems besteht. Die relative Bewegung kann entweder nur einige Mikrometer groß, marginal oder von erheblichem Umfang sein.

### TP 04 - Länge/Winkel eines stationären, unbewegten Objektes

Jegliche lineare oder gewinkelte Dimension im Zusammenhang mit einem unbewegten Gegenstand. ‚Unbewegt‘ umfasst alle Situationen, in denen keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

### TP 05 - Fläche (Bereich) eines bewegten Objektes

Jegliche, auf die Oberfläche oder das Oberflächensegment bezogene Dimension. Diese kann intern oder extern sein. Dies umfasst sowohl Berührungsflächen als auch tatsächliche Oberflächen. ‚Bewegt‘ umfasst alle Situationen, in denen ein Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehr Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

### TP 06 - Fläche (Bereich) eines stationären, unbewegten Objektes

Jegliche auf die Oberfläche oder das Oberflächensegment bezogene Dimension. Diese kann intern oder extern sein. Dies umfasst sowohl Berührungsflächen als auch tatsächliche Oberflächen. ‚Unbewegt‘ umfasst alle Situationen, in denen keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

### TP 07 - Volumen (Ausdehnung) eines bewegten Objektes

Alles auf die räumliche Ausdehnung eines Objekts oder sein Umfeld Bezogene. ‚Bewegt‘ umfasst alle Situationen, in denen ein Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehr Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

### TP 08 - Volumen (Ausdehnung) eines stationären, unbewegten Objektes

Alles auf die räumliche Ausdehnung eines Objekts oder sein Umfeld Bezogene. „Unbewegt“ umfasst alle Situationen, in denen keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

## **TP 09 - Geschwindigkeit**

Die Geschwindigkeit eines Gegenstandes oder einer Abfolge. Die Geschwindigkeit kann entweder relativ oder absolut, linear oder rotierend sein.

## **TP 10 - Kraft / Drehmoment**

Interaktion, die auf eine Zustandsänderung eines Objekts abzielt. Sie kann linear oder rotierend sein; der begriff lässt sich ebenso gut auf Drehmoment anwenden. Gilt für statische und dynamische Kräfte.

## **TP 11 - Druck / Spannung**

Kraft, die auf eine bestimmte Fläche ausgeübt wird. Belastung bedeutet den Effekt bestimmter Kräfte auf ein Objekt. Belastungen können dehnbar oder gedehnt, statisch oder dynamisch sein. Zu den Parametern gehören hier auch Beanspruchung – sofern Länge nicht der Kernpunkt ist; dann wären Parameter 3 oder 4 anzuwenden.

## **TP 12 - Form**

Die interne oder externe Form oder das Profil eines Bestandteils oder des Systems, wie es ergonomisch und funktionell erforderlich ist; ästhetische Gesichtspunkte sind hier untergeordnet.

## **TP 13 - Stabilität eines Objekts**

Die Integrität eines Systems; das Verhältnis der konstituierenden Elemente eines Systems. Der Parameter kann auf der Makro (Bestandteil)- oder auf Mikro (Molekül)-Ebene angewandt werden. Chemische Aufspaltung, Trennung und zunehmende Entropie sollten allesamt als ‚Stabilitäts-Themen interpretiert werden.

## **TP 14- Festigkeit**

Das Ausmaß der Fähigkeit eines Gegenstandes, zu dem er in der Lage ist, Kräften zu widerstehen, ohne sich zu verändern. Bruchfestigkeit. Kann maximale Biegefähigkeit bedeuten; dehnbar oder gedehnt; linear oder rotierend. Umfasst auch Widerstandsfähigkeit und Härte.

## **TP 15 - Haltbarkeit eines bewegten Objektes**

Die Zeit, die ein Gegenstand oder ein System benötigt, um eine Aktion durchzuführen. Die entsprechende Aktion kann nur wenige Millisekunden dauern, oder über mehrere Jahre hinweg ausgedehnt sein. Dieser Parameter ist von dem der ‚Zuverlässigkeit‘ zu unterscheiden (Parameter 27), der sich auf den Zeitabschnitt bis zum Systemversagen bezieht – hier ist einzig die Zeitdauer selbst gemeint. ‚Bewegt‘ umfasst alle Situationen, in denen ein Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehr Teilen eines zu analysierenden Problems besteht. Die relative Bewegung kann entweder nur einige Mikrometer groß, marginal oder von erheblichem Umfang sein.

## **TP 16 - Haltbarkeit eines stationären, unbewegten Objektes**

Die Zeit, die ein Gegenstand oder ein System benötigt, um eine Aktion durchzuführen. Die entsprechende Aktion kann nur wenige Millisekunden dauern, oder über mehrere Jahre hinweg ausgedehnt sein. Dieser Parameter ist von dem der ‚Zuverlässigkeit‘ zu unterscheiden (Parameter 27), der sich auf den Zeitabschnitt bis zum Systemversagen bezieht – hier ist einzig die Zeitdauer selbst gemeint. ‚Unbewegt‘ umfasst alle Situationen, in denen keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

## **TP 17 - Temperatur**

Gemessener oder wahrgenommener thermischer Zustand eines Gegenstandes oder des Systems. Umfasst andere thermische Parameter, wie Hitzekapazität, Leitfähigkeit, Strahlung und Konvektion.

## **TP 18 - Helligkeit / Beleuchtungsintensität**

Lichtfluss je Flächeneinheit, sowie jegliche damit verbundene Eigenschaft des Systems, wie Farbe, Helligkeit, Lichtqualität etc. Der Parameter bezieht sich sowohl auf die Helligkeit einer Lichtquelle als auch auf die Beleuchtung eines Objektes.

## **TP 19 - Energieverbrauch eines bewegten Objektes**

Das Ausmaß der Arbeitskapazität eines Gegenstandes. Dieser Parameter konzentriert sich auf die tatsächliche Energiemenge (anstatt auf die Effizienz des Energieverbrauchs – siehe Nr.27). ‚Bewegt‘ umfasst alle Situationen, in denen ein Grad relativer Bewegung oder Beweglichkeit zwischen zwei oder mehr Teilen eines zu analysierenden Problems besteht. Die relative Bewegung kann entweder nur einige Mikrometer groß, marginal oder von erheblichem Umfang sein.

## **TP 20 - Energieverbrauch eines stationären, unbewegten Objektes**

Das Ausmaß der Arbeitskapazität eines Gegenstandes. Dieser Parameter konzentriert sich auf die tatsächliche Energiemenge (anstatt auf die Effizienz des Energieverbrauchs – siehe Nr.27). ‚Unbewegt‘ umfasst alle Situationen, in denen keine Form relativer Bewegung zwischen zwei oder mehreren Teilen eines zu analysierenden Problems besteht.

## **TP 21 - Leistung / Energie**

Die Arbeitsgeschwindigkeit. Die Energieverbrauchsrate. Energieausstoßrate.

## **TP 22 - Energieverlust**

Energieverlust oder –Verschwendung, die zu keiner nützlichen Funktion beiträgt. Ineffizienz. Kann teilweise oder vollständig, permanent oder zeitlich begrenzt auftreten.

## **TP 23 - Substanzverlust**

Verlust oder Verschwendung der Elemente eines Systems oder seiner Umgebung – Stoffe, Materialien, Sub-Systeme, Produkte, Bereiche etc. Kann teilweise oder vollständig, permanent oder zeitlich begrenzt auftreten.

## **TP 24 - Informationsverlust**

Verlust oder Verschwendung von Daten von oder zu einem System. Auch Unzugänglichkeit von Daten. Umfasst Daten, die mit jeglichen der fünf Sinne assoziiert sind - VAKOG; sehen, hören, spüren, riechen, schmecken. Kann teilweise oder vollständig, permanent oder zeitlich begrenzt auftreten.

## **TP 25 - Zeitverlust**

Zeitineffizienzen - Warteperioden, Leerlaufzeit usw. Kann teilweise oder vollständig, permanent oder zeitlich begrenzt auftreten.

## **TP 26 - Materialmenge / -quantität**

Der Umfang, die Quantität oder Anzahl der Materialien, Stoffe, Teile, Bereiche oder Sub-Systeme eines Systems. ‚Material / Substanz‘ hat im TRIZ-Kontext eine sehr allgemeine Bedeutung und verweist auf jegliches physisches oder zeitlich begrenztes ‚Ding‘.

## **TP 27 - Zuverlässigkeit / Robustheit**

Fähigkeit eines Systems, seine beabsichtigten Funktionen in vorhersagbarer Art und Weise durchzuführen. Umfasst auch die Langlebigkeit und Leistungsfähigkeit bzw. Nicht-Leistungsfähigkeit eines Gegenstands oder eines Systems über einen längeren Zeitabschnitt.

## **TP 28 - Messgenauigkeit**

Präzisionsgrad oder Genauigkeit. Die Proximität eines Messwertes zum tatsächlichen Wert einer Eigenschaft eines Systems. Messfehler.

## **TP 29 - Fertigungsgenauigkeit / Herstellungsgenauigkeit**

Der Grad, zu dem die tatsächlichen Eigenschaften eines Systems oder Gegenstands den Spezifikationen bzw. Erfordernissen entsprechen. Messgenauigkeit.

## **TP 30 - Äußere negative, schädlichen Einflüsse auf das Objekt**

Empfänglichkeit eines Systems gegenüber extern entstandenen schädlichen Auswirkungen. Umfasst Sicherheitsaspekte. Dieser Parameter ist als grober Raster ausgelegt, um sämtliche Aktionsformen oder Phänomene innerhalb oder im Umfeld eines Systems abzudecken, die sich für das System als schädlich erweisen.

## **TP 31 - Negative, Schädliche Nebeneffekte des Objektes (Systems)**

Dieser Parameter ist als grober Raster ausgelegt, um sämtliche interne oder externe Ineffizienzen eines Systems abzudecken, die sich auf etwas außerhalb des Systems schädlich auswirken.

## **TP 32 - Fertigungsfreundlichkeit / Herstellbarkeit**

Dieser Parameter umfasst allgemein die Herstellung eines Systems und alles, was damit zusammenhängt. Einfachheit der Herstellung.

## **TP 33 - Benutzerfreundlichkeit**

Der Umfang, in dem ein Benutzer in der Lage ist, die Bedienung oder Anwendung eines Systems oder eines Gegenstandes zu erlernen. Praktischer Gebrauch.

## **TP 34 - Reparaturfreundlichkeit / Wartungsfreundlichkeit**

Qualitätseigenschaften, wie Bequemlichkeit, Komfort, Einfachheit und Zeitaufwand für die Behebung von Störungen, Ausfällen oder Defekten in einem System. Umfasst Punkte wie: Notwendigkeit spezieller Werkzeuge oder Maschinen für Reparaturen; Arbeitsbedingungen bei Reparaturen vor Ort.

## **TP 35 - Anpassungsfähigkeit**

Das Ausmaß, zu dem ein System/Objekt in der Lage ist, auf externe Änderungen zu reagieren. Bezieht sich auch auf ein System, das in mehrfacher Weise oder unter einer Vielzahl von Umständen verwendet werden kann. Flexibilität bei Betrieb oder Gebrauch. An Kundenwünsche anpassbar.

## **TP 36 - Komplexität in der Struktur**

Die Zahl und Verschiedenartigkeit von Elementen und der gegenseitigen Verhältnisse der Elemente innerhalb und jenseits der Systemgrenzen. Der Benutzer kann ein Element des Systems sein, das die Komplexität erhöht. Umfasst Punkte wie Anzahl von Funktionen, Anzahl der Schnittstellen und Anschlüsse, übermäßige Zahl von Einzelteilen.

## **TP 37 - Komplexität in der Kontrolle oder Steuerung**

Schwierigkeitsgrad, Messungen an einem Gegenstand oder System vorzunehmen. Komplexe, kosten-, zeit- und arbeitsintensive Inspektionen oder Prüfvorgänge. Zunahme der Messkosten zur Erreichung eines akzeptablen Qualitätsniveaus.

## **TP 38 - Automatisierungsgrad**

Die Fähigkeit eines Systems, seine Funktionen ohne Mensch-Maschine-Schnittstelle oder Kontrolle durch eine Person auszuführen. Niveau oder Umfang der Automatisierung.

## **TP 39 - Produktivität**

Die Zahl nützlicher (value-added) Funktionen oder Arbeitsprozesse pro Zeiteinheit. Die Zeit pro Funktions- oder Prozesseinheit. Brauchbarer Ausstoß pro Zeiteinheit. Kosten pro Produktionseinheit, oder Betrag von brauchbarer Produktion.

## 5.6.3 – Die Altshuller Matrix / Widerspruchsmatrix



Die Altshuller – bzw. Widerspruchsmatrix (1/2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Problemfaktor →																					
Optimierungsfaktor ↓																					
	Gewicht eines bewegten Objekts	Gewicht eines stationären Objekts	Länge eines bewegten Objekts	Länge eines stationären Objekts	Fläche eines bewegten Objekts	Fläche eines stationären Objekts	Volumen eines bewegten Objekts	Volumen eines stationären Objekts	Geschwindigkeit	Kraft	Druck oder Spannung	Form	Stabilität eines Objekts	Festigkeit	Halbbarkeit eines bewegten Objekts	Halbbarkeit eines stationären Objekts	Temperatur	Helligkeit	Energieverbrauch eines bewegten Objekts	Energieverbrauch eines stationären Objekts	
1	Gewicht eines bewegten Objekts	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 19, 39	1, 35, 18, 40	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35	-	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	-
2	Gewicht eines stationären Objekts	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 10, 27	28, 2, 10, 27	-	2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	19, 32, 35	-	18, 19, 28, 1
3	Länge eines bewegten Objekts	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19	-	10, 15, 38, 18	32	8, 35, 24	-
4	Länge eines stationären Objekts	-	35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28	10, 15, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 15, 14, 28, 26	-	1, 10, 35	-	3, 19, 32	3, 25	-	-
5	Fläche eines bewegten Objekts	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4	-	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 3, 15, 13, 39	40, 14	6, 3	-	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	-
6	Fläche eines stationären Objekts	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	+	-	-	-	1, 18, 10, 15, 35, 36	36, 37	1, 15, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 9, 14, 1, 39	15, 7	6, 35, 4	-	34, 39, 10, 18	2, 13, 10	35	-
7	Volumen eines bewegten Objekts	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 9, 14, 1, 39	15, 7	6, 35, 4	-	34, 39, 10, 18	2, 13, 10	35	-
8	Volumen eines stationären Objekts	-	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	-	-	+	-	-	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 9, 14, 35, 40	17, 15	-	35, 34, 35, 6	-	-	-	-
9	Geschwindigkeit	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	+	13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18, 26, 14	8, 3, 3, 19, 5	3, 19, 35, 5	-	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38	-
10	Kraft	8, 1, 37, 18	18, 13, 17, 19	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15	1, 18, 12, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	+	18, 21, 11	10, 35, 18, 34	35, 10, 21	14, 27	19, 2	-	35, 10, 21	-	19, 17, 10	1, 16, 36, 37
11	Druck oder Spannung	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 35, 24	6, 35, 36	36, 35, 21	+	35, 4, 15	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	19, 3, 27	-	35, 39, 19, 2	-	14, 24, 10, 37	-	
12	Form	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	5, 34, 4, 10	14, 4, 15, 22	7, 2, 35	34, 18, 37, 40	34, 15, 10, 14	+	33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25	-	22, 14, 19, 32	13, 15, 32, 34	2, 6, 34, 14	-	
13	Stabilität eines Objekts	21, 35, 26, 39, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	13, 15, 37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	2, 35, 21, 16	+	22, 1, 18, 4	17, 9, 15	39, 3, 35, 23	-	39, 3, 35, 23	35, 1, 32	32, 3, 27, 16	13, 19	27, 4, 29, 18
14	Festigkeit	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 35, 14, 7	8, 13, 17, 15	10, 18, 3, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 35, 40	13, 17, 35	+	27, 3, 26	-	30, 10, 40	35, 19, 28, 6	19, 15, 10, 10	35	-
15	Halbbarkeit eines bewegten Objekts	19, 5, 34, 31	-	2, 19, 9	-	3, 17, 19	-	10, 2, 19, 30	-	3, 35, 16	19, 2	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10	+	-	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18	-
16	Halbbarkeit eines stationären Objekts	-	6, 27, 19, 16	-	1, 40, 35	-	-	35, 34, 38	-	-	-	-	39, 3, 35, 23	-	-	+	19, 18, 36, 40	-	-	-	-
17	Temperatur	36, 22, 6, 38	22, 35, 6, 38	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 35, 6	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21	35, 39, 19, 2	14, 22, 19, 32	1, 35, 32	10, 30, 32	19, 13, 36, 40	19, 18, 36, 40	+	32, 30, 19, 15	32, 3, 17	-	
18	Helligkeit	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16	-	19, 32, 26	-	2, 13, 10	-	10, 13, 19, 6	26, 19, 6	32, 30	32, 3, 27	35, 19	2, 19, 6	-	32, 35, 19	+	32, 1, 19	32, 35, 1	-
19	Energieverbrauch eines bewegten Objekts	12, 18, 28, 31	-	12, 28	-	15, 19, 25	-	35, 13, 18	-	8, 35, 35	16, 26, 21, 2	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24	5, 19, 9, 35	28, 35, 6, 18	-	19, 24, 3, 14	2, 15, 19	1, 15	-
20	Energieverbrauch eines stationären Objekts	-	19, 9, 6, 27	-	-	-	-	-	-	36, 37	-	-	27, 4, 29, 18	35	-	-	-	19, 2, 35, 32	-	+	-
21	Leistung	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37	-	19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25	15, 35, 2	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	29, 14, 2, 40	35, 32, 15, 31	26, 10, 38	16	2, 14, 17, 25	16, 6, 19	16, 6, 19, 37	-	
22	Energieverschwendung	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	3, 7, 38	16, 35, 38	36, 38	14, 15, 3, 36	29, 35, 2, 14	35, 28, 31, 40	28, 27, 3, 18	27, 16, 39, 31	21, 36, 18, 38	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31	
23	Materialverschwendung	35, 6, 23, 40	35, 6, 23, 40	14, 29, 10, 39	10, 35, 28, 24	10, 18, 10, 31	1, 29, 39, 31	3, 9, 30, 36	18, 31	10, 13, 28, 18	14, 15, 8, 40	3, 36, 37, 10	29, 35, 3, 5	35, 28, 31, 40	28, 27, 3, 18	27, 16, 39, 31	21, 36, 18, 38	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31	
24	Informationsverlust	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26	30, 16	2, 22	26, 32	-	-	-	-	-	10	10	-	19	-	-	-
25	Zeitverschwendung	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 2, 5	3, 10, 32, 18	35, 16	10, 37, 36, 5	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	20, 10, 21, 18	35, 29, 28, 18	1, 19, 26, 17	35, 38, 1, 19	1	-	
26	Materialmenge	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18	15, 14, 29	2, 18, 40, 4	15, 20, 29	35, 29	35, 29	35, 14, 34, 28	10, 36, 14, 3	35, 14	15, 2, 17, 40	14, 35, 3, 10	34, 10, 10, 40	3, 35, 31	3, 35, 31	3, 17, 39	34, 29, 16, 18	3, 35, 18	31
27	Zuverlässigkeit	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 14, 16	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 24	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11	11, 28	2, 35, 3, 25	34, 27, 6, 40	3, 35, 6, 10	11, 32, 10, 13	21, 11, 27, 19	36, 23	
28	Meßgenauigkeit	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	2, 29, 6	25, 10, 32	28, 13, 32, 24	32, 2	6, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 13	28, 6, 32	28, 6, 24	10, 26, 28, 24	6, 19, 6, 10	6, 1, 32	3, 6, 32	-
29	Fertigungsgenauigkeit	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 28, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 29, 32	2, 29, 18, 36	2, 2, 2	25, 10, 35	10, 28, 34, 36	28, 19, 34, 36	3, 35	32, 30, 18	3, 35	32, 37, 40	-	19, 26, 3, 32	3, 32, 2	-	-	-
30	äußere negative Einflüsse auf Objekt	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	27, 2, 39, 35	22, 23, 37, 35	34, 39, 19, 27	13, 35, 39, 18	22, 2, 37	22, 1, 37	35, 24, 30, 18	18, 35, 37, 1	33, 28	17, 1, 40, 33	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 19, 32, 13	10, 2, 27, 37	-
31	negative Nebeneffekte des Objekts	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22	-	17, 2, 18, 39	22, 1, 40	17, 2, 40	30, 18, 35, 4	35, 28, 3, 23	35, 28, 1, 40	2, 33, 27, 18	35, 1	35, 40, 27, 39	15, 35, 22, 2	33, 31	16, 22	2, 24	39, 32, 6	35, 18	-
32	Fertigungsfreundlichkeit	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 27	13, 1, 26, 12	16, 40	13, 29, 1, 40	35	35, 13, 8, 1	35, 12	35, 19	1, 28, 13, 27	11, 13, 1	1, 3, 10, 32	27, 1, 4	35, 16	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	28, 26, 27, 1	1, 4
33	Bedienungsfreundlichkeit	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12	-	1, 17, 13, 16	18, 16, 15, 39	1, 16, 35, 15	4, 18, 39, 31	18, 13, 34	28, 13, 35	2, 32, 12	15, 34, 29, 28	32, 35, 30	32, 40, 8, 25	29, 3, 25	1, 16, 26, 17	13, 17, 1, 24	1, 13, 24	-	-
34	Reparaturfreundlichkeit	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 31	3, 18, 32	15, 13, 32	16, 25	25, 35, 11	1	34, 9	1, 11, 10	13	1, 13, 2, 4	2, 35	11, 1, 2, 9	11, 29, 28, 27	1	4, 10	15, 1, 13	15, 1, 28, 16	-
35	Anpassungsfähigkeit	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7	15, 16	15, 35, 29	35, 10, 14	15, 17, 20	35, 16	15, 37, 1, 8	35, 30, 14	35, 3, 13, 1	13, 1, 35	2, 16	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1	19, 35, 29, 13	-	-
36	Komplexität in der Struktur	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	-	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 29, 6	1, 16	14, 10	26, 16	19, 1, 35	29, 13, 28, 15	2, 22, 17, 19	2, 13, 28, 15	10, 4, 28, 15	-	2, 17, 13, 13	27, 2, 29, 28	-	-
37	Komplexität in der Kontrolle/Steuerung	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 26, 24	26	2, 13, 18, 17	2, 39, 30, 16	29, 1, 4, 16	2, 18, 26, 31	3, 40, 16, 35	30, 28, 40, 19	35, 36, 37, 32	27, 13, 1, 39	11, 22, 39, 30	27, 3, 15, 28	19, 29, 39, 25	25, 34, 6, 35	3, 13, 35, 16	2, 24, 26	35, 38	19, 35, 16
38	Automatisierungsgrad	28, 26, 18, 35	28, 26, 18, 35	14, 13, 17, 28	23	17, 14, 13	-	35, 13, 16	28, 10	2, 35	13, 35	15, 32, 1, 13	18, 1	25, 13	6, 9	-	26, 2, 19	8, 32, 19	2, 32, 19	35, 10	-
39	Produktivität	35, 26, 24, 37	28, 27, 15, 3	28, 38	14, 26	30, 7, 34, 31	10, 26, 17, 7	10, 35, 34, 10	6, 35, 37, 10, 2	28, 15, 10, 37	14, 10, 34, 40	10, 37, 34, 40	35, 3, 29, 28	35, 10, 2, 18	20, 10, 16, 38	35, 21, 26, 18	19, 1	26, 17, 19, 1	35, 10, 38, 19	1	-

## Die Altshuller – bzw. Widerspruchsmatrix (2/2)

		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
Problemfaktor →	Optimierungsfaktor ↓																				
		Leistung	Energieverschwendung	Materialverschwendung	Informationsverlust	Zeitverschwendung	Materialmenge	Zuverlässigkeit	Meßgenauigkeit	Fertigungsgenauigkeit	äußere negative Einflüsse auf Objekt	negative Nebeneffekte des Objekts	Fertigungsfreundlichkeit	Bedienungs-freundlichkeit	Reparaturfreundlichkeit	Anpassungsfähigkeit	Komplexität in der Struktur	Komplexität in der Kontrolle/Steuerung	Automatisierungsgrad	Produktivität	
1	Gewicht eines bewegten Objekts	12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31	1, 3, 11, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 31, 39	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36	35, 3, 2, 27	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37	
2	Gewicht eines stationären Objekts	15, 19, 18, 15	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35	10, 20, 35, 26	19, 6, 18, 26	10, 28, 8, 3	18, 26, 28, 35, 17	10, 1, 22, 37	2, 19, 22, 37	35, 22, 1, 39	28, 1, 9	6, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29	1, 10, 26, 39	25, 28, 17, 15	2, 26, 35	1, 28, 15, 35	
3	Länge eines bewegten Objekts	1, 35	7, 2, 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24	15, 2, 29	29, 35	10, 14, 29, 40	28, 32, 4, 2	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24	17, 15	1, 29, 17	15, 29, 35, 4	1, 28, 10	14, 15, 1, 16	26, 24	1, 19, 35, 1	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29	
4	Länge eines stationären Objekts	12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26, 14	30, 29, 14	15, 29, 28, 2	15, 29, 32, 3	2, 32, 10	22, 35, 18, 27	1, 18	15, 17, 27	2, 25, 3	15, 13, 13, 16	10, 1	1, 35	1, 26	26	14, 30, 14, 2	30, 14, 7, 26	
5	Fläche eines bewegten Objekts	19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26	26, 4	29, 30, 6, 13	29, 9	26, 28, 32, 3	2, 32	22, 33, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24	15, 17, 10, 1	15, 13, 10, 1	15, 30	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 30, 28, 23	10, 26, 10, 2	
6	Fläche eines stationären Objekts	17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16	10, 35, 4, 18	2, 18, 40, 4	32, 35, 40, 4	26, 28, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35	22, 1, 40	40, 16	16, 4	16	15, 16	1, 18, 3, 36	2, 30, 35, 18	23	10, 15, 17, 7	
7	Volumen eines bewegten Objekts	35, 6, 13, 18	7, 15, 13, 16	36, 39, 34, 10	2, 22	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 40, 11	26, 26, 28, 2	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	17, 2, 40, 1	29, 1, 40	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 35, 4	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34	
8	Volumen eines stationären Objekts	30, 6	10, 39, 35, 34	10, 13, 35, 34	13, 26	35, 16, 32, 18	35, 3	2, 35, 16	35, 10, 25	35, 10, 19, 27	35, 10, 35, 4	30, 18, 35, 4	35	1		1, 31	2, 17, 26	35, 37, 10, 2		35, 37, 10, 2	
9	Geschwindigkeit	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26	10, 13, 28, 38	13, 26	10, 13, 28, 38	13, 26	10, 13, 28, 38	13, 26	10, 13, 28, 38	13, 26	10, 13, 28, 38	13, 26	10, 13, 28, 38	13, 26	10, 13, 28, 38	13, 26	10, 13, 28, 38	13, 26
10	Kraft	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5	10, 37, 40, 5
11	Druck oder Spannung	10, 35, 14	2, 36, 3, 37	10, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5	37, 36, 3, 5
12	Form	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17	14, 10, 34, 17
13	Stabilität eines Objekts	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40	35, 27	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35	15, 32, 35
14	Festigkeit	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10	29, 3, 28, 10
15	Haltbarkeit eines bewegten Objekts	19, 10, 35, 38		28, 27, 3, 18	10	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16	3, 27, 16
16	Haltbarkeit eines stationären Objekts	16		27, 16, 18, 38	10	28, 20, 10, 16	3, 35, 6, 40	34, 27, 24	10, 26, 24	17, 1, 40, 33	22	35, 10	1	1	2		25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38		
17	Temperatur	2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31		35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39	19, 35, 3, 10	32, 19, 24	24	22, 33, 32	22, 35, 2, 24	26, 27	26, 27	4, 10, 16	2, 18, 16	2, 17, 16	3, 27, 31, 35	26, 2, 19, 16	15, 28, 35	
18	Helligkeit	32	13, 16, 1, 6	13, 1	1, 6	19, 1, 26, 17	1, 19	11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26	19, 35, 28, 26	15, 17, 13, 16	15, 1, 1, 19	6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10	2, 25, 16		
19	Energieverbrauch eines bewegten Objekts	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5		35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32	1, 35, 6, 27	2, 35, 6, 27	28, 26, 30	19, 35	1, 15, 17, 28	2, 29, 13, 16	27, 28	35, 38	32, 2	12, 28, 35		
20	Energieverbrauch eines stationären Objekts			28, 27, 18, 31		3, 35, 10, 23	10, 36, 23	10, 2, 22, 37	18	10, 2, 22, 37	18	1, 4	19, 22, 18	19, 22, 18	19, 22, 18	19, 22, 18	19, 22, 18	19, 22, 18	19, 22, 18	19, 22, 18	19, 22, 18
21	Leistung	+	10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19	35, 20, 10, 6	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 31, 2	2, 35, 18	26, 10, 34	26, 35, 10, 34	35, 2, 10, 34	19, 17, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16, 17	28, 2, 17	28, 35, 34	
22	Energieverschwendung	3, 38	+	35, 27, 2, 37	19, 10	10, 18, 32, 7	7, 18, 25, 35	11, 10, 30	32	21, 22, 21, 35, 2, 22	21, 35, 2, 22	35, 32	35, 32	2, 19		7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35		
23	Materialverschwendung	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31	+		15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 40	10, 1, 34, 29	15, 34, 33	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	35, 18, 10, 13	35, 10, 35, 10	28, 35, 10, 23	
24	Informationsverlust	10, 19	19, 10	+		24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 23	10, 28, 23	32, 15, 2	32, 2	20, 10, 21, 22	10, 21, 32	27, 22				35, 33	13, 23, 15		
25	Zeitverschwendung	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 32	+	35, 18, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	4, 28, 34, 4	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28, 6, 29	6, 29	18, 24, 28, 32, 10	24, 28, 35, 30		
26	Materialmenge	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35	35, 38, 18, 16	+	18, 3, 28, 40	13, 2, 33, 30	28, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27	35, 29, 25, 10	2, 32, 10, 25	15, 3, 29	3, 13, 27, 10	3, 27, 19, 18	8, 35, 3, 27		
27	Zuverlässigkeit	21, 11, 26, 31	10, 11, 35, 29, 39	10, 35, 29, 39	10, 28	10, 30, 4, 40, 3	21, 28, 40, 3	+	32, 3, 11, 23	11, 32, 1	27, 35, 2, 40, 26	35, 2, 40, 26	27, 17, 40	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 2, 10, 34	27, 35, 2, 10, 34	28, 2, 27	11, 13, 1, 35	1, 35, 29, 38	
28	Meßgenauigkeit	3, 6, 32	26, 32	10, 16, 31, 28	24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 23	+		28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11	1, 32, 13, 11	2	27, 35, 10, 34	26, 24, 32, 28	28, 2, 10, 34	28, 32	
29	Fertigungsgenauigkeit	32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24		32, 26, 28, 18	32, 30	11, 32, 1		+	26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	1, 32, 35, 23	25, 10			26, 2, 18	26, 28, 10, 18	32, 39		
30	äußere negative Einflüsse auf Objekt	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	+	24, 35, 2	24, 35, 2	2, 25, 28, 39	35, 10, 2	35, 11, 22, 31	22, 19, 29, 40	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24	
31	negative Nebeneffekte des Objekts	2, 35, 18	21, 35, 2, 22	10, 1, 34	10, 21, 29	1, 22	3, 24, 39, 1	24, 2, 40, 39	3, 33, 26	4, 17, 34, 26	+					19, 1, 31	2, 21, 27, 1	2, 21, 27, 1	2, 21, 27, 1	2, 21, 27, 1	
32	Fertigungsfreundlichkeit	27, 1, 12, 24	19, 35	15, 34, 33	32, 24, 18, 16	35, 28, 34, 4	35, 23, 1, 24		1, 35, 12, 18	24, 2			+	2, 5, 13, 16	35, 1, 11, 9	2, 13, 15	27, 26, 1	6, 28, 11, 1	8, 28, 1	35, 1, 10, 28	
33	Bedienungs-freundlichkeit	35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22	4, 28, 10, 34	12, 35	17, 27, 8, 40	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23	2, 25, 28, 39	2, 25, 28, 39	2, 5, 12	+	12, 26, 1, 16	15, 34, 1, 16	32, 26, 12, 17	1, 34, 12, 3	15, 1, 28		
34	Reparaturfreundlichkeit	15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27		32, 1, 10, 25	2, 28, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 10	35, 10, 2, 16	1, 35, 11, 10	1, 12, 26, 15	1, 32, 1, 32	7, 1, 4, 16	35, 1, 13, 11		34, 35, 7, 13	1, 32, 28		
35	Anpassungsfähigkeit	19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13		15, 10, 35, 28	3, 35, 15	35, 13, 8, 24	35, 5, 1, 10		35, 11, 32, 31	1, 13, 31	1, 13, 1, 16	1, 16, 7, 4	+	15, 29, 37, 28	1	27, 34, 35, 6, 37	35, 28, 6, 37		
36	Komplexität in der Struktur	20, 19, 18, 1	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29	6, 29	13, 3, 27, 10	13, 35, 27, 10	13, 35, 27, 10	26, 24, 32	22, 19, 29, 40											

## 5.6.4 – Effekte

Quelle::

Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*)- ENGLISCH!



Required effect or property	Physical phenomenon that provides the required effect or property
Measure temperature	Thermal expansion and its influence on the natural frequency of oscillations. Thermoelectric phenomena. Radiation spectrum. Changes in optical, electrical and magnetic properties of substances. Transition over the Curie point. Hopkins, Barkhausen and Seebeck effects.
Reducing temperature	Phase transitions. Joule-Thomson effect. Rank effect. Magnetic calorie effect. Thermoelectric phenomena.
Increasing temperature	Electromagnetic induction. Eddy current. Surface effect. Dielectric heating. Electronic heating. Electrical discharge. Absorption of radiation by substances. Thermoelectric phenomena.
Temperature stabilization	Phase transitions, including transition over the Curie point.
Object location	Introduction of markers; that is, substances that are able to transform existing fields (like luminophores) or generate their own fields (like ferromagnetic materials) and therefore are easy to detect Reflection and emission of light Photo effect Deformation. Radioactive and X-ray radiation. Luminescence. Changes in electric or magnetic field. Electrical discharge. Doppler effect.
Moving an object	Magnetic field applied to influence an object or magnet attached to the object Magnetic field applied to influence a conductor with direct current passing through it. Electric field applied to influence an electrically charged object. Pressure transfer in a liquid or gas. Mechanical oscillations. Centrifugal force. Thermal expansion. Pressure of light.
Moving a liquid or gas	Capillary force. Osmosis. Toms effect. Waves. Bernoulli effect. Weissenberg effect.

Moving an aerosol (dust particles, smoke, mist etc.)	Electrization. Applied electric or magnetic field. Pressure of light.
Formation of mixtures	Ultrasonics. Cavitation. Diffusion. Applied electric field. Magnetic field applied in combination with magnetic material. Electrophoresis. Solubilization.
Separating mixtures	Electric and magnetic separation. Electric and magnetic field applied to change the pseudo-viscosity of a liquid. Centrifugal force. Sorption. Diffusion. Osmosis.
Stabilizing object position	Applied electric or magnetic field. Holding a liquid by hardening through the influence of an electric or magnetic field. Gyroscope effect. Reactive force.
Generating and/or manipulating force	Generating high pressure. Applying a magnetic field through magnetic material. Phase transition. Thermal expansion. Centrifugal force. Changing hydrostatic forces by influencing the pseudo-viscosity of an electroconductive or magnetic liquid in a magnetic field. Use of explosives. Electrohydraulic effect. Optical hydraulic effect. Osmosis.
Changing friction	Johnson-Rabeck effect. Radiation effect. Abnormally low friction effect. No-wear friction effect.
Crashing objects	Electrical discharge. Electrohydraulic effect. Resonance. Ultrasonics. Cavitation. Use of lasers
Accumulating mechanical and thermal energy	Elastic deformation. Gyroscope. Phase transitions.



Transferring energy through mechanical, thermal, radiation, or electric deformation	Oscillations. Alexandrov effect. Waves, including shock waves. Radiation. Thermal conductivity. Convection. Light reflection. Fibre optics. Lasers. Electromagnetic induction. Superconductivity.
Influencing moving object	Applied electric or magnetic fields, with no influence through physical contact.
Measuring dimensions	Measuring the natural frequency of oscillations. Applying and detecting magnetic or electric markers.
Varying dimensions	Thermal expansion. Deformation. Magnetostriction Piezoelectric.
Detecting surface properties and/or conditions	Electrical discharge. Reflection of light. Electronic emission. Moiré effect. Radiation..
Varying surface properties	Friction. Absorption. Diffusion. Bauschinger effect. Electrical discharge. Mechanical or acoustic oscillation. Ultraviolet radiation.
Detecting volume properties and/or conditions	Introduction of markers; that is, substances that are able to transform existing fields (like luminophores) or generate their own fields (like ferromagnetic materials), depending on the properties of a material. Changing electric resistance, which depend on structure and/or property variations. Interaction with light. Electro- and/or magneto-optic phenomena. Polarized light. Radioactive and x-ray radiation. Electronic paramagnetic or nuclear magnetic resonance. Magneto-elastic effect. Transition over the Curie point . Hopkins and Barkhausen effect. Ultrasonics. Moessbauer effect. Hall effect.

Varying volume properties	<p>Electric or magnetic applied to vary the properties of a liquid (pseudoviscosity, fluidity).</p> <p>Influencing by magnetic field via introduced magnetic material.</p> <p>Heating.</p> <p>Phase transition.</p> <p>Ionisation by electric field.</p> <p>Ultraviolet, X-ray or radioactive radiation.</p> <p>Deformation.</p> <p>Diffusion.</p> <p>Electric or magnetic field.</p> <p>Bauschinger effect.</p> <p>Thermoelectric, thermomagnetic or magneto-optic effect.</p> <p>Cavitation.</p> <p>Photochromatic effect.</p> <p>Internal photo effect.</p>
Developing certain structures, structure stabilization	<p>Interference.</p> <p>Standing waves.</p> <p>Moiré effect.</p> <p>Magnetic waves.</p> <p>Phase transitions.</p> <p>Mechanical and acoustic oscillation.</p> <p>Cavitation.</p>
Detecting electric and magnetic fields	<p>Osmosis.</p> <p>Electrization.</p> <p>Electrical discharge.</p> <p>Piezo- and segneto-electrical effects.</p> <p>Electrets.</p> <p>Electronic emission.</p> <p>Electro-optical phenomena .</p> <p>Hopkins and Barkhausen effect.</p> <p>Hall effect.</p> <p>Nuclear magnetic resonance.</p> <p>Gyromagnetic and magneto-optical phenomena.</p>
Detecting radiation	<p>Optical acoustic effect.</p> <p>Thermal expansion.</p> <p>Photo effect.</p> <p>Luminescence.</p> <p>Photoplastic effect.</p>
Generating electromagnetic radiation	<p>Josephson effect.</p> <p>Induction of radiation.</p> <p>Tunnel effect.</p> <p>Luminescence.</p> <p>Hann effect.</p> <p>Cherenkov effect.</p>
Controlling electromagnetic fields	<p>Use of screens.</p> <p>Changing properties (for example, varying electrical conductivity).</p> <p>Changing objects shapes.</p>
Controlling light, light modulation	<p>Refraction and reflection of light.</p> <p>Electro- and magneto-optical phenomena.</p> <p>Photo elasticity.</p> <p>Kerr and faraday effects.</p> <p>Hann effect.</p> <p>Franz-Keldysh effect.</p>
Initiating and intensification of chemical reactions	<p>Ultrasonics.</p> <p>Cavitation.</p> <p>Ultraviolet, x-ray and radioactive radiation.</p> <p>Electric discharge.</p> <p>Shock waves.</p>

Eigenschaften	Möglichkeiten der Veränderung	Möglichkeiten der Steigerung	Möglichkeiten der Reduzierung	Möglichkeiten der Stabilisierung	Möglichkeiten der Messung
Gewicht			Löcher, Zusammensetzungen, Verschleiß (Siehe 'Entfernt')		Ausgewogenheit, Vibration, Akustische Wellen Resonanz Auftrieb
Umfang	Phasenveränderung, Diffusion, Dissolution, Hyperboloid, Formerinnerung, Magneto-Optik, Ionisation, Auxetik	Ellipse, Torus Wärmeausdehnung	Temperaturkontraktion, Kavitation, Einschachtelung, Kapillare, Kontraktion	Poisson-Effekt	Kavitation, Vibration, Dielektrische Durchlässigkeit, Rückstrahlung, Archimedes
Oberfläche		Möbius Streifen, Segmentation, Ellipse, Spiralen, Korrugation, Rauheit, 'Fraktalisation'	Spheroid, Kapillare – Kontraktion		Geometrie, Geometer, Schatten Diagramm
Länge	Ellipse, Formgedächtnis-Effekt, Magnetostriktion, Electrostriktion, Piezo-Effekt, Magnus-Effekt, Cam Profile, Deformation	Wärmeausdehnung	Temperaturkontraktion	Materialien mit geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten	Archimedes Kraft, Vibration, Diffraktion Gratings Elektrete, Interferenz, Lichtemission, Doppler-Effekt, Lumineszenz, Elektrische Felder, Magnetische Felder, Hitze Strahlung, Röntgenstrahlung, Schattendiagramm Elektrische Resistenz, Kalorimetrie, Moire-Effekt, Ultraschall, Rheoelektrischer Effekt, Neutron Diffraktion, Fresnel Diffraktion, Domain-Effekt, Kapazitätanz
Oberflächen-gestaltung	Reibung, Adsorption, Kugelstrahlen, Kugelstrahlen mit Laser Diffusion, Bauschinger Effekt, Ultraschall – Abrasive- Behandlung, Eisenmagnetismus			Beschichtungen, Lotus-Effekt	Laminarität, Veränderung durch Turbulenz, Bernoulli-Effekt, Schattendiagramm, Randinterferenzen, Reibung Licht Polarisation

Dichte	Porosität Autexische Zwischenräume	Formen durch Komprimierung,	Verdunstung		Masse/ Displazierung, Ultraschall, Vibration Densimeter Lautgeschwindigkeit Resonanz
Geschwindigkeit	Schwerkraft Trägheit Mechanische-Effekte Kräfte		Viskosität Reibung	Kräftegleichgewicht	Piezo-Elektrik Akustische Vibration, Accelerometer Barnett-Effekt Magnet-Resistenz-Effekt Coriolis Kraft Doppler-Effekt Dorn-Effekt Hall-Effekt Karman-Effekt Bernoulli Effekt Ultraschall Eddy Strömungen Lorentz Kraft Torquemeter Fabry-Perot-Interferometer Elektromagnetische-Induktion Glimmentladung Triboelektrischer Effekt Laser-Doppler Anemometrie Magneohydro-Dynamischer Effekt Stroboskop
Kraft	Kragelsky-Effekt, Johnson-Rahbeck-Effekt Elektrokinetik Kapazitanz-Effekt Hebel Keil Kurbel Hydraulischer Effekt		Umgekehrter Piezo-Effekt Torus	Feedback/ Rückkopplung	Barkhausen-Effekt Trägheit Piezo-Elektrik Elastische Spannung Resonanz Kraft Oszillationen Faseroptik-Beugung Villari-Effekt Magnetoptic (Kerr-Effekt) Photoelastizität
Druck	Trägheit, Bernoulli-Effekt Phasenveränderung, Alexandrov-Effekt Osmose, Zentrifugale Kräfte, Toricelli Gesetz von Boyle-Mariotte	Wärmeausdehnung, Schockwelle, Absorbtion	Dekomposition		Mechanische Vibration, Gels, Piezo-Elektrik Elektrete, Elektrokinetik Glimmentladung Licht-Ringe Moire Fransen Bourdon Feder Weissenberg-Effekt Magnetelastischer Effekt Pascal Gesetz Bernoulli Gesetz Zugwiderstandseffekt Strahlungsphasenveränderung

Druckgefälle	Elektro-Rheologie, Magnet-Rheologie	Schockwelle,			Druckempfindliche Farbe Bernoulli Gesetz
Temperatur	Dissolution, Dekomposition von Flüssigkeiten, Phasenveränderungen, Strahlung, Konvektion, Konduktion Peltier-Effekt Eddy Stömung Joule Heizung	siehe "Wärme"-Funktionen	siehe "Kühl"-Funktionen	Phasenveränderungen, Curie Point, Eisenmagnetisches Pulver, Schaum Isolierung, Elektromagnetische Induktion	Wärmeausdehnung, Thermochromismus, Phasenveränderung, Curie Punkt Pyroelektrischer Effekt Strahlungshäufigkeit Phosphornachglut Seebeck-Effekt Curie Punkt Lichtwellenlänge Wärmeresistenz Elektrolyte
Temperaturgefälle	Wärmeröhrenverbindungen			Leiter	Wärmeimage Thermochromismus Temperaturempfindliche Farben Tomographie
Stärke	Glühen Kaltform Griffiths-Effekt	Ultraschall Druck Korrugation Magnetische Formung	Schwachpunkt	Stressmildernde Löcher	Dehnungstest
Helligkeit	Oberflächengestaltung Film Beschichtungen	Elektro/Photo-Lumineszenz			Photochromismus, Akustooptischer Effekt Lumineszenz Photoplastischer Effekt Kerr-Effekt
Energie	Trägheit Deformation Gyroskopischer Effekt Bernoulli-Effekt Hooke's Gesetz Poissons-Effekt Coulombsches Gesetz Boyle-Mariotte Newtonsche Gesetze Coriolis Kraft Magnus-Effekt Zentrifugalkraft Hysterese Dampfdruck Biot-Savart-Effekt Peltier-Effekt			Flugrad Batterie Kraftstoffzelle	Tensoresistiver Effekt
Kraft	Ionisation	Solar, Wind, Wellen, Nuklear, Etc Hartmann Nernst-Etinghausen	Aufbewahrungsmedien		Seebeck-Effekt Bolometer Elektrochromische Strahlung
Homogenität	Glimmentladung, Adsorption, Elektrolyse	Gettering Filtration			Schallgeschwindigkeit Leitfähigkeit

Schmierfähigkeit	Plasma	Nitrogen, Sulphor, Chlor Ionen Implantation PTFE Parylene			Reibungskoeffizient Munson Roller
Leitungsfähigkeit – Elektrisch	Temperatur Dioden	Purifikation Dünne Filme	Zusammensetzungen		Elektrolyse(Widerstand) Elektrete Faraday-Effekt Hall-Effekt Pockels-Effekt Ohmsches Gesetz Parasitische Kapazität Resistente Tomographie
Leitfähigkeit – Wärme	Porosität	Plasma Ätzung	Insolierung		Wärmeausdehnung Abtastungsmikroskopie
Magnetismus	Hydratation Elektromagnetische Induktion		Curie Punkt		Tensoresistiver Effekt Magnetometer Hall-Effekt Magnetostriktion Amperesches Gesetz
Porosität	Nanokonstruktions-Gels	Löcher Schaummaterialien	siehe 'Trenn', Funktion		Porosimeter Wasserkapazität
Viskosität	Akustische Kavitation Elektorrheologie, Magnetrheologie, Temperatur, Thixotropie Toms-Effekt 2-Phasen Fließvibration Ultraschall	Kühlung Elektroviskoser Effekt	Ultraschall Wärme Toms-Effekt Dampf- Injektion		'Fallender Ball' (Zeitmessung) Viskosimeter Paramagnetische Resonanz Spektrometer
Härte		Stahlverfestigung mit alternierendem Magnetfeld, Stahlverfestigung mit Laser Hart/Weich Multi-Layer Beschichtungen Nitriden Cr, Tu, Mn, Ni, Sc Additive		Mehrfachbeschichtungen	Vickers, Brinell (Mohs Skala) durchgängige Steifheit Nano-Indentation Durometer
Ton/ Ultraschall	Resonanz Aerophonik Vibraphonik Piezoelektrischer Effekt Resonant- Macro-sonische-Synthese		Antiphase	Feedback	Tonlevel Meter Gels
Farbe	Photochromismus Elektrochromismus Christiansen Effekt Interferenz Fransen			Wärmebehandlung Chelatbildner Blanching	Spektrophotometer Chromatischer Sensor Licht Absorption Photoionisation

## 5.6.5 – Stoff-Feld Ressourcen

Quelle: G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity*, Technical Innovation Center, 2000)



### Ressourcen:

#### Stoff

Abfall  
Rohmaterial und Produkte  
Systemelemente  
Günstiger Stoff  
Stofffluss  
Stoffeigenschaften

#### Feld

Energie im System  
Energie aus der Systemumwelt  
Erstellung möglicher Energieplattformen  
Systemabfall wird zur Systemenergie

#### Raum

Leerer Raum  
Eine weitere Dimension  
Vertikale Anordnung  
Verschachtelung

#### Zeit

Vorarbeit  
Planung  
Parallele Tätigkeiten  
Nacharbeit

#### Information

Gesendete Stoffe  
Bestehende Eigenschaften  
Bewegungsinformation  
Ausgleichsinformation  
Information der Zustandsänderung

#### Funktionen

Raumressource mit Hauptfunktionen  
Verwendung schädlicher Funktionen  
Verwendung von zusätzlich generierten Funktionen

## Anhang:

### Definitionen Widersprüche/Effekte/Ressourcen



#### **Widersprüche:**

Eine der Hauptüberlegungen von TRIZ ist die Lösung von Widersprüchen. Widersprüche ermöglichen uns das systematische Generieren von neuen Ideen.

Widersprüche sind unterteilt in Administrative, Technische und Physikalische Widersprüche

#### **Administrative Widersprüche:**

Von administrativen Widersprüche spricht man dann, wenn es notwendig ist etwas zu tun wir jedoch nicht wissen wie.

#### **Technische Widersprüche:**

Technische Widersprüche kommen dann zum Einsatz, wenn ein Parameter mit Hilfe von bekannten Methoden verbessert wird, jedoch ein anderer Parameter sich dadurch verschlechtert.

#### **Physikalische Widersprüche:**

Man spricht von einem physikalischen Widerspruch, wenn in einem technischen Systems gleichzeitig ein und derselbe Parameter zwei Zustände einnehmen muss. (z.B.: ein Bauteil muss gleichzeitig heiß und kalt sein). Physikalische Widersprüche können innerhalb der technischen Widersprüche gefunden werden. Daraus folgt, das geht jeder technische Widerspruch auf physikalische Widersprüche zurück zuführen ist.

#### **40 Innovative Prinzipien:**

Altshuller definierte 40 innovative Prinzipien mit denen technische Widersprüche eliminiert werden können.

#### **Separationsprinzipien:**

Um die physikalischen Widersprüche zu überwinden wurden 4 Prinzipien und eine Sammlung von physikalischen Phänomenen und Effekten erstellt.

#### **Widerspruchsmatrix/Altshuller Matrix**

Wurde von G. Altshuller entwickelt. Indem man einen zu verbessernden Faktor (Optimierungsfaktor) und einen dadurch verschlechternden Faktor (Problemfaktor) definiert kann man in der Matrix innovative Prinzipien für das spezielle Problem herauslesen.

#### **Technische Parameter**

Altshuller definierte 39 Parameter oder Charakteristiken von technischen Systemen die zur Entwicklung und Beschreibung von technischen Widersprüchen verwendet werden können. Diese Parameter werden in der Widerspruchsmatrix bzw. Altshuller Matrix verwendet.





## Quellen / Literatur:

- Altshuller, G.S., *Creativity as an exact science* (translated by Anthony Williams).
- Savransky, Seymon, *Engineering of Creativity*, 2000.
- Terninko, J., Zusman, A., Zlotin, B., *Systematic Innovation, an Introduction to TRIZ*, 1998.
- Mann, Darrell, *Hands-on Systematic Innovation*, 2002.
- Valery Krasnoslobodtsev, *TRIZ Lessons*, [www.triz.org/index.htm](http://www.triz.org/index.htm)
- Larry K. Ball, *TRIZ Journal* 2004/01, Supplement to Breakthrough Thinking with TRIZ, 2nd Edition.
- Adunka, R., TRIZ Lecture (Presentation slides), 2008.
- Tomasi, F., Mann, D. et al., *SUPPORT Training Materials*, 2005.
- Dubois, S., Rasovska, I., De Guio, R., *Comparison of non solvable problem solving principles issued from CSP and TRIZ in Computer Aided Innovation*, 2008.
- Vikentiev, I. L., Yefremov, V. I., Index of Geometric Effects, first published in the collection *Rules of a Game Without Rules*, Petrozavodsk, Karelia, 1989, ISBN 5-7545-0108-0 (in Russian).
- Zusman, A., Zlotin, B., TRIZ Tutorial, Homepage Ideation International Inc.

