# TRIZ aus der Sicht eines aktiven Erfinders und erfindungsmethodisch interessierten Industriechemikers

Modifikationen/Ergänzungen für den Praxisgebrauch

Leibniz-Institut für Interdisziplinäre Studien

24./25. November 2016

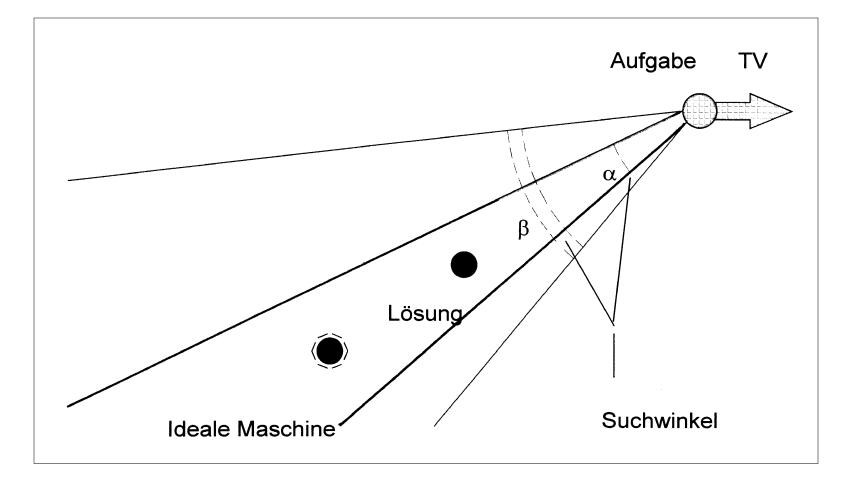
Doz. Dr. rer. nat. habil. Dietmar Zobel

Ingenieurbüro für Systemtechnik

Hans-Lufft-Straße 15 06886 Lutherstadt Wittenberg

phone: 03491 405070; e-mail: dietmar.zobel@arcor.de; web: www.dietmar-zobel.de

Detailerklärungen zu den Folien in: D. Zobel, "Systematisches Erfinden", Expertverlag



Die Aufgabe muss so exakt bestimmt werden, dass keine Fehlversuche mehr in Richtung des Trägheitsvektors unternommen werden. Gute Lösungen finden sich grundsätzlich nur in Richtung des Ideals (nach *G. S. Altschuller*)

# Bei jeglicher Methodik stets zu beachten:

I Systemanalytische Stufe

II Systemschaffende Stufe

# Wichtigste Elemente der systemanalytischen Stufe sind:

Nützliche und schädliche Effekte, physikalischer Kern des Problems; IER; Widerspruchssituation, die uns daran hindert, mit *konventionellen* Mitteln das Ideal ("IER") zu erreichen

# Wichtigste Instrumente der systemschaffenden Stufe sind:

Physikalische Effekte, Stoff-Feld-Betrachtungen, Standards zum Lösen von Erfindungsaufgaben, Separationsprinzipien, Prinzipien zum Lösen Technischer Widersprüche (mit oder – besser – ohne Matrix)

# Systemanalytische - wie auch systemschaffende - Funktionen haben nach meiner Auffassung:

- Die Morphologische Tabelle nach Zwicky
- Der **AZK-Operator** nach *Altschuller* (Abmessungern/Zeit/Kosten)

# Morphologische Tabelle: Prinzipielle Verbesserung eines Luftschiffs

( *Jeder* Tabellenplatz lässt sich mit *jedem* Tabellenplatz verbinden)
Links stehen die konventionellen Varianten (**Systembeschreibung**), rechts die neuen (**Systementwicklung**)

Parameter (Ordnende Gesichtspunkte)	Varianten (Ausführungsformen)					
Auftrieb	Helium Wasserstoff Methan Heißluft Vakuum					
Stabilität	Spanten "Blimp" Sektionalteilung Erstarrter Schaum					
Energie- Quelle	Kerosin Wasserstoff Akku Brennstoffzelle Solarenergie					

# Der "AZK-Operator" (Abmessungen / Zeit / Kosten)

Wir stellen uns gedanklich vor, dass unser System **extrem groß** (oder aber **mikroskopisch klein**) sein soll,

dass für den gewünschten Prozess **beliebig viel Zeit** zur Verfügung steht (oder der Prozess **blitzartig** zu verlaufen hat),

und schließlich,

dass bezüglich der Kosten die Alternativen "Geld spielt keine Rolle" und "muss kostenlos sein" zu betrachten sind.

Folgende Beispiele zeigen die Kombination "kostenlos" mit "sehr viel Zeit":

Die Kombination erscheint zunächst technisch uninteressant, eröffnet aber bei näherem Hinsehen neue Denkfelder in der Kopiertechnik: Nutzung des Vergilbens von Holzfasern (Sperrholz, Zeitungspapier) sowie die Anfertigung von Kopien auf Chlorophyll-Basis – dann, wenn Zeit keine Rolle spielt (z.B. beim Einsatz für künstlerische Zwecke).

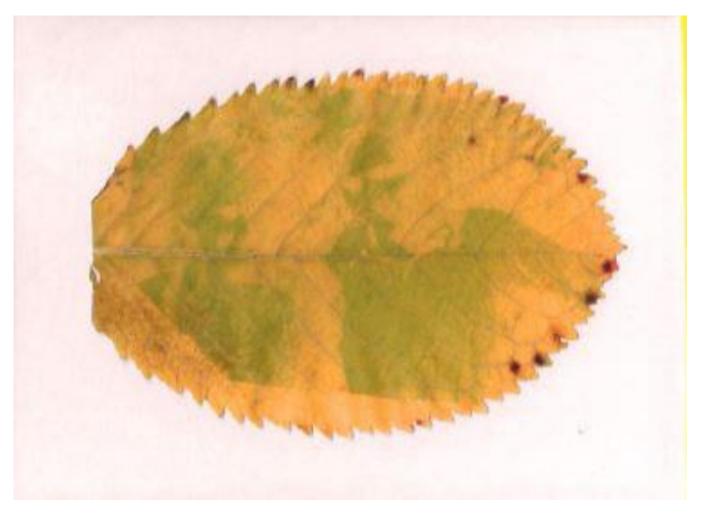
Kopie von einem Fotonegativ auf einer Sperrholzoberfläche (Expos. 30 d)



# Direktkopie von einem Fotonegativ auf einem Zeitungsrand



# Direktkopie eines Fotonegativs auf einem Kirschbaumblatt (Expos. 14 d)



# Direktkopie auf einem Blatt des Süßkirschbaumes



Belichtungszeit 14 d (28. August bis 10. September 2016, bei überwiegend starkem Sonnenschein.

Wirkprinzip: Ausbleichen von nicht mehr aktivem Chlorophyll im Sonnenlicht.

Das Original, von dem kopiert wurde, war ein Schwarz-Weiß-**Positiv** auf gewöhnlichem Fotopapier.

Die Fotoschicht wurde direkt auf das Blatt gelegt; die Belichtung erfolgte durch das Trägerpapier, d.h. von der Rückseite des Fotos aus.

Sich	. 1	14	15	16	_ 17
verschlech-	Masse des	Festigkeit	Haltbarkeit	Haltbarkeit des	Temperatur
ternde Parameter	beweglichen Objekter		des	un beweglichen	
r ar ann eter	Objektes		beweglichen Objekts	Objekts	
			00,0,0,0		
Zu					
verbessernde					
(verändernde)					
Parameter 1 Masse des					
beweglichen		28, 27, 18, 40	34, 31, 35		6, 29, 4, 38
Objekts		120,21,10,10			"   "
2 Masse des					
unbeweglichen		28, 2, 10, 27		2, 27, 19, 6	28,19,32,
Objekts					22
3 Länge des					
beweglichen	8, 15, 29, 34	8,35,29,34	19		10,15
0 b je kts					
4 Länge des		l		l	
unbeweg-		15, 14, 28, 26		1,40,35	3,35,39,  18
lichen Objekts					'°

Altschuller-Matrix (Ausschnitt). Die Zahlen in den Feldern entsprechen der Nummerierung der Prinzipien in der heute gebräuchlichen "40- er"- Liste ("Sich verschlechternd": gilt nur bei Anwendung konventioneller Mittel). Die empfohlenen Lösungsprinzipien sind aber nicht unbedingt verlässlich! (eigene Erfahrugen sowie die Arbeit von Möhrle und Pätz 2003)

Die Prinzipien sind offensichtlich *nicht gleichrangig*. Ich schlage vor, sie **nach** ihrer **Relevanz** *hierarchisch* zu **ordnen: I, II, III** 

- I Universalprinzipien, die in jedem Falle zu berücksichtigen sind: Beispiele: Umkehren, Kombinieren, Abtrennen, Universalität, Partielle oder überschüssige Wirkung, Von-Selbst-Arbeitsweise (auch: Nutzen von Naturkräften), Dynamisieren
- II Minder universelle Prinzipien, die in vielen Fachgebieten gelten: Beispiele: Asymmetrie, Matrjoschka, Anwenden von Phasen-übergängen, Ersatz mechanischer Prinzipien, Beseitigen oder Regenerieren von Teilen
- III Technisch-Technologische Spezialempfehlungen:

Beispiele: Wärmedehnung, Starke Oxidationsmittel / Inerte Medien, Poröse Werkstoffe, Elastische Umhüllungen, Verändern v. Farbe u. Durchsichtigkeit

#### Präzisieren / Erweitern der Von-Selbst-Arbeitsweise

(geht über Altschullers "Selbstbedienung" weit hinaus)

### Anwenden von "internen" Naturkräften (irdische Ressourcen)

#### Beispiele:

Adhäsion, Kohäsion (vergleichbar starke "künstliche" Mittel existieren kaum)

Auftrieb (kostenlose Triebkraft, wirkt in der Luft wie im Wasser)

Magnetismus (nicht nur Erdmagnetismus)

Erdwärme (z. B. für Heizzwecke)

Gravitation (z. B. für automatisierte Transportvorgänge)

Natürliche Radioaktivität (z.B. für Indikationen)

# Anwenden von "externen" Naturkräften (Sonne, Mond, Universum)

#### Beispiele:

Solarenergie in allen Formen (incl. Wind-und Wasserkraft)

Einfluss des Mondes (Tidenhub, Gezeitenkraftwerke)

Kosmische Strahlung (Nutzungsmöglichkeiten noch nicht untersucht)

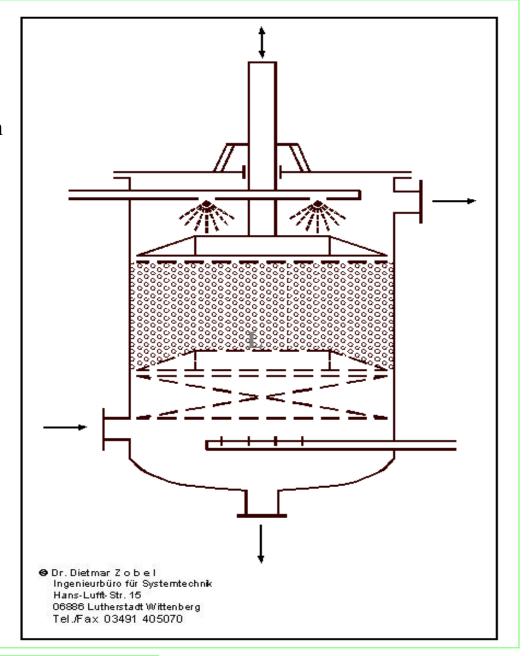
# Prinzip "Umkehrung"

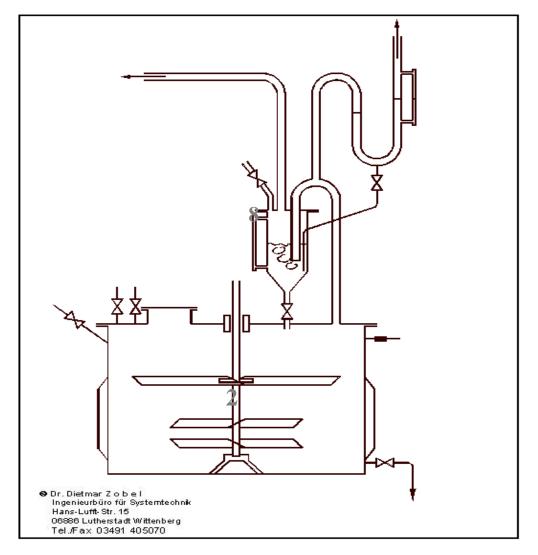
Filtriert wird nicht, wie üblich, von oben nach unten, sondern von unten nach oben. Die Filterkörper schwimmen, sie werden durch ein Gitter gehalten. Das Rückspülen erfolgt von oben nach unten. (*Nowatzyk*, Pat. 1980/1981))

"Umkehrung" bedeutet aber beim Erfinden weit mehr, z. B.:

- ... Induktion / Deduktion
- ... Axiome / Paradoxa
- ... Zu viel / zu wenig Wissen
- ... Experten / Dilettanten
- ... Einfaches / Kompliziertes
- ... Prinzip / Umkehrprinzip
- ... Objekt / Umgebung ......

UMKEHRUNG ist offensichtlich ein universelles DENKPRINZIP!





## Annähernd ideale "Von Selbst"-Lösung:

"Verfahren zur Verminderung bzw. Vermeidung der Schaumbildung bei der technischen Durchführung chemischer Reaktionen" (*Zobel*, Pat. 1976/1980)

# Die vier Separationsprinzipien zum Lösen Physikalischer Widersprüche sind universeller als die Prinzipien zum Lösen erfinderischer Aufgaben

# 1. Separation im Raum

Widersprüchliche Funktionen / Eigenschaften sind so voneinander zu trennen, dass die gewünschte nützliche Wirkung nur in einem bestimmten räumlichen Bereich eintritt. Beispiel: *Chemische Vernicklung* (entspricht zugleich "Verändern der Umgebung")

# 2. Separation in der Zeit

Widersprüchliche Funktionen / Eigenschaften sind zeitlich voneinander zu trennen, so dass die gewünschte Funktion nur zu einer bestimmten Zeit ausgeführt wird. Beispiel: *Schwenkflügel für Überschallflugzeuge*.

# 3. Separation durch Zustandswechsel

Das betrachtete System ist in einen anderen Zustand (fest, flüssig, gasförmig) zu überführen (Phasenumwandlungen). Auch Zwischenzustände sind interessant. Beispiele: *Pudding erstarrt, Thixotropie ermöglicht Schlammpumpen*.

# 4. Separation innerhalb des Objektes und seiner Teile

Untersysteme üben die zum Gesamtsystem in Widerspruch stehende Funktion aus, ohne Funktionsanforderungen an das Gesamtsystem zu beeinträchtigen: *Fahrradkette*.

# Physikalische Effekte und ihre Umkehreffekte

(Die großen Physiker beherrschten das Umkehrdenken durchaus nicht automatisch, sonst hätte z.B. *Seebeck* sofort selbst probiert, ob es nicht auch "andersrum" funktioniert)

#### **Effekt**

#### Seebeck-Effekt 1822

(In einem aus zwei verschiedenen Leitern gebildeten Stromkreis entsteht eine Thermospannung, wenn die Lötstellen unterschiedliche Temperaturen aufweisen)

# Piezoelektrischer Effekt, *Curie* 1880 (Mechanische Deformation eines Kristalls bewirkt elektrische Polarisation; eine Spannung baut sich auf, die sich per "Piezo-Funken" entlädt)

#### Umkehreffekt

#### Peltier-Effekt 1834

(Fließt in einem solchen Kreis ein Strom, so wird an den Lötstellen Abkühlung oder Erwärmung beobachtet)

Inverser P.-Effekt, *Lippmann* 1881 (Beim Anlegen einer elektrischen Spannung deformiert sich der Kristall)

# Physikalische Effekte und ihre Analogieeffekte

#### **Effekt**

#### **Elektrostriktion**

(Unter dem Einfluss elektrischer Felder kann es bei Isolatoren zu Form- und Volumenänderungen bzw. zu elastischen Spannungen kommen)

# Unterkühlung von Schmelzen, Übersättigung von Salzlösungen

(Eine Schmelze bleibt unterhalb des Erstarrungspunktes *zunächst* noch flüssig. Eine Salzlösung kristallisiert beim Erreichen der Löslichkeitsgrenze *nicht* 

sofort, dann aber "schlagartig")

### Analogieeffekt

# Magnetostriktion

(Die Magnetisierung eines Körpers führt zu Änderungen in seinen geometrischen Abmessungen: *Joule* 1842)

# Unterkühlung bei Supraleitern

(Der Übergang vom normal leitenden zum supraleitenden Zustand findet unterhalb des kritischen Punktes *nicht sofort* statt)

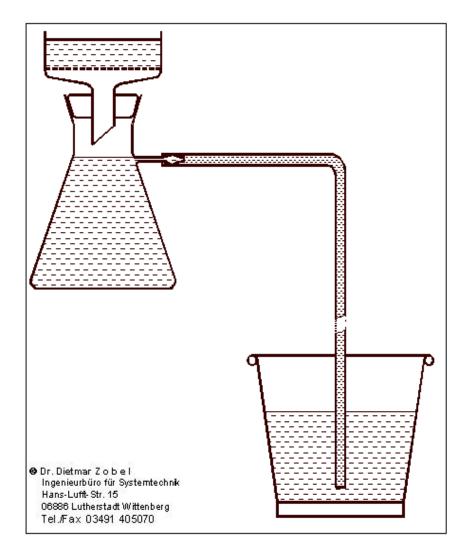
#### Ideenkette,

basierend auf ein und demselben physikalischen Effekt:

Saugende Wirkung der "hängenden" Flüssigkeitssäule.

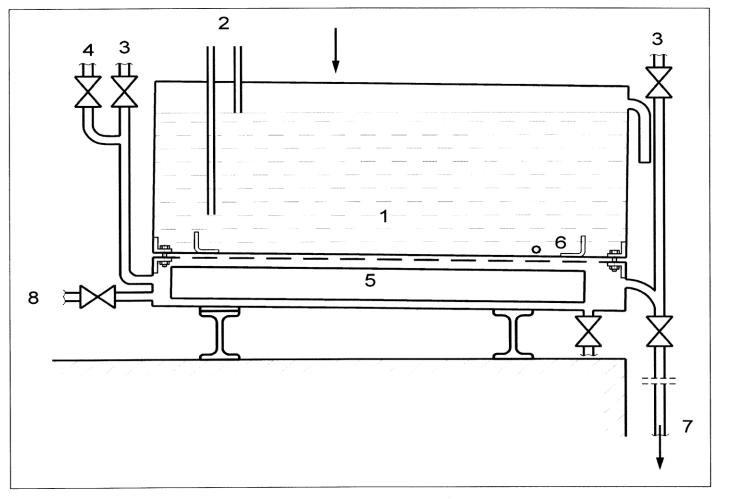
#### Beispiele:

- Filtration
- Destillation
- Entgasung



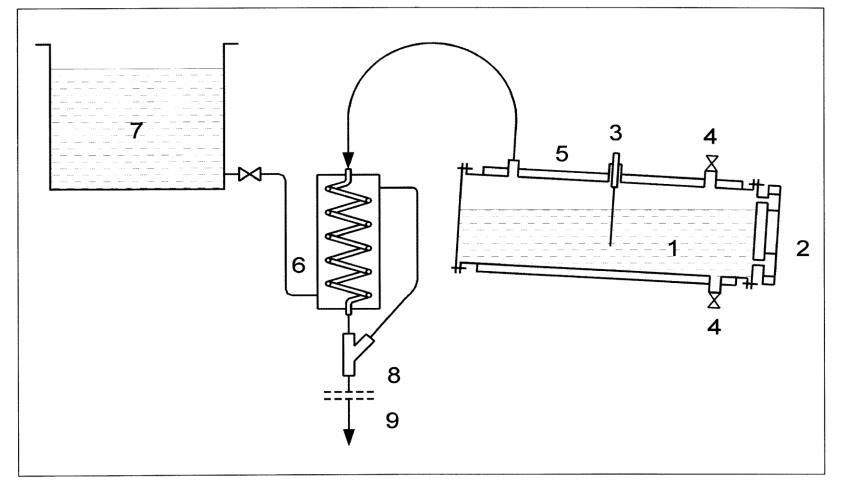
#### Altschuller-Prinzip "Selbstbedienung"("Von-Selbst-Lösung"):

Die "hängende" Filtratsäule selbst beschleunigt den Filtrations-Vorgang (nach: *Zobel* 1985/1991)

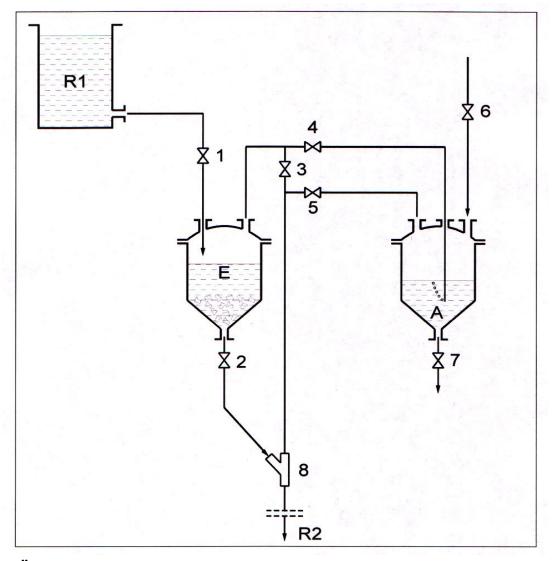


"Verfahren u. Vorrichtung zur Filtration unter autogenem Vakuum" (Zobel, Pat 1979)

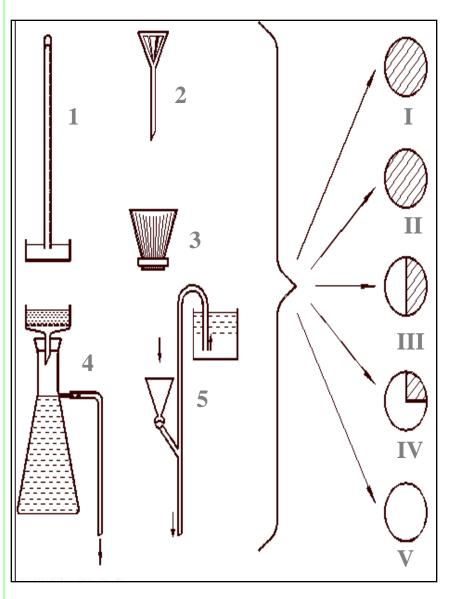
Das Filtrat erzeugt die Triebkraft zu seiner beschleunigten Erzeugung von selbst.



- "Anordnung zur Destillation unter vermindertem Druck" (Zobel u. Jochen, Pat. 1982/1984).
- 1 Verdampfer; 2 Standglas; 3 Siedekapillare; 4 Einfüll-und Produktstutzen;
- 5 Heizmantel; 6 Kondensator; 7 oberes Reservoir; 8 "y-Passstück"; 9 zum unteren Reservoir



Übertragung des Prinzips "Saugende Wirkung einer hängenden Flüssigkeitssäule" auf die Teilentgasung einer Flüssigkeit Neben "Von Selbst" gilt "Unvollständige Lösung" (*Zobel*, Pat. 1984)



Assoziationskette zum Physikalischen Effekt "Saugende Wirkung einer "hängenden" Flüssigkeitssäule"

- 1 Torricelli-Manometer
- 2 Jenaer Analysentrichter für schnelle Filtration
- 3 Kaffee-Filtertrichter "Melitta"
- 4 Saugflasche mit Filtratablauf
- 5 Heber zum Angießen
- I Vakuumkolonnensumpfentwässerung (bekannt)
- II Einspritzkondensator (bereits bekannt)
- III Vakuumfiltration (*Zobel*, Pat. 1979/1980)
- IV Vakuumdestillation (Zobel u. Jochen, Pat. 1982/1984)
- V Vakuum-Teilentgasung (*Zobel* et al., Pat. 1984/1985)



# Lösung des Problems "Mauerwerkstrocknung" mittels TRIZ-Denkens

#### I Beschreibung des Problems, Systemanalyse:

Nützliche und schädliche Effekte, morphologische Analyse, physikalischer Kern des Problems, ähnlich gelagerte Sachverhalte. Systemgrenzen. AZK.

Technisch und physikalisch formulierte Aufgabe. Bereits bekannte Lösungsversuche.

#### II Ideales Endresultat (IER)

III Konflikt (Technisch-Physikalischer Widerspruch)

#### IV Zur Verfügung stehende Lösungsstrategien:

- 4 Separationsprinzipien zum Lösen Physikalischer Widersprüche
- 10 einfache Lösungsstandards
- Physikalische Effekte; 76 Standardlösungen der Stoff-Feld-Analyse
- Methode der kleinen intelligenten Figuren ("Zwerge-Modell")
- 35 bzw. 40 Prinzipien zum Lösen Technischer Widersprüche (*ohne* Matrix)

# V Methodisches Wunschziel: Lösung nach dem "Von Selbst" – Prinzip (d.h. also, dass das kommerziell angebotene Bohrlochverfahren allein durchaus noch nicht das Ende aller Möglichkeiten darstellt)

# Nutzen der Widerspruchsterminologie beim Abfassen von Patentschriften

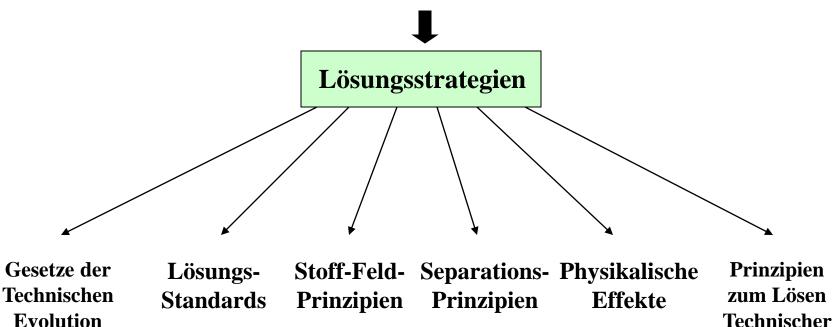
# Vorgehensweise beim Abfassen des kennzeichnenden Teils:

- Zunächst ist darzulegen, wie widersprüchlich die aktuelle Situation ist (z.B. indem man formuliert, dass die Stoffe A und B in einem System stören, und diese Störung nur dadurch zu beseitigen ist, dass A und B abgetrennt werden, was aber konventionell mindestens eine weitere Prozesstufe erfordert).

  Diese Komplizierung des Prozesses soll jedoch unbedingt vermieden werden.
- Sodann ist der zu lösende *Widerspruch* allgemein zu formulieren: *A und B sind anwesend, A und B haben aber nicht anwesend zu sein* (Konstruktiv-paradoxe Entwicklungsforderung nach *Linde*: "*Anwesende Abwesenheit*")
- Schließlich ist mit schönem Selbstbewustsein zu formulieren: "Vorliegende Erfindung löst diesen Widerspruch".
- Eingelöst wird dieses Versprechen durch eine "Von Selbst"-Abtrennung (Einzelheiten in: "Systematisches Erfinden" sowie "TRIZ FÜR ALLE" von D. Zobel, Expertverlag)

## TRIZ im Sinne eines extrem verkürzten ARIZ

Schädliche und nützliche Effekte, Morphologische Analyse, AZK-Betrachtung, Systemgrenzen, Angestrebtes Ideal, Zu lösende Widersprüche



Widersprüche

# Zusammenfassung

- Kritische Systemanalyse ist wichtiger als forsches "Drauflosarbeiten".
- Morphologische Tabelle und AZK-Operator haben eine *Doppelfunktion*.
- Was will ich im Idealfall erreichen? Ideales Endresultat!
- Welche Widersprüche hindern mich daran, das Ideal zu erreichen? Paradoxa: "Feuchte Trockenheit, Offene Geschlossenheit"
  - Verfügbar sind alle bewährten Lösungsstrategien, nicht nur die 40 Prinzipien; besonders nützlich sind: Standardlösungen, Separationsprinzipien, Physikalische Effekte.
  - Die Matrix ist kein sicheres Instrument. Die Prinzipien sollten hierarchisch geordnet werden. Die Universalprinzipien sind stets einzusetzen (Zobel u. Hartmann: "Erfindungsmuster")

Nutzen Sie die Widerspruchsterminologie für Ihre Patentformulierung; der Patentprüfer wird staunen.

Beurteilen Sie Systeme / Projekte generell unter TRIZ-Gesichtspunkten.