

# Dialektische Widersprüche in der TRIZ – Methodik

---

**Autor: Dr. Axel Popp**

**Abstract:** Die These, ein Erfindungs – Problem besteht im Auffinden und Lösen eines ( technischen ) Widerspruchs, wird in ihrer **Dialektik** vertieft und explizit von logischen Widersprüchen unterschieden. Es wird ein operationales Konzept zur methodischen Behandlung von dialektischen Widersprüchen in Erfindungsproblemen u.a. über Stoff-Feld-Systeme entwickelt. Technisch-technologische und –naturgesetzliche Widersprüche bilden den Kern ( den inneren Widerspruch ), der technisch-ökonomische Widerspruch konstituiert im wesentlichen die äußeren Widersprüche. Die Formen von Widersprüchen wechselwirken in koexistierenden Netzen ( Systemen ) einzelner interagierender Komponenten.

**Summary:** The thesis an invention-problem is that discover and solve an ( technical ) contradiction is go into further in a **dialectics** in a difference to logical contradiction. A operating conception is given for methodical handling of dialectical contradictions in invention – problems and others in material – field – systems. Technical – technological and – natural lawful contradictions develop the core ( inside contradiction ) , technical – economic contradiction establish essentially outside contradiction. The forms of contradictions interactions in coexist nets ( systems ) individual components in interaction.

## 1 Widersprüche als methodisches Prinzip in TRIZ

Seit der ersten Veröffentlichung von ARIS und TRIZ wird immer betont, der spezifische Charakter des Lösens von Erfindungsproblemen bestehe im Auffinden und Lösen eines bzw. mehrerer Widersprüche. Verschiedentlich wird auch hervorgehoben, es handle sich dabei um dialektische und **nicht** um logische Widersprüche. [1., S. 91 – 98 ]<sup>1</sup> Dieser sporadische Hinweis bleibt auch dann rein oberflächlich, wenn die sogenannten drei Grundgesetze der Dialektik ( 1. Einheit u. „Kampf“ der Gegensätze, 2. Umschlagen quantitativer in qualitative Veränderungen u. 3. Negation der Negation ) zitiert werden. [ 4., S. 56 ff ]

Der logische Widerspruch z.B. in der Form der Konjunktion zweier Aussagen  $p \wedge \neg p$  bzw. als Aussage  $\forall (x) P(x) \wedge \exists (x) \neg P(x)$  der Kontradiktion besteht nur im Denken. Der dialektische Widerspruch dagegen ist Ausdruck der zeitlich veränderlichen, aktiven Gegensätzlichkeit von Momenten in den Dingen, Prozessen und Systemen der Realität und so Quelle der ( Selbst - ) Bewegung, Veränderung und Entwicklung. Während die Logik primär extensional argumentiert [ 26., S. 365 ff ], sieht sich die Dialektik zuerst, aber nicht nur, intensional. Der methodische Fehler besteht aber in einer Konfrontation zwischen Logik und Dialektik und einer vordergründigen Polemik, wer nun „besser“ bzw. „richtiger“ oder „adäquater“ die Wirklichkeit und ihre Probleme erfasst. Beide Felder menschlichen Denkens lieferten und liefern äußerst ergiebige und praktikable Ergebnisse. Es kann nur darum gehen, wie sich die Methoden ergänzen und befördern, und nicht wie sie sich ausschließen !

*Panta rhei* – „alles fließt“, ist die dialektische Ahnung Heraklits über ständige Veränderungs- und Entwicklungsprozesse. Als ein Beispiel sei hier der Zyklus der Individualentwicklung ( Ontogenese ) bei vielzelligen Organismen von Samen- und Eizelle über die Embryonalentwicklung ( Zellteilungen, Zelldifferenzierungen, Organbildung, Wachstumsvorgänge ) bis zu einem vollentwickelten geschlechtsreifen Erwachsenen – Individuum genannt. Die Entwicklung wird über ein genetisches „Programm“, was schon in der befruchteten Eizelle ( Zygote )

---

<sup>1</sup> siehe 7. Literaturverzeichnis, erste Zahl lfd. Nr. des Titels

gebildet wurde, gesteuert. Das Vorliegen oder Fehlen bestimmter Bedingungen in einzelnen Phasen des Zyklus kann den Ablauf fördern oder hemmen. Der qualitative Formwandel durchläuft relativ selbständige Stadien, dabei löst ein Stadium das vorhergehende ab, es negiert das Vor-Stadium nicht durch Auslöschung, sondern durch Aufhebung und Fortsetzung. Die traditionelle Dialektik hat dafür das **Drei – Schritt – Schema** gebildet: [ 19., S. 237 ff ]  
**(1) These** ( Konstellation der Faktoren und Bedingungen am Anfang eines neuen Zyklus ) und **(2) Anti – These** ( Zustand der Faktoren und Bedingungen bei Qualitätswechsel → Befruchtung ) führen zur **(3) Synthese** ( Faktoren und Bedingungen im Stadium des neuen vollentwickelten Organismus ) und damit zur „scheinbaren“ Rückkehr zum Ausgangszustand. Die Realität ist viel komplizierter mit Prozessen der Mutation, Selektion, Rekombination, Crossing over und weiteren genetischen Abläufen. Es muss auch hier der vereinfachenden Sicht entgegengetreten werden, es ginge immer nur ( vielleicht auch „gesetzmäßig“ ) um eine Progression, nein, genauso sind Stagnation und Regression möglich. Modellhaft, mit starker Vereinfachung, hat man die o.g. Faktoren und Bedingungen in zwei in ihren Wirkungen entgegengesetzten ( bipolaren ) Gruppen ( Mengen ) **FB<sub>1</sub>** und **FB<sub>2</sub>** eingeordnet. **FB<sub>1</sub>** und **FB<sub>2</sub>** bedingen sich gegenseitig und setzen sich einander voraus. Die Einheit, der Zustand des Sich-gegenseitig-Bedingens, durchläuft eine Phase relativer Stabilität des Gebildes **FB<sub>1</sub> – FB<sub>2</sub>**. Gleichzeitig befinden sich aber **FB<sub>1</sub>** und **FB<sub>2</sub>** ständig im Widerstreit, im „Kampf“ mit der Tendenz die jeweils andere Gruppe dominieren zu wollen und so diese Stabilität aufzuheben. **FB<sub>1</sub>** und **FB<sub>2</sub>** entwickeln sich unterschiedlich und aus dem Möglichkeitsfeld von neuen Zuständen wird mit dem Qualitätswechsel ein Zustand ( eine andere Konstellation **FB<sub>1</sub> – FB<sub>2</sub>** ) ausgewählt ( ergibt sich in der Konsequenz ). Eine erste Skizze der Dialektik bleibt unvollständig, wenn nicht noch auf, in der Praxis schwer realisierbare, methodische Prinzipien verwiesen wird, die **Allseitigkeit** ( Prinzip der Unerschöpflichkeit / der Unendlichkeit und der Strukturiertheit der Materie ) in allen analytischen und synthetischen Schritten sowie die **dialektische Determiniertheit** ( Dialektik von Möglichkeit und Wirklichkeit des Systemganzen mit der Dialektik von Notwendigkeit und Zufall auf der Elementebene ). „Nur das Ganze ist das Wahre !“ [ 11. ] Man kann diesem Anspruch nur näherungsweise, quasi asymptotisch, nachkommen. Als Konsequenz daraus folgt die Notwendigkeit am Anfang das gewählte methodische Vorgehen zu begründen und einzuschränken, welche Aspekte wie und warum aus der Betrachtung ausgeschlossen werden. Nicht den Eindruck zu erwecken, man hätte das „Ganze“ eines Objekts / Prozesses erfasst und schließlich bei der Interpretation von Ergebnissen zurückhaltender und mit den eingangs gemachten Einschränkungen vorsichtiger, relativ vorzugehen.

Im Konzept von TRIZ können technische Objekte in Form von Stoff – Feld – Systemen dargestellt werden. Mit dieser Darstellung lässt sich eine dialektische Widerspruchsentwicklung in technischen Objekten begründen. Während bislang Stoff – Feld – Systeme meist in einem bestimmten Zustand als Momentaufnahme dargestellt wurden, muss dieses Modell nun erweitert werden in der zeitlich, widersprüchlichen Entwicklung, d.h. warum, wie und wohin verändert sich ein konkretes Stoff – Feld – System ( welche Übergänge können beobachtet werden, welche inneren und äußeren ( Trieb - ) Kräfte, Momente bewirken in welcher Konstellation welche Veränderungen ) ?

Der Ansatz ein Objekt, ein System in der Veränderung über seine dialektischen Widersprüche zu begreifen führt auch zu einer Untersetzung des allgemeinen Widerspruchs in eine Menge vieler einzelner Widersprüche. Sie sollen hier nur ohne Anspruch auf Vollständigkeit genannt werden, so unterscheidet man: innere und äußere Widersprüche, einen Grundwiderspruch und

abgeleitete Widersprüche, Haupt- und Nebenwidersprüche, wesentliche und unwesentliche W., verschiedene Widerspruchspaare: Inhalt – Form, Funktion – Struktur, Allgemeines – Besonderes – Einzelnes, Subjekt – Objekt ( verbunden mit einer objektiven Dialektik in der Materie / Natur und einer subjektiven Dialektik der Widerspiegelung im menschlichen Denken ), systemerhaltende ( stabilisierende ) und systemüberwindende W. [ 15., S. 193 ff ]

Im TRIZ – Konzept kann man u.a. I. technisch – naturgesetzmäßige W., II. technisch – technologische W. und III. technisch – ökonomische Widersprüche unterscheiden. [ 8., S. 59 – 61, 106 ] Zwischen I. + II. und III. besteht ein wesentlicher Qualitätsunterschied : in III. ist konstitutiv das menschliche Handeln eingebunden. Dieser Unterschied muss eine differenzierte Behandlung in der Ebene dialektischer Widersprüche nach sich ziehen.

Der Sprachgebrauch, dass ( dialektische ) Widersprüche gelöst bzw. überwunden werden, ist so nicht haltbar. Im Prozess der dialektischen Veränderungen in einem Objekt / System ist es möglich, dass unter Beibehaltung einer bestimmten Grundstruktur ( z.B. der wesentlichen Elemente eines Stoff – Feld – Systems ) es zu einer Neugestaltung von nachgeordneten Strukturelementen mit neuer Widerspruchsverteilung kommt, oder dass dieser Umwandlungsprozess den Rahmen der bisherigen Grundstruktur selbst sprengt mit der zusätzlichen neuen nachgeordneten Substruktur und einen neuen Grundwiderspruch. Nach einer so möglichen Veränderungsphase ist in jedem Falle wieder eine, nun neue, Widerspruchskonstellation anzutreffen. Das Überwinden kann sich nur relativ auf eine bestimmte Widerspruchskonstellation, aber nicht auf ein allgemeines Auslöschen aller Widersprüche beziehen. Nach einer Umwandlungsphase hat man es wieder mit dialektischen Widersprüchen zu tun, wenn auch in anderem Gefüge ( Form – Inhalt / Struktur – Funktion ).

## 2 Neuere Dialektikdarstellungen und ihre Operationalisierung in TRIZ

Für die methodisch – praktische Nutzung dialektischer Widersprüche im TRIZ – Konzept ist es erforderlich, das grobe Drei – Schritt – Schema zu verfeinern. Aus folgenden Quellen speist sich die hier vorzuschlagende erweiterte Widerspruchs-dialektik:

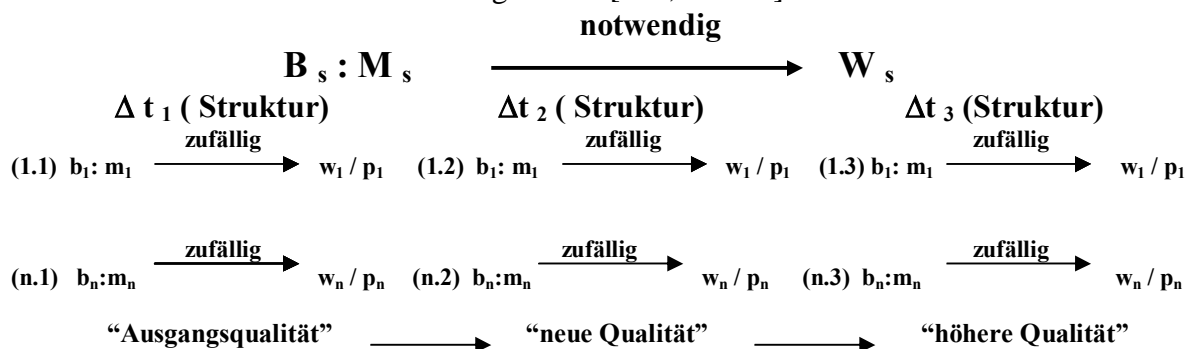
- Fünfschritt – Modell ( Kritische Psychologie, Evolution ) [ 37. ]
- statistisches Entwicklungsgesetz ( Philosophie ) [ 18. ]
- Modell Systemevolution ( Biologie, Evolution lebender Systeme, Energon ) [ 35., 3. ]
- Spieltheorie ( Kybernetik, Mathematik ) [ 39., 36., 52., 70. ]
- Sensitivitätsmodell ( Systemtheorie, Informatik ) [ 54., 55. ]
- Selbstorganisation ( Physik, Synergetik, Ökologie ) [ 16., 21., 42., 50., 66. ]

Das Fünfschritt – Modell erfasst den Prozess zur Überwindung einer Grundqualität in den Phasen: 1. Keimform ( Ausbildung neuer Momente in alter Grundqualität ), 2. Rahmenbedingungen ( ein Stabilitätszustand mit der Möglichkeit einer Weiterentwicklung ), 3. Funktionswechsel ( „1. qualitativer Sprung“, Teile der alten Grundqualität prägen neue Funktionsweisen nichtdominant aus ), 4. Dominanzwechsel ( „2. qualitativer Sprung“, Teile mit neuer Funktion bekommen in wesentlichen Bereichen der alten Grundqualität an Übergewicht des Einflusses ), 5. Umstrukturierung ( Ausbildung einer neuen Grundqualität unter Einfluss neuer Funktionen und Setzung eines neuen Widerspruchsmusters ). Explizit kommt im Schritt 4. die Widersprüchlichkeit der Grundqualität und ihre Bewegung zum Ausdruck. Ausgehend von diesem Modell kann detaillierter untersucht werden, welche Möglichkeiten sich bilden können / gebildet werden müssen, damit die angegebenen Qualitätsübergänge sich verwirkli-

chen. ( z.B. kritische Mengen / Aggregate von bestimmten Elementen und Relationen, Aktivierung bestimmter potentieller Transformationsfunktionen, dynamische Prozesse der Veränderungen in den Element- und Relationsmengen, Subsysteme mit Übergängen zwischen relativer Autonomie, Superpositionen bis totaler Kopplung, Selbstorganisation neuer Aktivitätsmuster ( mit Nichtlinearitäten, Wahrscheinlichkeiten, Unbestimmtheiten, Unschärfen, Unvollständigkeit, „in statu nascendi“ ), Keimformen ( Mutationen ) „auf Vorrat , kalte / heiße Reserve“ ( → Ideenspeicher ), Erfassung des Zustandes der Grundqualität über Stabilitätsbetrachtungen, Ultra – und Multistabilität [ 41., S. 139 – 151 ] , Prinzip des kleinsten Zwanges ( → REL ! ), Prinzip der erforderlichen Varietät ( Ashby ), Prinzip der Vervollständigung von Außen ( Gödel, Beer ) ).

Unter Beachtung der zuletzt angegebenen Zusätze und Erweiterungen kann und muss auch das Fünfschritt – Modell ausgebaut werden. Die gewählte Phasenfolge für den Entwicklungsprozess in einem dialektisch – widersprüchlichen Objekt / System ist noch zu grob vereinfachend und in dieser Form viel zu eindimensional – linear. Kritisch ist z.B. an dem Stadium „ Keimform “ anzusetzen. Befindet sich, wenn man bei dem Terminus „ Keimform “ bleibt, dieses Entwicklungs – Vorstadium im betrachteten Objekt schon von Anfang an implizit, sozusagen als Embryo im „ Wartestadium “ und / oder bildet sich die Keimform durch Interaktion ( Emergenz ) ausgewählter Elemente erst im weiteren Entwicklungsprozess selbst ? Durch den Übergang zur Betrachtung von aktiven Teil – Mengen und Subsystemen entstehen viel differenziertere Wirkungsgefüge mit Aktivitätsmustern von direkt entgegengesetzt agierend, wechselnder Wirkung ( zwischen ( + ) und ( - ) ), partiell kooperierend, sich gegenseitig ( katalytisch ) fördernd bzw. vollständig unabhängig, neutral entkoppelt.

Der Ansatz eines statistischen Entwicklungsgesetzes ( die Begrifflichkeit zu „statistisch“ und zu „Gesetz“ soll hier nicht expliziert werden, es wird hier nur die gewählte Bezeichnung übernommen ) [ 18., S. 107 – 132 ] führt die Aspekte Notwendigkeit – Zufall und Möglichkeit – Wirklichkeit des allgemeinen Veränderungsprozesses zusammen. Man hat sich den Gesamtprozess in zwei Ebenen vorzustellen: - in der Ebene der Elemente und Teilsysteme / Aggregate bestehen für die einzelnen Elemente ( und entsprechend den Relationen ) Möglichkeiten für ihre Existenz und ihr Transformationsverhalten. Zu einem Zeitpunkt ( Zustand ) ist eine bestimmte Möglichkeit aus einem Feld von Möglichkeiten real. Unter bestimmten ( bekannten oder nur partiell erkannten ) Bedingungen können diese Elemente zufällig ( bei bekannter oder unbekannter Wahrscheinlichkeitsverteilung, Matrix der Übergangswahrscheinlichkeiten ) in einen anderen Zustand übergehen. Die Gesamtheit der zufällig – gesetzmäßigen Elementübergänge interagiert / wechselwirkt im Gesamtsystem so, dass ( - hier jetzt die zweite Ebene ) bei dem aktuellen Gefüge der Systembedingungen aus dem Feld der Systemmöglichkeiten ( der Tendenzen ) eine bestimmte Systemkonstellation sich notwendig ( ? ) verwirklicht. Schematisch wird dies so dargestellt: [ 18., S. 127 ]

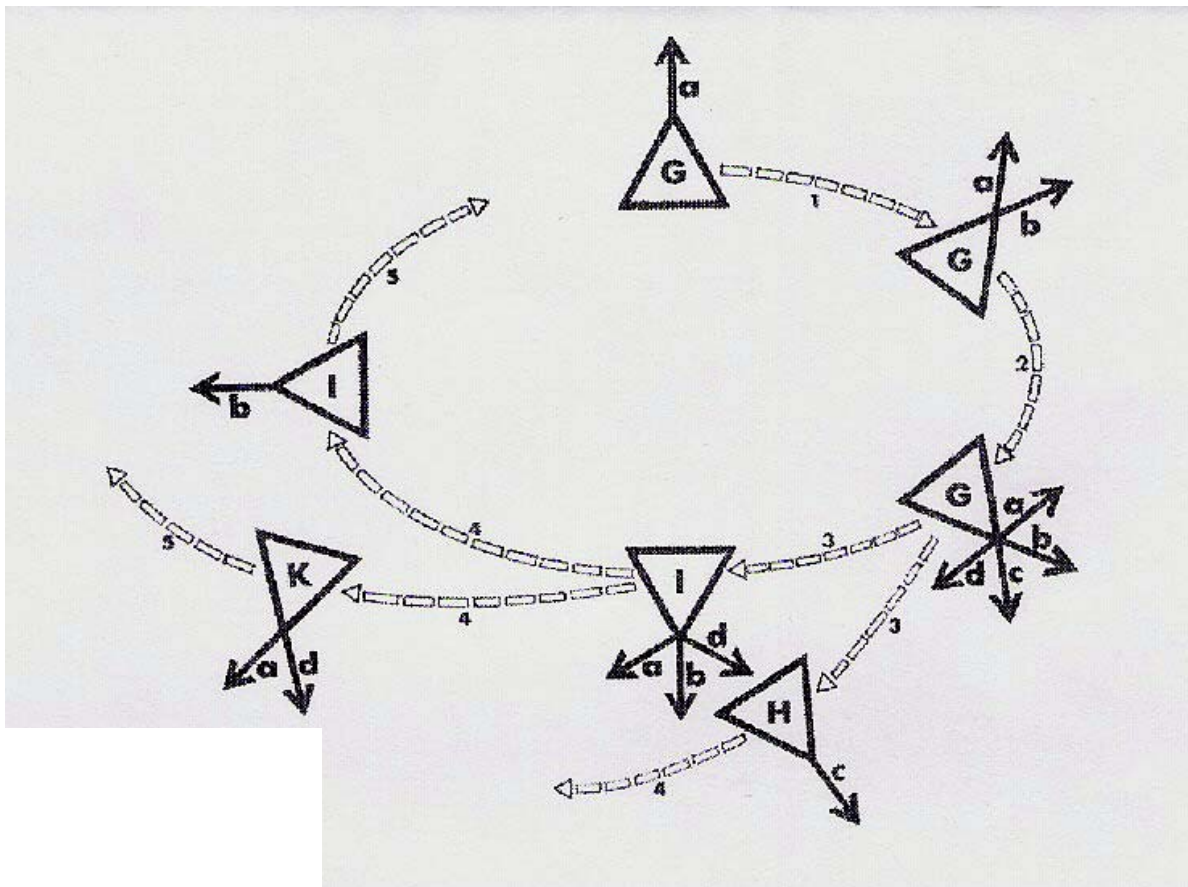


Die Symbole bedeuten:  $B_s$  – Systembedingungen;  $M_s$  – Systemmöglichkeiten ( Tendenz );  
 $W_s$  – Systemwirklichkeit ( relatives Ziel )  
 —————→ Verwirklichung als Prozess  
 $b_n$  – Elementbedingungen;  $m_n$  – Elementmöglichkeiten;  
 $w_n$  – Elementwirklichkeiten;  $p_n$  – Wahrscheinlichkeiten ;  
 ( n. 1 ), ( n. 2 ) ( n. 3 ) – mögliche Übergänge in den jeweiligen Prozess - / Entwicklungsstadien

Die formal – abstrakte Darstellung suggeriert eine mathematisch – operationale Behandlung eines konkreten Objekt, was so erst im Detail abgeleitet werden muss ( falls es überhaupt angebar ist ). Der Charakter der angeführten Wahrscheinlichkeiten wird nicht ausgeführt. Sind Standard – Wahrscheinlichkeitsverteilungen angemessen, lassen sich empirische Verteilungen approximieren oder können sehr vage subjektive Wahrscheinlichkeiten geschätzt werden ? Unbedingt diskussionswürdig ist die Darstellung, dass es auf der Systemebene, also für das „ Ganze “ einen, wenn auch bedingten, aber doch **notwendigen** Übergang von  $M_s$  zu  $W_s$  geben soll. Es provoziert die Frage, warum werden denn so einfach Stagnation und Regression aus der Betrachtung ausgeschlossen ? Realistischer wäre eine kontingente Form des Ablaufs. Kritisch muss weiter angemerkt werden, dass die dialektische Widersprüchlichkeit nur implizit in der Konkurrenz der einzelnen Möglichkeiten in den Möglichkeitsfeldern enthalten ist. Durch welchen Prozess wird aber gerade dieser andere und speziell **dieser** Zustand realisiert ? In dieser Darstellung bleibt weiter offen, wie aus den vielen zufälligen Elementprozessen der gesamte Systemprozess ( -übergang ) aggregiert / zusammengeführt wird.

In TRIZ gewendet: Was ist ein Möglichkeitsfeld für ein Stoff – Feld – System ( als Ganzes und in definierten Teilen / Elementen ), warum wird ein anderer Zustand in diesem System ausgewählt und wie wahrscheinlich ist ein Übergang in diesen anderen Zustand ? Es besteht hier leider auch die Gefahr einer begrifflichen Vermischung des „ Feld “ – Ausdrucks. Das Möglichkeitsfeld umfasst alle Bereiche ( die Totalität ) eines Objekts, aber ein „ Feld “ in den Stoff – Feld – Systemen bezieht sich nur auf eine spezifische Komponente, ein Wirk – ( z.B. physikalisches ) Feld. Worin drückt sich die dialektische Widersprüchlichkeit, d.h. der sich vollziehende Übergang, in einem Stoff – Feld – System aus ?

Bei der allgemeinen Skizzierung dialektischer Prozesse wurde schon bei den Struktur – und Funktionswechseln auf die Form zyklischer Abläufe ( scheinbare Rückkehr zu einem Ausgangszustand ) hingewiesen. Diese Prozessqualität kommt sehr instruktiv in einer Systemevolution zum Ausdruck. [ 3. und ausführlicher in 35. ] Hass führt zunächst den Begriff „**Energon**“ für „energieerwerbende Systeme“, d.h. Lebewesen, lebende Systeme ein. Er beschreibt damit die Tatsache, dass Lebewesen die für verschiedenste Lebensleistungen erforderliche Energie aus ihrer Umgebung gewinnen müssen. Evolutive Veränderungen, als ein Ausdruck für dialektisch – widersprüchliche Prozesse können u.a. bei ihm durch Funktionswechsel in drei Formen ( a. Funktionsausdehnung, b. Funktionsabtrennung und c. Funktionswechsel im engeren Sinne ) sowie durch vier Arten von Funktions – Rationalisierungen ( a. Funktionsassoziation, b. Funktionsfusion, c. Funktionsbündelung und d. Funktionsbildung ) dargestellt werden. [ 3., S. 5 – 7 ] Aus diesen Grundprozessen werden jetzt geometrisch nach einer Spirale [ vgl. z.B. 22., S. 283 – 286 ] über eine Gliederung nach Zeitintervallen komplexere Prozesse entwickelt. In einem ersten Beispiel erfolgt eine „Funktionsaufladung“, eine Funktionsabtrennung in verschiedene Teilsysteme und mit der Eröffnung jeweils einer eigenen Entwicklungsperspektive:



*Abb. 1* Erstes Beispiel einer Systemevolution ( Erläuterungen im Text ) [ 3., S.7 ]

In der Abbildung symbolisieren die Dreiecke mit Großbuchstaben jeweils Funktionsträger, d.h. aktive evolvierende Teilsysteme. Die Kleinbuchstaben stehen für verschiedene Funktionen, die von einem Teilsystem ausgehen und die Zahlen bezeichnen ein Zeitintervall im Evolutionsprozess.

Das zweite Beispiel beschreibt einen Funktionswechsel ( Intervallschritte 1 – 2 – 3 ), eine Funktionsfusion ( Intervall 4 ) und eine Funktionsabtrennung ( Intervall 5 ).

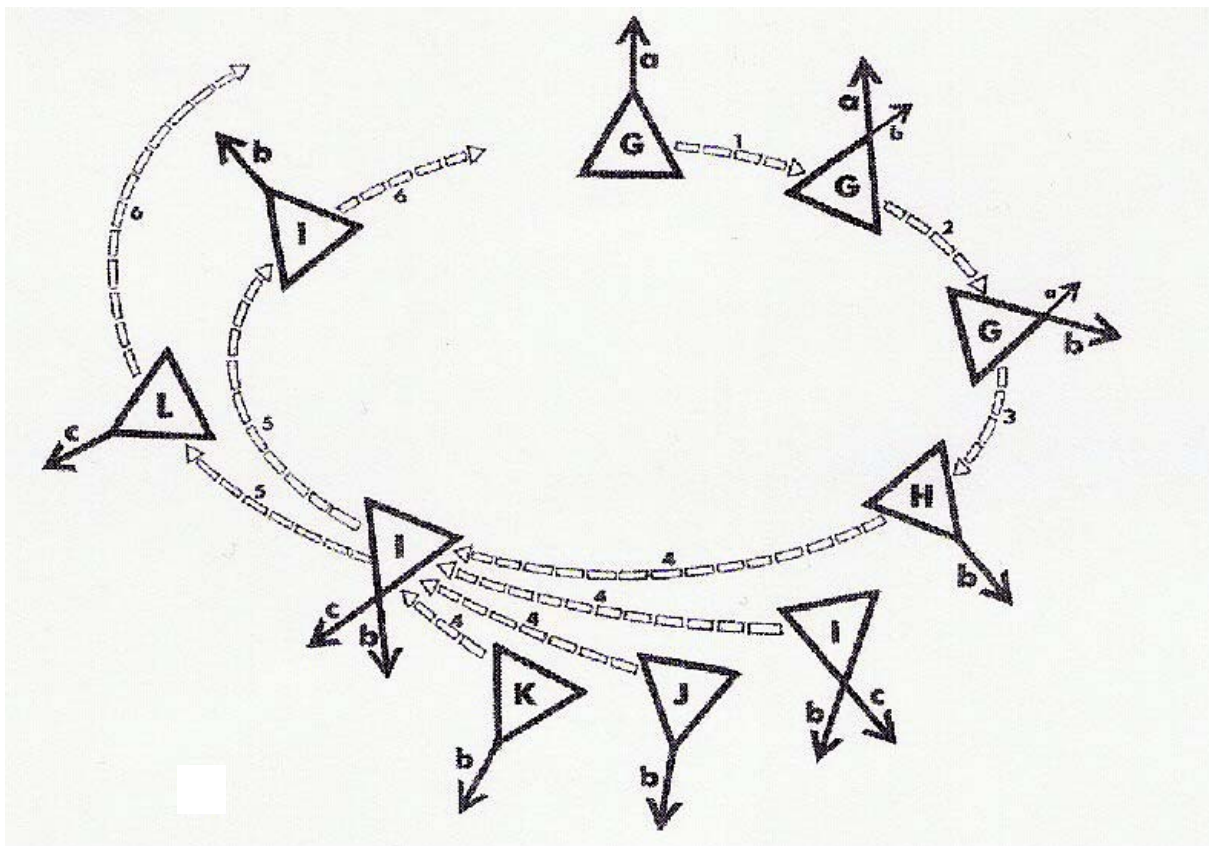


Abb. 2 Zweites Beispiel für eine Systemevolution [ 3., S. 8 ]

Im dritten und letzten Beispiel erfolgt nach einer Funktionsausweitung ( Intervall 1 ) eine Funktionsbündelung ( Intervall 2 ) und in den Intervallen 3 und 4 wird ein komplexes Organ, d.h. ein Teilsystem mit höherer Komplexität durch Aufnahme von U – Einheiten aufgebaut.

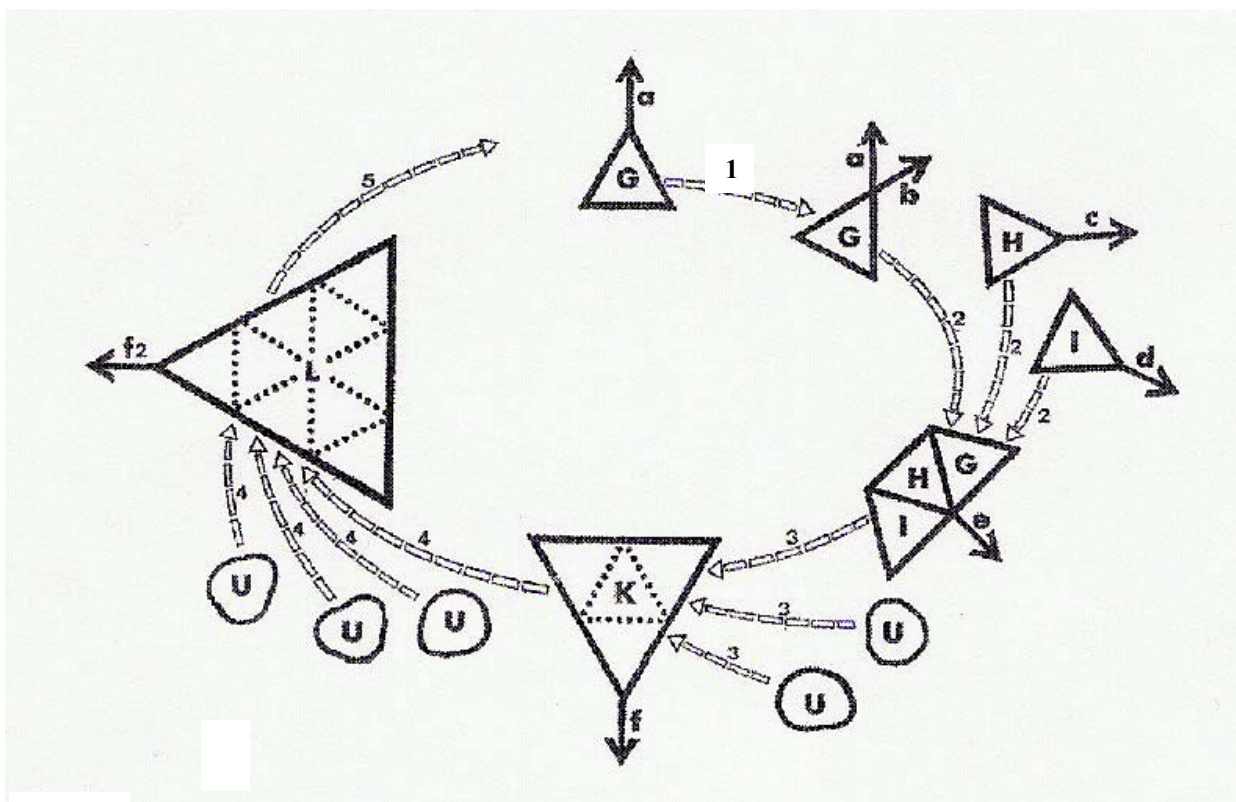


Abb.3 Drittes Beispiel Systemevolution [ 3., S. 8 ]

Mit den letzten Beispielen wird besonders die Phase „ Funktionswechsel “ des dialektischen Prozesszyklus anschaulich.

Die gewählte Darstellungsform benötigt eine inhaltliche Begründung, warum welcher Funktionswechsel, in welchem Zeitintervall sich vollziehen wird bzw. sich vollziehen kann / muss. Es ist möglich Teile des dialektischen Prozesses so abzubilden, aber es wird nur mit der Darstellung allein nicht erklärt, worin die Auslösung oder die Antriebe ( die inneren Widersprüche ) für den Veränderungsprozess zu sehen sind und wie auf sie eingewirkt werden kann.

Schon in dem Konzept eines statistischen Gesetzes von Hörz und Wessel [ 18., S. 107 – 127 ] war ein erster Ansatz zu einer Formalisierung eines dialektisch – widersprüchlichen Prozesses vorgenommen worden. Ein weiterer Schritt mit der konkreten Erreichung einer mathematischen Behandlung eines Teilgebiets im Gesamtprozess gelingt Klaus [ 39. ].

Er stellt explizit ( schon 1968 ) die These auf, dass die **Spieltheorie** ein geeignetes Instrumentarium zur ( mathematischen ) Abbildung dialektischer Widersprüche sei. [ 39., S. 31, und besonders ab S. 141 ] Unter Berücksichtigung der umfangreichen, in der Zeit nach der Bemerkung von Klaus, erreichten Ergebnisse und Aussagen der Spieltheorie [ vgl. z.B. 36., 31., 45., ], ist es nicht einfach die von ihm getroffene Aussagen zu bestätigen bzw. zu widerlegen. Allgemein wird die Spieltheorie als ein Instrument zur Darstellung von Konfliktsituationen und Kooperationen angesehen. In einem abstrakten Modell verfügen „Spieler“ jeweils über eine ( Handlungs - ) Strategie, die in Form einer Spielmatrix beim Aufeinandertreffen zu einem möglichen Gewinn oder Verlust ( eine „Auszahlung“ ) führen. Von dem allgemeinen Ansatz aus, muss zur Erfassung der hier interessierenden Konfliktsituationen im naturgesetzmäßigen und technisch – technologischen Wirkungsfeld sowie im technisch – ökonomischen Wirkungsfeld unterschieden werden. Die Voraussetzungen, das ein „Spieler“ ein bewusst zielorientiert und sogar streng rational handelndes Subjekt sei, kann auf natürliche bzw. technische Objekte / Systeme so nicht übertragen werden. Anfangs wurde dafür ein gesonderter Spieler, die Natur, eingeführt. Neuere Konzepte setzen für diesen Sachverhalt einen gesonderten Spieltyp ein, sogenannte evolutorische Spiele. [ 36., S. 358 – 392 ] In diesem Ansatz wurde u.a. für Populationen ( Lebensgemeinschaften ) die Möglichkeit für das Auftreten einer evolutorisch stabilen Strategie ( ESS ) ausgearbeitet. [ 36., S. 363 – 366 ] Für den Fall einer monomorphen Population kann eine ESS ein Nash – Gleichgewicht sein. Im Wirkungsfeld Technik – Ökonomie tritt der Mensch als Akteur in den Prozess ein und führt mit seinem interessen geleiteten Aktivitäten zu verschiedenen widersprüchlichen Handlungskonstellationen. Nach der bestehenden Terminologie können das nicht – kooperative bzw. kooperative Mehrpersonen – Nicht – Nullsummenspiele sein, die dynamisch über wiederholte „Spielzüge“ nach Art eines Spielbaum dargestellt werden können. In der Praxis sind eine Reihe von Unzulänglichkeiten dafür verantwortlich, dass eine „reine“ mathematische Lösung nicht möglich ist. Stellvertretend seien genannt : der Zustand unvollständiger Information, Unbestimmtheiten, Unsicherheiten, Unschärfen ( Fuzzy Sets ), allgemein unsicheres Wissen ( Phase im Erkenntnisprozess auf einer unteren Stufe relativer Wahrheit ). [ vgl. z.B. 53., 45., 46., 32., 52. ] Die zitierten Arbeiten vermitteln instruktiv den aktuellen Stand einer Erfassung des Handels in komplexen, unsicheren Situationen. Trotz dieser Einschränkungen und der damit verbundenen Kompliziertheit einer Erfassung, kann einiges für ein praktisches Handeln gelernt werden. Schon eine nur qualitative Betrachtung dieser Spielmodelle vermittelte Ansätze zu Heuristiken für Strategien. [ 70., 30., 47., 33. ] Z.B. Ausbildung von Kooperation durch die TFT – Strategie ( tit for tate ).

Für das angestrebte Konzept eines dialektisch – widersprüchlichen Prozesses in TRIZ kann folgende vorläufige Wertung der Möglichkeiten der Nutzung der Spieltheorie gegeben werden.



Nach kritischer Prüfung des konkreten Gegenstands und der verfügbaren Informationen zu seiner Beschreibung kann ein spieltheoretisches Modell geeignet sein, einen Wechselwirkungszustand ( eine „Kräftekonstellation“ ) in der Phase Dominanzwechsel, wo z.B. eine neue „ Keimform “ in einem Bereich des Gesamtsystems einstrategisches Übergewicht anstrebt, zu erfassen. Das Möglichkeitsfeld nutzbarer Strategien so aufzubauen und auszuwählen, dass eine „Lösung“ in dieser Spieletappe der Keimform zu einem „Gewinn“ verhilft. Damit wird aber nichts ausgesagt über die Entstehung und Ausbildung von Strategien, die Notwendigkeit weiterer „Spielzüge“, die einzuführenden Wertungen einzelnen Konfliktkonstellationen und die Zweckmäßigkeit möglicher Stabilitätsniveaus. In TRIZ wurde auf den Unterschied zwischen Kompromiss – Lösungen ( Optimierungen ) und kreativen Widerspruchslösungen als einer höheren Form verwiesen. Mit diesem Bezug ist ein Spielmodell nicht ein Ersatz für den gesamten Widerspruchsprozess, aber dieser Denkansatz kann ein Informationsgewinn in der Phase Dominanzwechsel sein.

Das **Sensitivitätsmodell** nach Vester [ 54., 55. ] hat neben einer anschaulichen Erfassung widersprüchlicher ( entgegengesetzter ) Wechselwirkungen den erheblichen praktischen Vorzug, dass es für die Umsetzung eine seit über 10 Jahren funktionsfähige Software ( PC – Programm ) gibt. Schon im Einstieg bei der Wahl der systemischen Betrachtungsposition und der Bildung des Variablensatzes [ 55., 213 –238 ] steht der angestrebte Erkenntnisgewinn für ein Praxisproblem im Vordergrund. Mit dem Aufbau der Einflussmatrix oder auch „ Papiercomputer “ [ 54., S. 87 – 101 ] ( in unserer Terminologie der Wechselwirkungen innerhalb des Systems ) lassen sich neue Einsichten in das qualitative Wirkungsspektrum der Elemente gewinnen. Vester unterscheidet aktive und reaktive sowie kritische und puffernde Elemente.

**Einflussmatrix**  
Matrix B

Wirkung von ↓ auf →	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Attrakt. für Erholung	X	1	3	0	0	0	2	0	0
2 Bedürf.n.Freiz.stätten	2	X	1	2	2	2	3	1	0
3 Frequent.d.Freiflächen	2	3	X	3	3	2	2	1	0
4 Vielf. d.Pflanzenarten	3	0	2	X	3	3	0	0	0
5 Faunendiversität					X				
6 Struktvief.d.Landsch.						X			
7 Flächenant.Kleingärten							X		
8 Zerschneidung d. Wege								X	
9 Intensivlandwirtschaft									X
10 Luftqualität									
11 Kaltluftbild.u. Abfluß									
12 Abfallmengen									
13 Lebensmittelqualität									
14 Abwassermengen									
15 Grundwasserqualität									
16 Gewässerqualität									

7 4 6 5 8 7 7 2 0  
86 375 367 220 0 0 0 0 100

Δ Vielf. d.Pflanzenarten wirk

Sensitivitätsmodell Prof.Vester®

**Der Hintergrund diesesTools**

DER VARIABLENSATZ ERSCHEINT HIER IN EINER CROSS-IMPACT-MATRIX (ERSTMALS 1971 VON F. VESTER ALS "PAPIERCOMPUTER" IN DIE SYSTEMERFASSUNG EINGEFÜHRT) UND WIRD AUF DIE STÄRKE DER WIRKUNGEN ABGEFRAGT, DIE DIE VERÄNDERUNG EINER JEDEN VARIABLEN AUF JEDE ANDERE - GANZ GLEICH OB POSITIV ODER NEGATIV - AUSÜBEN WÜRD.

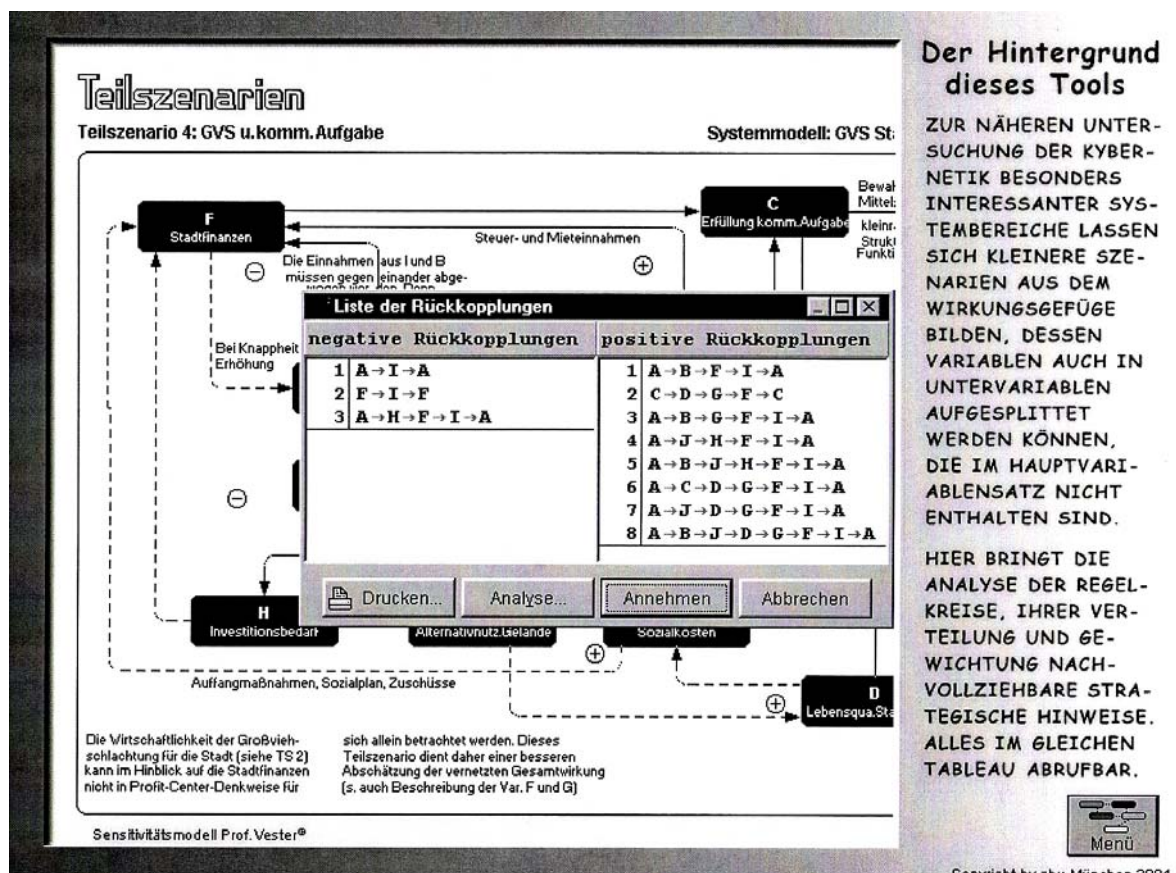
AUCH BEI DIESEM SCHRITT, DER IN DREI GETRENNTEN ARBEITSGRUPPEN DURCHFÜHRT WIRD, WIRD NOCHMAL DIE EIN ODER ANDERE EINFLUSSGRÖSSE NEU DEFINIERT WERDEN MÜSSEN.

Menü

Copyright by sbu München 2001

Abb. 4 Bildschirmanzeige aus dem PC – Programm „Sensitivitätsmodell“, Matrix B

Jeder einzelnen Elementwirkung wird entsprechend ihrer Stärke in der Einflussmatrix eine Zahl zugeordnet ( von 0 – keine Wirkung über 1, 2 bis 3 – sehr starke Wirkung ). Anschließend werden zu jeder Komponente die Werte in den einzelnen Zeilen ( → Aktivsumme, AS ) und in den Spalten ( → Passivsumme, PS ) addiert. Danach bildet man die Produkte  $P = AS * PS$  und die Quotienten  $Q = AS / PS$ . Damit kann die Wertung der Einflussindizes vorgenommen werden: maximaler Q – Wert → aktives Element, minimaler Q – Wert → reaktives Element, maximaler P – Wert → kritisches Element, minimaler P – Wert → pufferndes Element. Vester gibt darüber hinaus eine Skalierung an für die Q – Werte: = 1 ist der Neutralwert ( Neutrallinie ), allgemein neutral 0,76 – 1,30 ; leicht aktiv 1,31 – 1,60 ; aktiv 1,61 – 2,25 ; hoch aktiv > 2,25 ; leicht reaktiv 0,63 – 0,75 ; reaktiv 0,45 – 0,62 und stark reaktiv < 0,45. Bei den P – Werten ist zunächst ein Korrekturfaktor zu bestimmen mit  $k = (n - 1)^2$ . Die Größe n steht für die Anzahl der Variablen / Komponenten. Die Neutrallinie bei den P – Werten befindet sich an der Stelle des Korrekturfaktors k. Weiter gilt für die P – Werte: allgemein neutral ( 0,81 – 1,20 ) \* k ; leicht kritisch ( 1,21 – 1,70 ) \* k ; kritisch ( 1,71 – 2,50 ) \* k ; hoch kritisch > 2,50 \* k ; leicht puffernd ( 0,51 – 0,80 ) \* k ; puffernd ( 0,16 – 0,50 ) \* k ; stark puffernd < 0,16 \* k. [ 54., S. 96 – 97 ] Instrukтив ist auch eine zweidimensionale Darstellung in einem Koordinatensystem PS → Abszisse, AS → Ordinate. Dadurch können Übergänge zwischen den Positionen und eine Rollenverteilung der Variablen veranschaulicht werden. [ 54., S. 100 – 101 ] In Anlehnung an Regelkreisdarstellungen mit Kopplung und Rückkopplung interagierender Elemente kann man danach Teilszenarios entwickeln.



### Der Hintergrund dieses Tools

ZUR NÄHEREN UNTERSUCHUNG DER KYBERNETIK BESONDERS INTERESSANTER SYSTEMBEREICHE LASSEN SICH KLEINERE SZENARIEN AUS DEM WIRKUNGSGEFÜGE BILDEN, DESSEN VARIABLEN AUCH IN UNTERVARIABLEN AUFGESPLITTET WERDEN KÖNNEN, DIE IM HAUPTVARIABLENSATZ NICHT ENTHALTEN SIND.

HIER BRINGT DIE ANALYSE DER REGELKREISE, IHRER VERTEILUNG UND GEWICHTUNG NACHVOLLZIEHBARE STRATEGISCHE HINWEISE. ALLES IM GLEICHEN TABLEAU ABRUFBAR.



Abb. 5 Bildschirmanzeige aus dem Sensitivitätsmodell, Teilszenarien

In dem Programm – Teil bedeuten :  $\longrightarrow$  gleichgerichtete Wirkung ( direkt proportional, mehr bewirkt mehr; weniger bewirkt weniger ),  $-----\rightarrow$  gegenteilige Wirkung ( umgekehrt proportional, mehr bewirkt weniger, weniger bewirkt mehr ). Mit diesen Elementarkopplungen lassen sich ganze Wirkungsgefüge ( Teilszenarios ) durch eine Verschachtelung positiver und negativer Rückkopplungskreise ,d.h. von verketteten Elementarkopplungen , zusammensetzen. Positive Rückkopplungen  $\oplus$  ( selbstverstärkende Auf – bzw. Abschaukelungsprozesse ) entstehen durch Kopplungen über gleichartige Wirkungen, negative Rückkopplungen  $\ominus$  ( stabilisierender, Störungen reduzierender, Kreis ) bilden sich über Kopplungen mit verschiedenartigen Wirkungen. [ 54., S. 108 –114 und 55., S. 239 – 254 ] Positive Rückkopplungen bringen die Dinge durch Selbstverstärkung zum Laufen, negative Rückkopplungen sorgen für Stabilität gegen Störungen und Grenzüberschreitungen. Wenn Vester allgemein formuliert, dass negative über positive Rückkopplungen dominieren müssen, kann man hier nicht so pauschal zustimmen. Aus der Sicht des TRIZ – Prozesses kommen durch eine Zielbildung für Innovationen gewünschte bzw. anzustrebende Prozesszustände in den Ablauf. So entsteht mit einem ( relativen ) Ziel auch eine Handlungsorientierung für erforderliche Eingriffe in der Veränderung von Wirkungsgefügen ( verschachtelten Rückkopplungskreisen ), die möglicherweise zu einer Verringerung des Zielabstands führen können. Eine Veränderung / Dynamik in dem Modell und eine Anpassung an unterschiedliche angestrebte Auswirkungen erreicht man im Sensitivitätsmodell durch Simulation und Policy – Test [ 55. S. 255 – 263 ].

Dieses Modell hat sich bei zahlreichen praktischen Einsätzen gut bewährt und es kann deshalb auch zur Erfassung und Steuerung des TRIZ – Prozesses ( Erfindungs – Objekt + umgebender Innovationsprozess ) empfohlen werden.

Abschließend zu vorliegenden Operationalisierungen dialektischer Widersprüche in TRIZ soll hier auf die Begrifflichkeit von „**Selbstorganisation**“ und „Synergetik“ eingegangen werden. Aus der Physik, der Biologie und aus einer Reihe weiterer Disziplinen ist das Phänomen spontaner Strukturbildung bekannt, d.h. das sich entgegen der Erwartung Objekte bzw. Systeme nicht zu dem wahrscheinlicheren Zustand größerer Unordnung (  $\rightarrow$  Gleichverteilung ), sondern zu charakteristischen Zuständen ( Mustern, Ordnungen ) einer spezifischen Verteilung von Stoffen / angeregten Energiezuständen hinbewegen. Voraussetzung dafür ist einmal die Existenz eines offenen Systems im Stadium eines Fließgleichgewichts ( v. Bertalanffy ), wo ein ständiger Fluss von Stoffen, Energien und Informationen durch das System erfolgt. ( Prigogine, dissipative Systeme ) Zusätzlich gelangen bestimmte Elemente / Teilsysteme in eine bevorzugte Position, die dann als sogenannte „Ordnung“ beginnen die anderen, übrigen Systembereiche zu steuern / zu „versklaven“. ( H. Haken, [42., S. 181 ] ) Es wird eine qualitative Änderung, ein Phasenübergang erreicht, der sensiblen Stabilitätsbedingungen unterliegt. Die mathematische Beschreibung führt auf nicht – lineare Systeme mit spezifischer Dynamik  $\rightarrow$  „Chaos“. ( vgl. auch die grundlegende Arbeit von B.B. Mandelbrot „Die fraktale Geometrie der Natur “ ) Beispiele für Modelle von Selbstorganisation sind u.a. der Laser, der Hyperzyklus ( Eigen / Schuster ), die Theorie der Koazervatmikroreaktoren ( Ebeling / Feistel ) oder das Konzept der Autopoiesis ( Maturana ). Auch in Ökosystemen bilden sich Zustände durch Selbstorganisation, z.B. das Räuber – Beute – System [ 50. ]. Instrukтив sind auch Untersuchungen zur Ausbildung eines Schwarmverhaltens ( u.a. die Entstehung einer gemeinsamen Bewegungsrichtung in Gruppen, Optimierung in Ameisenstraßen ) in Tiergemeinschaften. Für unser Anliegen der methodischen Berücksichtigung von dialektischen Widersprüchen in TRIZ – Prozessen liegen mit den genannten Beispielen Muster für die Phasen „Keimform“, „Funktionswechsel“ und „Dominanzwechsel“ vor. Man hat hier praktische Belege, wie durch eine innere Widersprüchlichkeit in dem Objekt sich Veränderungen „ von

selbst“ ergeben. ( → REL ) Gleichzeitig versteht man mehr über die Bedeutung von erforderlichen Bedingungen, Systemzuständen, die Wirkung von „Ordnern“ und ihren Einfluss auf abhängige Teilprozesse. Zur Darstellung der Prozessabläufe wurde bzw. wird ein spezifisches mathematisches Instrumentarium mit einer Modellbildung erarbeitet. ( vgl. z.B. G. Jetschke: Berlin 1989: Mathematik der Selbstorganisation ) Die Problematik wird noch umfangreicher, wenn das Wirken von mehreren „Ordnern“ in einem System erkannt wird. Dabei können die „Ordner“ untereinander und in ihrer Beziehung zu verschiedenen Teilsystemen / Teilprozessen zwischen mehreren Möglichkeiten wechseln. ( völlig getrennt, isoliert, partiell oder total in Konfrontation, in Koalitionen, bis zu systemischer Kooperation ). Eine Form könnte auch sein, dass ein „Ordner“ einen anderen erst hervorbringt in seiner Genese oder dass er ihn in seiner Wirkung unterstützt ( evtl. autokatalytisch ). Als emergente Gesamtwirkung können die „Ordner“ wechselnde, pulsierende Aktivitätsmuster generieren. Dieser Aspekt kann überraschend neue Verhaltensweisen entstehen lassen.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, Prinzipien der Selbstorganisation auf das Verhalten von Gruppen aus menschlichen Individuen bis zu ganzen Gesellschaften durch Analogien etwa zu übertragen. [ vgl. 16., 21., 25., 27., 42., S. 200 – 289, 70. ] Warum dieser Aspekt hier berührt wird, ergibt sich aus dem spezifischen Wirkungsfeld technisch – ökonomischer Widersprüche in TRIZ – Prozessen, aber auch aus dem Verständnis, dass selbst der einzelne Erfinder / Entwickler in sozial – ökonomische Netze eingebunden ist.

### Dialektische Widersprüche im technisch – ökonomischen Wirkungsfeld

Man kann allgemein sagen, unabhängig von der konkreten Ausrichtung vergangener oder aktuell bestehender Gesellschaftssysteme, ( dialektische ) Widersprüche in den Gesellschaften wurden bzw. werden oft verdrängt bzw. in ihrem ganzen Wirkungsspektrum verkürzt oder ( viel zu ) einseitig dargestellt. Aus verschiedenen Interessenlagen von Gruppen und Schichten sowie unterschiedlichen eigenen ( Teil - ) Zielen wird ja so auch nicht explizit wirklich eine, wie immer zu definierende, Verbesserung der gesamten ( heute muss man sagen: WELT - ) Gesellschaft angestrebt. ( hier zählt die konkrete Praxis und nicht die Informationsdarstellung, auch über verschiedene Medien ). Diese Aussage ist zu beachten, wenn z.B. neoliberal allgemein nur die Vorzüge und die Möglichkeiten von Märkten oder der Globalisierung herausgestellt werden. Man muss diese Aspekte hervorheben, weil dadurch in erster Linie bestimmt und festgelegt wird, welche Erfindung und welche Innovation gefördert und so praktisch umgesetzt wird. Unbestreitbar wird so orientiert, welches Kultur -, Bildungs – und Innovationsklima sich ausprägt. Die jeweilige Unternehmensstrategie entscheidet über die Innovation und nicht die Kreativität des einzelnen Erfinders oder die Neuartigkeit der von ihm genutzten Methodik. Wenn ein einflussreiches Unternehmen, aus welchen Gründen auch immer, bestimmte internationale Innovationstrends nicht oder zu spät erkennt, kann man versuchen durch höhere Anstrengungen den Rückstand zu verringern. Man kann aber auch versuchen auf verschiedenen Ebenen den internationalen Innovationstrend zu verhindern oder zu verzögern. Ein sehr gravierendes Beispiel ist der Umgang mit der Ökologie, den Umweltfragen. Mit der gestiegenen Aufmerksamkeit und der Sensibilisierung der Öffentlichkeit für Umweltfragen fällt es nicht mehr so leicht, bei dem jetzt erreichten Grad an wissenschaftlichen Belegen für die durch menschliche Aktivitäten mit verursachten Klimaänderungen, sie einfach zu leugnen. Vor einigen Jahren wurde durch Lomborg, einem Dänischen Statistik – Professor versucht zu argumentieren, die Schlussfolgerung einer Klimaänderung ( Erwärmung ) sei statistisch nicht gesichert und es würde sich alles positiv entwickeln. Da dies aber nicht die er –

hoffte Wirkung hatte, jedenfalls in der Zurückdrängung der wissenschaftlichen Belege, tritt nun Michael Crichton ( Crichton, M.: Welt in Angst München : K. Blessing Verlag 2005 ) mit der These auf, die Klimakatastrophe sei ein Ammenmärchen und Umweltaktivisten werden mit Terroristen gleichgesetzt, die die Welt nur in Angst versetzen wollten. Ernsthafte Ansätze muss man in der Agenda 21 und dem Nachhaltigkeitskonzept sehen. [ 29., 56., 57., 59., 60., 64., 67., 71. und 74. ] Das hindert aber Norbert Bolz nicht von einem Nachhaltigkeits – „Geschwätz“ zu reden. [ 73., S. 36 ] An seiner Position lässt er keinen Zweifel, aber bei ihm stehen reißerische und effektvolle Formulierungen vor einer tiefen und allseitigen Problemanalyse. Leider ist das auch in nicht wenigen Medien der Fall. Es zählt Polarisierung, Sensationslust, Schlagfertigkeit in Talkshows vor einer sachlichen und nüchternen allseitigen Betrachtung. Ein Journalist charakterisierte Ansprüche an seine eigene Arbeit mit der Aussage, es zählt Glaubwürdigkeit und nicht in erster Linie Wahrheit ( „Quote vor Qualität“ ) Wenn heute verschiedentlich bei der Ableitung von Zielen für Entwicklungsaufgaben von der Markt - und Bedarfssituation ausgegangen wird [ vgl. 4., S. 44 – 47 ] , so ist das eine immer wieder praktizierte Verfahrensweise. Aber unter der Berücksichtigung dialektischer Widersprüchlichkeit und einer anzustrebenden Allseitigkeit greift dieser Ansatz zu kurz. Die Perspektive kann nicht nur das Management eines Unternehmens sein. Eine Umsatzsteigerung bzw. Gewinnmaximierung für das betrachtete Unternehmen ist aus Sicht der gesamten Volkswirtschaft oder gar der Weltwirtschaft bestenfalls irgendein Suboptimum. Das Verweisen auf die „Selbsteilungskräfte“ des Marktes hat, wenn überhaupt nachweislich, so evtl. im 19. Jh. Wirkungen gezeigt. Auch die Volkswirtschaftslehre ( VWL ) muss sich wie andere Disziplinen mit wissenschaftlichem Anspruch, der praktischen und theoretischen Überprüfung ihrer Aussagen stellen. Leider kann die VWL trotz einer teils sehr mathematischen Argumentation die von ihr geweckten Erwartungen ( vgl. z.B. die Aussagen der „Wirtschaftswissenschaften“ und ihre wissenschaftliche Halbwertszeit ) ( noch ) nicht erfüllen. Das liegt u.a. an der zu geringen Berücksichtigung der widersprüchlichen Positionen und Aktionen der Beteiligten. Einen gewissen Eindruck von den Widersprüchen in der Theorieentwicklung bei der VWL vermittelt die Arbeit von Senf [ 72. ]. Seit 1979 hat sich nun weltweit der Neoliberalismus als herrschende Doktrin in der Weltwirtschaft etabliert. Kritiken daran und an der Globalisierung werden dann aber unterdrückt mit dem Hinweis: „Wir haben keine Alternative dazu!“ Es existiert ein Feld von Möglichkeiten, [ z.B. in 72., 29., 55., 56., 57., 59., 60., 63., 64., 65., 67., 71. und 74. ] Ein konstruktiver Ansatz für die Weltwirtschaft, aber auch für lokale, regionale Wirtschaftsräume ist die sachliche Ableitung von Indikatoren bzw. Leitwerten für unsere Umwelt [ 29., S. 99 – 149 ] und auch [ siehe 64., S. 172 ff ] die Bestimmung von ökologischen und sozialen Folgekosten des Wirtschaftens und dazu gehörenden Nachhaltigkeitsregeln.

An dieser Stelle kann die Widersprüchlichkeit in der Wirtschaft nicht weiter verfolgt werden. Die angegebenen Probleme sollten genügen, um den widersprüchlichen Charakter zu vertiefen. Hinweise auf die Konkurrenz am Markt oder ein unvorhersehbares Kaufverhalten der Konsumenten schöpfen das Thema nicht aus und bleiben meist nur an der Oberfläche der tieferen Widersprüche. In der TRIZ – Literatur findet der Widerspruchsgedanke im ökonomischen Wirkungsfeld noch zu wenig Platz. Die notwendige Allseitigkeit zwingt aber zu umfassenderen Darstellungen. Wissenschaftler, Ingenieure, Erfinder u.ä. agieren nicht in einem wertfreien Raum. Technische Innovationen wirken auch im Feld gesellschaftlicher Auseinandersetzungen, denn sie prägen mit die Arbeits – und Lebenswelt der Menschen. Die zur Zeit bestehenden Preise, Marktmechanismen und die Preispolitik haben leider aus ökologischer Sicht gerade die falschen Wirkungen und die falschen Orientierungen. [ 74., S. 214 – 231 ] Hier muss man von einem Marktversagen sprechen.

### 3 Dialektische Widersprüche in TRIZ – und wie weiter ?

Die Forderung dialektische Widersprüche im gesamten TRIZ – Ablauf umfassend zu berücksichtigen, ist eine ständige Herausforderung und ein Anspruch, der keine Ruhe bei einem erreichten Kenntnisstand aufkommen lässt. Sie zwingt nicht nur bei neuesten Entwicklungen in der Nanotechnologie [ z.B. 58. ], Mechatronik [ 61. ], Biotechnologie oder der Informatik zu neuen interdisziplinären Arbeitsweisen quer und über verschiedenste disziplinäre Grenzen hinweg. Auch die Lektüre von Lem liefert immer erstaunliche Denkanstöße. [ 43., 44. ] Mit den Lösungsprinzipien von Altschuller [ 2., S. 253 – 265 bzw. 5., S. 309 – 343 ] und auch verschiedenen Übersichten zu physikalischen Effekten und Prinzipien [ vgl. etwa M. v.Ardenne u.a.: Effekte der Physik und ihre Anwendungen, Frankfurt a.M.: Verlag H. Deutsch 1990 ] liegen schon gute systemisch – methodische Ansätze vor. Unbedingt sind die Arbeiten [ 4. und 7., 8. ] für den methodischen Ablauf von TRIZ zu würdigen. Die Begründung des Ablaufs aus vorliegenden „Entwicklungsgesetzen technischer Systeme“ bzw. auch von „Evolutionstrends“ ist, wie das auch Lecoq anmerkt [ vgl. 3., S. 1 ], noch zu aufgesetzt ( in [ 5. ] gibt es viele Beispiele für Erfindungsaufgaben, aber die theoretische Begründung speziell der Widersprüchlichkeit schöpft noch nicht den Problemgehalt aus ). Die Arbeiten und internationalen Aktivitäten zu TRIZ haben einen Umfang erreicht, der kaum noch zu überblicken ist. [ vgl. z.B. 6. ] Wertungen und Aussagen können hier nur relativ eingeschränkte Geltung haben. Es darf kritisch gefragt werden, ob das Dach „TRIZ“ so tragfähig ist, dass all die verschiedenen ( Teil - ) Methoden und Verfahren, von denen zur Zeit in Verbindung mit TRIZ die Rede ist, darunter subsummiert werden können. Der Autor ist auch für Methoden – Pluralismus, aber wo liegt ein Erkenntnisgewinn, wenn bisher bekannte Methoden, ohne das Aufzeigen innerer Verbindungen nur unter die neue Überschrift „TRIZ“ wiedererscheinen ? Sicher kann sehr pragmatisch argumentiert werden, in der Hoffnung, dass durch das Nebeneinanderstellen der Ansätze irgendwie ein „Funke überspringt“. Aus der schon länger bestehenden Einsicht in die wirtschaftliche und allgemein gesellschaftliche Bedeutung von Wissen und einer Wissensreproduktion [ 48., 49. ] können auch für TRIZ und eine dialektisch – widersprüchliche Methodik heuristische Hinweise entnommen werden. Ohne hier auf Details einzugehen können anregend wirken neue Formen der Wissensdarstellung [ 51. ] ( z.B. Wissenskarten [ 49., S. 37 – 60 ] auch ihre Repräsentanz im Internet, Wissensbilanz, Verfahren der Wissensanregung in Gruppen - Open Space, alle Konsequenzen aus der Forderung nach wissensbasierten Unternehmen bzw. lernenden, intelligenten Organisationen, Probleme eines Innovationsmanagements [ 69. ] oder das Modell einer Denkwerkstatt / Stadt des Wissens [ vgl. 48., S. 178 – 441 ] Nicht nur für reine Spezialisten sind neue Erkenntnissen beim Lösen komplexer Probleme [ vgl. 34., S. 145 – 200 ] oder das Problemlösen in Gruppen [ 34., S. 209 – 216 und 38. ] sehr instruktiv. Viel zu wenig wurde auch über Probleme und negative, sich behindernde, Faktoren beim geistigen Arbeiten in Gruppen / Gemeinschaften reflektiert. Ein „herrschaftsfreier“ Diskurs ( Habermas ) ist eine lebensfremde Idealisierung. Eine Vielzahl von Motivationstechniken versucht die Widersprüchlichkeit bzw. Entfremdung zwischen Positionen der Mitarbeiter und dem Management aufzuheben. Es kann nicht oft genug wiederholt werden, Kreativität gedeiht nur in Freiräumen und einem inneren Beteiligtsein. Soziale Spannungen und Existenzbedrohungen sind kontraproduktiv.

Die an verschiedenen Beispielen und Ansätzen skizzierte dialektische Widersprüchlichkeit im TRIZ – Prozess muss Eingang in die Weiterentwicklung der eigenen TRIZ – Methodik finden.

Wir knüpfen wieder an die bekannten Stoff – Feld – Systeme an. Nach dem Herausarbeiten der Operativen Zone [ 5., S. 80 – 94 ] ist ein Ausgangs – WEPOL ( Stoff – Feld – System im Zustand 0 ) [ 2., S. 244 – 251 ] für das Objekt / System zu gestalten. Die Vielzahl von Wechselwirkungen in teils sehr komplexen Objekten zwingt zu Modellen in mehreren Netz – Schichten ( Straten ) mit nicht nur horizontalen Verflechtungen / Widersprüchen, sondern auch dem Beachten von solchen Wechselwirkungen in vertikaler Richtung. Abstrakt kann man auch unter Verlust der Anschaulichkeit zu mehrdimensionalen Vektorräumen ( Matrizen, Tensoren ) übergehen. Mögliche Widersprüche ( → **feldhafte bzw. räumliche Wirkungen von Widersprüchen in allen Dimensionen** ) sind durch ihre Position in dem mehrschichtigen Wechselwirkungsnetz neu zu klassifizieren. Ein weiteres Modell könnten mehrdimensionale Entscheidungstabellen ( einem Verbund von mehreren Entscheidungstabellen ) sein, auch in ihrer Widersprüchlichkeit. [ 28., S. 136 – 158 ]. Der Gesamtzusammenhang in seiner Widersprüchlichkeit und prozesshaften Dynamik ist aber durch das Sensitivitätsmodell ( Vester ) mit PC – Einsatz praktikabler. Die Umformungen des Stoff – Feld – Systems in Folge – Zustände erfordert das mehrfache variable Durchlaufen des Sensitivitätsmodells mit seinem Simulationsteil. ( Folge von Prozss – Zuständen ). Über die prinzipiellen diskreten Stufen „Keimform“, „Funktionswechsel“ und „Dominanzwechsel“ ist in Abhängigkeit vom konkreten Objekt / System die dialektische Widersprüchlichkeit ( unendliche Vielfalt der Momente, sich gegenseitig bedingende Widersprüchlichkeit und Existenz von zyklischen Veränderungsabläufen aus sich selbst heraus ) ständig zu vertiefen.



### Über den Autor

Axel Popp, geb.:1943, Promotion 1970 mit einer Arbeit zum Datenbankdesign, Humboldt – Universität Berlin, Arbeit in der Forschungsplanung und Wissenschaftsorganisation, im Rahmen einer Industrietätigkeit ( Entwurf mikroakustischer Bauelemente ), 1981 Mitglied der Ingenieurorganisation Kammer der Technik, dort erstmals mit ARIS und TRIZ in Berührung gekommen, Leiter einer AG Erfindertätigkeit, Durchführung von Kursen zur Erfinderschule, nach 1990 Mitarbeit in einem Kreis von Erfindertrainern ( T.IN.A. Brandenburg ), z. Z. freiberuflicher Dozent für BWL und Informatik, TRIZ in der Bildung und Wissensvermittlung

## 4 Literaturverzeichnis

### 4.1 TRIZ und ihre Methodik

1. Altschuller, G.S.: Erfinden - (k)ein Problem ?, Berlin: Verlag Tribüne 1973
2. Altschuller, G.S.: Erfinden - Wege zur Lösung technischer Probleme, Cottbus: PI-Planung u. Innovation 1998
3. Lecoq, M.: Evolution Of Systems, Article Archives, www.triz-journal.com, October 2003, Nr. 9
4. Linde, H.: Erfolgreich erfinden, Widerspruchsorientierte Innovationsstrategie für Entwickler u. Konstrukteure, Darmstadt: Hoppenstedt Technik Tabellen Verlag 1993
5. Orloff, M.A.: Grundlagen der klassischen TRIZ, Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag 2002
6. Popp, A.: Welche Zukunft könnte TRIZ haben, aber welche Zukunft braucht TRIZ ?, www.triz-online.de, TRIZ-online Magazin, Ausg. 2 - 2003, Nr.3
7. Rindfleisch, H.J.: Die Methode des Herausarbeitens von Erfindungsaufgaben u. Thiel, R. Lösungsansätzen, Baustein Erfindungsmethodische Grundlagen, Berlin: KDT Lehrmaterial 1988
8. Rindfleisch, H.J.: Erfinderschulen in der DDR, Berlin: trafo Verlag 1994 Thiel, R.

### 4.2 Dialektik und Logik

9. Beckermann, A.: Klassiker der Philosophie heute, Stuttgart: Verlag P. Reclam 2004 Perler ( Hrsg.) D.
10. Brunkhorst, H. Demokratischer Experimentalismus, Politik in der komplexen Gesellschaft, Frankfurt a.M.: Suhrkamp Taschenbuch Verlag 1998 (Hrsg.)
11. Erpenbeck, J.: Das Ganze denken, Zur Dialektik menschlicher Bewußtseinsstrukturen u. -prozesse, Berlin: Akademie-Verlag 1986
12. Hegel, G.W.F.: Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften, Hamburg: F. Meiner Verlag 1991
13. Hirschberger, J.: Geschichte der Philosophie, Band II: Neuzeit u. Gegenwart, Frechen: Komet Verlagsgesellschaft 1980
14. Holz, H.H.: Einheit und Widerspruch, Problemgeschichte der Dialektik in der Neuzeit, Bd.III, Stuttgart, Weimar: Verlag J.B. Metzler 1997
15. Hörz (Hrsg.), H.: Philosophie und Naturwissenschaften, Wörterbuch zu den philosophischen Fragen der Naturwissenschaft, Berlin: Dietz Verlag Liebscher, H. 1991 2 Bände Löther, u.a. R.
16. Hörz, H.: Selbstorganisation sozialer Systeme, Münster, Hamburg: LIT Verlag 1993
17. Hörz, H.: Wissenschaft als Prozeß, Grundlagen einer dialektischen Theorie der Wissenschaftsentwicklung, Berlin: Akademie - Verlag 1988
18. Hörz, H.: Philosophische Entwicklungstheorie, Berlin: Deutscher Verlag der K.-F. Wissenschaften 1983 Wessel,



19. Poser, H.: Wissenschaftstheorie, Stuttgart: Verlag P. Reclam 2001
20. Rawls, J.: Eine Theorie der Gerechtigkeit, Frankfurt a.M.: Suhrkamp Taschenbuch Verlag 2003
21. Schlemm, A.: Daß nichts bleibt, wie es ist ..., Philosophie der selbstorganisierten Entwicklung, Bd. II: Möglichkeiten menschl. Zukünfte, Münster: LIT Verlag 1999
22. Seiffert, H.: Einführung in die Wissenschaftstheorie 2, München: Verlag C.H. Beck 1996
23. Störig, H. J.: Kleine Weltgeschichte der Philosophie, Frankfurt a.M.: Fischer Taschenbuch Verlag 2004
24. Tetens, H.: Philosophisches Argumentieren, München: Verlag C.H. Beck 2004
25. Thiel, R.: Die Allmählichkeit der Revolution, Münster: LIT Verlag 2000
26. Wessel, H.: Logik, Berlin: Logos Verlag 1999

#### 4. 3 Methoden und Werkzeuge

27. Baecker, D.: Wozu Systeme ? Berlin: Kulturverlag Kadmos 2002
28. Böhm, R.: Methoden und Techniken der System - Entwicklung, Zürich: vdf Hochschulverlag a.d. ETH 2001
29. Bossel, H.: Globale Wende, Wege zu einem gesellschaftlichen u. ökolog. Strukturwandel, München: Droemersch Verlaganst. Knaur 1998
30. Clausewitz, v. C.: Vom Kriege, Berlin: Ullstein Buchverlage 1998
31. Dixit, A.K.: Spieltheorie für Einsteiger, Strategisches Know-how für Gewinner, Nalebuff B.J. Stuttgart: Schäffer - Poeschel Verlag 1997
32. Dörner, D.: Die Logik des Misslingens, Strategisches Denken in komplexen Situationen, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag 2003
33. Eigen, M.: Das Spiel, Naturgesetze steuern den Zufall, München, Zürich: Winkler R. Piper Verlag 1996
34. Funke, J.: Problemlösendes Denken, Stuttgart: Verlag Kohlhammer 2003
35. Hass, H.: Energon, Wien: Verlag Molden 1970
36. Holler, M.J.: Einführung in die Spieltheorie, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag Illing G. 2003
37. Holzkamp, K.: Grundlegung der Psychologie, Frankfurt a. M.: Campus - Verlag 1985
38. Kauke, M.: Kooperative Intelligenz, Sozialpsychologische u. spielexperimentelle Grundlagen der Interaktivität zwischen Partnern, Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag 1998
39. Klaus, G.: Spieltheorie in philosophischer Sicht, Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1968
40. Klaus, G.: Rationalität - Integration - Information, Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1974
41. Klaus, G.: Systeme - Informationen - Strategien, Berlin: Verlag Technik 1974 Liebscher, H.
42. Küppers, G.: Chaos und Ordnung, Formen der Selbstorganisation in Natur u. ( Hrsq.) Gesellschaft, Stuttgart: Verlag P. Reclam 1996

43. Lem, S.: Summa technologiae, Frankfurt a.M.: Suhrkamp Taschenbuch Verlag 1981
44. Lem, S.: Die Technologiefalle, Essays, Frankfurt a.M., Leipzig: Insel Verlag 2000
45. Merö, L.: Optimal entschieden ? Spieltheorie u. die Logik unseres Handelns, Basel: Birkhäuser Verlag 1998
46. Merö, L.: Die Grenzen der Vernunft, Kognition, Intuition u. komplexes Denken, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag 2002
47. Oetinger, v., Ghyczy, v. u.a. ( Hrsg. ) B.: Clausewitz Strategie denken, München: Deutscher Taschenbuch Verlag 2003  
T.
48. Papmehl, Sie- A.: Wissen im Wandel, Die lernende Organisation im 21. Jh., Wien, werts ( Hrsg. ) R.: Frankfurt a.M.: Verlag C. Ueberreuter 1999
49. Pawlowsky, P.: Wissensmanagement für die Praxis, Methoden u. Instrumente zur Reinhardt R.: erfolgreichen Umsetzung, Neuwied: Luchterhand Verlag 2002  
( Hrsg. )
50. Peschel, M.: Leben wir in einer Volterra - Welt ? Ein ökologischer Zugang zur Mende, W.: angewandten Systemanalyse, Berlin: Akademie - Verlag 1983
51. Pospeschill, M.: Konnektionismus und Kognition, Eine Einführung, Stuttgart: Verlag Kohlhammer 2004
52. Rommelfanger, H.J.: Entscheidungstheorie, Klassische Konzepte u. Fuzzy - Erweiterungen, Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag 2002  
Eickemeier S. H.
53. Spies, M.: Unsicheres Wissen, Wahrscheinlichkeit, Fuzzy - Logik, neuronale Netze u. menschliches Denken, Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akademischer Verlag 1993
54. Vester, F.: Ausfahrt Zukunft Supplement, Material zur Systemuntersuchung, München: Studiengruppe Biologie u. Umwelt 1991
55. Vester, F.: Die Kunst vernetzt zu denken, Ideen u. Werkzeuge für neuen Umgang mit Komplexität, München: Deutscher Taschenbuch Verlag 2002

#### 4. 4 Innovation und Wirtschaft

56. Alt, F.: Das ökologische Wirtschaftswunder, Arbeit u. Wohlstand für alle, Berlin: Aufbau Taschenbuch Verlag 2002
57. Biesecker, A.: Alternative Weltwirtschaftsordnung, Perspektiven nach Cancun, Büscher u.a. M.: Hamburg: VSA - Verlag 2004  
( Hrsg. )
58. Broderick, D.: Die molekulare Manufaktur, Wie Nanotechnologie unsere Zukunft beeinflusst, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag 2004
59. Coenen, R.: Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland, Analyse und Lösungs- Grunwald A.: strategien, Berlin: edition sigma 2003
60. Costanza, R.: J. Einführung in die Ökologische Ökonomik, Stuttgart: Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft 2001  
Cumberland u.a.

61. Elpers, Meyer u.a. Mechatronik, Fachstufe, Neusäß: Kieser Verlag 2000
62. Faßler, M.: Netzwerke, Einführung in die Netzstrukturen, Netzkulturen u. verteilte Gesellschaftlichkeit, München: W. Fink Verlag 2001
63. Frey, B.S.: Demokratische Wirtschaftspolitik, Theorie u. Anwendung, München: Verlag F. Vahlen 2002  
Kirchgässner G.
64. Kopfmüller, J.: Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet, Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren, Berlin: edition sigma 2001  
Brandl u.a. V.
65. Libeskind, D.: Alles Kunst ? Wie arbeitet der Mensch im neuen Jahrtausend, und was tut er in der übrigen Zeit ? Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag 2001  
Reemtsma J.P.  
u.a.
66. Malik, F.: Systemisches Management, Evolution, Selbstorganisation, Grundprobleme, Funktionsmechanismen u. Lösungsansätze für komplexe Systeme, Bern, Stuttgart, Wien: Verlag Paul Haupt 2000
67. Mander, J.: Eine andere Welt ist möglich, Alternativen zur Globalisierung, München: Riemann Verlag 2003  
Cavanaugh J.
68. Opielka, M.: Sozialpolitik, Grundlagen u. vergleichende Perspektiven, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag 2004
69. Pleschak, F.: Innovationsmanagement, Stuttgart: Verlag Schäffer - Poeschel 1996  
Sabisch H.
70. Scharpf, F.W.: Interaktionsformen, Akteurzentrierter Institutionalismus in der Politikforschung, Opladen: Verlag Leske + Budrich 2000
71. Schmidt-Bleek, F.: Das MIPS - Konzept, Weniger Naturverbrauch - mehr Lebensqualität, München: Droemersch Verlaganst. Knauer 1998
72. Senf, B.: Die blinden Flecken der Ökonomie, Wirtschaftstheorien in der Krise, München: Deutscher Taschenbuch Verlag 2001
73. Steinle, A.: Trend 2004 Arbeit - Freizeit - Eigenzeit, Denkanstöße für Wirtschaft, Medien u. Gesellschaft, München, Zürich: Piper Verlag 2003  
Wippermann P.
74. Weizsäcker, v., E.U.: Faktor vier, Doppelter Wohlstand - halbiertes Naturverbrauch, München: Droemersch Verlaganst. Knauer 1995  
Lovins A.B.