Bernd Schäppi/Mogens M. Andreasen/
Manfred Kirchgeorg/Franz-Josef Radermacher

Handbuch Produktentwicklung

HANSER

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der DeutschenNationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnd.ddb.de> abrufbar.

ISBN 3-446-22838-1
www.hanser.de

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Alle in diesem Buch enthaltenen Verfahren bzw. Daten wurden nach bestem Wissen erstellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen.
Aus diesem Grund sind die in diesem Buch enthaltenen Verfahren und Daten mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Verfahren oder Daten oder Teilen davon entsteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung - mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle -, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2005 Carl Hanser Verlag München Wien
Gesamtlektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg
Herstellung: Der Buch*macher*, Arthur Lenner, München
Coverconcept: Marc Müller-Bremer, Rebranding, München, Germany
Titelillustration: Atelier Frank Wohlgemuth Bremen
Umschlaggestaltung: MCP - Susanne Kraus GbR, Holzkirchen
Satz: Manuela Treindl, Laaber
Druck und Bindung: Druckhaus „Thomas Müntzer" GmbH, Bad Langensalza
Printed in Germany

2 Systemorientiertes Design – ganzheitliche Perspektive in Innovationsprozessen

Markus Schwaninger

2.1 Grundbegriffe des systemorientierten Designs 31
2.1.1 Komplexität und Varietät 31
2.1.2 Systemorientierung 31
2.1.3 Design 32
2.1.4 Design im Kontext von Organisation und Management 33
2.2 Allgemeine systemische Prinzipien und Heuristiken für den Umgang mit komplexen Systemen 35
2.2.1 Ganzheitliche Konzeption 35
2.2.1.1 Von partiell zu integrativ 36
2.2.1.2 Analytisch und synthetisch 36
2.2.1.3 Kompositorisches Design 37
2.2.1.4 Integrales Design 37
2.2.1.5 Zirkuläres Konzept 37
2.2.2 Funktions- und Problemorientierung 38
2.2.3 Strukturalistische Orientierung 41
2.2.4 Dynamische Betrachtungsweise, Modellierung und Simulation 42
2.3 Designprinzipien 45
2.3.1 Fallen im Designprozess 45
2.3.2 Pattern Language: Archetypenbasiertes Design 46
2.3.2.1 Vielfalt: Modulares, simultanes, rekursives und heterarchisches Design 46
2.3.2.2 Modularität 46
2.3.2.3 Simultanität 47
2.3.2.4 Rekursion 47
2.3.2.5 Heterarchie 47
2.3.2.6 Kundennutzen: Empathisches und schöpferisches Design 47
2.3.2.7 Empathisches Design 47
2.3.2.8 Schöpferisches Design 48
2.3.3 „Awareness": Erkenntnisgetriebenes und synergetisches Design 48
2.3.3.1 Überwindung der Effizienz-Paranoia 49
2.3.3.2 Von der Suboptimierung zum Gesamtoptimum 49
2.3.3.3 Synergetisches Design 50
2.3.4 Lebensfähigkeit: Vom bionischen zum humanen und sozialen Design 50
2.3.4.1 Bionik 50
2.3.4.2 Organisationen als lebensfähige Systeme 50
2.3.5 Entwicklung: Von der Design-Logik zur Design-Meta-Logik 53
2.3.6 Eine Systemmethodik zur Unterstützung von Gestaltungsprozessen – Integrative Systemmethodik 53
2.4 Ausblick 54
2.5 Literatur 55

I

Der Systemansatz weist neue Wege für die Unterstützung von Innovations- oder Entwicklungsprozessen, sowohl was die Gestaltung komplexer technischer als auch organisatorischer und soziokultureller Systeme anbelangt. Bei einer systemorientierten Betrachtungsweise zeigt sich, dass Parallelen bestehen zwischen dem Design einer Organisation als Ganzes, dem Design der Produktentwicklungs-Prozesse und schließlich dem Design von Produkten (im Sinn von Leistungssystemen) sowie von ganzen Geschäftssystemen. In jedem dieser Fälle geht es um Systemgestaltung und damit auch um die Bewältigung von komplexen Aufgabenstellungen. Für alle diese Bereiche gelten deshalb auch mehr oder weniger dieselben Prinzipien.

In diesem Beitrag steht das Design von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftssystemen im Vordergrund. Mit einer übergreifenden Betrachtung soll aber auch der Blick dafür geöffnet werden, dass Wertschöpfung, Design und Innovation nicht nur eine technische, sondern auch organisatorische, humane und soziokulturelle Dimensionen aufweisen, die ebenso wichtig sind.

Das Ziel dieses Beitrags besteht darin, das Potenzial und die Möglichkeiten des systemorientierten Designs zu skizzieren. Zudem sollen Strategien dargestellt werden, mit deren Hilfe dieses Potenzial genutzt werden kann. Über die Grundprinzipien des systemorientierten Designs hinaus werden konkrete Handlungshilfen zur Verfügung gestellt – Konzepte und Methoden, die sich in der Praxis bereits gut bewährt haben.

2.1 Grundbegriffe des systemorientierten Designs

In diesem Abschnitt werden zunächst einige Grundbegriffe geklärt, die im Zusammenhang mit systemorientiertem Design Anwendung finden. Anschließend sind folgende zentralen Fragen zu klären:

- Was ist unter systemorientiertem Design zu verstehen?
- Warum systemorientiertes Design?

2.1.1 Komplexität und Varietät

Um nicht einfach beim Schlagwort der allgegenwärtigen Komplexität zu bleiben, sei Komplexität vorab definiert. Darunter verstehen wir die Eigenschaft eines Systems, also eines geordneten Gebildes, eine große Zahl unterschiedlicher Zustände oder Verhaltensweisen annehmen zu können.
Die gängige Messgröße für Komplexität heißt *Varietät;* damit ist die Anzahl der Zustände bezeichnet, welche ein System annehmen kann. Komplexe Systeme können niemals die astronomische Vielfalt aller potenziellen Zustände annehmen. Das heißt, die tatsächliche Varietät (V_{akt}) ist immer viel kleiner als die potentielle (V_{pot}):

$$V_{akt} \ll V_{pot}$$

In einem komplexen System sind Funktionen und Strategien erforderlich, die dafür sorgen, dass nicht alle möglichen, sondern nur wünschbare Zustände auftreten. Management ist eine solche Funktion. Definiert als das Gestalten, Lenken und Entwickeln eines soziotechnischen Systems, hat Management die Aufgabe, wünschbare Entwicklungen zu ermitteln und zu ermöglichen.
Design nimmt besonders ausgeprägt eine solche Funktion wahr. Es konzentriert sich darauf, Leistungs- und Geschäftssysteme so zu entwerfen, dass sie sich - auch unter komplexen Bedingungen - bewähren. Qualität, Robustheit, Anwendungssicherheit, Kundennutzen sind nur einige Stichworte in diesem Zusammenhang.

2.1.2 Systemorientierung

Als *Systemorientierung* wird eine Art der Betrachtung bezeichnet, die *Systeme* im Auge hat. Abstrakt definiert sind dies geordnete Ganzheiten von Komponenten (oder Elementen), zwischen denen Beziehungen bestehen (Abb. 2.1). Ein Beispiel dafür ist ein Leistungssystem, also ein Gefüge von Produkt- und Dienstleistungen, das als Ganzes gestaltet wird. Weitere Beispiele wären Mensch-Maschine-Systeme, Teams, Organisationen usw.
Wesentlich ist die Unterscheidung von System und Umwelt. Je nachdem wie die Systemgrenze gezogen wird, ändert sich die Betrachtung. Beispielsweise soll im Produkt-Design nicht nur das Produkt an sich betrachtet werden, sondern auch dessen Interaktion mit dem Anwender. Nur so kann vermieden werden, dass Leistungen „am Kunden vorbei" entwickelt werden. Abbildung 2.1 versinnbildlicht auch die oft notwendige Auflösung in Subsysteme. Als Elemente eines Systems gelten Einheiten, die nicht mehr weiter aufgelöst werden. Ein Servicemann, der beispielsweise ein Modul eines Computers auswechselt, analysiert im

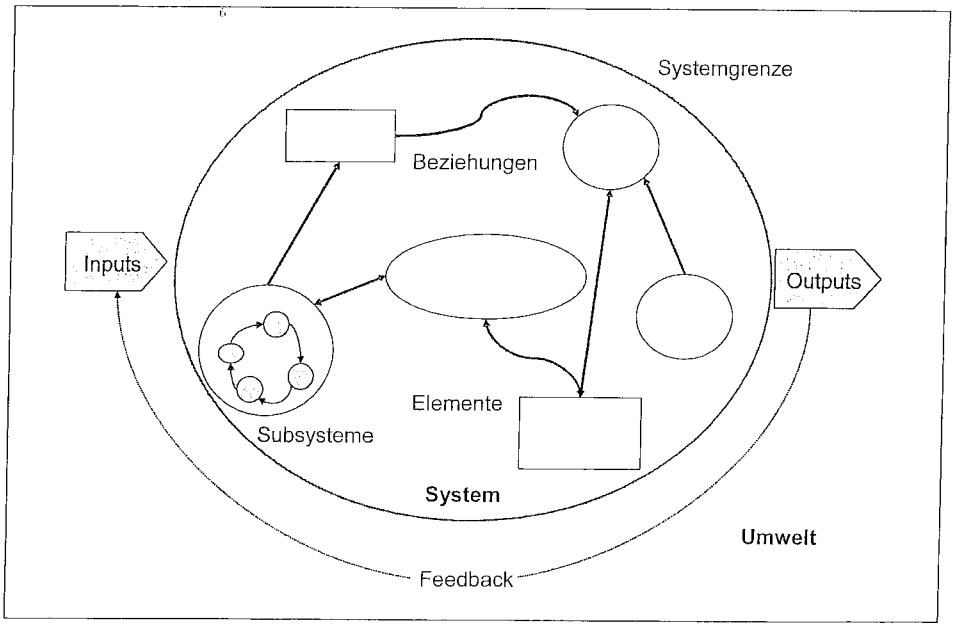

Abb. 2.1: *System und Umwelt*

Normalfall die Detailkomponenten, aus denen dieses Modul zusammengesetzt ist, nicht weiter.
Als Grundlage für das systemorientierte Design sind zwei Teilgebiete der Systemtheorie besonders wichtig:

- *Kybernetik*, die Lehre von der Kommunikation und Lenkung (Steuerung und Regelung) komplexer dynamischer Systeme
- *System Dynamics*, eine Theorie und Methodik für die Modellierung und dynamische Simulation solcher Systeme

Der Systemansatz versucht Systeme in ihrer Multidimensionalität (Stichworte: technisch, sozial, ökonomisch usw.), in ihrer Vielschichtigkeit (Stichwort: Subsysteme) und in ihrem Zusammenhang, nach innen (Stichwort: Beziehung Ganzes – Teile) sowie nach außen (Stichwort: Interaktion mit ihrer Umwelt), besser zu verstehen. Dies erfolgt weitgehend durch Abstraktion und Konzentration auf das Wesentliche, mittels systemtheoretisch-kybernetisch fundierter, methodisch-konzeptioneller Instrumente. Ein theoretisch wohlfundierter Systemansatz eignet sich für einen Umgang mit komplexen Problemen im Prinzip deshalb besonders gut, denn:

- Die systemische Betrachtungsweise ist *problemorientiert* und damit nicht methoden- oder disziplinär, sondern *transdisziplinär* ausgerichtet. Mit anderen Worten vermitteln Systemtheorie und Kybernetik einen formalen Apparat, der die disziplinen- und methodenübergreifende Kommunikation und Kooperation ermöglicht. Dies ist in der Praxis beispielsweise dort hilfreich, wo Ingenieure mit Sozialwissenschaftlern zusammenarbeiten müssen.
- Der Systemansatz richtet den Blick auf dynamische Gebilde, genauer: geordnete Ganzheiten von Beziehungen zwischen Elementen – Stichwort: *organisierte Komplexität*. Bei der Diagnose einer Organisation sind das beispielsweise nicht nur die statistischen Verteilungen von Ereignissen, sondern vor allem die Strukturen, welche die entsprechenden Verhaltensmuster generieren.
- Da er sowohl Beziehungen als auch Elemente im Auge hat, ist er *integrativ-ganzheitlich* orientiert. Dabei wird unter anderem die Interaktion des Systems mit seiner Umwelt in das Blickfeld gerückt. Es interessiert nicht nur, wie viel Gewinn eine Unternehmung macht, sondern auch wie sie sich in ihrem Umfeld verhält, insbesondere sozial und ökologisch.
- Der Systemansatz im hier verstandenen Sinne ist auf die Bewältigung *dynamischer Komplexität*, nicht nur statischer Kompliziertheit gerichtet. Er hat dort viel anzubieten, wo sich aus der Interaktion zwischen den Systemkomponenten (z. B. einem Auto und seinem Lenker) dynamische Komplexität ergibt.
- Er operiert nicht nur analytisch, sondern gewichtet *Analyse* und *Synthese* gleichermaßen hoch. Beispielsweise reicht eine Analyse – das Zerlegen in die Teile des Sachverhalts – nicht aus, um zu einer soliden Diagnose zu kommen. Erst die Synthese – das Zusammenfügen der Teile – ermöglicht ein tieferes Verstehen.
- Im Systemansatz haben eine *strukturalistische Perspektive* – insbesondere die Erfassung invarianter Strukturen, die Untersuchung von Rahmenbedingungen, die Kenntnis von Restriktionen und das Ausloten von Entscheidungsspielräumen – sowie das Denken in informationsverarbeitenden Prozessen hohe Bedeutung. Modellierung und Simulation werden heute immer wichtiger.
- Dabei werden eine *mehrdimensionale Sicht* und eine *Mehrebenen-Betrachtung* gesucht, die unterschiedliche logische Ebenen zu erfassen suchen. Selbst bei so eindeutig technischen Vorhaben wie der Entwicklung eines Produktes müssen auch wirtschaftliche, soziale, ökologische und ethische Gesichtspunkte in die Technik integriert werden.
- Speziell die kybernetische Betrachtungsweise konzentriert sich auf Aspekte der *Information* und *Kommunikation*, der *Eigendynamik* (Stichworte: Autonomie, Selbstorganisation) und der *Rückbezüglichkeit* (Stichworte: Reflexion, Selbstreferenz), der *Lenkung* (Stichworte: Regelung durch Rückkopplung/Feedback, Steuerung durch Vorkopplung/Feedforward), der Lebensfähigkeit und Entwicklung sowie des Lernens von Systemen (siehe unten).

2.1.3 Design

Statt vom Begriff Gestaltung auszugehen, wird hier bewusst der Begriff *Design* verwendet. Damit wird der Aspekt der konzeptionellen, modellgesteuerten, zielorientierten Gestaltung betont. Design hat insofern mit Management zu tun, als es dabei auch um eine Bewältigung von komplexen Aufgabenstellungen geht, zum Zweck besserer Ausgestaltung technischer, organisationaler und soziokultureller Bedingungen des menschlichen Lebens.
Hier soll Design nicht nur als Teil der Produktentwicklung verstanden werden. Es geht auch nicht ausschließlich um Innovation, sondern um einen umfassenden Prozess, in dem Gestaltung und Selbstorganisation zu Evolution und Transformation führen. Da nicht jede Veränderung an sich schon positiv zu bewerten ist oder alles Neue per se schon besser wäre, sind Selektionen nötig: Es gibt immer mehr Wege, eine Sache falsch zu machen als richtig. Deshalb

sind im Raum der Möglichkeiten Bandbreiten wünschbarer Entwicklungen zu identifizieren und Wege zu selektieren, die geeignet sind, solche Entwicklungen herbeizuführen. Produktentwicklung und Innovation bilden den Fokus dieses Buches. Innovation ist aber nur dann möglich, wenn die Innovatoren den größeren Zusammenhang sehen. Deshalb die integrative und interdisziplinäre Ausrichtung dieses Werks.

Aus systemorientierter Sicht ist Design mehr als Entdeckung oder Erfindung. Sie liegt näher am Konzept der Komposition oder Mitschöpfung („co-creation"). Design ist somit ein schöpferischer Prozess, mittels dessen die Realität laufend „hervorgebracht" wird (weiterführende Literatur: Nelson/Stolterman 2003).

2.1.4 Design im Kontext von Organisation und Management

Angesichts der zunehmenden Komplexität und Dynamik in der Umwelt und in den Unternehmungen wird der Ruf nach Vereinfachung laut. Die beschränkten kognitiven Kapazitäten menschlicher Akteure erfordern zweifellos ein Überschaubarmachen und damit Abstraktion. Dabei besteht allerdings immer die Gefahr einer kontraproduktiven Übersimplifizierung. Das Resultat eines Prozesses - Managementprozesses, Produktentwicklungsprozesses etc. - kann nicht besser sein als das ihm zugrunde liegende *Modell*, es sei denn durch Zufall (*Conant-Ashby-Theorem*). Dieser Satz ist deshalb essenziell, weil wir immer auf der Grundlage von Modellen operieren, ob wir es wissen oder nicht, und ob wir wollen oder nicht. Dies gilt, wenn wir unter dem Modellbegriff nicht nur formale, sondern auch mentale Modelle subsumieren.

Wir müssen also im Umgang mit komplexen Situationen oder Vorhaben ein Modell haben, das den Sachverhalt mit ausreichender Reichhaltigkeit abbildet und gleichzeitig einfach genug ist, um handhabbar zu bleiben. Einstein sagte in diesem Zusammenhang: „Bitte möglichst einfach, aber nicht einfacher!" Der Grat zwischen notwendiger Vereinfachung und kontraproduktiver Simplifizierung, einschließlich der mit ihr einhergehenden Trivialisierung, ist ein Weg auf Messers Schneide.

Führungskräfte, insbesondere auch die Projektleiter in Forschung und Entwicklung, erweisen sich oft als sehr geschickt im pragmatischen Umgang mit ihrem komplexen Umfeld, aber nicht immer. Empirische Studien zeigen, dass sich die bezüglich neuer Produktentwicklungen sehr gut und die sehr schlecht abschneidenden Unternehmungen voneinander hinsichtlich einer Reihe von Kriterien signifikant unterscheiden:

In einer einschlägigen Untersuchung (Cooper/Edgett/Kleinschmidt 2003) wurden aus einer Stichprobe von 105 Geschäftseinheiten mit durchschnittlich - an den Medianen gemessen - 400 Mio. Dollar Umsatz und 1500 Mitarbeitern die am besten und die am schlechtesten abschneidenden Einheiten verglichen. Die Erfolgsdimension wurde mit Variablen der Zielerreichung (bezüglich Umsatz, Gewinn und Marktanteile, Gewinnhöhe, technischem Erfolg, Zeiteffizienz, Verkürzung der Durchlaufzeiten, Öffnung neuer Märkte, Erschließung neuer Technologien usw.) gemessen. Die „top performers" (n = 29, d. h. 27,6 % der Stichprobe) sind charakterisiert durch erfolgreiche und profitable neue Produktentwicklungen, die auch Fenster in neue Märkte öffnen. Die Produktentwicklungen bei den „worst performers" (n = 26, d. h. 24,8 % der Stichprobe) sind dem gegenüber nicht erfolgreich sowie nicht profitabel und sie öffnen keine Fenster. Die am besten abschneidenden Geschäftseinheiten zeichnen sich gegenüber denjenigen mit den schlechtesten Resultaten unter anderem aus durch:

- viel höhere Produkterfolgsraten und geringere Fehlerquoten
- eine wesentlich schnellere und effizientere Realisierung ihrer Projekte; zudem haben sie ihre „time to market" viel stärker und in der Regel dramatisch reduziert
- mehr als doppelt so viele Neuproduktentwicklungen, welche den Eintritt in neue Märkte, Technologien sowie Produktkategorien ermöglichten, usw.

Damit ist allerdings noch nichts über die organisatorischen Voraussetzungen ausgesagt, aufgrund derer die genannten Ergebnisse erzielt wurden. Immerhin hat diese Studie den Vorzug, dass sie nicht nur Indikatoren operativen Erfolgs (z. B. Gewinn), sondern auch Größen - zumindest implizit - ausweist, die als strategische Bezugsgrößen den operativen Erfolg vorsteuern (z. B. deutet ein Marktanteilszuwachs auf eine relativ starke Marktposition hin, die wiederum erfolgsträchtiger ist als eine schwache Position im Markt).

Viele Studien dieser Art geben allerdings jeweils vornehmlich Indikatoren an, die sich aus den schlussendlichen, buchhalterisch erfassten Ergebnissen (z. B. Umsätze, Effizienz, Erfolg, Produkterfolgsquoten usw.) von Entscheiden ableiten lassen, welche zeitlich oft weit zurückliegen und zudem einer anderen logischen Ebene zuzuordnen sind als die Ergebnisse selbst.

Zur Frage des Blicks auf das Ganze noch ein abschließendes Beispiel. Die kurzfristig orientierte, eindimensionale Maximierung von Zielgrößen wie Aktienkurs, Gewinn oder Effizienz führt zu langfristig schädlichen Rückwirkungen. Wird beispielsweise davon ausgegangen, das Ziel einer Unternehmungsführung sei „nichts als die Steigerung von Unternehmungswert", so ist in aller Regel ein Desaster vorprogrammiert. Dies zeigen die Unternehmungszusammenbrüche im Kielwasser der „irrational exuberance" (Shiller) der „New Economy", die weltweite Krise der „Corporate Governance" und der mit ihr verbundene Schwund von Glaubwürdigkeit und Vertrauen in die Leitenden.

2.2.1.1 Von partiell zu integrativ

Das Systemdenken postuliert, dass für einen kompetenten Umgang mit komplexen Systemen auch komplex gedacht werden muss. Das bedeutet einmal, dass ein Sachverhalt mehrdimensional zu erfassen ist. Die Frage, ob eine Beobachtung ausreichend gut ist, kann nur beantwortet werden, indem die Beobachtung selbst beobachtet wird, also durch Beobachtung zweiter Ordnung.

Nach spektakulären Unfällen, etwa Flugzeugabstürzen, lautet vielfach der Befund auf „menschliches Versagen" oder „technische Defekte". Viel zu wenig beachtet wird dabei, dass es sich, beispielsweise bei einem Flugzeug, um ein *soziotechnisches System* handelt – ein Gebilde, in dem Menschen und Maschinen interagieren. Die Unfallursache ist oft ein suboptimales Design, welches der Interaktion von Mensch und Maschine oder auch von Team und Maschine zu wenig Rechnung getragen hat. Viele Flugzeugabstürze, Unfälle bei Atomkraftwerken usw. werden zwar durch ein menschliches Versagen oder einen technischen Defekt ausgelöst, doch der „Mechanismus", welcher diese Katastrophen herbeiführt, beruht in der Mehrzahl der Fälle auf einem Organisationsproblem. Ein integrales Design muss zumindest alle drei Komponenten berücksichtigen – Mensch, Technik und Organisation (weiterführende Literatur: Linstone 1999, Ulich 1993 etc.).

Die Qualität der Gestaltung solcher komplexer Systeme kann nicht besser sein als das Modell, auf dem sie basiert. Zwar hat niemand die ganze Perspektive und jede Betrachtung ist selektiv. Gerade deshalb aber ist es qualitätskritisch, die fragmentierte Betrachtung und Behandlung eines komplexen Gegenstandes zu überwinden, indem die unterschiedlichen Teilaspekte und Sichten zu einem möglichst umfassenden, kohärenten Bild integriert werden. Im Fall von Widersprüchen kann die Kohärenz oft erst dann erzielt werden, wenn ein übergeordneter Standpunkt – eine höhere logische Ebene – eingenommen wird, wie dies anhand des Modells Systemischer Lenkung dargelegt wurde (Abb. 2.2).

Es kommt nicht von ungefähr, dass die fortschrittlichsten Unternehmungen ein Gleichgewicht zwischen wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Ausrichtung anstreben. Im Produktdesign nützt es wenig, isoliert die technische Performance einer Maschine kontinuierlich zu steigern, wenn dabei die humane Dimension (Ergonomie, Benutzersicherheit und -komfort etc.) und die ökologische Verträglichkeit (Minimierung von Emissionen, umweltfreundliche Werkstoffe usw.) vernachlässigt werden. Die vielen schlecht durchdachten Lösungen – Lärm erzeugende Gartengeräte, anfällige Computer – sowie die Unzahl von Produkten und Dienstleistungen, die den Kunden bestatt entlasten, sind Ausdruck einer zu engen Optik. Die schlechten Lösungen schlagen zurück; in der Regel geraten ihre Erzeuger, über kurz oder lang, in Schwierigkeiten. Chancen haben die durchdachten Lösungen. Solche können – insbesondere bei wissensteiligen Produktionsprozessen – nur zustande kommen, wenn integrativ gedacht und gehandelt wird.

Wie nie zuvor ist heute der einzelne Akteur gefordert, den Bezug der eigenen Rolle zum Ganzen zu verstehen. Eine solche integrative Denkweise bedarf des fachübergreifenden Dialogs, aber auch neuer konzeptioneller Hilfsmittel. Zu diesen zählen insbesondere Methoden der Modellierung und Simulation (siehe Kap. VI.5).

2.2.1.2 Analytisch und synthetisch

Analytischer Tiefgang ist eine Stärke der technisch-wissenschaftlichen Disziplinen. Die Analyse zerlegt, aber sie tendiert auch dazu, ein Ganzes zu zerstückeln, so dass der Gesamtzusammenhang immer schlechter erkennbar ist, ja sogar zerstört wird.

Design erfordert beides, die *Analyse* und die *Synthese*. Letztere ist dabei sogar noch wichtiger. Bei der Synthese geht es um das Zusammenfügen der Komponenten zu einem funktionsfähigen, aber auch ästhetisch sowie kulturell ansprechenden Ganzen. Damit ist die Einheit von Form und Funktion angesprochen. Aber nicht einmal diese ist genug. Das Ergebnis des Designs muss auch höher gelagerten Kriterien genügen. Es hat einem oft sehr anspruchsvollen, mehrdimensionalen Zielkatalog gerecht zu werden. Nicht zuletzt muss es ethischen Kriterien genügen, sollte also nicht nur in ökonomischer, funktionaler und ästhetischer, sondern auch in ideeller Hinsicht einen wertvollen Beitrag leisten.

2.2.1.3 *Kompositorisches Design*

Deshalb sind für gutes Design *kompositorische Fähigkeiten* erforderlich. Diese Fähigkeiten zählen in unserer Zeit zu den wichtigsten überhaupt (weiterführende Literatur: Nelson/Stolterman 2003, von Mutius 2000).

Das Zusammenfügen von Komponenten kann ein langwieriger Prozess sein - etwa bis in einem Puzzle alle Steine am richtigen Ort sind. Die vollendete Schönheit eines Mosaiks beruht aber darauf, dass von vornherein ein Gesamtbild vorhanden war, oder zumindest ein Leitmotiv.

So hat beispielsweise die Leitidee bei der Firma Alienware - „to have the highest customer satisfaction, and unwavering customer loyalty, and most important, unrivalled products" - dazu geführt, dass dort Computer mit einem höherwertigen Design erzeugt werden, was diese Kleinunternehmung in einem Spiel, das von übermächtigen, weitgehend Mittelmäßiges produzierenden Giganten dominiert wird, bestehen und sogar florieren lässt.

Die Vision eines *Gesamtbildes* spielt im schöpferischen Akt eine große Rolle. Wie ein „Simulacron" - sozusagen ein Traumbild, das eine verschlüsselte Lösung für einen komplexen „design challenge" zeigt - tritt sie unvermittelt auf. Unter den Titeln „göttlicher Funke" (Arthur Koestler), „Inspiration" (Einhauchen, Eingebung), „Erleuchtung" oder „Emergenz" (das Auftauchen von Neuem) ist dieses Phänomen vielfach beschrieben, aber nie restlos erklärt worden, denn es hat etwas Metaphysisches.

Durchschlagende neue Einsichten können nicht auf Abruf hervorgerufen werden, aber sie entstehen auch nicht von selbst. Sie treten typischerweise in ruhigen Phasen nach oft langwierigen, mühevollen Prozessen der Suche und Detailarbeit auf. Plötzlich vollzieht sich schlagartig eine Synthese. Im Prinzip sind solche Durchbrüche rar und präziös. Obwohl sie nicht auf Befehl erfolgen, kann ihr Eintritt begünstigt werden. Dazu sind zwei Voraussetzungen erforderlich, Fokus und Entspannung:

1. *Fokus*: Es muss bei einem Akteur, abgesehen von der psychischen Energie, genug ungebundene Aufmerksamkeit übrig sein, um sich mit dem Neuen auseinander zu setzen (weiterführende Literatur: Czikszentmihalyi 1996).
2. *Entspannung*: In einem Umfeld, das Ruhephasen zunehmend zu verhindern tendiert, ist es immer mehr eine Frage der Disziplin, Ruhepausen und spielerische Phasen einzuschalten und zu pflegen.

Potentiellen Innovatoren zu helfen, sich von äußeren Zwängen zu befreien, die ihre Aufmerksamkeit einschränken, und sie vom mechanistischen Druck der Bürokratie zu entlasten, der Ruhe zerstört und Spiel verhindert, ist eine Top-Priorität exzellenter Führungskräfte. Diese Priorität wird allzu oft vernachlässigt. Entgegen anders lautender Beteuerungen nimmt die Innovationsfähigkeit generell ab, weil bürokratische und technische Zwänge weiterhin im Vormarsch sind. Kreativität und Innovation sind also nicht nur eine Frage der Begabung, sondern auch eine Frage der Organisation (weiterführende Literatur: Quinn 1997, Dimanescu/Dwenger 1996).

2.2.1.4 *Integrales Design*

Designaufgaben sind nicht nur an Individuen gebunden, sondern müssen oft auch Teams übertragen werden, weil es erforderlich ist, unterschiedliche Fähigkeiten und Kenntnisse zusammenzubringen oder weil einfach die schiere Aufgabenfülle zu umfangreich ist.

Deshalb spielen auch Teamorganisation und Kommunikation eine große Rolle (siehe auch Teil II/Kapitel 2). Oft sind die Innovationsteams netzwerkartig; auch externe Stakeholders wie Kunden, Lieferanten und Absatzmittler sind in die Entwicklungsprozesse eingebunden.

Integrales Design basiert also nicht nur auf der *sachlichen Integration* unterschiedlicher Betrachtungs- und Gestaltungsdimensionen, sondern auch auf dem Dialog von Vertretern unterschiedlicher Disziplinen. Der *interdisziplinäre Dialog* scheitert deshalb so oft, weil die Vertreter der unterschiedlichen Wissensgebiete ihre eigenen, den anderen Beteiligten unverständliche Sprachen sprechen. Insofern bieten Systemtheorie und Kybernetik einen äußerst leistungsfähigen, nur wenig aufwändigen gemeinsamen Code (siehe z. B. Sherwood 2002), der eine transdisziplinäre - über die Disziplinen hinweg reichende - integrative Zusammenarbeit ermöglicht.

Darüber hinaus betrifft die Überschreitung von Grenzen in diesem Zusammenhang auch die Unternehmensgrenzen. Im Zeitalter der mobilen „Professionals" können sich die Unternehmungen nicht auf rein firmeninterne Entwicklungen beschränken. Der Fluss von Wissen über die Unternehmungsgrenzen hinweg - in beide Richtungen - ist von großer Bedeutung für die Produktentwicklung: in einem Prozess der „offenen Innovation" werden interne und externe Ideen auf unterschiedlichsten Wegen entwickelt, verknüpft und auf den Markt gebracht.

2.2.1.5 *Zirkuläres Konzept*

Systemdenken ist zirkulär. Im Gegensatz zum Denken in offenen Wirkungsketten wird in Kreisläufen gedacht.

Kreislaufmodelle implizieren, dass Ergebnisgrößen auf die Ausgangsgrößen zurückwirken. Es greift also eine Betrachtungsweise Platz, die breiter ist und größere Zeithorizonte in Betracht zieht. Dies geschieht, indem die längerfristigen Auswirkungen von Aktionen sowie laterale oder großräumige Wirkungen (z. B. Umwegrentabilitäten, soziale Kosten) Berücksichtigung finden.

Wertschöpfungsprozesse werden traditionell als Wertketten abgebildet. Damit wird aber ausgeblendet, dass der Prozess durch von außen kommende Inputs (Rohstoffe, Energie, Information) sozusagen „gefüttert" wird, und es bleibt auch unklar, was mit den Outputs (Resultaten des Prozesses) geschieht.

Systemische Betrachtung orientiert sich am *Wertkreislauf*. Das Schema in Abbildung 2.3 bezieht neben Forschung und Entwicklung, Produktion und Vertrieb auch die Konsumsituation mit ein sowie die Verwertung von Abfällen, die Wiedergewinnung von Rohstoffen usw.

Diese Betrachtungsweise hat unter anderem folgende Vorteile:

- Da die Konsum- und Gebrauchssituation des Anwenders explizit miteinbezogen wird, werden Produktunterhalt und Service zu Gegenständen der aktiven Gestaltung und auch Bewirtschaftung.
- Da die Wertkette zirkulär geschlossen, also zu Ende gedacht wird, ergeben sich wertvolle Anhaltspunkte für eine umweltfreundliche Wirtschaftsweise, die neben den ökologischen auch wirtschaftliche Vorteile hat (weiterführende Literatur: Vester 1999, Schwaninger 1990, Meffert/Kirchgeorg 1998).
- Die Designfunktion wird nicht als ein Glied in der Kette betrachtet, sondern als eine integrativ-gestalterische Disziplin, welche das gesamte Wertschöpfungssystem von Grund auf überdenken, (neu) entwerfen und verbessern kann.

Die dargelegte Kreislaufbetrachtung gilt auch für Wertschöpfungsnetzwerke, in denen sich dann die Strukturen komplexer in Form vermaschter Regelkreise darstellen.

Zweifellos ist die vorgelegte neue Betrachtungsweise auch nicht frei von Schwierigkeiten: Man muss umdenken und neue Formen der Gestaltung finden, was auch Risiken impliziert. Das größte Risiko aber wäre, nicht umzudenken!

2.2.2 Funktions- und Problemorientierung

Funktionsorientierung heißt, dass das Design eines Objekts immer im Lichte der Rolle zu erfolgen hat, welche dieses Objekt in einem bestimmten Kontext erfüllen soll.

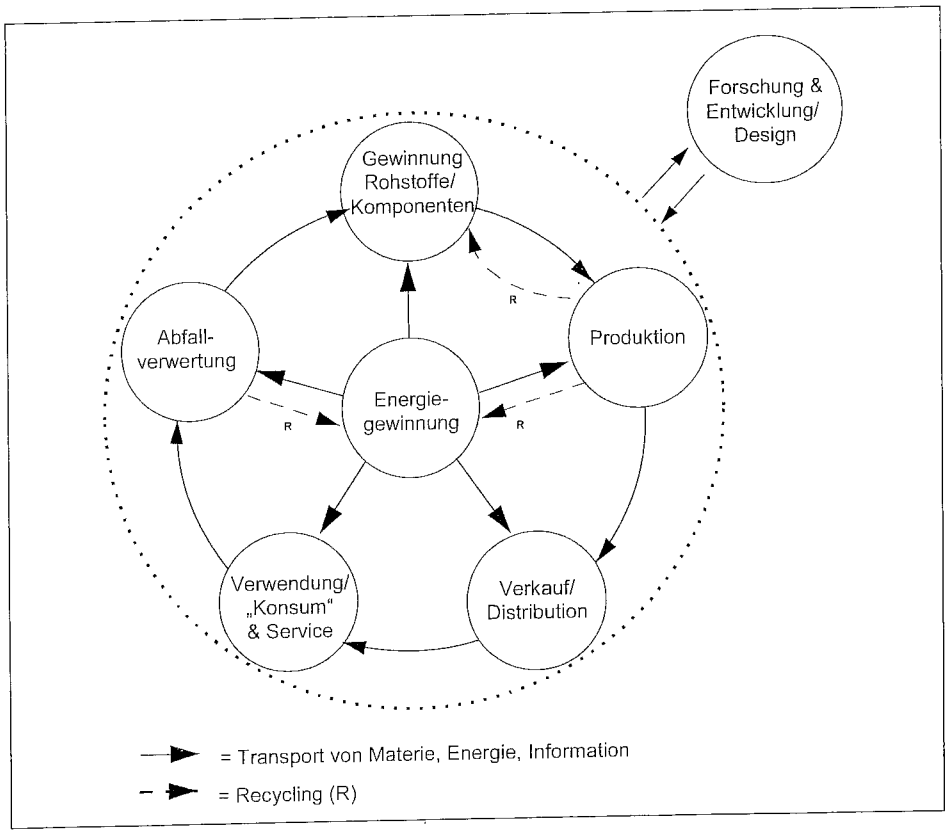

Abb. 2.3: *Wertkreislauf*

Anders ausgedrückt, dass das Design sich am Problem, das es zu lösen gilt, orientiert. Dies in Abgrenzung von einer Methoden- oder Disziplinenorientierung: Ein und dasselbe Problem kann in unterschiedlichen Kontexten auf sehr verschiedenartige Weise gelöst werden. Dazu ein Beispiel: In unterschiedlichen Kulturen und Ländern hat sich eine große Vielfalt von Wohnformen entwickelt, die jeweils lokal - den klimatischen und topografischen Gegebenheiten, kulturellen Gepflogenheiten usw. - in idealer Weise angepasst sind. Diese Mannigfaltigkeit gibt Aufschluss über die phänomenale Gestaltungskraft und weltweite Präsenz schöpferischen Designs. Dabei sind viele Funktionen eines Heims immer wieder dieselben: Schutz vor den Unbilden der Witterung („Obdach"), gemeinsames Wohnen einer Familie („Wohnung"), Stärkung des sozialen Zusammenhalts und emotionaler Bande („Heim"), Sicherung physiologischer Bedürfnisse („Herd") usw.
Solche Universalien verweisen deutlich auf die höhere Leistungsfähigkeit einer Funktions- oder Problemorientierung im Vergleich zu einer Orientierung an einer bestimmten Methode oder Disziplin. Ist man zu sehr auf eine beherrschte Methode oder Disziplin fixiert, besteht die Gefahr, dass die anstehende Herausforderung falsch definiert oder gar nicht erkannt wird. Wer auf eine bewährte Methode (oder Technologie) fixiert ist, wird früher oder später von einer nicht erkannten, neuen technologischen Entwicklung überrascht. Man denke an den renommierten Hersteller von Zahnrädern, welcher in den achtziger Jahren nicht darauf vorbereitet war, dass hohe Anteile der mechanischen Module, die seine Zahnräder enthielten, bei den belieferten Maschinenherstellern durch elektronische Bauteile substituiert wurden. Diese Firma ging langsam, aber sicher zugrunde.
Solche Entwicklungen früher zu erkennen und insbesondere sich prospektiv vorzubereiten, ist nicht einfach. Erleichtert wird der Umgang mit diesem Problem durch eine höchst leistungsfähige Vorgehensweise: Die *lösungsinvariante Definition des Kundenproblems*. Sie bildet den Schlüssel zur Ermittlung und Bewertung neuer Erfolgspotenziale. Die Art und Weise, wie man ein und dasselbe Kundenproblem löst, kann sachlich und zeitlich sehr stark variieren.
Für das Kundenproblem „Beseitigung von Nierensteinen" beispielsweise stehen folgende Arten von Problemlösungen zur Verfügung:

1. chirurgischer Eingriff: Beseitigung durch klassische Operation
2. endoskopischer Eingriff: Zerkleinerung und Entfernung mittels eines von außen eingeführten Instruments
3. Nierenlithotripter-Behandlung: Zerlegung der Nierensteine mittels Stoßwellen von außen in sandkorngroße Teilchen, die mit dem Urin ausgeschieden werden
4. Chemotherapie: Verabreichung von Medikamenten, welche die Auflösung oder Ausscheidung der Steine bewirken
5. kombinierte Formen der Varianten 2 und 4
6. Prophylaxe
7. Rezidivprophylaxe (Vorbeugung gegen Wiedererkrankung)

Es ist klar, dass je nach Problemlösung, neben den Patienten, Ärzten und Spitälern, ganz unterschiedliche Zulieferanten von Produkten (Pharma und Medizintechnik), industrienahen Dienstleistungen (Maschinenunterhalt) usw. in der Wertkette tangiert sind.
Die lösungsinvariante Definition des Kundenproblems erweitert den Horizont der Betrachtung. Damit können einem spezifischen Kundenproblem zugeordnet werden:

1. Alle derzeit im Markt *vorhandenen Problemlösungen*, unabhängig davon, ob sie aus der eigenen Branche kommen oder nicht: Im Energiebereich sind dies beispielsweise die heute sich konkurrenzierenden Arten von Energieträgern (hydroelektrische Energie, Atomenergie, fossile Brennstoffe, Erdgas, Solarenergie etc.). Da sich diese verschiedenen Problemlösungen in unterschiedlichen Phasen des Lebenszyklus befinden, wird durch diese Art von Betrachtung die Dynamik der Substitutionskonkurrenz erkennbar.
2. Die in Entwicklung befindlichen, *neuen Problemlösungen*, sowohl im eigenen Unternehmen als auch bei der Konkurrenz und in anderen Branchen: Ein Beispiel sind die heute in Entwicklung befindlichen neuen Anlagen der Energienutzung, etwa zur direkten Umwandlung von Sonnenenergie in speicherbare Elektrizität, Kraftwagen mit Wasserstoffantrieb, Brennstoffzellen usw.
3. Die noch im Forschungsstadium befindlichen, *potentiellen neuen Problemlösungen*: Damit sind die prinzipiell neuen, aber hinsichtlich ihrer Erfolgswahrscheinlichkeit noch relativ unsicheren und von ihrer kommerziellen Nutzung noch weit entfernten Problemlösungen bezeichnet. Dieser Kategorie gehören heute im Energiesektor z. B. der Molekularstromrichter und die Kernfusion, als vorderhand noch futuristische Techniken der Energiegewinnung, an.

Wenn von Kundenproblemen ausgegangen wird, gewinnt nicht das Denken in Produkten, sondern in Problemlösungen Vorrang. Sie umfassen damit auch sämtliche be-

gleitenden Prozesse, welche für die Erstellung, Nutzung, Wartung und Entsorgung der vermarkteten Produkte und Dienstleistungen erforderlich sind.

Warum wird hier vom „Kundenproblem", nicht vom „Kundenbedürfnis" gesprochen? Beide Begriffe sind Synonyme. Das Wort „Problemlösung" unterstreicht jedoch den Wert eines Angebots, das dem Kunden wirklich weiterhilft und damit für eine dauerhafte Kundenbeziehung besser geeignet ist als die Befriedigung eines vielleicht launischen, rasch vergänglichen Bedürfnisses. Wenn auch viele Konsumgüter oft nur auf kurzlebige Bedürfnisse ausgerichtet sind, gilt: Je näher ein Produkt am originären – grundlegenden oder ursprünglichen, im Gegensatz zu einem abgeleiteten – Kundenproblem ist, umso schwieriger kann es wegrationalisiert, weginnoviert oder substituiert werden. Das gilt beispielsweise für Zucker im Gegensatz zu den künstlichen Süßstoffen, für Mineralwasser im Vergleich zu anderen Softdrinks, für das Flugzeug oder Automobil als Ganzes, im Vergleich zu bestimmten Antriebsformen, etc.

Die Konzentration auf das Kundenproblem erweitert den Blick – es stellt sich die Frage nach dem ganzen Geschäftssystem: Wie ist es beschaffen und wie soll es gestaltet werden? Dazu die in Abbildung 2.4 dargestellte *invariante Grundstruktur von Geschäftssystemen.*

Dieses Schema geht von den Dimensionen aus, durch welche Geschäftssysteme prinzipiell definiert sind. In der Regel sind folgende fünf Dimensionen maßgeblich: Produkte (Marktleistungen), Technologien, Absatzwege (Vertriebskanäle), Kunden (Gruppen), Anwenderprobleme (Kundenprobleme, Kundenbedürfnisse). Die Logik des Schemas ist zirkulär: Technologien erzeugen Produkte; diese fließen durch Absatzwege und erreichen Kundengruppen, welche ihrerseits Kundenprobleme haben. Sie möchten diese Kundenprobleme lösen, weshalb sie sich die dafür bestgeeigneten Lösungstechnologien suchen. Alle fünf Elemente sind jeweils so zu konfigurieren respektive zu rekonfigurieren, dass auch Alliierte wie Lieferanten und Kooperationspartner konkret in den Prozess miteinbezogen werden. Wettbewerber sind sorgfältig in den Überlegungen zu berücksichtigen und sie können möglicherweise zu neuen Partnern werden. In vielen Fällen spielt auch regionale Differenzierung eine Rolle.

Ein kreatives Geschäftsfeld-Design soll substantiellen Kunden nutzen und nachhaltige Wettbewerbsvorteile – besser noch Einzigartigkeit – schaffen. Dies ist manchmal erst möglich, indem das gesamte Geschäftssystem neu gestaltet wird. Vor einem mechanistischen Vorgehen, das die beteiligten Menschen unberücksichtigt lässt, sei allerdings gewarnt.

Innovationen, welche zu völlig neuen Geschäftssystemen geführt haben, treten in der Geschichte immer wieder auf. Man denke an Produkte wie den Transistor, integrierte Schaltkreise, Personal Computer, Mobiltelefone, Brennstoff-

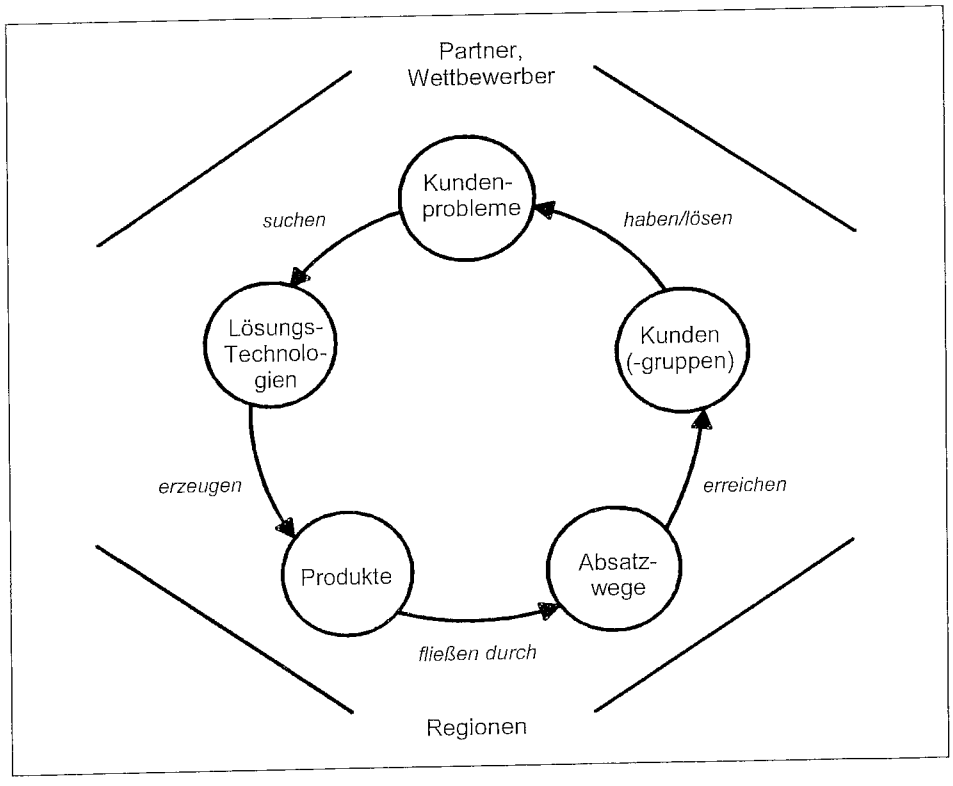

Abb. 2.4: *Invariante Grundstruktur von Geschäftssystemen*

zellen, im Dienstleistungsbereich an Städteflüge, Online-Banking, Hedgefonds, Derivative usw. Solche Innovationen werden „Disruptive Innovations" genannt (Christensen 1999), wenn sie zu grundlegenden Veränderungen im Produkt-Markt-Gefüge führen. Durchschlagende Innovationen beruhen immer darauf, dass nicht nur bei einem (z. B. Produkt oder Technologie), sondern bei mehreren, oft allen Komponenten des Geschäftssystems substantielle Veränderungen vorgenommen wurden oder sich quasi selbstorganisierend ergeben haben. Der Leser möge eine beliebige radikale Innovation anhand dieses Schemas rekonstruieren.

Bei Innovationsprozessen ist oder erscheint zumindest vieles als zufällig. Trotzdem ist Design und insbesondere „Redesign" ein entscheidender Faktor. Bei einem „Re-design" gilt es, nicht nur die Elemente des Geschäftssystems an sich, sondern vor allem auch die Beziehungen zwischen den Elementen zu überdenken und gegebenenfalls „neu zu erfinden". Solche Beziehungen können im Prinzip zwischen allen Elementen bestehen, nicht nur entlang den Pfeilen des vereinfachten Schemas in Abbildung 2.4. Meist beruhen vorteilhafte neue Lösungen auf der Elimination bestehender oder auf dem Hinzufügen anderer Elemente oder Relationen.

Abschließend ein Beispiel aus der Nahrungsmittelindustrie. In der gegenständlichen Firma stellte sich die Frage, ob man eine Geschäftseinheit „Catering" aufbauen sollte. Die Vorstellungen waren vage. Anhand einer morphologischen Landkarte (Abb. 2.5), welche die Vielfalt der sich stellenden Möglichkeiten überschaubar machte, wurde das Feld überschaubar gemacht. Mittels einer Konfigurationsanalyse wurden die Profile im Markt identifizierbarer Geschäftssysteme ermittelt und mögliche Varianten für einen Eintritt in das Neugeschäft konkretisiert. In der Grafik sind zwei entsprechende Profile abgebildet.

2.2.3 Strukturalistische Orientierung

Systemdenken ist weniger an detaillierten Ereignissen interessiert als an den größeren Zusammenhängen. Deshalb liegt der Akzent auf *Verhaltensmustern* und diesen zugrunde liegenden *Strukturen*.

Ereignisse werden als punktuelle Manifestationen von großräumigeren Verhaltensmustern eines Systems verstanden. Erst eine Verknüpfung von verschiedenen Ereignissen lässt ein solches Muster erkennen. Beispielsweise kann

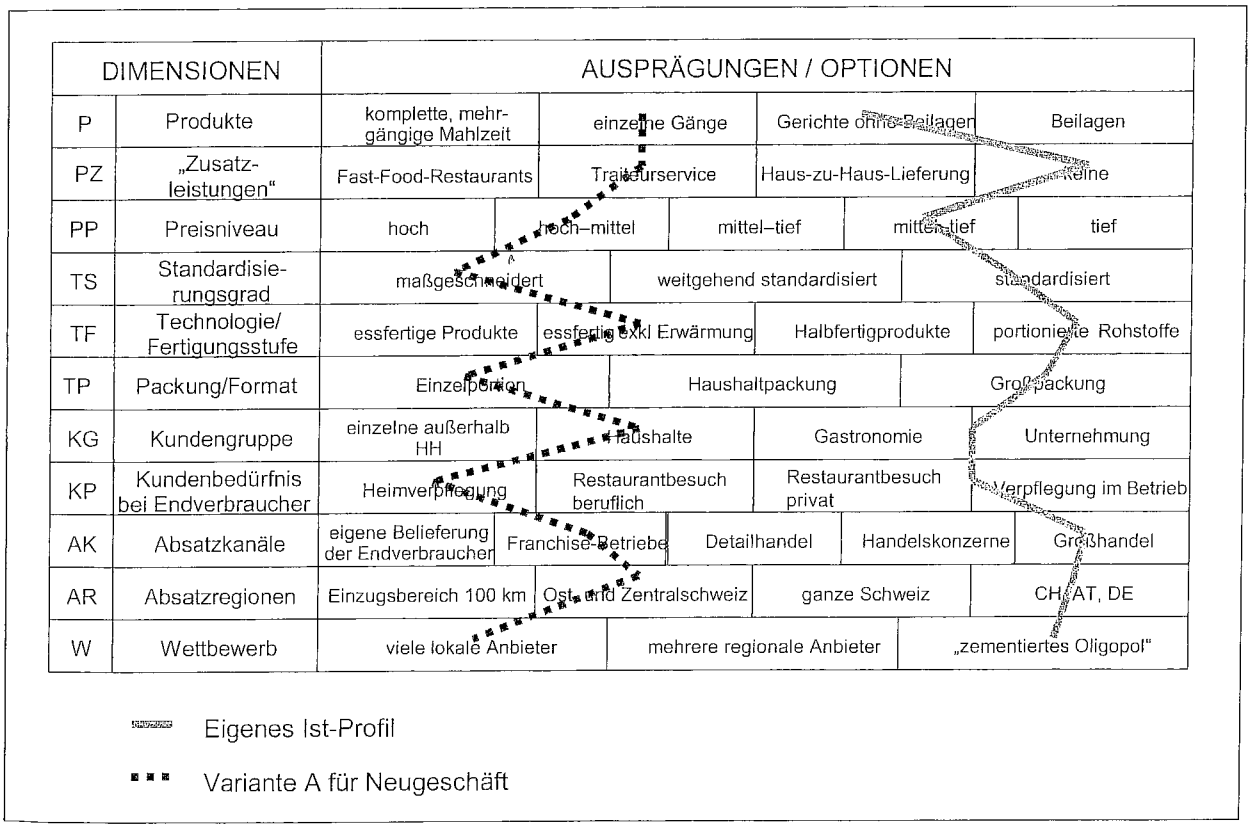

Abb. 2.5: *Morphologische Landkarte - Beispiel Catering*

man das Besondere am Einzelfall besser identifizieren und verstehen, wenn dieser mit anderen Fällen verglichen wird.

Noch ein Beispiel: Wenn berichtet wird, der Gewinn einer Unternehmung habe sich um 15 % verringert, sagt das fast nichts aus. Was ist der langfristige Trend? Bedeutung gewinnen einzelne Datenpunkte also erst, sobald man eine größere Zeitreihe untersucht und interpretiert hat. Der Gewinnrückgang kann in einen abnehmenden oder in einen zunehmenden Trend eingebettet sein; es könnte aber auch ein Trendbruch oder eine Trendänderung vorliegen usw. Hier helfen statistische Analysen. Aber neben dem Trend müssen auch andere Größen analysiert werden: Ist die Veränderung mengen- oder preisbedingt? Wie haben sich die Vorsteuerungsgrößen – Wettbewerbsposition, Innovation usw. – entwickelt? Welches ist das Ablaufmuster, das die Ereignisse verbindet? Ist die Ursache des Gewinnrückgangs ein vorübergehender Konjunktureinbruch oder hat sie tiefere Gründe – etwa einen Verlust an Wettbewerbsfähigkeit im Gefolge unzureichender Innovation?

Aber selbst die Identifikation eines Musters reicht nicht aus. Von höchstem Interesse ist die Struktur, welche das Muster erzeugt. Strukturen bestehen aus Elementen und Interaktionen, die man im Modell durch Parameter, Variable und Verknüpfungen zwischen diesen Größen darstellen kann. Die neuere Systemtheorie zeigt, dass die Verknüpfungen, respektive Interaktionen zwischen den Elementen oft wichtiger sind als die Elemente selbst: Wie wirken die Elemente aufeinander, wie reagieren sie auf Einwirkungen und wie sind die Rückwirkungen, welche diese zeitigen? Man denke an Entwicklungsteams: Dort sind der Modus der Interaktion, das Gruppenklima, die Kooperation und Synergie zwischen den Beteiligten oft wichtiger als die detaillierten Eigenschaften der einzelnen Gruppenmitglieder. Unter bestimmten Umständen können Ereignisse und Muster auf die Strukturen zurückwirken. Beispielsweise kann eine sich verschlechternde wirtschaftliche Situation eine Reorganisation auslösen. Damit sind wir bereits mitten in einer dynamischen Betrachtungsweise.

2.2.4 Dynamische Betrachtungsweise, Modellierung und Simulation

Systemdenken ist nicht nur strukturalistisch, es ist auch *prozessorientiert* – ein Denken in dynamischen Prozessen. Am Anfang eines Innovationsprozesses muss immer eine gründliche Diagnose stehen – eine systematische Analyse, deren Komponenten zu einem Gesamtbild synthetisiert werden. Basierend auf Peter Drucker (1984, 2001), dem Altvater der Managementlehre, können sieben Quellen von Innovationen ausgemacht werden, deren Nutzung immer eine dynamische Betrachtungsweise erfordert:

- unerwartete Erfolge und Misserfolge bei der eigenen Unternehmung, aber auch bei deren Wettbewerbern
- Missverhältnisse, z. B. im Produktions- oder Distributionsprozess, oder ein eigenartiges Kundenverhalten
- Erfordernisse der Prozesse oder neue technologische Möglichkeiten
- Verschiebungen in Branchen- oder Marktstrukturen
- demografische Veränderungen
- Veränderungen in Bedeutungen und Wahrnehmungen
- neues Wissen oder neue Einsichten

Es genügt nicht, solche Veränderungen zu bemerken, sondern sie müssen auch gründlich untersucht werden. Zur systematischen Erfassung – zwecks besseren Verständnisses komplexer dynamischer Systeme – stellt die Systemmethodik verschiedene Methoden der Modellierung und Simulation zur Verfügung.
Für eine *qualitative Modellierung* sind Netzwerkdiagramme hilfreich, wie sie in bestimmten qualitativen Methodiken, insbesondere der Methodik des Vernetzten Denkens zur Anwendung kommen (siehe Vester 1999, Gomez/Probst 1999, Ulrich/Probst 2001).

Hierzu ein Beispiel, in dem die verschiedenen Aspekte von Prozessen der Forschung und Entwicklung modelliert worden sind. Das in Abbildung 2.6 dargestellte Netzwerk zeigt die Feedback-Strukturen, welche die Dynamik der Produkt- und Prozessinnovation bestimmen. Die Darstellung anhand von Feedbacks (Rückkopplungen) resultiert in Kreisläufen, die dadurch charakterisiert sind, dass Ausgangsgrößen auf Eingangsgrößen zurückwirken. Dabei werden sowohl wechselseitige als auch mehrfache Kausalitäten ersichtlich.

Mit dieser Darstellungstechnik erfährt ein mentales Modell eine erste, grafische Formalisierung. Darüber hinaus können mit diesem Verfahren in Teams gemeinsame qualitative Modelle („shared mental models") erstellt werden. Der Prozess der qualitativen Modellierung unterstützt den Diskurs verschiedener Wissensträger. Er verleiht den Argumentationen Transparenz, indem wichtige Einsichten in die Funktionsweise des gegenständlichen Realsystems gewonnen werden. Dies insbesondere hinsichtlich der generativen Strukturen, welche zu bestimmten Verhaltens-

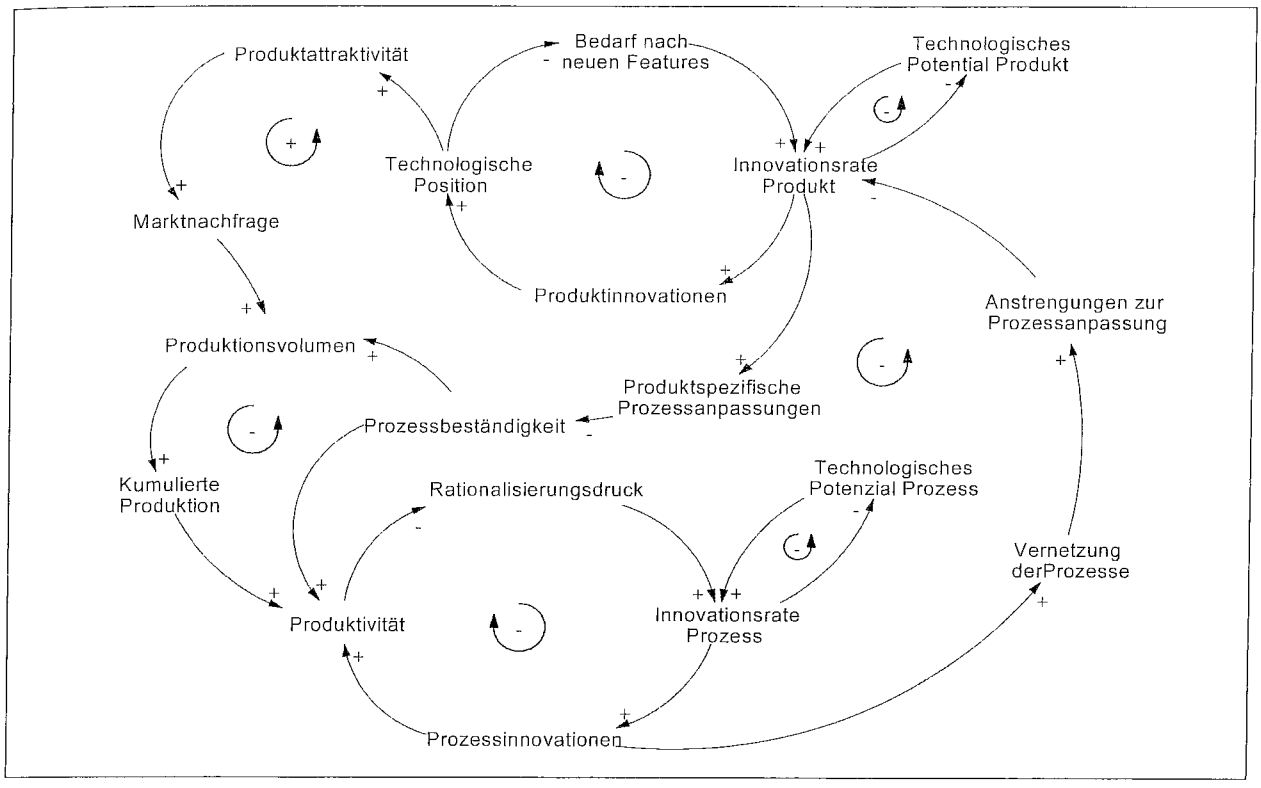

Abb. 2.6: *Netzwerk Markterfolg durch Leistungsentwicklung*

mustern führen. Was die kausalen Verknüpfungen zwischen den Variablen (im Diagramm durch Pfeile dargestellt) anbelangt, ist folgende Unterscheidung hilfreich: Ein positives Vorzeichen bedeutet, dass eine Zunahme (Abnahme) der Ausgangsgröße eine Zunahme (Abnahme) der beeinflussten Größe bewirkt. Ein negatives Vorzeichen zeigt an, dass eine Zunahme (Abnahme) der Ausgangsgröße zu einer Abnahme (Zunahme) der beeinflussten Größe führt. Durch die Multiplikation der Vorzeichen in einem bestimmten Kreislauf kann unterschieden werden, ob dieser

- *selbstverstärkend* und damit im Prinzip destabilisierend ist (mit „+" bezeichnet): Dies ist der Fall, wenn das Produkt aller Vorzeichen des Kreislaufs positiv ist, oder einfacher, wenn der Kreislauf eine gerade Zahl negativer Vorzeichen respektive kein negatives Vorzeichen beinhaltet.
- ein *dämpfender* und damit balancierender Kreislauf ist (mit „-" bezeichnet): In diesem Fall ist das Produkt der Vorzeichen negativ, oder einfacher, der Kreislauf umfasst eine ungerade Zahl negativer Vorzeichen

Die Erstellung eines solchen Diagramms vermittelt einen relativ raschen Zugang zur Funktionsweise eines solchen Systems. Anhand von Netzwerkdiagrammen dieser Art lassen sich relativ gut wichtige Unterscheidungen treffen, z. B.

- endogene versus exogene Größen
- aktive versus passive, kritische versus träge Größen
- lenkbare versus nicht lenkbare Größen. Damit werden die Möglichkeiten und Grenzen von Eingriffen besser erkennbar.

Zudem lässt sich gut erkennen und visualisieren,

- welche Verknüpfungen problematisch oder gefährlich sind (z. B. pathogene Automatismen: Beispielsweise ist es gefährlich, den Entwicklungsaufwand nach der Höhe des Umsatzes zu bemessen.)
- wo Strukturveränderungen notwendig sind
- an welchen Stellen Interventionen in Erwägung zu ziehen sind. Mit anderen Worten zeigt sich grob, welche Größen wahrscheinlich als „Stellhebel" infrage kommen; allerdings ist oft eine quantitative Modellierung erforderlich, um solchen Vermutungen Substanz zu verleihen.

In diesem Zusammenhang sind so genannte „archetypische Strukturen" (von Griechisch „arche" - Anfang und „typos" - Typ) besonders hilfreich, welche Wirkungszusammenhänge abbilden, die sich in den unterschiedlichs-

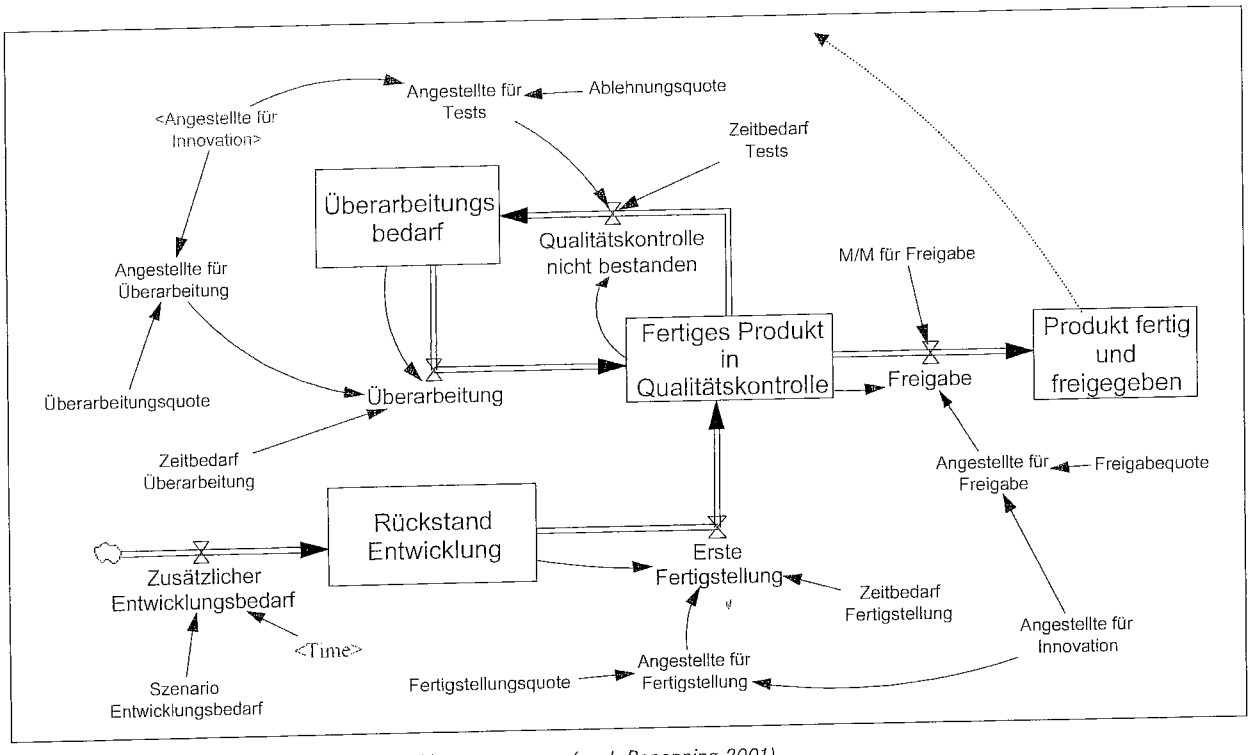

Abb. 2.7: *Archetypische Struktur eines Entwicklungsprozesses (nach Repenning 2001)*

ten Situationen wiederkehrend zeigen. Solche *Archetypen* sind bekannt unter Bezeichnungen wie

- Reaktion mit Zeitverzögerung
- unbeabsichtigte Nebenwirkungen („fixes that fail")
- Verlagerung der Last („shifting the burden")
- Eskalation („escalation")
- Tragödie der Allmende („tragedy of the commons") usw. (siehe: Senge 1992)

Die Arbeit mit (gemeinsamen) mentalen Modellen im Allgemeinen und mit archetypenbasierten Modellen im Besonderen hat einen großen Vorzug: Anhand eines solchen Modells können Szenarien entworfen und durchdacht werden. Vor allem aber erleichtert die besondere Art der Visualisierung das Erkennen von strukturellen Zusammenhängen. Veränderungen, die zu einem Fortschritt führen, beginnen sehr oft mit dem Verändern von mentalen Modellen. Damit ist nicht gesagt, dass jede Veränderung eines mentalen Modells zu Verbesserungen führt. Zweifellos aber haben die Modelle eine potentiell große Hebelwirkung. Mit der Modellierung wird das Denken über einen Sachverhalt organisiert respektive re-organisiert. Eine wirksame Veränderung beginnt im Prinzip immer beim Modell. Auf ihre konkreten Implikationen können die Modelle und die Veränderungen an ihnen nur durch Simulationen geprüft werden.

In Abbildung 2.7 wird ein für Entwicklungsprozesse relevanter Archetyp gezeigt, hier bereits in Form eines Diagramms mit Bestandes- und Flussgrößen. Die Bestandesgrößen sind als Rechtecke, die Flussgrößen als Ventile dargestellt. Solche Diagramme bilden in der *System-Dynamics-Methodik* den Ausgangspunkt für die *quantitative Modellierung* und Simulation: Alle dargestellten Größen und Beziehungen werden quantifiziert. System Dynamics gewinnt zunehmend an praktischer Bedeutung; die Methodik ist heute dank sehr guter Software leicht zugänglich und effizient anwendbar (siehe Sterman 2000).
Das Diagramm zeigt, dass zwischen dem Auftreten eines Entwicklungsbedarfs und der Freigabe eines Neuprodukts über Qualitätskontrolle und Überarbeitung Zeitverzögerungen auftreten. Abgesehen von den vier Bestandesgrößen (Rechtecke) finden sich im Diagramm die als Zu- und Abflussventile gekennzeichneten Flussgrößen sowie eine Reihe von Parametern und Hilfsgrößen, die Teile eines System-Dynamics-Modells sind. Die gestrichelte Linie rechts oben versinnbildlicht die Anknüpfung an andere Module dieses Modells des Innovationsprozesses, das unter Leitung des Verfassers für eine Hochtechnologie-Unternehmung zum Zeitpunkt dieser Publikation erstellt wird.
System Dynamics ermöglicht über die Modellierung hinaus die *dynamische Computersimulation* komplexer Systeme. Aufgrund leistungsfähiger Softwarepakete (Stella/Ithink von ISee, Powersim von Powersim GmbH, VENSIM

von Ventana Systems) werden dabei die Erstellung der formalen Modelle und die Validierung (sprich: Verbesserung) derselben wirksam unterstützt, Letztere insbesondere im Fall der VENSIM-Software.
Design muss je länger desto mehr die Sicherung der zu gestaltenden Systeme im Auge haben. Absolute Sicherheit ist eine Idealvorstellung, der man sich nur annähern kann. Wie am dargestellten Modell leicht erkennbar, können mit Simulationsmodellen, wie sie hier skizziert wurden, große Fortschritte hin zu mehr Robustheit erzielt werden.

- Die Wirkungen von Gestaltungsentscheidungen und Eingriffen können besser abgeschätzt werden.
- Mögliche Störungen und Verletzbarkeiten werden klarer und oft früher erkennbar.
- Die Robustheit des gegenständlichen Realsystems kann substanziell erhöht werden.

Vielfach ist die qualitative Modellierung für eine Gewinnung wichtiger Einsichten schon ein großer Fortschritt, und oft ist sie auch ausreichend. In bestimmten Fällen ist allerdings eine darüber hinausgehende, quantitative Modellierung notwendig. Davon sollte das dargestellte Beispiel einen Eindruck vermitteln, ohne dass auf die Einzelheiten der quantitativen Modellierung eingegangen werden kann, die in einschlägigen Kursen gut erlernbar sind.

2.3 Designprinzipien

Nach Behandlung der einzelnen allgemeinen systemischen Prinzipien sollen nun spezifische Designprinzipien anhand konkreter Beispiele diskutiert werden.
Zwecks Eingrenzung des Umfangs dieses anspruchsvollen Vorhabens soll von einer Reihe Fallen ausgegangen werden, die in Innovations- und insbesondere Designprozessen erfahrungsgemäß auftreten.

2.3.1 Fallen im Designprozess

Im Folgenden werden vier Arten von Fallen dargelegt, die einen hohen Anteil von Fehlschlägen erklären (die detaillierten empirischen Grundlagen hier darzulegen würde den Rahmen dieses Beitrags sprengen).

1. Die Komplexitätsfalle
Die Komplexitätsfalle sei hier definiert als ein Verlust an Übersicht, welcher die Designer zu Inkrementalismus und kompliziertem Design verführt, mit allen Folgen der Inkohärenz, der unbeabsichtigten Nebenwirkungen und Komplikationen. Zwei sich ergänzende Strategien oder Prinzipien zur Vermeidung der Komplexitätsfalle werden diskutiert: Einerseits die Prinzipien des *archetypenbasierten Designs* (auch „pattern language") zur Dämpfung von Fremdvarietät („Komplexitätsreduktion"). Zum anderen ein Satz von Prinzipien – *modulares, simultanes, rekursives und heterarchisches Design* – für die Verstärkung von Eigenvarietät („Erweiterung des Verhaltensrepertoires"). Der hier verwendete Begriff der *Varietät* ist ein Ausdruck und eine Messgröße für *Komplexität*. Er drückt die Anzahl Zustände oder Verhaltensweisen aus, die ein System annehmen kann.

2. Die Falle des blinden Flecks
Damit ist die Gefahr angesprochen, dass im Design wesentliche Aspekte unberücksichtigt bleiben, weil sie außerhalb des Horizontes der Designer sind. Als Konsequenz treten gravierende Designfehler, Kundenunzufriedenheit und die häufigen „Produkt-Flops" auf. Als Designprinzip zur Überwindung des blinden Flecks werden einerseits das Prinzip des *schöpferischen* und des *empathischen Designs* behandelt und andererseits das damit zusammenhängende, aber umfassendere Prinzip eines *erkenntnisgetriebenen Designs* diskutiert.

3. Die Falle des mechanistischen Designs
Diese Falle kann auch als eine Falle des mechanistischen Weltbildes betrachtet werden. Eine mechanistische Betrachtungsweise verführt die Designer dazu, Leistungen oder Organisationen nach den Prinzipien der Mechanik zu konzipieren. Damit wird leichter Schiffbruch erlitten, denn die humane und die soziale Dimension werden vernachlässigt. Mit Blick auf eine höherwertige und robustere Gestaltung werden die Prinzipien eines *bionischen*, eines *humanen* und schließlich eines *sozialen* System-Designs skizziert.

4. Die Paradigmafalle
Mit diesem Prinzip ist die Gefahr bezeichnet, an einem Paradigma festzuhalten, selbst wenn es überholt ist. *Paradigma* wird hier in einem weiten Sinn gebraucht. Bei einem Paradigma handelt es sich um das in einer Gemeinschaft oder Organisation dominierende Grundverständnis. Dies wird hier besonders auf Fragen der Identität und Kultur einer Organisation bezogen. Als Antwort auf die Paradigmafalle wird das Prinzip eines Umschaltens von der Designlogik auf eine *Meta-Design-Logik* besprochen.

2.3.2 Pattern Language: Archetypenbasiertes Design

Entwickler geraten vor allem dann in die Komplexitätsfalle, wenn sie sich an flüchtigen Modeerscheinungen orientieren wollen, die aber keine Orientierung bieten. Sie geraten in das Gestrüpp des Ephemeren und sehen den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr.
Eine systemische Betrachtungsweise legt für solche Fälle nahe, dass man sich auf ein Wissen großer Halbwertszeit besinnt - also auf ein Wissen, das nicht schnell veralten kann. Dazu zählen neben den wissenschaftlichen Grundlagen aus Physik, Chemie, Biologie usw. neu die Erkenntnisse aus der Systemforschung. Solches Wissen hilft sogar die Entwicklungen in hochdynamischen, schnelllebigen Branchen, wie der Informatik- und Kommunikationsbranchen besser verstehen.
In dem Zusammenhang wurden oben bereits die Archetypen diskutiert - idealtypische Strukturen, die sich immer wieder zeigen. Systemtheorie und Kybernetik gehen in der Forschung von Invarianten so weit, dass Strukturgleichheiten (Homomorphismen) quer durch die Bereiche der Realität identifiziert und daraus leistungsstarke Modelle abgeleitet werden.
Die Leistungsfähigkeit solcher invarianter Strukturen haben auch Fachleute aus den unterschiedlichsten Designdisziplinen erkannt:

- In der Architektur wurde eine *pattern language* geschaffen (Alexander et al. 1977), die Lösungsmuster für die architektonische Gestaltung bereitstellt, wobei die Bauten mit ihren Bewohnern oder Nutzern als soziotechnische Systeme aufgefasst werden. Diese pattern language hat die Struktur eines Netzwerks. Mit diesem kann - wie ihr Urheber es ausdrückt - Ordnung in einer „objektiven und präzisen" Weise geschaffen werden, was eine Annäherung an eine zeitlose Qualität des Bauens ermöglicht (Alexander 1979).
- In der Softwarebranche haben die Entwickler einen Weg gefunden, mit der in Softwareprojekten herrschenden Unübersichtlichkeit zurechtzukommen. Dies mittels Lösungsmustern, welche für idealtypische Konstellationen von Problemen oder Aufgabenstellungen wirksame Regeln oder auch Strategien der Komplexitätsbewältigung verkörpern. Siehe die Serie über *Pattern Oriented Software Architecture* (Buschmann et al. 1996, etc.).

Was die Anwendung einer *pattern language* für das Problem des industriellen Designs anbelangt, kann auf eine lange Geschichte zurückgegriffen werden. Seit Archimedes („Gib mir einen Punkt und ich hebe die Welt aus den Angeln") und später Vitruvius, dem römischen Architekturtheoretiker, wurden pattern languages in den Lehren verschiedener großer Designerschulen kodifiziert. Was das Design von Prozessen anbelangt, sei nochmals auf die unter 2.3.2 erwähnten Archetypen verwiesen. Auf das Design von Organisationen als Ganzes wird noch unter 2.3.4.2 eingegangen.

2.3.2.1 Vielfalt: Modulares, simultanes, rekursives und heterarchisches Design

Ein weiteres Komplexitätsproblem zeigt sich in der Herstellung von Produkten. Es hat die Tendenz, sich entlang logistischer Ketten fortzupflanzen, respektive in Wertschöpfungsnetzwerken zu proliferieren: das Problem der Variantenvielfalt und, in Verbindung mit diesem, das Problem der Detailkomplexität.

2.3.2.2 Modularität

Eine fundamentale Strategie der Komplexitätsbewältigung komplexer Systeme ist die hierarchische Strukturierung. Wie Herbert Simons Fabel von den beiden Uhrmachern Hora und Tempus eindrücklich veranschaulicht, hat derjenige Uhrmacher, welcher die tausend Bestandteile der Uhr *modular strukturiert*, einen riesigen Effizienzgewinn gegenüber einer nicht-modularen, hierarchischen Strukturierung.
Die Modularisierung ist unter anderem auch eine notwendige strukturelle Folge des dualen Trends, dass einerseits Produkte und Dienstleistungen zu Leistungsbündeln kombiniert werden, deren Erzeugung andererseits auf zahlreiche Partner in Wertschöpfungs-Netzwerken verteilt wird. Beispielsweise vergeben Automobilhersteller die Produktion umfangreicher Module an Zulieferanten. Luftverkehrsgesellschaften vereinigen heute Dutzende von Firmen, die Buchungen abwickeln, Strecken bewirtschaften, Flugzeuge warten, Gepäck abfertigen und das Catering gewährleisten, unter einem Dach usw.
Das Prinzip des modularen Designs ist nicht nur auf die Architektur eines Produktes oder Leistungssystems selbst, sondern auch auf die zeitliche Struktur seiner Entwicklung anwendbar. In beiden Fällen ist das Schnittstellenmanagement von entscheidender Bedeutung für das Gelingen des Entwicklungsprozesses. Es sei erwähnt, dass die Art der Modulbildung - also die Einteilung (Partitionierung) und Grenzziehung - nicht vorgegeben sondern gestaltbar ist.
Oft gilt die gesamte Aufmerksamkeit der Entwicklung der Module selbst. Das wäre aber in allen Fällen unzureichend,

in denen Interaktionen zwischen den Modulen bestehen. Oft liegt eine solche Interaktion auch dann vor, wenn keine direkte physische Verbindung zwischen den beteiligten Modulen besteht, beispielsweise im Falle eines Softwareprogramms, bei dem zwei Module auf ein und dieselben Daten zugreifen.
Zentral ist die Definition und das Management der Schnittstellen.

2.3.2.3 Simultanität

Komplexität kann auch durch alternative Strukturierung eines Prozesses über die Zeit erfolgen, wodurch Vorteile hinsichtlich Zeitbedarf, Qualität und Wirtschaftlichkeit erzielt werden können. Unter diesem Aspekt hat sich das „Simultaneous Engineering" als eine eigene Subdisziplin entwickelt. Diese schließt beides, Produkt- und Prozess-Design, ein. Im Wesentlichen basiert Simultaneous Engineering auf folgenden Strategien:

1. Parallelisierung von Produkt- und Prozess-Design (Parallelschaltung von Modulen)
2. Arbeit in fachübergreifenden Produkt- und Prozess-Design-Teams
3. enge und frühzeitige Zusammenarbeit mit Lieferanten und nachgelagerten Unternehmen
4. Anwendung spezifischer Methoden (z. B. Design for Assembly, Design for Reliability and Maintainability, Failure Mode and Effects Analysis, Rapid Prototyping, Quality Function Deployment etc.)

Mit Simultaneous Engineering werden Verbesserungen hinsichtlich Durchlaufzeit, Qualität und Kosten in der Größenordnung von 20 % und mehr erreicht, wie in der Literatur dokumentiert.

2.3.2.4 Rekursion

Ein Spezialfall des Hierarchieprinzips ist das Prinzip des *rekursiven Designs*. Es besagt, dass die Teile nach denselben Prinzipien strukturiert sind oder werden wie das umfassende Ganze. Dieses Designprinzip wendet die Natur seit Milliarden Jahren erfolgreich an, wie die vielfältigen fraktalen Strukturen in Pflanzen und höheren Organismen zeigen. Siehe dazu im Einzelnen Mandelbrot (1982) und Sernetz (2000).
Ein rekursives Design ist auch im *Modell Lebensfähiger Systeme* (Beer 1979/1981/1985) verwirklicht, das die bisher reifste Organisationstheorie verkörpert (siehe 2.3.4.2).

2.3.2.5 Heterarchie

Schließlich sei auf die Heterarchien verwiesen, *netzwerkartige Strukturen*, welche in Organisationen die hierarchischen Strukturen zunehmend ergänzen oder sogar ablösen. In der Heterarchie ist die Lenkung nachgelagerter Knoten jeweils auf die Knoten der höheren Ebenen konzentriert. In einem heterarchischen Netzwerk hingegen ist die Lenkungsfunktion viel stärker verteilt. Im Prinzip kann jeder Knoten bestimmte Lenkungsfunktionen bezogen auf das ganze System wahrnehmen (siehe dazu im Einzelnen Hedlund 1993, Schwaninger 1994, Schwaninger/Friedli 2000). Auf rekursives und heterarchisches Design kommen wir unter 2.3.2.1 zurück.

2.3.2.6 Kundennutzen: Empathisches und schöpferisches Design

Durch Techniker dominierte Firmen leiden oft unter einem *Spezialistensyndrom*: Fachleute optimieren Produkte oder Teile davon mit den Methoden und Verfahren, die sie virtuos beherrschen. Die Gefahr besteht, dass sie den größeren Zusammenhang zu wenig kennen und damit wesentliche Aspekte vernachlässigen. Vornehmlich gefährdet ist in solchen Fällen der Kundennutzen. Das Spezialistensyndrom tritt gleichermaßen in anderen Bereichen auf, so bei Naturwissenschaftlern, Fachärzten, Kaufleuten etc.
Produkte-Flops und sogar Zusammenbrüche prominenter Firmen aufgrund von „overengineering" sind keine Seltenheit. An der Tagesordnung sind schlecht gestaltete Marktleistungen, auch bei Firmen mit starken Marktpositionen und in konkurrenzintensiven Branchen.
Das Problem des „Kabelsalats" bei Microcomputern beispielsweise haben Tausende Entwickler mit Millionenbudgets viele Jahre lang nicht gelöst und damit unzähligen Kunden das Leben erschwert. Legionen von Klienten werden von Versicherern, Banken und Vorsorgeeinrichtungen mit deren organisatorischen Unzulänglichkeiten belastet; Spitäler machen Patienten kränker, weil Spezialisten unkoordiniert an ihnen herumlaborieren, usw.

2.3.2.7 Empathisches Design

Den Anfang für bessere Lösungen bildet ein „systemischer" Schritt, ganz im Sinn des Prinzips *„Lerne die Sprache des Systems mit dem du interagierst!"* Man muss ergänzen: „... und versetze dich in die Situation deines Partners!" In diesem Falle sind die Partner die Kunden. Sich in diese hineinzuversetzen heißt, ihre Situation eine Zeit lang selbst zu erleben oder mitzuerleben. Die Harvard-Professorin

Dorothy Leonard hat zahlreiche eindrucksvolle Beispiele von Verbesserungen auf der Grundlage eines solchen *empathischen Designs*, wie sie es nennt, erforscht. Mit ihrem Koautor gibt sie wertvolle Hinweise für eine entsprechende Vertiefung der Designqualitäten (Leonard-Barton 1995, Leonard/Swap 2000). Beispielsweise wurden Geräte für Senioren erst zu akzeptierten und erfolgreichen Produkten, nachdem die Designer wochenlang mit ihren Kunden in Altersheimen zusammengelebt hatten. Würden mich doch nur bestimmte Computer- und Softwaredesigner einmal für einige Stunden in meinem Büro besuchen! Aber oft sind es genau die schlechten Designer, welche meinen, schon alles zu wissen ...

Leistungsbasierte Wettbewerbsvorteile beruhen – vor allem im Bereich der Konsumgüter und Dienstleistungen – darauf, dass unausgesprochene, oft unbewusste Bedürfnisse und Werte verstanden und mit emotional ansprechenden Leistungsangeboten beantwortet werden. Design-Experten sprechen in diesem Zusammenhang von konsumentenzentriertem Design („consumer-centered design"). Sie postulieren darüber hinaus eine vom Design durchdrungene Unternehmung („design-focused enterprise"), die technische, finanzwirtschaftliche, operationale und emotionale Aspekte integriert (Lojacono/Zaccai 2004). Letztlich entscheidend ist dabei, dass es der Firma gelingt, ein wertbetontes, emotional verankertes Band zu ihren Kunden zu flechten.

2.3.2.8 Schöpferisches Design

Worin besteht das Schöpferische? Im Regelfall beruhen Innovationen darauf, dass zwei (oder eventuell mehr) bis dahin als unvereinbar geltende *Gegensätze* auf einem höheren logischen Niveau *integriert* werden. Oder es wird eine *Verknüpfung* zwischen Domänen der Realität, Dingen, Aspekten usw. herbeigeführt, die a priori anscheinend nichts miteinander zu tun hatten.

Zur Illustration drei Beispiele:

- Die Schweizer Textilfirma Bischoff kreierte kürzlich ein revolutionäres *Wundpflaster* unter der Bezeichnung Tissupor. Dabei wurden unter anderem mikromechanische Funktionen in ein textiles Gewebe integriert. Aufgrund einer Kombination mikromechanischer, chemischer und pharmakologischer Zugänge zum Heilungsprozess wurde ein neuartiger Wirkungsmechanismus geschaffen, der die bei chronischen Wunden häufig stagnierenden Wundheilungsprozesse aktiviert. Damit wird die Wundheilung wesentlich gefördert und die Behandlungskosten sinken.
- Nokia brachte einen *digital pen* auf den Markt. Die vertraute Mechanik des Schreibens mit einem Kugelschreiber wird beibehalten, doch ist eine optische Linse in den Stift integriert, mit dem das Geschriebene oder Gezeichnete erfasst wird. Mittels drahtloser Übermittlungstechnologie („Bluetooth") können die Daten an externe Geräte gesandt werden. Mit diesem Stift wird auf Papier ganz normal geschrieben und gezeichnet; die Dokumente lassen sich an ein Mobiltelefon oder an einen Personal Computer senden und im elektronischen Format ablegen. Die neue Technologie basiert also auf einer Integration von Mechanik, Optik und Funktechnologie, wodurch die Kombination analoger und digitaler Technik möglich geworden sind.
- Das *Modell Lebensfähiger Systeme* (Viable System Model von Stafford Beer), eine der ganz großen Innovationen für die Gestaltung von Organisationen, bringt das moderne Wissen über die Struktur des menschlichen Zentralnervensystems sowie Erkenntnisse der Kommunikationstheorie, der Organisationstheorie und des Operation Research auf der Basis der Kybernetik zusammen. Entstanden ist dadurch das bisher leistungsfähigste Modell für die Diagnose und Gestaltung von Organisationen (vgl. 2.3.4.2).

Auf den Zusammenhang zwischen Kreativität und einem ganzheitlichen Zugang zum Umgang mit Komplexität wurde bereits oben eingegangen. Hier sei festgehalten: Schöpferische Akte entstehen nicht rein zufällig. Es gilt, sie durch Schaffung eines förderlichen Kontexts zu begünstigen. Bürokratische und technische Zwänge minimieren, Fokus und Entspannung ermöglichen, dem spielerischen Element Raum geben, sind dazu nur einige Stichworte. Schlussendlich gilt es, die kreativen Persönlichkeiten zu erkennen, ihnen Spielraum zu schaffen und dafür zu sorgen, dass sie nicht systematisch behindert werden.

2.3.3 „Awareness": Erkenntnisgetriebenes und synergetisches Design

Die Falle des blinden Flecks hat drei weitere kontraproduktive Konsequenzen. Erstens stößt jede Optimierung an Grenzen, die nicht beliebig hinausschiebbar sind. Dies wird aufgrund des blinden Flecks oft übersehen. Zweitens ergibt die Summe optimierter Partialdesigns noch kein optimales Gesamtdesign. Drittens können sich Innovatoren immer irren.

2.3.3.1 *Überwindung der Effizienz-Paranoia*

Zum ersten genannten Fall kann die *S-Kurve* auch *logistische Kurve* genannt werden. Sie zeigt, dass die Anstrengungen (personell, finanziell usw.), die in eine bestimmte Technologie investiert werden, über die Zeit einen erst zunehmenden, dann aber abnehmenden Grenznutzen ergeben. An einem bestimmten Punkt ist im Rahmen der herrschenden Technologie auch mit großem zusätzlichen Aufwand keine Leistungssteigerung mehr zu erzielen. Es kann sogar sein, dass die technische Leistung zwar noch erhöht werden könnte, aber keinen substanziellen Nutzenzuwachs bei den Kunden erzeugen würde. In einer solchen Situation der technologischen Sättigung geraten Unternehmungen leicht in eine „Effizienz-Paranoia" (wie dies mein Koautor Werner Schuhmann, ein Top-Manager von Hoechst, bezeichnet hat). Damit ist die Fixierung auf Leistung („performance") im Sinne einer *Effizienz* gemeint, die eine umfassendere *Effektivität* (Leistungspotenzial) ausblendet. Zweifellos handelt es sich dabei um einen Spezialfall des blinden Flecks, der eine spezielle Behandlung verdient.
In einer Situation der technologischen Sättigung bietet sich denjenigen Unternehmungen eine Chance, welche den Sprung in eine neue Technologie schaffen und damit neue Leistungs- oder Nutzendimensionen respektive -niveaus erschließen. In einem solchen Fall beginnt eine neue Kurve.

Ein Beispiel ist die bereits erwähnte, im Bereich der Mikroelektronik ab 2002/3 verfügbare Centrino-Technologie. Nachdem die Intel Corporation, langjährige Marktführerin bei Mikroprozessoren, zwanzig Jahre lang der Branche ihren Rhythmus mit immer schnelleren Chips diktiert hatte, traf sie den Entscheid einer grundlegenden Transformation. Der Fokus auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Mikroprozessoren wurde aufgegeben zugunsten eines völlig anderen Ziels: Die Ingenieure von Intel wurden neu dazu angehalten, Chips zu entwickeln, die in effizienter Weise zusammenwirkten und weniger Energie als die konventionellen verbrauchten. Die neue Centrino-Technologie, welche übrigens einschneidende kulturelle Veränderungen bei Intel nach sich gezogen hat, umfasst den Pentium-M-Prozessor sowie drahtlose Übertragungstechnologie und akzessorische Chips. Damit wurde im Markt ein neues Spiel initiiert, aus dem Intel gestärkt hervorgeht; das neue Produkt fand reißenden Absatz. Diese Innovation war eine konzeptionelle, nicht nur eine technische. Maßgeblich ist, dass Intel einen *Wandel zweiter Ordnung* vollzogen hat: Statt mehr vom selben einer reifen Technologie zu produzieren (*Wandel erster Ordnung*), wurde ein konzeptionell neuer Weg beschritten und mit aller Macht verfolgt. Dies erforderte eine Neuorientierung und eine konsequente Umsetzung desselben in der Organisation der Unternehmung.



Die Neuorientierung beruhte auf neuen Erkenntnissen, war also erkenntnisgetrieben. Vom kognitiven Fortschritt in einigen Gehirnen zur Realisierung der Innovation auf organisatorischer und materieller Ebene kann es ein weiter Weg sein, doch die verfügbare Zeit ist beschränkt.

2.3.3.2 *Von der Suboptimierung zum Gesamtoptimum*

Des Weiteren besteht die Gefahr, dass Beteiligte nicht weit genug sehen, also den Gesamtzusammenhang nicht verstehen, und suboptimieren. Die Suboptimierung muss allein deshalb überwunden werden, weil es um das Design eines *funktionsfähigen Ganzen* geht. Aus der modernen Technik wissen wir um die Gefahren der Spezialisierung, z. B. auf einzelne Komponenten. Deshalb gilt es immer zu prüfen, inwieweit ein Teil für andere, designfremde Belastungen gerüstet sein muss. Schon von dorther ist ein übergreifender, rigoros unkonventioneller Arbeitsstil erforderlich (vgl. Mattheck 1997: 276 ff.). Insbesondere müssen die „Vertreter" von Komponenten zusammenarbeiten. Heute erleichtern gemeinsame Softwareplattformen diese Kooperation. Bei Boeing ermöglicht ein sophistiziertes System des CAD (Computer Aided Design) jedem beteiligten Team, ja Individuum, jeweils sofort zu erkennen, ob und wie sich eine Designänderung bei einer Komponente auf andere Teile oder Module auswirkt. Auch hier hat die bereits erwähnte Simulation seit den Versuchen der Gebrüder Wright in einer Art selbst gebautem „Windkanal" große Fortschritte gemacht (die Gebrüder Wright realisierten die ersten Flüge mit einem Motorflugzeug im Jahr 1903).
Der Weg von der Suboptimierung zum Gesamtoptimum ist bei den so genannten „Systemprodukten" augenscheinlich. Dabei wird ein Grundprodukt mit angekoppelten Verbrauchsprodukten oder Dienstleistungen kombiniert und als „System-Angebot" vermarktet. Beispiele sind Drucker und Tintenpatronen, Rasierapparate und Rasierklingen, Espressomaschinen und Kaffeekapseln, Bohrhämmer und Dübel, Telefonanlagen und Gesprächsleistungen, aber auch Lifte, Turbinen usw., die mit Service, Reparaturen und Ersatzteilen verkoppelt sind. Die solcherart eingegangene Bindung empfinden Kunden als fair, wenn sie das System-

produkt als einzigartig wahrnehmen und dessen Vorteile hinsichtlich Qualität, Bequemlichkeit oder Lebensstil („lifestyle") als überlegen beurteilen. Hier ist nicht nur die Preispolitik gefordert; der Erfolg steht und fällt mit der Qualität des Designs.

2.3.3.3 Synergetisches Design

Weiterhin können sich die wenigen Träger einer neuen Idee irren. Umso wichtiger ist es, dass die Organisation auf Synergie ausgerichtet ist und gleichzeitig Dispositive zur Bewältigung von Ungewissheit respektive die Überwindung von Wissensengpässen beinhaltet.
Wenn Ideen in Teams weiterentwickelt und auch zwischen Teams diskutiert, abgestimmt und verbessert werden können, werden beiderlei, *Irrtumsausgleichmechanismen* und *synergetische Prozesse*, wirksam. Von der Idee zu deren Realisierung bildet sich eine kritische Masse an solidem Know-how und an sozialer Energie, welche letztlich die für die Durchsetzung einer Innovation notwendige Dynamik bewirkt.
Vor allem in den generativen Phasen der Identifizierung und Konzeption ist erfolgsentscheidend, dass die neue Idee hinreichend herausgefordert wird. Die Rolle des *advocatus diaboli*, welcher Gegenargumente vorbringt, sollte geradezu institutionalisiert werden, damit sich die Ideenträger nicht verirren, vor allem aber auch damit die Schärfung und Profilierung des neuen Konzepts vorangetrieben wird. Man sollte diese Rolle aber nicht immer an derselben Person festmachen, damit nicht schlussendlich die Persönlichkeit eines bestimmten Menschen „mit dem Teufel" identifiziert wird.
Zu den tragfähigen neuen Ideen selbst aber, und damit sind wir wieder beim Anfang, kommt es nur, wenn die Organisation eine genügende Offenheit pflegt. Es braucht ein hohes Maß an *Wachheit* („awareness") gegenüber allen möglichen Entwicklungen, Neugierde und einen permanenten Prozess der Auseinandersetzung, vor allem mit den technischen, sozialen und kulturellen Entwicklungen verschiedenster Art. Insbesondere ist eine Sensibilität gegenüber Widersprüchen erforderlich sowie bezüglich dem nicht zum Mainstream Gehörigen, dem Unorthodoxen und Nonkonformistischen. All dies ist mit größter Aufmerksamkeit zu verfolgen und ernsthaft zu prüfen. Denn die wirklichen Neuerungen kommen nicht aus dem Mainstream, sondern aus dem, was der Mainstream nicht bieten kann und was er oft erst gar nicht zulässt.

2.3.4 Lebensfähigkeit: Vom bionischen zum humanen und sozialen Design

Die Organisation des Lebendigen gibt von jeher wichtige Anstöße für Design und Innovation. Mit der Bionik besinnt sich auch die moderne Industriegesellschaft auf den Wert der Natur als Lehrmeisterin.

2.3.4.1 Bionik

Die Bionik ist eine stark im Fortschreiten begriffene Wissenschaft, eine Wissenschaft des technischen Designs nach dem *Vorbild der Natur*. Die Grundlagen und zahlreiche Beispiele der Bionik sind bei Nachtigall (2002) exzellent dargestellt.
Was Genies wie Leonardo da Vinci verstanden, führen die bionischen Studien heute klar vor Augen. Man denke etwa an die funktionelle, metabolische und ästhetische Perfektion lebender Organismen. Diese optimieren ohne Unterlass: Im Laufe eines *adaptiven* Wachstumsprozesses vervollkommnen sie ihr mechanisches Design (Robustheit gegenüber statischen und dynamischen Belastungen), vollziehen eine Gestaltoptimierung (Schadensvermeidung bei allen sinnvoll denkbaren Schadensfällen) sowie eine Minimierung des Ressourcen-, vor allem Energiebedarfs (Material- und Gewichtsersparnis, Leichtbau bei dennoch ausreichender Festigkeit) usw. Die Prozesse der biomechanischen Gestaltoptimierung bei Bäumen und Tierknochen beispielsweise werden heute modelliert und simuliert. Auf dieser Basis können unter anderem mechanische Komponenten perfektioniert und Strukturen technischer Systeme verbessert werden.

2.3.4.2 Organisationen als lebensfähige Systeme

Organisationen sind nur in gewisser Hinsicht ähnlich wie Tiere oder Menschen. Anders sind sie vor allem in der Hinsicht, dass ihre Elemente – Menschen, Teams usw. – ihr eigenes Bewusstsein und damit ihre eigenen Wertvorstellungen, Zielsetzungen und Präferenzen haben. Insofern sind die Modelle aus der Natur nicht eins zu eins auf Organisationen übertragbar. Sie müssen zumindest „artgerecht" angepasst werden.
Trotzdem können wir für die Gestaltung, Lenkung und Entwicklung von Organisationen aus der Natur sehr viel lernen und damit das oft herrschende mechanistische Organisationsdesign überwinden. Mit einem gewissen Vorbehalt kann man sogar von einer Bionik sozialer und soziotechnischer Systeme sprechen. Bezogen auf Organisationen ist „organisationale Bionik" ein zutreffender Be-

griff, vorausgesetzt man verwechselt nicht soziale Organisationen mit Bioorganismen, sondern unterstreicht mit dieser Bezeichnung nur den Aspekt des Lernens von der Natur.

Für das Design von *Organisationen als lebensfähige Systeme* ist das bereits erwähnte Viable System Model (VSM) eine unschätzbare Hilfe. Es ermöglicht die Gestaltung von Organisationen als adaptive, intelligente soziale Gebilde. Das VSM spezifiziert die notwendigen und hinreichenden strukturellen Voraussetzungen für die Lebensfähigkeit einer Organisation. Die Aussagen dieser Theorie sind wie folgt zusammenzufassen:

1. *Lenkungsfunktionen*: Gemäß dieser Theorie ist eine Organisation dann und nur dann lebensfähig, wenn sie über ein *Gefüge von Lenkungseinheiten* verfügt, deren Funktionen und Zusammenwirken die Theorie spezifiziert (Abb. 2.8):
   - *System 1* Lenkungskapazität/Management der sich weitgehend autonom anpassenden operativen Basiseinheiten (im Diagramm A, B, C, D), Optimierung des Tagesgeschäfts; z. B. die Geschäftsbereiche einer Unternehmung
   - *System 2* Abstimmung und Ausgleich zwischen den operativen Einheiten, Varietätsverstärkung und Dämpfung von Oszillationen, horizontale Koordination mittels Information und Kommunikation; z. B. Informations- und Budgetierungssysteme, Koordinationsteams, interne Service-Einheiten, Verhaltensstandards
   - *System 3* Interne Steuerung und Regelung, Zuteilung von Mitteln, Wahrnehmung von Synergien, Herstellung eines Gesamtoptimums: die operative Unternehmungsleitung
   - *System 3** Untersuchungen und Validierung der Informationen, die über die Kanäle 1-3 und 1-2-3 fließen, via direkten Zugriff auf die Basiseinheiten, mittels Monitoring- und Auditing-Aktivitäten; z. B. die interne Revision und diverse informale Kontrollmechanismen.
   - *System 4* Außen- und Zukunftsorientierung, subsystemübergreifende Erfassung und Diagnose der Umwelt, Modellierung der Gesamtorganisation und ihrer Umwelt. Alles, was sich mit dem Langfristigen und mit dem Umfeld aus Sicht der Gesamtorganisation befasst, also z. B. Strategisches Management/Unternehmungsentwicklung, bestimmte Aspekte des Knowledge-Managements, Forschung und Entwicklung
   - *System 5* Ausbalancieren Gegenwart - Zukunft, Ausgleich interne - externe Perspektive, durch Moderieren der Interaktion der Systeme 3 und 4. Bestimmung der Identität der Organisation, ihrer Funktion im größeren Zusammenhang sowie Verkörperung von Prinzipien und Normen - das Ethos der Organisation: das oberste, normative Management

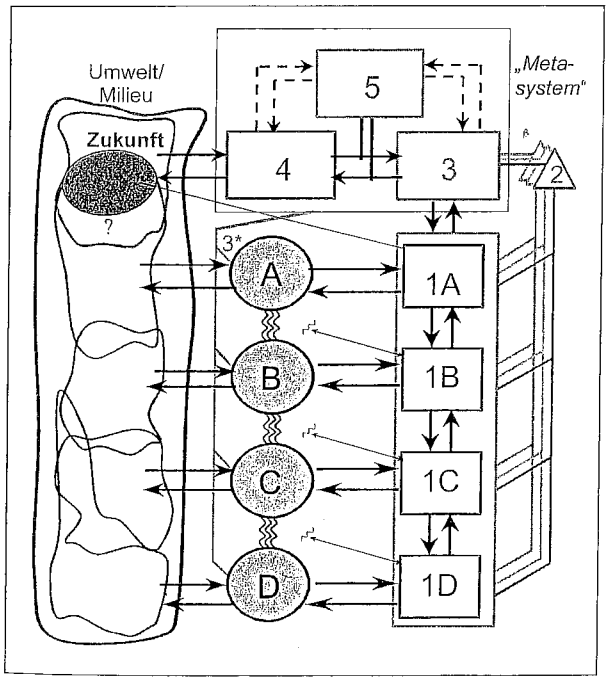

Abb. 2.8: *Das Modell Lebensfähiger Systeme (MLS) im Überblick (leicht abstrahierte Darstellung; vgl. das Original bei Beer 1985)*

Design als Funktion der konzeptionellen Gestaltung ist seiner Natur nach langfristiger Natur und deshalb weitgehend der System-4-Funktion zuzuordnen.

Zusammenfassend verkörpern die Systeme 1, 2, 3 und 3* und ihre Interaktionen das operative Management, System 4 (in Interaktion mit System 3) das strategische Management und System 5 (in seinem Bezug zum Interaktions-System „3-4") das normative Management der Organisation.

2. *Organisationsdiagnose*: Mängel in diesem Gefüge, etwa ein Fehlen von Komponenten, ungenügende Kapazität von oder mangelhaftes Zusammenwirken der Komponenten, beeinträchtigen oder gefährden jeweils die Lebensfähigkeit der Organisation. Deshalb ist das VSM für die organisationale *Diagnose* außerordentlich leistungsfähig. Beispielsweise sind oft die „Intelligenzfunktion" des Systems 4 sowie die Koordinations- und Ausgleichsfunktionen des Systems 2 schwach ausgeprägt. Es gibt nicht wenige Unternehmungen, die operativ noch gutes Geld verdienen, aber strategisch gesehen schon fast „tot"

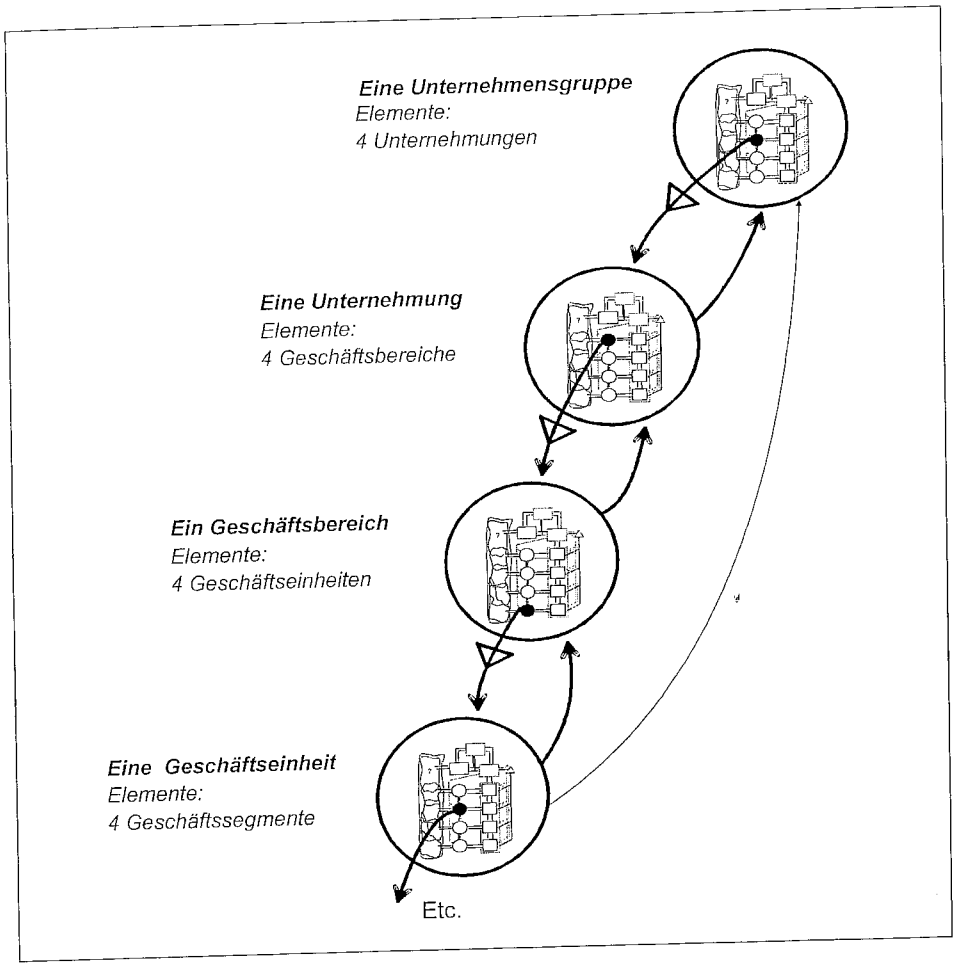

Abb. 2.9: *Rekursive Struktur lebensfähiger Systeme nach Stafford Beer*

sind. Praktisch gesehen ist eine ausreichende Gewichtung des Designs im weitesten Sinne und der Produktentwicklung im Speziellen, aus Sicht des VSM, eine langfristige Erfolgsvoraussetzung von höchster Bedeutung.

3. *Rekursionsprinzip*: Die Lebensfähigkeit, Kohäsion und Selbstorganisation einer Unternehmung beruhen darauf, dass diese Funktionen *wiederkehrend (rekursiv)* über die verschiedenen Ebenen der Organisation hinweg vorhanden sind. Mit anderen Worten ist diese Struktur im Prinzip über alle Ebenen hinweg anwendbar, bis in das einzelne Arbeits- oder Projektteam hinein und sogar bis zum einzelnen Arbeitsplatz (Abb. 2.9).

Das Rekursionsprinzip vervielfacht die Komplexitätsabsorption, indem die Struktur für Lebensfähigkeit in den Subsystemen repliziert wird. Jedes Subsystem bis hinein in die kleinsten Einheiten kann auf diese Weise als komplexes, adaptives System konzipiert werden.
Dem Management der Einheiten jeder Rekursionsebene obliegt es jeweils, spezifische Steuerungsgrößen und Orientierungsgrundlagen für seine Zwecke stufengerecht zu definieren und eine entsprechende „integrale" Führung zu gewährleisten. Auf diese Weise wird Eigenvarietät (Fähigkeit, Komplexität zu absorbieren) dezentral entlang der Fronten aufgebaut, an denen sich Komplexität (sprich: Varietät des Umfelds oder Fremdvarietät) manifestiert.
Dieses Konzept der rekursiven Strukturierung ist mit demjenigen der Heterarchie kompatibel. Wie andererseits gezeigt wurde, ist es auch für Netzwerke von Geschäftseinheiten oder Unternehmungen angezeigt, sich nach diesem Modell zu organisieren, wenn sie lebensfähig sein und sich entwickeln wollen. Dieselbe Logik ist auch auf die virtuellen Organisationen und auf das Projektmanagement übertragbar (Schwaninger 1999, Schwaninger/Körner 2003).
Praktisch bedeutet dies, dass auch in den kleineren Einheiten – Divisionen, Tochtergesellschaften, Geschäftseinheiten etc. – nicht nur die operativen Funktionen, sondern auch die Funktionen der strategischen und normativen Ebenen vorhanden sein müssen. Auch dort dürfen sich Design und speziell die Produktentwicklung nicht auf die kurzfristige Anpassung beschränken. Auch in den kleinen Einheiten müssen sie mit Blick auf die lange Sicht gestalten.

2.3.5 Entwicklung: Von der Design-Logik zur Design-Meta-Logik

Wenn die Frage gestellt wird, ob Lebensfähigkeit das höchste Ziel einer Organisation ist, muss sie mit „Nein" beantwortet werden. Im Gegensatz zu lebenden Organismen können Organisationen ihre Identität verändern, ohne ihr „Leben" zu verlieren. Lebensfähigkeit - im Sinne des Aufrechterhaltens einer Identität - zu perpetuieren ist dann nicht sinnvoll, wenn im Rahmen dieser Identität kein positiver Nettobeitrag mehr an das größere Ganze geleistet werden kann. In solchen Fällen wird die Transformation oder Auflösung der Organisation zum Imperativ, was zunächst der Idee eines Designs zu widersprechen scheint. Hier aber geht es, von einer höheren Warte aus betrachtet, um das Design einer völlig neuen Konstellation, die auf Dauer Entwicklung ermöglicht. Dies im Sinne einer Entwicklung als Zunahme der Fähigkeit eines Systems, eigene und fremde Ansprüche zu erfüllen. Im Grenzfall kann dies die (Er-)Findung einer neuen Identität des gegenständlichen Systems erfordern, die quasi der üblichen Design-Logik entgegengerichtet ist, also eine Auflösung der bestehenden Konstellation impliziert. Deshalb der Begriff *Design-Meta-Logik*.

2.3.6 Eine Systemmethodik zur Unterstützung von Gestaltungsprozessen - Integrative Systemmethodik

In diesem Abschnitt wird eine stringente Synthese der bisher verwendeten methodischen Komponenten vollzogen. Design wird hier als integraler Bestandteil eines Kreations- oder Verbesserungsprozesses aufgefasst. Die beteiligten Akteure erarbeiten sich in diesem Prozess über die Zeit eine zunehmende Kompetenz für den Umgang mit einer komplexen Situation.

Dazu folgendes Schema aus der Integrativen Systemmethodik, einer Methodik für den Umgang mit komplexen Fragestellungen. Es kondensiert die Vielfalt der in der Praxis anzutreffenden Problemlösungsprozesse anhand weniger Grundkomponenten. Der Prozess umfasst die Komponenten der Modellierung, der Beurteilung, der Gestaltung und der Veränderung. Zudem ist er in einen größeren Rahmen eingebettet (reflektiert im „framing") und orientiert sich an einem Ziel (Abb. 2.10).

Diese Komponenten sind in der Praxis nicht so streng voneinander getrennt, wie die Grafik der Übersichtlichkeit zuliebe unterstellt. Sie sind zudem vernetzt, können sich auch überschneiden und müssen oft in Teilphasen ausdifferenziert werden.

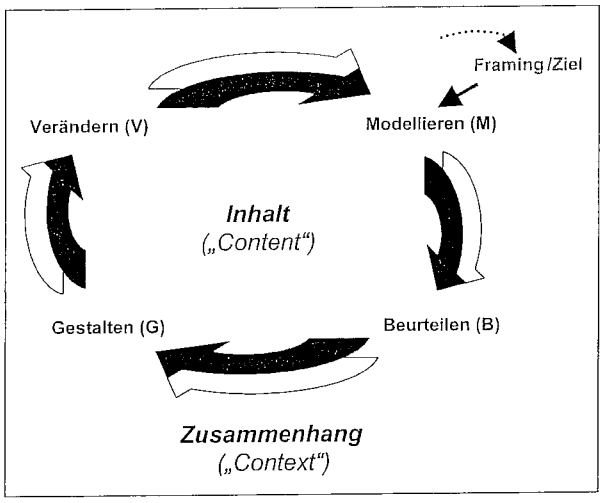

Abb. 2.10: *Integrative Systemmethodik - Überblick I*

Wesentlich am dargestellten Schema ist die Unterscheidung zwischen *Inhalt* und *Kontext* („content" und „context"). Diese Differenzierung wird durch den doppelten Pfeil symbolisiert. Die schwarze Komponente des Pfeils bezieht sich auf die inhaltliche Arbeit an der Design-Herausforderung, die der *Sach-Logik* des Designs folgt. Der weiße Teil versinnbildlicht, dass gleichzeitig und separat davon die Organisation des Designs von entscheidender Bedeutung ist: Hier geht es um die Zusammensetzung und Entwicklung des Design-Teams sowie um die Gestaltung des Design-Prozesses (mit anderen Worten neben der Sach-Logik um die *Sozio-Logik* und die *Chrono-Logik* des Designs).

Experten für Technologie- und Innovationsmanagement der Firma Arthur D. Little stellen eine weit verbreitete Praxis fest: Sie besteht darin, dass man in den betreffenden Unternehmungen

a) das Leben der bestehenden Produktlinie soweit als möglich zu verlängern sucht und
b) Produktentwicklungsprogramme erst dann in Gang setzt, wenn Marktanteile sowie Profitmargen bereits erodieren, oft sogar erst nachdem Wettbewerber ein besseres Produkt eingeführt haben (siehe: Deschamps/Nayak 1995).

Schon allein deshalb ist das „Timing" von Neuentwicklungen so wichtig. Das Wichtigste am „Time Management" ist nicht, alles schneller tun zu wollen, sondern früher anzufangen, um rechtzeitig bereit zu sein.

Das detailliertere Diagramm in Abbildung 2.11 differenziert den Ablauf etwas stärker aus, als dies in Abbildung 2.10 der Fall ist. Dieses Schema gilt sowohl für den inneren, als auch für den äußeren Kreislauf: Im Prinzip

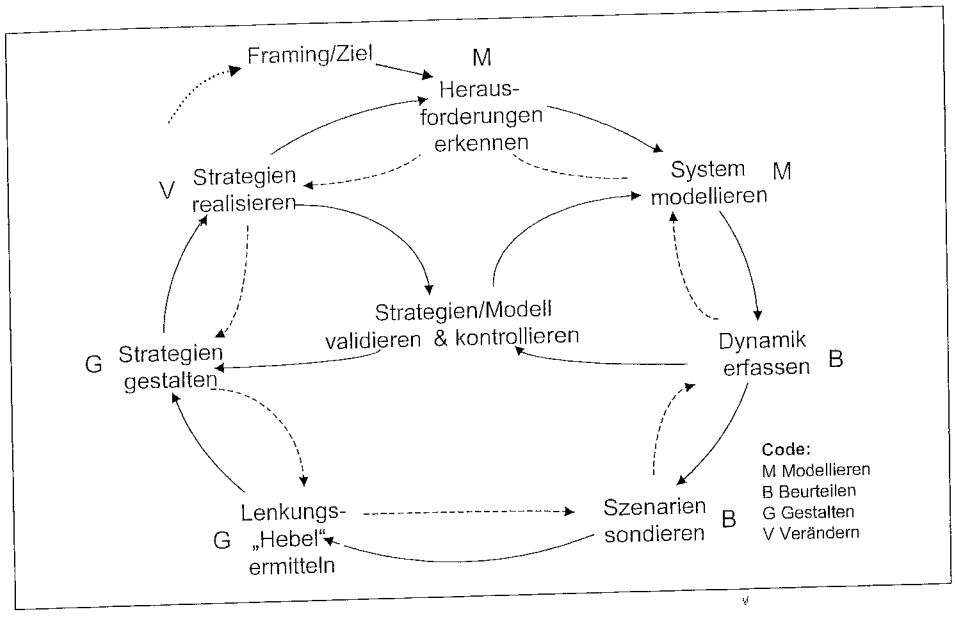

Abb. 2.11: *Integrative Systemmethodik - Überblick II*

müssen ja Modellierung, Beurteilung, Gestaltung und Veränderung auf beiden Ebenen - Inhalt und organisationaler Kontext - vollzogen werden. Die Darstellung in Abbildung 2.11 verdeutlicht zudem, dass alle Schritte in diesem Prozess einer *Validierung* bedürfen. Das heißt, dass Modelle, Konzeptionen und Gestaltungsempfehlungen, vorausschauend und laufend, systematisch auf ihre Gültigkeit und Qualität zu überprüfen sind. Dabei können, wie im Diagramm angedeutet, viele Iterationen nötig sein. Die übrigen Begriffe in Abbildung 2.11 sind weitgehend selbsterklärend. Detailliertere Ausführungen zur methodischen Ausgestaltung der einzelnen Schritte sowie Anwendungsbeispiele sind andernorts dargestellt worden (detaillierte Berichte finden sich bei Schwaninger 1997/2004 sowie Weber/Schwaninger 2001).

Abschließend gilt es, die im Vorfeld eingeführten Methodiken und Modelle zur Heuristik der Integrativen Systemmethodik in Beziehung zu setzen. Die dargestellten Methoden der qualitativen Systemmodellierung sowie der quantitativen Modellierung und Simulation sind vor allem auf der inhaltlichen Ebene (innerer Kreislauf in Abb. 2.11) leistungsfähig. Für Diagnose und Design auf der Kontextebene (äußerer Kreislauf in Abb. 2.11) bieten sich die Modelle der Organisationstheorie an. Hier kann das Modell Lebensfähiger Systeme außerordentlich wertvolle Dienste leisten. Letztendlich sind aber alle in diesem Kapitel dargestellten Design-Prinzipien und -Heuristiken von großer Bedeutung. Sie können im Rahmen des hier sehr abstrakt dargestellten Prozesses praktisch eingesetzt werden, woraus sich erst der konkrete Nutzen der Methodik ergibt.

2.4 Ausblick

Es gibt keine allgemein anerkannten, absolut gültigen Prinzipien guten Designs, abgesehen von den wissenschaftlichen Grundlagen, deren virtuose Anwendung erst gutes Design bedingt. Trotzdem lassen sich bessere von schlechteren Designs klar unterscheiden, wenn man sich an *Kriterien* guten Designs orientiert. Aus einer systemischen Perspektive sind im Falle komplexer Systeme diejenigen Designs, welche nur eine Dimension maximieren, beispielsweise die technische Leistung eines Produkts oder die Effizienz einer Organisation, und dabei andere wesentliche Kriterien vernachlässigen, in der Regel minderwertige Designs.

Bei komplexen Systemen - im vorliegenden Fall Geschäftssysteme, Wertschöpfungsnetzwerke, Kunden-Leistungs-Systeme, Markt-Leistungs-Systeme etc. - geht es im Regelfall um eine Mehrzieloptimierung. Es stellt sich heraus, dass viele Maßnahmen einen Mehrfachnutzen und sogar Synergien generieren, die in mehrere Dimensionen hineinreichen. Wegen der Eleganz, Ökonomie und ökologischen Verträglichkeit ihrer Designs wird die Natur häufig als Vorbild genommen. Dies bei der Gestaltung handwerklicher und industrieller Produkte, aber auch beim Design von Organisationen.

Auf diesem Weg hat die Menschheit vieles gelernt, wie die Bauten, Werkzeuge und Gebrauchsgegenstände zahlreicher lokaler, auch sehr alter Kulturen zeigen. Und doch ist sie auf dem Weg zu superben Technologien und intelligenten Organisationen für den Umgang mit Komplexität noch in einem Frühstadium.

Oft wird im Zusammenhang mit den Stichworten Wertschöpfung, Design, Innovation nur an die Gestaltung und Produktion materieller Güter gedacht, von der Architektur der Gebäude zur Produktgestaltung, zum Verpackungsdesign. Mindestens so viel Aufmerksamkeit aber verdient die Gestaltung des Sozialen, Organisatorischen und Kulturellen. Design und Produktentwicklung sind mehr als eine *technische* Herausforderung. Sie sind darüber hinaus eng mit *soziokulturellen* und *organisatorischen Aspekten* verflochten. Wirksame und erfolgreiche Innovation beruht zunehmend auf einer gekonnten Verflechtung funktional-strukturellen und sozioemotionalen Designs - unter gebührender Berücksichtigung sowie Integration des Ästhetischen, Ökonomischen, Ökologischen und Ethischen. Diesen Zusammenhang zu skizzieren habe ich im vorliegenden Beitrag versucht.

Das Potenzial ist noch riesig. Der *Systemansatz* weist neue Wege, dieses Potenzial zu erschließen.

2.5 Literatur

Alexander, C.: The Timeless Way of Building. Oxford University Press, New York 1979

Alexander, C./Ishikawa, S./Silverstein, M. et al.: A Pattern Language. Towns - Buildings - Constructions. Oxford University Press, New York 1977

Beer, S.: The Heart of Enterprise. Wiley, Chichester 1979

Beer, S.: Brain of the Firm. 2nd edition. Wiley, Chichester 1981 (1st Edition: 1972)

Beer, S.: Diagnosing the System for Organizations. Wiley: Chichester 1985

Belz, C. (Hrsg.): Leistungs- und Kundensysteme. Kompetenz für Marketing-Innovationen. Schrift 2. Verlag THEXIS, St. Gallen 1997

Buschmann, F. et al.: Pattern-Oriented Software Architecture: A System of Patterns. Wiley, Chichester 1996

Chesbrough, H. W.: Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Harvard Business School Press, Boston 2003

Cooper, R. G./Scott J. E./Kleinschmidt, E. J.: Best Practices in Product Innovation: What Distinguishes Top Performers. Stage-Gate, Ancaster, ON 2003

Csikszentmihalyi, M.: Kreativität. Wie Sie das Unmögliche schaffen und Ihre Grenzen überwinden. Klett-Cotta, Stuttgart 1997

Deschamps, J.-P./Nayak, P. R.: Product Juggernauts. How Companies Mobilize to Generate a Stream of Market Winners. Harvard Business School Press, Boston 1994

Dimansescu, D./Dwenger, K.: World-Class New Product Development. AMACOM-American Management Association, New York 1996

Drucker, P. F.: Innovationsmanagement für Wirtschaft und Politik. 2. Auflage. Econ, Düsseldorf und Wien 1985

Dyllick, T./Belz, F./Schneidewind, U.: Ökologie und Wettbewerbsfähigkeit. Verlag Neue Zürcher Zeitung, Zürich; Hanser, München 1997

Foster, R. N.: Innovation: die technologische Offensive. Gabler, Wiesbaden 1986

Gälweiler, A.: Strategische Unternehmensführung. 2. Auflage. Campus, Frankfurt/New York 1990

Gomez, P./Probst, G.: Die Praxis des ganzheitlichen Problemlösens. 3. Auflage. Haupt, Bern etc.1999

Hedlund, G.: Assumptions of Hierarchy and Heterarchy, with Applications to the Management in the Multinational Corporation. In: Ghoshal, S./Westney E. (Eds.): Organization Theory and the Multinational Corporation. MacMillan, London 1993. S. 211-236

Leonard-Barton, D.: Wellsprings of Knowledge. Building and Sustaining the Sources of Innovation. Harvard Business School Press, Boston 1995

Linstone, H. A.: Decision Making for Technology Executives: Using Multiple Perspectives to Improve Performance. Artech House, Boston 1999

Lojacono, G./Zaccai, G.: The Evolution of the Design-Inspired Enterprise. In: MIT Sloan Management Review. Spring 2004. S. 75-79

Mandelbrot, B. B.: The Fractal Geometry of Nature. Freeman, San Francisco 1982

Mattheck, C.: Design in der Natur. Der Baum als Lehrmeister. 3. Auflage. Rombach, Freiburg im Breisgau 1997

Meffert, H./Kirchgeorg, M.: Marktorientiertes Umweltmanagement: Konzeption - Strategie - Implementierung: mit Praxisfällen. 3. Auflage. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1998

Nachtigall, W.: Bionik. Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. 2. Auflage. Springer, Berlin 2002

Repenning, N. P.: Understanding Fire Fighting in New Product Development. In: The Journal of Product Innovation Management. Vol. 18, 2001. S. 285-300

Schwaninger, M.: Umweltverantwortung: Manager sind herausgefordert. In: Management Zeitschrift IO. 59. Jg., 1990. Nr. 1. S. 89-94

Schwaninger, M.: Die intelligente Organisation als lebensfähige Heterarchie. Diskussionsbeiträge des Instituts für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen. Nr. 14, 1994

Schwaninger, M.: Integrative Systems Methodology: Heuristic for Requisite Variety. In: International Transactions in Operational Research. Vol. 4, No. 4, 1997. S. 109-123

Schwaninger, M.: Organisationale Intelligenz aus managementkybernetischer Sicht. In: Schwaninger, M. (Hrsg.): Intelligente Organisationen. Duncker & Humblot, Berlin 1999. S. 55-78

Schwaninger, M.: Managing Complexity - The Path Toward Intelligent Organizations. In: Systemic Practice and Action Research. Vol. 13, No. 2, 2000. S. 207-241

Schwaninger, M.: A Cybernetic Model to Enhance Organizational Intelligence. In: Systems Analysis Modelling Simulation. A Journal of Mathematical Modelling and Simulation in Systems Analysis. Taylor & Francis. Vol. 43, No. 1, January 2003. S. 53-65

Schwaninger, M.: Methodologies in Conflict: Achieving Synergies between System Dynamics and Organizational Cybernetics. In: Systems Research and Behavioral Science. Vol. 21, 2004. S. 1-21

Schwaninger, M.: Voraussicht durch Systemdenken, in Vorbereitung

Schwaninger, M./Friedli, T.: Virtuelle Organisationen als lebensfähige Systeme. In: Scholz, C. (Hrsg.): Systemdenken und Virtualisierung. Unternehmensstrategien zur Vitalisierung und Virtualisierung auf der Grundlage von Systemtheorie und Kybernetik. Duncker & Humblot, Berlin 2002. S. 57-81

Schwaninger, M./Koerner, M.: Systemisches Projektmanagement. Ein Instrumentarium für komplexe Veränderungs- und Entwicklungsprojekte. In: ZfO-Zeitschrift Führung und Organisation. 72. Jg., Nr. 2, 2003. S. 75-85

Senge, P. M.: The Fifth Discipline. Century, London 1992

Sernetz, M.: Die fraktale Geometrie des Lebendigen. In: Spektrum der Wissenschaft. Juli 2000. S. 72-79

Simon, H.: Die heimlichen Gewinner: die Erfolgsstrategien unbekannter Weltmarktführer. Campus Verlag, Frankfurt/New York: 1996

Sterman, J. D.: Business Dynamics. Systems Thinking and Modelling for a Complex World. Irwin/McGraw-Hill, Boston 2000

Stumpfe, J.: Product Design and Manufacturing Process - Dynamic Consequences of Different Policies in Innovation Management. In: Hines, J. H./Diker, V. G./Langer, R. S./Rowe, J. I.: Proceedings of the 19th International Conference of the System Dynamics Society. Atlanta (Ga.) 2001

Ulich, E. (Hrsg.): Mensch - Technik - Organisation: eine Schriftenreihe. Verlag der Fachvereine, Zürich & Teubner, Zürich 1993 etc.

Ulrich, H./Probst, G.: Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln. Ein Brevier für Führungskräfte. In: Ulrich, H.: Gesammelte Schriften. Band 3. Haupt, Bern und Stuttgart 2001

Vester, F.: Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für den Umgang mit Komplexität. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1999

Von Mutius, B.: Die Verwandlung der Welt. Ein Dialog mit der Zukunft. Klett-Cotta, Stuttgart 2000

Weber, M./Schwaninger, M.: Transforming an Agricultural Trade Organization: A System-Dynamics-Based Intervention. System Dynamics Review. Vol. 18, No. 3, Fall 2002. S. 381-401

Literatur zur Vertiefung

Leonard, D./Swap, W.: When Sparks Fly. Igniting Creativity in Groups. Harvard Business School Press, Boston 1999

Nelson, H. G./Stolterman, E.: The Design Way. Intentional Change in an Unpredictable World. Educational Technology Publications, Englewood Cliffs, New Jersey 2003

Quinn, J. B.: Innovation Explosion: Using Intellect and Software to Revolutionize Growth Strategies. Free Press, New York, NY etc. 1997

Sherwood, D.: Seeing the Forest for the Trees: a Manager's Guide to Applying Systems Thinking. Brealey, London 2002

Sherwood, D.: Smart Things to Know about Innovation and Creativity. Capstone, Oxford 2001