Michael Müller

Ideenfindung, Problemlösen, Innovation

Das Entwickeln und Optimieren von Produkten, Systemen und Strategien

PUBLICIS

Müller
Ideenfindung, Problemlösen, Innovation

Ideenfindung, Problemlösen, Innovation

Das Entwickeln und Optimieren
von Produkten, Systemen
und Strategien

von Michael Müller

PUBLICIS

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Autor und Verlag haben alle Texte in diesem Buch mit großer Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Eine Haftung des Verlags oder des Autors, gleich aus welchem Rechtsgrund, ist ausgeschlossen. Die in diesem Buch wiedergegebenen Bezeichnungen können Warenzeichen sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Lektorat: Dr. Gerhard Seitfudem, gerhard.seitfudem@publicis.de

www.publicis-books.de

ISBN 978-3-89578-363-0

Verlag: Publicis Publishing, Erlangen
© 2011 by Publicis Erlangen, Zweigniederlassung der PWW GmbH

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Bearbeitungen sonstiger Art sowie für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Dies gilt auch für die Entnahme von einzelnen Abbildungen und bei auszugsweiser Verwendung von Texten.

Printed in Germany

Geleitwort

Es ist wieder modern, über Innovationen zu reden. Manager, Politiker und Verbandsvertreter beschwören Innovationen als Garanten für Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit. Der Ausweis der eigenen Innovativität wird zur Pflicht. Und selbst wer als Unternehmer in einem als „nicht innovativ" apostrophierten Feld erfolgreich ist und Arbeitsplätze hält, gerät unter Rechtfertigungszwang. Das war nicht immer so. Lange Zeit war der Begriff „Innovation" in Deutschland nicht nur ungebräuchlich, sondern erzeugte Argwohn in einer saturierten Gesellschaft. Wenn man vor zwanzig Jahren das Wort „Innovation" gebrauchte, so musste man gewärtig sein, danach gefragt zu werden, was dieser neumodische Begriff eigentlich bedeute. Das heißt jedoch nicht, dass Innovation ein völlig neues Phänomen ist. Erfindungen des Typs Dampfmaschine, Glühbirne oder Automobil lösten in der Vergangenheit zum Teil tiefgreifendere Entwicklungsschübe aus, als sie derzeit in Bereichen der Biotechnologie, Optoelektronik oder Mikrosystemtechnik diskutiert werden.

Und doch hat sich etwas verändert: Der globale Wettbewerb lässt die zunehmende Innovationsschwäche am Standort Deutschland sichtbar werden. Innovationsverzicht und Umsetzungsprobleme haben in den letzten Jahren zu rückläufiger Wettbewerbsfähigkeit vieler Unternehmen geführt. Die Krise verstärkt den Druck zur Innovation. Mit weiteren Rationalisierungsexzessen – so überfällig sie im Einzelfall auch gewesen sein mögen – und phantasielosen Akquisitionsstrategien ist ein Weg aus dieser Misere nicht zu erschließen. Nur über Innovationen ist eigenständiges Wachstum zu realisieren. Darüber herrscht Einigkeit. Wenn aber echte Innovationen anstehen, weichen die Bekenntnisse zur Veränderung allzu oft der Angst um die eigene Position. Beim Innovieren wird sehr schnell klar, dass man bestehende Strukturen und Prozesse infrage stellt, dass der Verlust lieb gewordener Privilegien droht, dass Bereiche aufgegeben werden müssen, in denen man kompetent ist. Das ist ein schmerzhafter Prozess, den viele meiden und die kurzfristig bequemere Alternative der Besitzstandswahrung vorziehen. Echte Innovationen werden verschoben, solange es geht.

Kurzsichtige Kostenorientierung und die Vordringlichkeit des Kurzfristigen drohen indes zulasten notwendiger Investitionen in die Zukunft zu gehen. Unter dem Druck von Downsizing, Outsourcing und weiteren, auf

das Ausschöpfen letzter Rationalisierungsreserven bedachten Strategien laufen Unternehmen Gefahr, sich in einen Zustand höchster Effizienz, aber auch höchster innovatorischer Inkompetenz hineinzumanövrieren. Eine gesunde Schlankheitskur im Routinebereich droht in eine krankhafte Magersucht im Innovationsbereich umzuschlagen. Wenn Fach- und Führungskräfte ihrer letzten innovatorischen Freiräume beraubt werden, fehlt die Zeit, „über den Tellerrand" zu schauen und Wege zu Neuem vorzubereiten. Wer aber, um im Preiswettbewerb zu bestehen, im Innovationswettbewerb gar nicht an den Start geht, wird kaum nachhaltig erfolgreich sein können.

Auf der Suche nach einem Ausweg aus diesem Innovationsdilemma und in der Hoffnung auf Patentrezepte für Innovationen wenden sich viele Unternehmen an Berater, geben Trendstudien und Benchmarkingprojekte in Auftrag – aber laufen doch nur im „Innovationskreis". Denn wenn alle aufgrund der gleichen Datenlage den gleichen Modeströmungen folgen, dann führt dieser methodische Konsens nicht zu der angestrebten Innovationsführerschaft, sondern in Bereiche höchster Wettbewerbsintensität, für die oftmals noch nicht einmal die erforderlichen Kompetenzen verfügbar sind. Unternehmensleitungen, die sich dem Mainstream verschreiben, machen aus ihrer Sicht zwar nichts falsch oder zumindest nichts, was nicht als durch Stäbe oder Berater abgesichert gilt, aber echte Innovationen und Differenzierung von der Konkurrenz schaffen sie nicht.

Wer weder im „Zug der Lemminge" Trendsettern hinterherlaufen noch in klassischen Anbieterpositionen verharren will, ist daher gut beraten, sich selbst zu orientieren und Entwicklungspfade zu erschließen, die mit den aktuell verfügbaren oder entwickelbaren Kompetenzen des Unternehmens beschritten werden können. Doch Innovationen fallen nicht vom Himmel. Ob es um die vielen kleinteiligen Verbesserungen oder auch große Erfindungen geht, Innovationen werden von Menschen gemacht. Sie haben „Geistesblitze", entwickeln systematisch neue Lösungen, probieren in Versuchs- und Irrtumsprozessen Neues aus oder optimieren ihren Arbeitsplatz. Viele Manager tun sich aber schwer, dem innovatorischen Potenzial der eigenen Belegschaft zur Entfaltung zu verhelfen. Daran gewöhnt, das Bestehende zu optimieren, haben sie offenbar verlernt (oder nie gelernt), wie man kreatives Engagement fördert und für die Unternehmensentwicklung nutzbar macht. Führungskräfte und -konzepte, die sich in Routinesituationen bewähren, versagen unter anderen Bedingungen, nicht weil sie schlechter geworden sind, sondern weil für kreativ-schöpferische Aufgaben andere Methoden und Kompetenzen erforderlich sind.

Hier setzt der vorlegende Band an. Von einer Erklärung der grundlegenden Prinzipien kreativer Prozesse ausgehend widmet sich der Autor der Frage, wie man die Suche nach innovativen Lösungen gezielt(er) unterstützen kann. Anhand zahlreicher Beispiele gelingt es ihm dabei, die Strukturen zu lösender Probleme verstehbar zu machen, zu Problemklassen zusammenzufassen und das Finden von Problemlösungen mit spezifischen Methoden anzugehen. Der Autor ist als Physiker mit naturwissenschaftlich-technischen Gegebenheiten vertraut, jedoch auch mit dem nötigen Rüstzeug aus Philosophie und Psychologie versehen und bietet so eine einmalig günstige Kombination für die Durchdringung dieser ebenso bedeutenden wie schwierigen Materie. Gleichzeitig verfügt er über die Gabe, sie auf einfache Weise darzustellen. Anscheinend mühelos gelingt es ihm, in wegweisenden technisch-wirtschaftlichen Entwicklungen das verborgene Wirken der Methoden seines überzeugenden Systems zu entdecken.

Es ist zu hoffen, dass dieses Buch den Weg in die Regale und vor allem in die Köpfe der Fach- und Führungskräfte unseres Landes findet. Weniges wird zur Zeit dringender gebraucht als Problemlösungskompetenz. Dieses Buch ist ein hervorragender Leitfaden dafür, diese Problemlösungskompetenz zu stärken und „Zufälle zu provozieren“.

Dortmund 2011 Prof. Dr. Friedrich Kerka

Inhaltsverzeichnis

1 Evolution und Kreativität

1.1 Herrn Knoblichs Montagmorgen ... 18
1.2 Ökonomie in der Natur ... 21
1.3 Vollständigkeit in der Natur ... 22
1.4 Finalität in der Natur ... 23
1.5 Die Ökonomie des Denkens ... 25

2 Wunder technischer Kreativität

2.1 Die Entwicklung des Alphabets ... 29
2.2 Das Zahlensystem ... 31

3 Worauf es ankommt

3.1 Finalität optimal nutzen! ... 34
3.1.1 Bedeutung von produktiven Zielen ... 34
3.1.2 Wie gewinnt man präzise Ziele? ... 35
3.2 Fakten, Vorhersagen, Absichten ... 36
3.3 Wie man das Übersehen von Wichtigem vermeidet ... 39
3.3.1 Die Bedeutung von Vollständigkeit ... 39
3.3.2 Worauf bezieht sich Vollständigkeit? ... 41
3.3.3 Vollständigkeit und Beziehungen von Fakten und Objekten ... 44
3.3.4 Wie stellt man Vollständigkeit her? ... 46
3.3.5 Beispiel: Ein Fliesenproblem ... 52
3.4 Keine Verschwendung von Denkkapazität! ... 54
3.4.1 Denkökonomie in der Wissenschaft ... 54
3.4.2 Denkökonomie im Alltag ... 55
3.4.3 Die Substanz der Denkökonomie ... 56
3.4.4 Kompression und Entfaltung ... 57
3.4.5 Denkökonomie und Zielfindung ... 59

4 Grundlegende Methoden

4.1 Zielemanagement ... 63
4.1.1 Ziele richtig realisieren ... 63
4.1.2 Beispiel: Tunnelrauchabzugssystem ... 68
4.1.3 Wie man Mitwirkende an Zielen beteiligt ... 69
4.1.4 Neue Anwendungen für bestehende Systeme ... 71
4.1.5 Beispiel: Leuchtende Folien ... 76
4.2 Rasche und treffende Bewertung ... 77
4.2.1 Bewerten als kreative Leistung ... 77
4.2.2 Kategorien der Bewertung ... 78

4.2.3 Methoden der Bewertung ... 82
4.3 Kritische Punkte präzis ermitteln ... 86
4.3.1 Ziele und Systeme ... 86
4.3.2 Die Entwicklung des Gewölbes ... 87
4.3.3 Die Genese bewusster Innovationen ... 89
4.3.4 Die Kritische Variable (KV) ... 90
4.3.5 Das Finden der Kritischen Variablen ... 94
4.3.6 Schwierige Fälle ... 99
4.3.7 Verbessern der Kritischen Variablen ... 100
4.3.8 Ein weiteres Beispiel: Heckraketen ... 102
4.4 Widerstände elegant beheben ... 104
4.4.1 Zwei Arten von Widerständen ... 104
4.4.2 Widersprüche ... 104
4.4.3 Beispiel: Die filterlose Zisterne ... 107
4.4.4 Pointieren ... 109
4.4.5 Beispiele ... 111
4.5 Mutationen und Metamorphosen ... 116
4.5.1 Treibstoffeinsparungen bei Schiffen ... 116
4.5.2 Die Methode der Metamorphose ... 119
4.5.3 Elementaroperationen und Variationen ... 120
4.5.4 Bedeutung der Metamorphose ... 121
4.5.5 Beispiele ... 122
4.6 Multifunktionalität ... 126
4.6.1 Mehrfachfunktion von Bauteilen ... 126
4.6.2 Methodik der Multifunktionalität ... 128
4.6.3 Beispiel: Valvotronic ... 131
4.6.4 Multifunktionalität bei der Neuentwicklung nutzen! ... 132
4.6.5 Beispiel: HTS-Schiffsantrieb ... 133
4.7 Spezialisieren ... 135
4.7.1 Große schwere Maschinen elegant befördern ... 135
4.7.2 Methode der Spezialisierung ... 137
4.7.3 Beispiele für Spezialisierungen ... 139
4.7.4 Spezialisieren und Multifunktionalität von Teilprozessen ... 144
4.7.5 Die Gutenberg-Methode ... 147
4.7.6 Beispiel: Cloud Computing ... 151
4.8 Lösungen vom Grundsätzlichen her entwickeln! ... 152
4.8.1 Ein uralter Traum der Menschheit ... 152
4.8.2 Wirkprinzipien ... 153
4.8.3 Beispiele für Wirkprinzipien ... 155
4.9 Das Lösen unlösbarer Probleme ... 164
4.9.1 Unmögliche Lösungen ... 164
4.9.2 Die Panoramamethode ... 166
4.9.3 Beispiel Digitaluhr: Wirkprinzipien nicht nur variieren! ... 168
4.9.4 Weitere Beispiele ... 172

5 Spezielle Methoden

5.1 Wirkungsvolle und rationale Planung ... 177
5.1.1 Ein Beispiel aus der Trigonometrie ... 177

5.1.2 Lenkdrachen für Ozeanschiffe ... 179
5.1.3 Planungsmethodik ... 180
5.1.4 Weitere Beispiele ... 182
5.2 Rückwärtsmethode ... 189
5.2.1 Probleme vom Ziel angehen ... 189
5.2.2 Beispiel: Vorwärtseinschneiden ins Gelände ... 190
5.2.3 Die Methode des Rückwärtsplanens ... 192
5.2.4 Beispiele ... 194
5.3 Alles Denkbare erfassen! ... 199
5.3.1 Negation ... 199
5.3.2 Kombination ... 205
5.3.3 Kontrolliertes Erweitern ... 210
5.3.4 Beispiele ... 211
5.4 Lösungen aus anderen Gebieten nutzen! ... 216
5.4.1 Analogien entwickeln ... 216
5.4.2 Beispiele ... 219
5.5 Effizienzen finden und steigern ... 222
5.5.1 Die Effizienz ... 222
5.5.2 Wirkungsvolle Systemverbesserungen ... 223
5.5.3 Beispiele ... 226
5.6 Verfahren, um Grundideen und Pläne rasch zu prüfen ... 231
5.6.1 Muskelkrafthubschrauber ... 231
5.6.2 Partielle Konkretisierung ... 234
5.6.3 Beispiel: Solarkocher ... 235
5.7 Partielles Umkehren bestimmter Parameter ... 238
5.7.1 Tangentenbussole ... 238
5.7.2 Methode der partiellen Umkehrung ... 240
5.7.3 Beispiel: Empfindlicheres Elektrometer ... 242
5.8 Zentralisieren: Wann und wann gerade nicht? ... 245
5.8.1 Bedeutung der Frage ... 245
5.8.2 Methode des (De-)Zentralisierens ... 246
5.8.3 Beispiele für (De-)Zentralisierung ... 248

6 Strategie: Planen der Methodik

6.1 Zum Gebrauch von PROMETIK ... 252
6.2 Beispiele zur Nutzung der Problemklassen und Denkfiguren ... 257
6.2.1 Europa-USA in einer Stunde ... 257
6.2.2 Einsatz der Denkfiguren ... 260
6.2.3 Dübel ... 260
6.2.4 Abdriftalarm ... 262
6.2.5 Quality Function Deployment ... 264

7 Schlusswort

Literatur ... 272
Stichwortverzeichnis ... 278

Zu diesem Buch

„Noch ein Buch über Problemlösen, Ideenfindung, Innovation?“, werden Sie vielleicht fragen. Aber: Warum haben Sie es zur Hand genommen? Weil Sie – völlig zu Recht – annehmen, dass dieses Thema von dauerhaftem Interesse ist, dass man damit noch nicht fertig ist, vielleicht nie fertig werden wird. Vielleicht auch, weil Sie die Notwendigkeit des systematischen Herangehens an neue Herausforderungen bewegt. Dann werden Sie wahrscheinlich auch schon Erfolge auf diesem Gebiet zu verzeichnen haben. Doch die gegenwärtige Zeit lädt nicht dazu ein, sich auf seinen Lorbeeren auszuruhen, und seien sie noch so prächtig. Denn die Herausforderungen wachsen. Dafür benötigt man Problemlösekompetenz. Dieser Notwendigkeit wird man sich derzeit immer stärker bewusst. Zum Beispiel gehört zu den Aufnahmetests der Zeppelin-Universität in Friedrichshafen die gemeinsame Bearbeitung eines Problemfalles.[1] Während diese Zeilen geschrieben werden, schickt sich Volkswagen an, in den nächsten Jahren Toyota als größten Autobauer der Welt abzulösen, beginnt Australien das größte Industrieprojekt der Welt: die Ausbeutung des Gasfeldes Gorgon im Norden Westaustraliens.[2] An dem Projekt mit einem geschätzten Volumen von 26 Milliarden Euro sind die drei Energie-Multis Chevron, Exxon Mobil und Shell beteiligt, die Deutsche Bahn verantwortet die Logistik. 10.000 Arbeiter werden für den Bau benötigt, die bereits abgeschlossenen Abnahmeverträge mit asiatischen Staaten haben ein Volumen von 300 Milliarden Dollar. Allein die Größe des Projektes ist ein Novum und erfordert, für viele Prozesse und Systeme neue Lösungen zu finden.

Es ist nicht zu übersehen: Projekte dieser oder ähnlicher Größenordnungen wird es in Zukunft immer häufiger geben. Aber je größer die Projekte werden, desto dringlicher stellt sich die Frage nach der Methodik, sie optimal zu gestalten. Verfügen wir bereits über die beste aller Methoden? Blicken wir zur Beantwortung dieser Frage auf ein Großprojekt der Menschheit: den „Dreamliner“ der US-Firma Boeing. Er hat eine Verzögerung nach der anderen erlebt. Dass das kein Sonderfall ist, beweist das ähnliche Schicksal des Militärtransporters A400M der europäischen Konkurrenz. Die Gründe? Im Falle von Boeing wird auf die Arbeitsteilung mit den Zulieferern verwiesen. Doch die Arbeitsteilung ist ein alter Hut, schon vor fünftausend Jahren gab es im alten Ägypten auf Steuereintrei-

bung geschulte Spezialisten. Neu allein war die Größenordnung der Arbeitsteilung. Je größer das Projekt ist, so darf man wohl daraus schließen, desto größer sind die Anforderungen an die Methodik. „Haben die bisherigen Methoden versagt?“, fragt man sich verzweifelt. Denn niemand wird uns erzählen wollen, dass Planung, Vorbereitung und Durchführung dieser Projekte von Methodenignoranten betrieben worden sind.

Wünschenswert wäre also ein neuer Methodenansatz. Das vorliegende Buch versucht, die Geheimnisse des Gelingens dem größten Projekt überhaupt abzuschauen: Der Entwicklung des heutigen Lebens auf dieser Erde. Dessen Größenordnung ist bislang unerreicht und wird niemals von irgendeinem anderen Projekt erreicht werden. Und es war erfolgreich. Wie sollte dieses Ablauschen gelingen? Lassen Sie sich überraschen. Keineswegs wird hier lediglich versucht, den Spuren der Bionik folgend jeden Schöpfer neuer Systeme auf die Betrachtung der Natur zu verweisen. Trotzdem werden Sie selbstverständlich hier eine neue Methodik kennen lernen, um Lösungen der Natur für Ihre Probleme nutzbar zu machen. Es wird hier wesentlich mehr versucht, nämlich für die generelle Gestaltung der Methodik den bewährten Zügen der Schöpfung zu folgen. Ich kann und werde Ihnen nicht versprechen, dass Sie mit diesen Methoden mühelos auf produktive, neue Ideen kommen werden. Doch ich kann Ihnen versprechen, dass Sie nach der Lektüre dieses Buches Probleme und deren Lösungsmöglichkeiten zumindest in neuem Lichte sehen werden. Aber selbst wenn Sie nur das mitnehmen, wird es Ihnen bereits nachhaltig helfen können. Wie gesagt: Lassen Sie sich überraschen!

Doch bevor wir fortfahren, müssen wir über die Art der Darstellung nachdenken. Das betrifft einmal die der Zusammenhänge, dann aber auch die der bildlichen Widergabe. Beginnen wir mit ersterer. Man kann ein System, sei es ein technisches, soziales, politisches, wirtschaftliches oder organisatorisches, auf verschiedene Weise „erklären“. Da gibt es mehrere Methoden.

Zunächst die *historische Methode:* Man schildert das Entstehen des Systems von den Anfängen an. Die Darlegung der Nachrichtentechnik könnte man so mit Marconis erfolgreichem Versuch einleiten, den Ärmelkanal 1899 funktechnisch zu überbrücken.

Sodann gibt es die *pragmatische Methode*, die vom privaten Gebrauch des Systems ausgeht.

Der *pädagogische Ansatz* über das „Elementare“ versucht, alles vom Kern her deutlich zu machen. Hierfür sind viele schöne und begeisternde Beispiele zusammengetragen worden, insbesondere von Wagenschein,[3] jedoch fehlt eine eindeutige, handhabbare Methodik.

Schließlich gibt es die *„funktionale Methode“*, wie ich sie nennen möchte, die von den angestrebten Funktionen ausgeht und die sichtbaren Strukturen als Mittel zur Erfüllung der Zwecke sieht.

Sie ahnen es: Hier soll der funktionalen Methode eindeutig der Vorzug gegeben werden. Das entspricht nicht nur dem Charakter des Buches, nicht nur meiner festen Überzeugung, sondern ist auch der beste Schlüssel des Verstehens. Das ist im privaten Bereich völlig verständlich: „Warum fahren die Meyers schon jahrelang nicht in den Urlaub?“ „Weil sie ihrem Sohn die teure Behandlung bezahlen wollen, die die Kasse nicht übernimmt!“ „Warum sind Schulzes Kinder so herausgeputzt?“ „Weil die Eltern sie maßlos lieben!“ Das sind alles funktionale Erklärungen, die voll befriedigen. Das gilt im technischen Bereich noch viel mehr. Dennoch ist diese funktionale Methode nicht ohne Risiko. Denn sie ist angreifbar, weil sie die historische Entwicklung weitgehend ignoriert. Das liegt an auch zufälligen Zügen historischen Geschehens. Bevor Otto den Gasmotor entwickelte, gab es schon eine Kutsche mit Dampfmaschinenantrieb, der allerdings nur geringer Erfolg beschieden war. So, wie sich ein System heute zeigt, ist es das Ergebnis vieler Ideen und der letztendlichen Beurteilungen Vieler, vor allem der Kunden. Erklärt man einen Ottomotor funktional, indem man zum Beispiel von einer Rakete über eine Patrone zur Explosion im Zylinder kommt, dann wird so mancher vorwiegend historisch Orientierte sagen: „Halt, so war es doch gar nicht, die Entwicklung lief doch ganz anders, nämlich über Dampfmaschine, Lokomotive und Dampfmaschinenauto!“ Nun ja, lassen wir’s dabei, dass beide Standpunkte ihre Berechtigung haben, und dass hier dem funktionalen der Vorzug gegeben wird.

Oder, noch ein bisschen konkreter: Sie werden im Laufe dieses Buches 25 Denkfiguren kennen lernen, die diese funktionale Methode repräsentieren und die Ihnen ermöglichen sollen, die Methode auf Ihre Problemstellungen anzuwenden. Im letzten Kapitel des Buches finden Sie dann eine übersichtliche Zusammenfassung, quasi als Kurzanleitung, wann welche Denkfigur eingesetzt werden kann.

„Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“, pflegt man zu sagen. Es gibt unglaublich viele Arten von Bildern. Museen, Bücher, Reklametafeln, Konstruktionsbüros, Wandtafeln der Schulen und viele andere Quellen legen dafür Zeugnis ab. In diesem Buch findet sich eine Fülle von Bildern aus Patenten, Photos fertiger Konstruktionen, aber auch Skizzen. Doch Skizze ist nicht Skizze. Heinrich Zille malte das Elend Berliner Hinterhöfe vor hundert Jahren, Loriot Widersprüche in der menschlichen Natur. Wir, die

wir es mit der Entwicklung von Ideen zu tun haben, bevorzugen natürlich Skizzen, die das Prinzip einer neuen Lösung verdeutlichen sollen. Diese Skizzen zielen nicht ab auf größtmögliche Schönheit, beeindruckende Schrecklichkeit wie etwa bei Daumiere, oder auf die Suggestion von Endgültigkeit, wie bei Produktprospekten in Hochglanz. Unsere Skizzen sollen darüber hinaus jeden Eindruck von Perfektion geradezu vermeiden. Denn Ideen sind werdende Objekte, die sich sogar im Moment der Entstehung verändern können, ja verändern sollen. Nichts würde diese Absicht stärker vereiteln als perfekte Bilder. Ganz abgesehen davon, dass sich die Kritik an der Perfektion zum Beispiel des Powerpoint allmählich formiert,[4] ja sogar die Freihandzeichnung vehement verteidigt und propagiert wird,[5] aus eben den obigen Gründen.

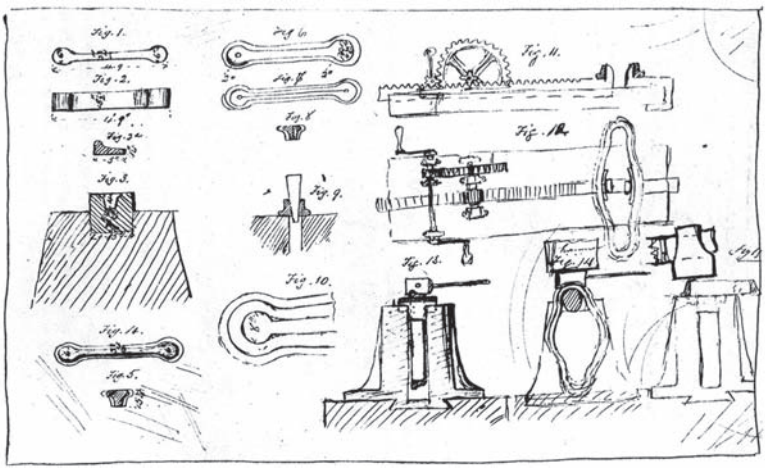

Bild 1 Das Prinzip zur Herstellung der nahtlosen Eisenbahnfelge (Alfred Krupp)[6]

Deshalb finden Sie in diesem Buch auch Freihandskizzen.

Im Archiv der Krupp-Stiftung in der Villa Hügel in Essen kann man viele Freihandskizzen Alfred Krupps bewundern, die die Prinzipien seiner technischen Ideen zeigen. Bild 1 zeigt Einzelheiten der Herstellung der berühmten nahtlosen Eisenbahnfelgen von Krupp. Ein glühendes Stahlstück mit hantelförmigem Querschnitt (Fig. 1) wird an jedem verdickten Ende mit Hilfe eines Dornes mit je einem Loch versehen (Fig. 3). Die beiden Löcher werden mit einer Art Meißel (Fig. 9) miteinander im Sinne von Fig. 6 verbunden, so dass Fig. 10 entsteht. Eine Art Streckbett (Fig. 11 und 12) weitet die so entstandene Öffnung auf. Die Kreisringform erhält

das Werkstück durch Bearbeitung entsprechend der Figuren 13 und 14. Ein doch ziemlich komplexer technischer Vorgang wird durch derartige Skizzen recht deutlich.

Natürlich muss man die Bilder genau betrachten und sich dafür auch etwas Zeit lassen. Doch ist es grundsätzlich möglich, mit Handskizzen eigene Einfälle zunächst so darzustellen, dass deren Fortentwicklung nicht behindert, sondern im Gegenteil: begünstigt wird!

Ein anderes Beispiel für eine bahnbrechende Idee ist die Fahrkunst: Um das Jahr 1800 erreichte der Oberharzer Bergbau Tiefen über 500 m. Die Bergleute überwanden diese Höhendifferenz mit Hilfe von Leitern[7] (Bild 2a). Auf Dauer war ihnen das aber nicht zuzumuten. Oberbergmeister Dörrell führte – dank eines geschickten Bergmannes – eine Lösung dafür ein. In dem Bergwerk, das er vorfand, schafften Druckpumpen das Wasser vom Grund der Grube nach oben. Angetrieben wurden die Pumpen von Stößeln, die oberhalb der Grube vom sog. Kunstkreuz gegenläufig auf und ab bewegt wurden. Unser Bergmann hatte in diese Kanthölzer große Nägel geschlagen, an denen er Halt finden konnte. Er schwang sich auf den linken Stößel, wenn der nach oben ging und von dort wieder auf den rechten Stößel, wenn dieser sich nach oben bewegte und der linke nach unten ging. Dörrell sah das und brauchte nur noch die Nägel durch Fußrasten und Haltegriffe ersetzen zu lassen. Angetrieben wurden die Stößel oberirdisch durch einen waagrechten Balken, der um eine Achse in seiner Mitte Drehschwingungen vollführte, so dass jeder der beiden Arme wechselseitig nach oben und unten schwang. Eine Art Mühlrad bewegte durch eine Art Pleuel einen vertikalen Balken. Die beiden Balken waren fest miteinander verbunden, so dass eine Art Kreuz entstand, das Kunstkreuz, das sich um eine horizontale Achse drehte. Auf diese Weise überwanden die Bergleute rascher und ohne größere körperliche Anstrengung diese riesigen Höhenunterschiede – nicht nur im Oberharz. In fünf Minuten waren 100 Meter geschafft. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts lösten Seilfahrten die Fahrkünste allmählich ab. Wie gelang diese Innovation? Im Prinzip ganz einfach: Unser Bergmann hatte die auf und ab bewegten Stößel vor seinen Augen; er brauchte sich nur vorzustellen, dass diese Stößel ihn mitnahmen. Und wenn die Aufwärtsbewegung des einen Stößels endete, nutzte er die Aufwärtsbewegung des anderen.

Aber wie hätte man auch ohne diese Hilfe auf die Idee kommen können?

Das wird anhand der Skizzen in Bild 2 deutlich. Die ursprüngliche Leiter hochzuziehen, verbat sich wegen deren Länge. Doch hätte die Leiter eine kurzzeitig nach oben gerichtete Bewegung durchführen können. Dann hätte sie sich wieder nach unten bewegen müssen. Während dieser Zeit durfte der Bergmann nicht auf der Leiter stehen. Auf einer Höhle im

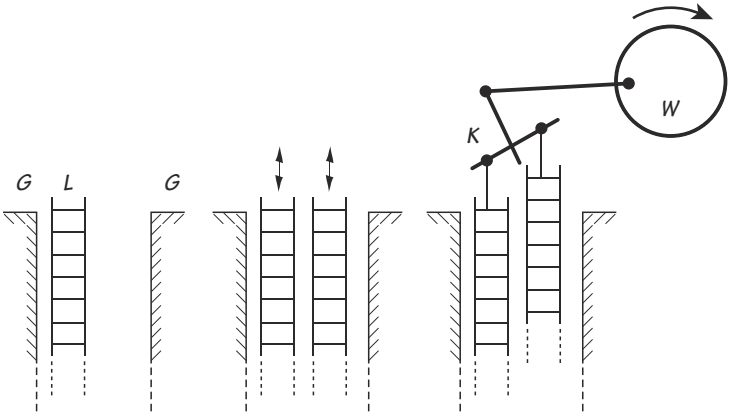

Bild 2 Die Fahrkunst
Links: Leiter L in Grube G; Mitte: Zwei Leitern, die sich periodisch auf- und ab bewegen, so dass die Bergleute durch steten Wechsel an Höhe gewinnen können; rechts: Das Wasserrad W dreht die Scheibe, diese das Kunstkreuz K, das die Leitern auf und ab bewegt.

Schacht? Das wäre sehr aufwendig geworden. Eine starre Leiter daneben? Besser noch, die zweite Leiter bewegt sich in dieser Zeit nach oben. Das könnte auch einfacher sein, mit einer Art Wippe als Antrieb. Diese müsste dann bewegt werden. Es gab damals Wasserräder als Antriebe, vor allem für Mühlen. Deren Rotation müsste in eine periodische Hin-und-Her-Bewegung umgewandelt werden. Das ließ sich durch eine Pleuelstange realisieren. Aber da das Wasserrad nicht über dem Schacht positioniert sein konnte, musste man ein horizontales Pleuel an einem vertikalen Balken angreifen lassen. Dieser brauchte nun nur noch mit dem horizontalen Balken, der die Leitern trieb, fest verbunden zu werden. Auf diese Weise entstand die Anordnung mit dem Kunstkreuz zunächst für die Stößel.

Noch ein Wort zur inhaltlichen Darstellung. Das vorliegende Buch ist entstanden aus dem Seminar PROMETIK (Problemlösende Methoden der Technik) und enthält dessen Methoden. PROMETIK gründet auf den Prinzipien, die in einer Promotion über das Problemlösen in Physik als fundamental erkannt wurden. Es arbeitet analog zu den Modi der Logik, zum Beispiel: „Wenn A, dann B. Nun aber A. Also B.“[8] Das ist eine ganz kurze, treffende Verallgemeinerung von Schlüssen der Art: Wenn es regnet, wird die Erde nass. Nun regnet es. Also wird die Erde nass.

PROMETIK arbeitet nach der Regel: Wenn X, dann Y, wobei X eine Problemklasse ist und Y eine dafür vorgesehene Methode. Diese Kombination,

Problemklasse und zugehörige Methode, diese „Denkfigur“ gestattet es dem Problemlöser, sich in einem konkreten Fall darauf zu beschränken, die Problemklasse zu erkennen (welches X) und daraufhin zur entsprechenden Methode zu greifen (zum zugeordneten Y) und diese sinngemäß abzuarbeiten. Die Methoden sind in Form von Algorithmen gehalten, für die es in der Ingenieurskunst eine gute Tradition gibt, erkennbar etwa in der Heuristik Johannes Müllers[9] oder in seiner Programmbibliothek[10], aber auch in Empfehlungen des VDI.

Heuristik ist nach Leibniz die Kunst des Findens (ars inveniendi) wahrer Aussagen, die Logik die der Beurteilung der Wahrheit von Aussagen. In der Heuristik gilt: 1. Nicht jede Methode führt zum Erfolg, 2. Unterschiedliche Methoden können zum gleichen Ergebnis führen.

Die Methoden sind rational. Lassen wir also die Gefühle weg, um möglichst effektiv zu sein? Wir werden unseren Kunden nur dann das Optimum bieten, wenn wir *ihren* Vorteil im Auge haben. Wenn wir wohlwollend an *sie* denken. Wenn wir uns in sie hineinversetzen. Wenn wir ihre Empfindungen achten. Wenn wir *ihren* Gefühlen dienen wollen. Das aber können wir nur im Verbund mit anderen – mit unseren Kollegen, Vorgesetzten, Mitarbeitern. Deswegen müssen wir auch deren Vorzüge, Gefühle, Empfindungen im Auge haben. Gleiche Gefühle gelten auch unserem Betrieb, unserem Verein gegenüber. Ohne Liebe zu den Personen und Organisationen, mit denen wir es zu tun haben, wird uns kaum eine große Leistung gelingen.

1 Evolution und Kreativität

1.1 Herrn Knoblichs Montagmorgen

„Wir stehen vor einem massiven Problem“, sagte Herr Schmidt zu Herrn Knoblich. „Die Konkurrenz hat mit ihrem neuen Modell einen Volltreffer gelandet. Wir müssen darauf eine gute Antwort geben und deren Modell nach Möglichkeit deutlich übertreffen. Sie können sich gar nicht vorstellen, wie mir die ganze Sache im Kopf herumgeht. Heute früh hätte ich darüber fast meinen Jour fixe drüben im Golfclub verpasst. Aber“, er nimmt einen kleinen Schluck aus dem Mineralwasserglas auf seinem Schreibtisch, „jetzt, da ich Ihnen das Problem geschildert habe, ist mir gleich viel wohler. Ihnen ist doch immer etwas eingefallen, nicht wahr?“ Er setzt ein joviales Lächeln auf und geht seinen Terminplan durch. „Mal sehen … Ende kommender Woche treffen wir uns in der Großen Runde der Abteilungsleiter, sagen wir mal, am Freitag gegen elf. Machen Sie doch bitte die Mitteilungen. Ich freue mich auf Ihre Vorschläge.“ Aufmunternd und fröhlich nickte er Herrn Knoblich zu und verabschiedete ihn.

Es war Montag früh, neun Uhr zwanzig, Herr Knoblich war sehr aufgeräumt in sein Büro gekommen, hatte sich auf ein paar fachliche Gespräche mit seinen Kollegen gefreut. Die Fröhlichkeit seines Chefs war eine Sache, seine eigene Stimmung nunmehr eine ganz andere. Das Problem kannte er natürlich vorher schon in Ansätzen. Aber in einer Woche dessen Lösung präsentieren zu müssen, vor der Firmenleitung, das war denn doch eine gewaltige Herausforderung. „So was passiert auch anderen“, tröstete er sich. Aber jetzt war harte Arbeit angesagt. Bis zum Freitag musste der Fußballverein, der Theaterbesuch, das Treffen mit alten Freunden ausfallen. Nun, das war das kleinste Problem. Aber woher die Ideen nehmen? Er hatte keine Ahnung.

Denn trotz seiner nebulösen Art erwartete Herr Schmidt substanzielle Vorschläge. Später durften Kommissionen die Details ausarbeiten, aber schon der Entwurf sollte präzis, durchdacht, kreativ und wenigstens im Prinzip gangbar sein. „Was tun?“, fragte er sich und wusste keine Antwort. Wäre der Termin einen Monat später – ja, da gab es den Fachkongress in zwei Wochen. Dort hätte er Fachkollegen um Rat fragen oder auf andere Weise Anregungen bekommen können.

Doch die Zeit hatte er nicht. Brainstorming? Hätte früher anberaumt werden sollen. Auch hätte man die Teilnehmer auszuwählen und auf deren Terminkalender Rücksicht zu nehmen. Also war klar: Er musste schon selbst, ohne jede Hilfe von außen, eine hervorragende Idee entwickeln. Und wenn jemand anderes eine bessere hatte? Tja, dann war er blamiert.

Kommt Ihnen diese Situation bekannt vor?

Falls ja, kein Wunder! Der weltweite Wettbewerb hat die Anforderungen an Kreativität und das Probleme lösende Denken stark erhöht. Routine erledigt der Computer mit Hilfe ausgefeilter Programme. Neues muss der Mensch selbst entwickeln. Und eine gute fachliche Bildung ist dafür eine zwar notwendige, jedoch keineswegs ausreichende Bedingung.

Methoden? Konstruktionssoftware hilft hier nicht weiter. Brainstorming ist aufwendig und seine Treffsicherheit nicht immer überzeugend. Die im Moment für Herrn Knoblichs Problem gängige Methode der Ideenentwicklung ist eine Art Simultaneous Engineering, personell unterstützt durch Kundenvertreter. Sie ist aber nur in seltenen Fällen ad hoc anwendbar.

Aber gemach. Wir lassen Herrn Knoblich nicht allein. Mit unserer Hilfe wird er es schon schaffen. Und wir wollen hoffen, dass sein Auftreten am Freitag um elf Uhr seinem Ansehen in der Firma einen kräftigen Schub geben wird.

Wie können wir Herrn Knoblich aus der Patsche helfen? Es gibt eine Reihe von Kreativitätstechniken, von denen das Brainstorming nur eine der bekanntesten ist. Würden wir ihm in dieser Situation eine ganz bestimmte empfehlen, dann könnte es sein, das er mit ihr überhaupt nichts anzufangen weiß, ja dass die Methode für sein Problem weder optimal noch passend ist, vielleicht sogar kontraproduktiv. Wir brauchen Ratgeber, aber sehr gute. Wer käme als Ratgeber in Frage? Einer, der bewiesen hat, dass er kompetent ist, dem man deshalb glauben kann. Ein guter Entwickler – ach was, der beste!

Die Natur selbst! Nirgendwo gibt es so überzeugende Leistungen, Wunderwerke geradezu. Und es gibt eine Denkrichtung der Kreativität, der Natur die Geheimnisse ihrer Formen und Problemlösungen abzulauschen und sie technisch nutzbar zu machen: die Bionik. Die Winglets sind so entstanden, jene nach oben strebenden Tragflächenenden großer Flugzeuge, die die Verwirbelung minimieren und damit Treibstoff sparen. Hat man sich hierbei von der Gestalt der Flügel von Weihenvögeln leiten lassen?[11] Wenn ja, wie macht man das? Zwar kann man die jeweiligen Formen den Organismen ansehen, die Ziele jedoch, die damit verfolgt werden, aber kaum. Die Bionik arbeitet in erster Linie mit der Analogie. Für

sie findet man in der Literatur sehr viele Beispiele. Die systematische Heranführung jedoch, wie man sie in einem neuartigen Fall zu ziehen hat, sucht man in der Literatur zumeist vergebens. Die im Rahmen dieses Buches empfohlene Methode ist eine des Nutzens von Lösungen ähnlicher Probleme aus anderen Gebieten, nicht nur aus der Natur.

Doch zunächst haben wir Grundsätzlicheres vor. Wir wollen wissen, welche Methoden die Natur verwendet, besser noch: welche grundlegenden Züge eine „Methodik der Natur" benutzt. Und die Hoffnung besteht, dass aus diesen Grundzügen ebenso die Methodik der Kreativität erwächst.

Wie das Leben entstanden ist, wissen wir nicht. Aber die Mechanismen seiner Fortentwicklung glauben wir seit Darwin einigermaßen zu kennen. Die *Mutation* ändert das Erbgut, daraus entstehen Variationen bisheriger Organismen. Ob diese erfolgreich sind, wird im Dauertest zumeist mehrerer Generationen erprobt. Weniger geeignete Variationen können sich gegen andere nicht durchsetzen: Die *Selektion* scheidet die erfolgreichen von den weniger erfolgreichen. Die Genialität dieses Entwurfes zeigt sich unter anderem in seiner Einfachheit. Nur die beiden Grundzüge Mutation und Selektion sind erforderlich zur Beschreibung des Entstehens der gesamten Vielfalt der belebten Natur. Daraus folgt fast alles andere, etwa der Konkurrenzkampf oder die Partnerwahl. Auf ein Drittes hat Carl Friedrich von Weizsäcker[12] hingewiesen: Zur Optimierung der Arten ist das ständige *Absterben* der jeweils älteren Generation zwingend erforderlich, da ansonsten die Endlichkeit der Ressourcen der Fortentwicklung sehr bald ein Ende bereiten würde. Für die Weiterentwicklung der Arten genügen also drei Grundzüge: Mutation, Selektion und Absterben der jeweils älteren Generation. Damit ist das Entstehen der gesamten Vielfalt erklärt. Darwin hielt wohl das Absterben für so selbstverständlich, dass er nur die beiden ersten Prinzipien thematisierte.

Nur drei Prinzipien erzeugen also die gesamte überschaubare und überraschende Vielfalt der Natur!

Lassen sich diese Erkenntnisse nutzen für unser erklärtes Ziel, Innovationen optimal zu fördern? Das vor einem halben Jahrhundert entwickelte, heute noch benutzte „Brainstorming" hat verblüffende Ähnlichkeiten mit der Evolution. Osborne lehrte, bei innovativem Bemühen die Phasen „Ideenentwicklung" und „Ideenbewertung" scharf voneinander zu trennen.[13] Unschwer sieht man nun die Analogien zwischen Mutation und Ideenentwicklung auf der einen Seite, Selektion und Bewertung auf der anderen. Hier ist sozusagen die Entstehung der Arten eins zu eins auf die Genese innovativer Gedanken übertragen worden. Und das ehrwürdige Alter

des Brainstormings, angesichts der erwiesenen Kurzlebigkeit der meisten je vorgestellten Managementmethoden, zeigt dessen Wirksamkeit.

Aber ist das ein Wunder? Evolutionäre Prinzipien sehen wir nicht nur im Brainstorming wirken. Jeder Marktmechanismus folgt ihnen. Jemand hat eine Produktidee, folgt ihr, bringt das Erzeugnis auf den Markt, wo es die potentiellen Kunden prüfen und bewerten, kaufen oder verschmähen. Nach einiger Zeit, einer Woche oder einigen hundert Jahren, ist das Produkt vom Markt verschwunden. Und dieser Mechanismus verläuft unabhängig von der Art des Produktes, sei es nun ein Gebrauchsgegenstand, ein Buch, eine Revue oder eine politische Idee. Ja, auch der Einsatz der Persönlichkeit eines jeden Menschen folgt diesen Regeln, ob es sich nun um die Gewinnung von Freunden oder der Frau (oder des Mannes) fürs Leben handelt: In dem Bemühen gestaltet der Mensch seine Persönlichkeit möglichst attraktiv und hofft auf eine günstige Bewertung der „Kunden“: der potentiellen Freunde oder Ehepartner. Sowohl im Marktmechanismus, wie auch bei Partnerwahl und -gewinnung sehen wir obige drei Prinzipien realisiert: Generieren, Bewerten, Eliminieren.

Für die Entstehung der Arten hat sich die Natur Zeit gelassen: Millionen von Jahren. Keiner von uns hat so viel Zeit. Deswegen wird niemand, der Neues entwickelt, alles dem Zufall überlassen, wie es im Falle der Evolution zumindest scheint, sondern sich bemühen, den Erfolg jeder Maßnahme vorherzusehen, um sein Risiko zu mindern.

Und auch beim Brainstorming, schätzt man, ist nur jede hundertste Idee wirklich gut. Schön wäre es, diese Effizienz zu steigern, ohne die Qualität der Ergebnisse zu mindern. Wie könnte das geschehen? Hat man mit dem Brainstorming einen Fehler gemacht? Mit der 1:1-Übertragung der evolutionären Grundideen etwa? Kann man Anderes, vielleicht Besseres aus der Evolution lernen? Machen wir den Versuch!

1.2 Ökonomie in der Natur

Die geringe Anzahl der an der Evolution beteiligten Prinzipien macht die Fülle der Naturerscheinungen überschaubar. Es gibt hier ein Wechselspiel zwischen der Fülle einerseits und den wenigen Prinzipien andererseits. Dieses Wechselspiel trifft man aber auch beim einzelnen Organismus. Zum Beispiel weist jede Pflanze die Prinzipien „Assimilation“ und „Fortpflanzung“ auf. Dies sind so generelle Züge, dass man verleitet ist zu sagen, dass damit das Wesen „Pflanze“ fast gänzlich erfasst ist. Denn beide Prinzipien lassen sich aufspalten: die Assimilation in die erforderlichen

„Rohmaterialien“ Kohlendioxid, Wasser und Sonnenenergie und in die „apparativen“ Voraussetzungen: die Zelle, die alle Komponenten mit den notwendigen Katalysatoren zusammenführt, sowie die Logistik, also den Abtransport der Erzeugnisse, das Heranschaffen der Materialien sowie die optimale Gewinnung der nötigen Sonnenenergie, zum Beispiel durch Blätter, und deren geeignete Auffaltung mit Hilfe von Geäst und Baumkronen.

So lässt sich alles von einem oder mehreren Prinzipien immer weiter aufspalten, bis man zu den letzten Einzelheiten vorstößt, die sich vor unseren Augen zeigen. Zurückführen einer Fülle auf wenige Entitäten (= Einheiten) auf der einen Seite, auf der anderen das Entwickeln der Fülle aus den Entitäten – das gehört zu den Wundern der Natur. Das alles entspricht einer geheimnisvollen Ökonomie, die sich aber auch ebenso deutlich im Aufbau der unbelebten Natur zeigt. Wie jeder weiß, bestehen die Abermillionen verschiedener Stoffe aus etwa 90 Elementen. Jedes Element besteht aus drei Urbausteinen: Neutronen, Protonen und Elektronen. Oder, anders formuliert: Alle Dinge bestehen aus nur drei Grundbausteinen!

Die Wissenschaft kennt Ähnliches: Der Physiker Ernst Mach hat die „Ökonomie der Gedanken“[14] als ein wesentliches Charakteristikum der Wissenschaften erkannt. Nur durch sie kann die Fülle der Erscheinungen beherrscht werden. Das evolutionäre Geschehen zeigt ökonomische Aspekte. Ist dies nun eine Ökonomie des Denkens oder der Natur oder aber beides? Vielleicht ist der folgende Gedanke die Antwort auf diese Frage:

> Die Ökonomie des Denkens scheint der Ökonomie der Natur verwandt zu sein.

Folgt das menschliche Denken den Prinzipien der Natur? Oder besser: Ist es nicht klug, das Denken den Prinzipien der Natur folgen zu lassen?

1.3 Vollständigkeit in der Natur

Neben der Ökonomie gibt es ein weiteres Prinzip, dem die Natur folgt: die Vollständigkeit. Jeder natürliche Organismus besitzt sie auf geheimnisvolle Weise. Es fehlt ihm nichts zum Überleben und Fortpflanzen. Sehen Sie sich eine Katze an! Geruchs- und Gesichtssinn, die Jagdlust, eine leise Art der Fortbewegung, scharfe Krallen und Zähne befähigen sie zur

Mäusejagd. Nähme man einer wild lebenden Katze eine dieser Fähigkeiten – sie würde untergehen.

Es gibt darüber hinaus in der Natur Vollständigkeitsaspekte, an die man selten denkt. Professor Nachtigall von der Universität des Saarlandes sagt zum Beispiel: „... wie von Zauberhand verschwindet der Furcht erregende Biomüllhaufen, immer wieder ganz von allein, kostenlos, lautlos, restlos – seit Urzeiten."[15] Für jedes Überbleibsel existiert eine Art, die es beseitigt. Auch dies ist eine Folge der Evolution. Große Mengen einer Sorte „Müll" begünstigen Arten, für die sie als Nahrungsquelle dienen.

1.4 Finalität in der Natur

Aber funktionieren kann die Evolution nur, wenn – schlicht gesagt -, „Pepp" dahinter ist. Woher kommt dieser Pepp und wie ist er zu fassen? Diese Frage beantworten Sie unbewusst, wenn Ihre kleine Tochter, Ihr kleiner Sohn Ihnen Fragen folgender Art stellt: „Warum kann die Katze nachts so gut sehen? Warum schlägt das Herz beständig? Warum scheint die Sonne jeden Tag?" Dann werden Sie vielleicht antworten: „Damit sie nachts besser jagen kann. Damit unsere Organe stets mit dem Notwendigen versorgt werden. Damit es auf der Erde nicht so kalt wird und die Pflanzen wachsen können."

Schauen wir, was Sie damit getan haben. Sie haben zunächst einmal nicht nur der Katze, sondern auch ihrem Organismus ein Ziel zugeschrieben. Und mit der dritten Antwort haben Sie sogar dem Kosmos einen Zweck zugebilligt. Wie das? Ein *Ziel* setzt eine denkende, planende Person voraus. Ein Stein, die Sonne, eine Pflanze jedoch sind keine solchen Personen. Ein gläubiger Mensch hat mit diesen Antworten keine Schwierigkeiten. Der Atheist hilft sich mit interessanten geistigen Konstruktionen. Dawkins[16] zum Beispiel, bekennender Atheist, schreibt den Genen in Analogie zu Personen einen speziellen Egoismus zu, sich an die folgende Generation weiterzugeben. Das könnte auch ein Christ unterschreiben, wobei er außerdem noch zu wissen glaubt, wer ihnen diese Neigung verliehen hat. Diese Absicht der Gene aber kann man ohne weiteres als Zweck oder Ziel beschreiben. Damit wäre die gesamte belebte Natur von lauter Zwecken erfüllt, deren Träger ganz unterschiedliche Objekte sind: Menschen, Tiere, Pflanzen, Einzeller. Das heißt, für die Erklärung der Erscheinungsformen der belebten Natur ist die Benutzung von Zwecken legitim.

Ein *Zweck* ist jedoch für gewöhnlich verbunden mit einem Zweck setzenden Geist. Auch hier hat der gläubige Mensch keine Schwierigkeiten. Und der Atheist könnte sozusagen den Bestand aller Gene als Zweck setzenden Gedanken akzeptieren. Damit hätte er aber eine Grenze überschritten. Er hätte nämlich dem *Betrachter* eine Zwecke setzende Kompetenz aus seiner speziellen Sicht heraus zugebilligt. Darf er das? Wir könnten ihm das unter einer Bedingung gestatten: Dass er die Argumentation unter dem Vorbehalt dieser individuellen Sicht mit Gedanken dieser Art begleitet: „Von meinem Standpunkt aus gesehen ist der Zweck…", „Aus meiner Sicht hat die Sonne den Zweck, die Erde zu erwärmen, um das Leben hier zu ermöglichen." Das Ganze läuft auf eine Erweiterung des Zweckbegriffes hinaus: „Zwecke setzen" wird sowohl dem Verursacher wie dem Betrachter zugebilligt. Jeder Historiker, der eine Epoche beschreibt, nutzt diese Möglichkeit. Wie die obigen Beispiele zeigen, kann ein solcher Zweckbegriff, mal abgesehen von philosophischen Bedenken, von großem didaktischen Nutzen sein – lädt aber natürlich auch seit Urzeiten zum Missbrauch ein.

Betrachten wir also „Zweckorientierung", „Finalität", als ein weiteres Prinzip. Damit haben wir für eine grundsätzliche Beschreibung der Natur *drei Prinzipien: Finalität, Vollständigkeit und Ökonomie.*

Die *Finalität* setzt Zwecke und verfolgt sie. Ein Zwecke setzender Geist tut das durch Zusammentragen, Sichten, Auswählen und Zuordnen. Dafür sind geistige Fähigkeiten vonnöten, wie Erkennen von Schwächen eines Systems, Empfinden von Bedürfnissen. Darüber hinaus braucht man zwei grundlegende Fähigkeiten, die der Philosoph Wolf als Scharfsinn und Witz bezeichnete.[17] Der Scharfsinn erkennt die Unterschiede, der Witz die Ähnlichkeiten zwischen zwei Systemen. Angewandt auf unsere Absichten wäre es zum Beispiel Scharfsinn, das Gemeinte vom Nicht-Gemeinten trennen zu können, der Witz, einem Mittel die Geeignetheit für ein Ziel ansehen zu können. Schließlich benötigt man genügend Ausdauer, um seine Ziele bis zum Ende zu verfolgen.

Die Vollständigkeit bezieht sich im Falle des biologischen Organismus vor allem auf die gegenseitige Ergänzung seiner Organe sowie auf seine prinzipielle Fähigkeit zu erfolgreicher Auseinandersetzung mit den üblichen Situationen seines Daseins. Sie betrifft aber ganz allgemein Elemente der Problemlösung: Ziele, Mittel, Bedingungen, Auswahlkriterien usw. Die Menge der Ziele eines Tieres enthält zum Beispiel die Nahrungssuche, die Partnerwahl, den Nestbau, die Ernährung des Nachwuchses, die Abwehr von Feinden. Die Nahrungssuche wiederum besteht aus einer Fülle an Mitteln, etwa im Falle eines Raubtieres der Kenntnis der Gewohnheiten der Beutetiere, den Kenntnissen des Jagens u.v.m.

1.5 Die Ökonomie des Denkens

Die Ökonomie des Denkens erstrebt die Minimierung des gedanklichen Aufwandes bei jedem Denkprozess und ist damit ein Sonderfall der ökonomischen Absicht, Ergebnisse zu maximieren und Aufwände zu minimieren. Dazu ein (gekürztes) Beispiel aus dem Buch „Denksport Physik" von Epstein:[18]

„Zwei Radfahrer fahren mit konstanter Geschwindigkeit von 16 km/h aufeinander zu. Sie sind gerade 32 km voneinander entfernt, als eine Biene sich von dem Lenker des einen erhebt und nun ständig zwischen den sich immer mehr nähernden Lenkern hin und her pendelt – mit einer konstanten Geschwindigkeit von 40 km/h, bis sie schließlich von den sich treffenden Fahrrädern zerquetscht wird. Wie viele Kilometer wird die Biene insgesamt zurückgelegt haben?"

Der begeisterte Physiker kann sich nun zwanzig Minuten Zeit lassen und die gesamte Strecke über die Summe aller Teilstrecken berechnen. Mit Denkökonomie jedoch gelingt das auf eine viel einfachere Weise: Die Fahrräder treffen sich eine Stunde nach erstem Abheben der Biene. In einer Stunde aber fliegt die Biene 40 Kilometer – das also ist ihre Gesamtstrecke.

Sie können täglich Beweise von mehr oder weniger bewusster Denkökonomie in guten Zeitungen oder Fachzeitschriften finden: Einige Texte sind relativ kurz gefasst und legen dennoch komplexe Sachverhalte klar und verständlich dar, ohne viele Worte, stattdessen aber mit präzisen Begriffen.

Das wird ganz deutlich in der Geschichte vom neuen Azubi. Der Meister erklärt ihm: „Ich bin kein Freund von vielen Worten. Wenn ich mit dem Finger schnippe, kommst Du sofort!" „Ihre direkte Art gefällt mir", sagt der Azubi. „Ich mag auch keine überflüssigen Worte. Wenn ich den Kopf schüttle, komme ich nicht!"

Die Ökonomie ist nicht nur ein wesentlicher Zug der Natur. Sie ist auch eine unverzichtbare Notwendigkeit für den Menschen bei jeder geistig anspruchsvollen Tätigkeit. Wegen der „Enge des Bewusstseins". Wenn Sie ein komplexes Problem bearbeiten, dann kann es schon mal vorkommen, dass Ihnen „der Kopf raucht". Denken Sie an die eine Bedingung, entfällt Ihnen die andere. Dann haben Sie plötzlich den rettenden Gedanken. Aber kurze Zeit später entdecken Sie, dass er ja wegen eines anderen Umstandes nicht realisierbar ist. Was passiert da? Wir können nicht alles für eine komplexe Aufgabe Wichtige gleichzeitig im Kopf behalten. Schon Miller[19] hat im Jahre 1956 darauf hingewiesen und behauptet, dass man

nur etwa sieben Dinge gleichzeitig im Bewusstsein haben könne. Machen Sie selbst einen Test dazu! Bitten Sie jemanden, sich zwei nichttriviale Sätze auszudenken und niederzuschreiben – ohne dass Sie die Texte sehen können: einen mit zwölf Wörtern, einen mit – sagen wir – zwanzig. Dann bitten Sie die Person, den ersten Satz *einmal* vorzulesen. Schreiben Sie daraufhin diesen Satz nieder. Wiederholen Sie das Ganze mit dem zweiten Satz! Und nun vergleichen Sie Ihre Niederschrift mit dem, was Ihr Freund geschrieben hat! Den ersten Satz konnten Sie wahrscheinlich fehlerfrei wiedergeben, der zweite Satz enthält diverse Fehler. Seien Sie deshalb nicht unglücklich – kaum ein Mensch bleibt bei dem zweiten Versuch fehlerfrei. Das, was wir im Augenblick in unserem Bewusstsein haben, ist begrenzt. Die Informationspsychologie nennt das Bewusstsein das „Arbeitsgedächtnis". Man glaubte bislang, es befände sich unmittelbar hinter der Stirn. Zurzeit hält man es eher für eine virtuelle Instanz des Gehirns, dessen Elemente nicht festen Plätzen im Kopf zugeordnet werden können. Wie auch immer, die Begrenztheit existiert[20] und wir haben sie soeben mit dem kleinen Experiment selbst fühlen können.

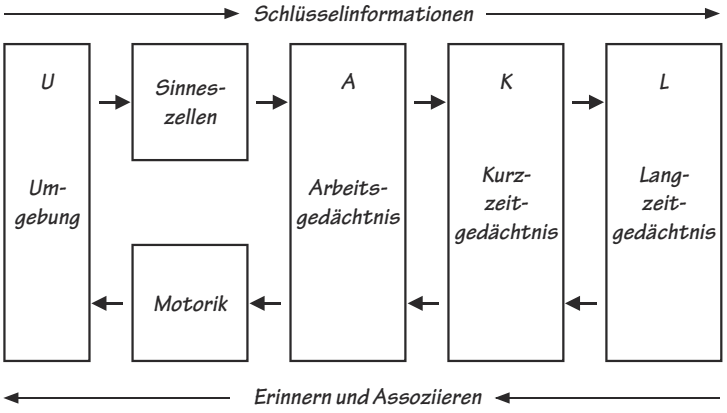

Bild 3 Das informationspsychologische Modell des menschlichen Geistes

Bild 3 zeigt die verschiedenen Instanzen des Gedächtnisses sowie deren Zusammenspiel. Sinneszellen entnehmen der Umgebung Reize und leiten sie ins Arbeitsgedächtnis. Von dort gelangt für wichtig Gehaltenes in das Kurzzeitgedächtnis und von dort über einen weiteren Filter, den wir zum Teil bewusst bestimmen können, in das Langzeitgedächtnis. Ohne einen Auffrischungsimpuls ist nach etwa zehn Sekunden der Inhalt des Arbeitsgedächtnisses gelöscht. Wenn wir Glück haben, ist der Inhalt von

unserem Filter für wichtig gehalten worden und befindet sich nun im Kurzzeitgedächtnis. Von dort kann man ihn noch am folgenden Tage abrufen. Über Inhalte des Langzeitgedächtnisses kann man noch nach Jahren per Schlüsselreizen verfügen. Schlüsselreize wären für eine Zeile eines Gedichtes die vorhergehende Zeile, für „Wirtschaftswunder" zum Beispiel „Ludwig Erhard", für „Spaghetti Bolognese" etwa ein ganz bestimmter Duft.

Für das Problemlösen ist der Arbeitsspeicher am wichtigsten. Er kommuniziert mit den anderen Instanzen des Gedächtnisses, löst Schlüsselreize aus und empfängt Inhalte, die dann bewusst werden. Im Arbeitsgedächtnis wird die Eignung von Mitteln für ein Ziel geprüft. Dies geschieht in Kommunikation mit den anderen Instanzen. Je nach dem Umfang der Fülle kann das die Kapazität des begrenzten Arbeitsgedächtnisses überfordern. Man kann sich leicht ausrechnen, dass diese Kapazität 160 byte kaum übersteigt, wenn man die Aufnahmefähigkeit zu 6 bis 16 byte pro Sekunde und die Verweildauer mit zehn Sekunden ansetzt. Diese Kapazität hängt nicht nur von der Situation und von der Persönlichkeit ab, sondern außerdem vom Lebensalter: Sie ist mit zwanzig Jahren am größten. Halt, werden Sie vielleicht sagen; da gibt es doch Fälle von Bilderinnerungen. Insbesondere die Eidetiker (Menschen mit ganz besonderer Sinneswahrnehmung) vermögen sich noch genau an eine bildliche Situation zu erinnern, die Jahre zurückliegen kann. Und wir wissen doch von den elektronischen Bildern, dass sich ihre Informationsdichte im Bereich von etwa einer Million Bytes bewegt. Das ist zwar richtig, aber was und wie viel wir von einem Bild, auch einem real vor uns stehenden, bewusst wahr- und aufnehmen, ist eine ganz andere Frage. Die Verlässlichkeit von Zeugenaussagen vor Gericht lässt den Schluss zu, dass die Fähigkeit des Geistes, die Möglichkeiten des Auges auszuschöpfen, sehr stark beschränkt ist. Außerdem: Das Bild zeigt eine enge räumliche, aber schon bestehende Beziehung zwischen mehreren Elementen.

Beim Problemlösen geht es aber darum, neue Beziehungen herzustellen, die vorher nicht bestanden. Das ist eine gänzlich andere Aufgabe als die, sich an bestehende Beziehungen zu erinnern.

Zweifellos ist von der Hirnforschung noch einiges zu erhoffen, zum Beispiel genauere Zahlen über die Informationsspeicherung und -verarbeitung, sowie Hilfen, was Bilderkennung und -erinnerung für die Problemlösefähigkeit zu leisten vermögen.

Die Konsequenzen aus all dem sind gravierend. Die geringe Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist einer der Engpässe des Problemlösens – vielleicht

der größte. Man muss daraus folgern, dass eine der bedeutendsten Maßnahmen beim Problemlösen ist, mit dieser Kapazitätsbegrenzung auszukommen. Wie kann das gelingen? Nun, einem ähnlichen Problem begegnen Sie, wenn Sie eine Reihe von Büchern für Ihren nächsten Vortrag auswählen. Wie gehen Sie dabei vor? Sie haben dreißig Bücher aus der Bibliothek geholt, die irgendwie zu dem Grobthema passen. Inzwischen haben Sie das Thema eingegrenzt, Sie wissen also schon besser, worauf Sie hinaus wollen. Die Bücher liegen nun auf einem Nebentisch. Was tun Sie? Sie sortieren alles aus, was den Rahmen überschreitet. Schon haben Sie weniger Bücher. Jetzt müssen Sie ins Detail gehen. Schlagen Sie ein Buch nach dem anderen an beliebiger Stelle auf, um dessen Eignung zu prüfen? Besser ist es, die Inhaltsverzeichnisse anzuschauen. Aus diesen erkennen Sie die tragenden Gedanken besser, was Ihnen hilft, die Nützlichkeit des Buches für Ihre Zwecke abzuschätzen. Wieder wählen Sie einen engeren Kreis. Aber nun wissen Sie schon mehr. Die Grundgedanken, die Sie ersehen haben, formen ein präziseres Bild dessen, was Sie sagen wollen. Daraus können Sie ermessen, welche Kapitel der Bücher Sie verwenden wollen. Welchen Prozess haben Sie befolgt? Bei dem Besorgen der Bücher folgten Sie vorwiegend den Prinzipien Finalität und Vollständigkeit, bei den späteren Auswahlprozessen vorrangig denen der Finalität und Ökonomie. Die Denkökonomie zeigt sich besonders deutlich in der Benutzung der Inhaltsverzeichnisse. Die Enge des Bewusstseins zwingt also zu zwei Maßnahmen:

- Aussondern alles Irrelevanten,
- Ordnen der verbliebenen Fülle entsprechend Oberbegriffen.

Man sieht also, wie die aus der Natur gewonnenen Prinzipien direkt in planendes Handeln einfließen. Dies war ein sehr einfaches Beispiel. Aber die folgenden Beispiele zeigen, dass diese Prinzipien auch bei komplexeren Aufgaben von Nutzen sind, jedoch viel weniger leicht erkannt und angewandt werden können. „Der Gebildete treibt die Genauigkeit nicht weiter, als es der Natur der Sache entspricht!“, sagte schon Aristoteles im vierten Jahrhundert vor Christus.