

# Die Kybernetik der Aufmerksamkeit

Ein Beitrag zum Förderschwerpunkt "Geistige Entwicklung"

André Frank Zimpel

*Das Problem liegt vielmehr darin, dass eine Verbindung von Symptomen und Syndrom nicht durch empirische, sondern nur über theoretische Verallgemeinerung zu gewinnen ist ....* Wolfgang JANTZEN (1994, 133)  
*Das Syndrom ist der Schlüssel zum Begreifen der Veränderung der sozialen Entwicklungssituation.* Wolfgang JANTZEN (1994, 139)



Univ.-Prof. Dr. André Frank Zimpel,  
Universität Hamburg

## Dialektik und Kybernetik\*

Lebendiges und Logisches liegen jeder pädagogischen Situation zugrunde. Der Logik aber entgleitet alles Lebendige, als müsste sie eine Suppe mit der Gabel auslöffeln. Da unlogisches Denken keine Alternative ist, lohnt es, sich nach geeigneteren Formen umzusehen, mit denen lebendige Entwicklung gedanklich einzufangen ist.

Der erste systematische Versuch, die Logik mit der menschlichen Entwicklung zu versöhnen, ist die HEGELsche Dialektik. Deshalb trifft sie besonders in den Geisteswissenschaften auf Resonanz.

GÜNTHER (1976, 39), der weltweit anerkannte HEGEL-Experte, beklagt zu Recht, dass die Hegelsche Dialektik der aristotelischen Logik in einer Hinsicht unterlegen ist: Sie ist nicht formalisiert und darum ohne Verbindung zur Mathematik. Diese Formalisierung wächst der Dialektik derzeit aus der Kybernetik entgegen. So ist es kein Wunder, dass sich in der "Allgemeinen Behindertenpädagogik" von JANTZEN (1987; 1990) dialektische und kybernetische Überlegungen ergänzen.

Dialektik und Kybernetik haben eines gemeinsam: Sie durchbrechen den Rahmen der klassischen Logik.

Lassen Sie mich diesen Gedanken näher erläutern. Der Fels, auf den einst ARISTOTELES (1999, 286) seine Logik baute, ist der Satz von der Identität. Er bedeutet nichts weiter als: Baum bleibt Baum, und Tisch bleibt Tisch. In formaler Schreibweise: Für alle A gilt  $A=A$ . Mich interessiert, ob das zum Beispiel auch für die Diagnose

"geistige Behinderung" gilt. Oder besser anders herum gefragt: Legt ein Syndrom die geistige Entwicklung eines Menschen fest? Grundlegend für die Dialektik ist nach HEGEL (1834, 44) der Satz "A ist auch nicht A". Was will er damit sagen? Zum Beispiel, dass ein Teil des Baumes zum Tisch werden kann. Bedeutet das auch, eine bestimmte pädagogische Tätigkeit könne etwas an der Diagnose "geistige Behinderung" ändern?

Seit ARISTOTELES und HEGEL hat sich viel getan. In dem Computer, an dem ich diesen Text verfasse, finden beide Sichtweisen, die logische und die dialektische, ihre praktische Verwirklichung. Wenn ein geschlossener Stromkreis als 1 und ein offener als 0 codiert wird, gilt selbstverständlich  $1=1$  und  $0=0$ . Wäre das aber schon die ganze Wahrheit, gäbe es keine Bewegung im Rechner. Möchte ich den Computer dazu bringen, dass er zählt, erreiche ich das zum Beispiel mit dem Befehl  $A=A+1$ . War der Speicherplatz für A im ersten Rechenschritt mit einer 0 belegt, wird er beim nächsten Rechenschritt 1 sein, beim übernächsten 2, beim darauffolgenden 3 usw. Solche Fragen untersucht die Kybernetik. Helmar FRANK (1993, 7) führt Kybernetik auf das griechische Wort "kybernetes" für "Lotse" zurück. „Man kann“, stellt er fest, „die Pädagogik geradezu als Teilgebiet der Kybernetik bezeichnen.“ Wenn Dialektik und Kybernetik über den engen Rahmen der klassischen Logik hinausweisen, kann das also nicht ohne Folgen für die Pädagogik sein.

Die klassische, von ARISTOTELES begründete Logik prägt seit Hunderten

von Jahren unser Denken. Anfangs waren ihre Regelwerke, die Kalküle, sicherlich Denkwerkzeuge. Wie eine Feile konnten sie benutzt und wieder beiseite gelegt werden. Heute stehen sie für das Denken schlechthin. Nicht nur die Wissenschaft argumentiert nach ihren Regeln, sondern auch der Alltagsverstand.

Die Selbstverständlichkeit beziehen die Kalküle aus ihrer Erfolgsgeschichte in den Naturwissenschaften. Für die Geisteswissenschaften hat die klassische Logik jedoch bislang keine auch nur annähernd so exakten Kalküle hervorbringen können. Das liegt an ihren Voraussetzungen. GÜNTHER (1976, 46) bringt diese Voraussetzungen in einem Satz auf den Punkt: Alle Quelle des Irrtums liegt im Subjekt.

## Ich sehe was, das du nicht siehst

Die Wahrheit können wir nur noch entweder im Objektiven, außerhalb von uns, oder umgekehrt, in der idealistischen Variante, im absoluten Subjekt (Gott) suchen, wenn wir der klassischen Logik folgen. Dieses Vorurteil liegt der Bedeutung der Worte "allgemein gültig" zugrunde. Sie bedeuten hier offensichtlich nicht "für alle gültig", sondern "unabhängig vom Einzelnen gültig".

GÜNTHER (47 f.) argumentiert so: Wenn sich zwei Ichs, A und B, im Denken auf ein Objekt X beziehen, dann sollen die Relationen " $A\beta \rightarrow X$ " und " $B\beta \rightarrow X$ " identisch sein. Behaupten wir aber, dass ein logisch relevanter Unterschied zwischen "Ich" und "Du" besteht, nämlich die Relation " $A\beta \rightarrow B$ ", sprengen wir den Rahmen der klassischen Logik; denn wir berauben sie ihrer allgemeinen Gültigkeit. Aus Ontologie wird Ontogenetik. JANTZENs "Allgemeine Behindertenpädagogik" (1987; 1990) fasst dazu ein enormes Theorien- und Faktenmaterial zusammen.

Was bedeutet es nun aber konkret, die Quelle des Irrtums nicht im Subjekt zu suchen?

„Auf welcher Seite liegen mehr Münzen?“, wird ein Kind gefragt: „Oder sind es auf beiden Seiten gleich viele?“

\* Prof. Dr. Wolfgang Jantzen zum 60. Geburtstag gewidmet.

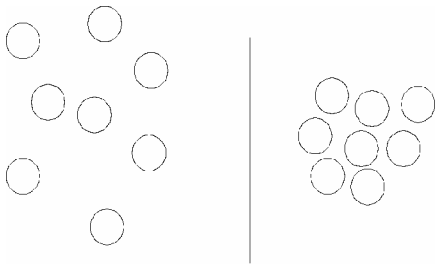


Abbildung 1: Schema der Anordnung der Münzen

Das Kind zeigt auf die linke Seite und sagt: „Das sind mehr!“

Nun gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Die klassische Variante: Es gibt nur eine Interpretation des Wahrgenommenen, also liegt der Irrtum im Kind, in der Relation " $B \leq X$ ".

2. Die nicht-aristotelische Variante: Die Differenz liegt in der Ich-Du-Relation " $A \leq B$ ", es gibt verschiedene Interpretationen des Wahrgenommenen.

In der ersten Variante wäre das Kind vielleicht noch zu klein, entwicklungsverzögert, förderbedürftig, psychomotorisch depriviert, sozial benachteiligt, hätte eine Dyskalkulie, eine Wahrnehmungsstörung oder hätte die Frage falsch verstanden. Die Hauptsache ist, es hat oder ist irgendetwas, sonst wäre ja die Differenz zwischen A und B erklärungsbedürftig. Und was hat der behindertenpädagogische Werkzeugkasten da nicht alles zu bieten!

In wessen Interesse werden diese Diagnosen gestellt?

Natürlich ausschließlich im Interesse des Kindes? Das bestreite ich. In erster Linie dienen diese Diagnosen der Verteidigung unserer Alltagslogik. Im Namen der aristotelischen Logik sind diese Diagnosen Bauern im Schachspiel des allgemein Gültigen. Ihre Könige sind die Objektivität und das absolute Subjekt.

In der zweiten, nicht-aristotelischen Variante gedacht, stellt sich die Situation anders dar. Das Kind ist gerade dabei, die symbolischen Möglichkeiten des Rollenspiels zu erkunden. Dadurch ist die Frage nach der genauen Anzahl der Münzen bedeutungslos. Die Münzen eins-zu-eins zuzuordnen, ist im Rollenspiel alles andere als sinnvoll. Eher schon von Interesse ist da die Frage: Wie kann ich mit den Münzen einmal viel und ein andermal wenig Geld darstellen?

Wen das nicht überzeugt, der stelle sich

zwei Angler vor: Der eine beschreibt seinen Fang mit seitlich ausgestreckten Armen und der andere mit einem engen Spalt zwischen seinen Handflächen. Beide Fischer zeigen uns die gleiche Anzahl von Händen und Armen. Aber bestimmt wollen sie uns nicht mitteilen, dass sie gleich viel gefangen haben. Oder?

Die Relation " $B \leq X$ " kann einmal die Anzahl, ein andermal der Abstand und dann wieder etwas ganz anderes sein. Dem ist die klassische Logik nicht gewachsen. Denn sie funktioniert erst, wenn Ich und Du "gleichgeschaltet" sind, wenn die Differenz von A und B vernachlässigt werden kann.

Besonders schwer ist die Differenz von A und B zu überbrücken, wenn sich A und B durch ein Syndrom unterscheiden, das sich auf die geistige Verarbeitung von Information auswirkt. Mona ist eine elfjährige Schülerin einer Integrationsklasse.

*WILLIAMS-BEUREN*-Syndrom lautete die Diagnose als sie vier Monate alt war. In der Literatur wird die koboldartige äußere Erscheinung von Menschen mit diesem Syndrom immer wieder hervorgehoben. Romantisierungen wie zum Beispiel "Elfengesicht" sind wenig hilfreich. Sind sie denn nicht eine der Ursachen für die vielen Vorurteile, gegen die Menschen mit dieser Diagnose anzukämpfen haben?

Eine Studentin betreut Mona im Rahmen des Projektstudiums. In der Schule gilt sie als eigensinnig; sie fühlt sich in ihrer Art, die Welt zu sehen, oft unverstanden. Missverständnisse verletzen sie, denn sie hat einen feinen Sinn für kleinste Gefühlsregungen anderer Menschen. Verstellen ist zwecklos.

„Mona durchschaut mich ...“, berichtet die Studentin: „Montag und Dienstag waren für mich anstrengende Tage. Am Mittwoch komme ich gutgelaunt zu Mona. Das erste, was sie zu mir sagt, während ich meine Jacke an die Garderobe hänge, ist: 'Hast du Kummer, dann ruf mich an! Ich bin der offizielle Arzt für Nerven, Wutausbrüche und Aggressionen. Guten Tag. Wie kann ich Ihnen helfen?'“

Mona ist mit einer erzählerischen Begabung gesegnet. Ihre Liebe zu Details im Rollenspiel trägt professionelle Züge.

Die Entscheidung, ob es sich um mehr oder weniger Münzen handele, ist für Mona allerdings auch eher eine Frage der Anordnung als eine Frage der

Anzahl. Darüber hinaus gibt es jedoch weitere Eigentümlichkeiten in der Art, wie sie visuelle Informationen verarbeitet. Ihren linken Schuh kann sie beispielsweise nicht von ihrem rechten unterscheiden. Obwohl sie weiß, dass es links und rechts gibt, muss sie die Schuhe erst versuchsweise anziehen, um entscheiden zu können, welcher Schuh an welchen Fuß gehört. Nach unseren Maßstäben verfügt sie auch über kein sicheres Körper selbstbild. Zum Beispiel fällt es ihr schwer, zu zeigen, wo sich ihr Kopf befindet. Doch wie ist ein mimisch und gestisch perfektes Rollenspiel mit einem scheinbar so unsicherem Körper selbstbild möglich? Darüber haben wir lange nachgedacht und sind zu dem Schluss gekommen, dass Mona visuelle Informationen auf eine für uns ganz ungewohnte Art verarbeitet. Doch davon später.

Es fällt Mona grundsätzlich schwer, Punkte mit einer Linie zu verbinden. Die Lehrerin klagt oft, sie gebe sich keine richtige Mühe. Auf die Bitte, eine Trennlinie zwischen zwei Punkten zu zeichnen, zeichnet Mona jedoch immer eine Strecke, die mit den Punkten fast auf einer Linie liegt: .\_\_\_\_\_.

Auch auf Nachfragen findet sie diese Darstellung richtig. Sie scheint die Verbindungslinie tatsächlich als Trennlinie zu sehen. Sie malt beispielsweise von sich aus in den oberen Teil des Blattes ein Raubtier und den unteren Teil sich selbst. Einen trennenden Zaun, der sie vor dem Raubtier schützen soll, zeichnet sie dann wider Erwarten als Senkrechte - und nicht als Waagerechte. Ein vorgegebenes Rechteck kopiert sie beispielsweise wie auf Abbildung 2.

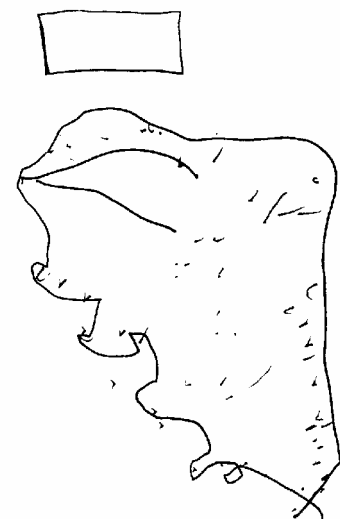


Abbildung 2: Monas Kopie eines Rechtecks

Wenn ein Extrem sich als Einzelnes nicht verstehen lässt, empfiehlt die Dialektik, den Gegensatz, mit dem es eine Einheit bilden könnte, mitzudenken. Dafür bietet sich das sogenannte "fotografische Gedächtnis" an, das bei einigen Menschen mit der Diagnose "Autismus" beschrieben wird. Ein herausragendes Beispiel dafür ist der begnadete Zeichner Stephen WILTSHIRE. Kaum fünf Jahre alt, noch kein Wort sprechen könnend, jeglichen Blickkontakt auch mit den Eltern ängstlich vermeidend, fühlte er sich magisch von Zeichnungen, die an der Wand hingen, angezogen. Er verharnte vor ihnen aufmerksam, suchte Papier und Bleistift und war lange Zeit vollkommen von der Umwelt abgeschirmt. Mit sieben Jahren spezialisierte er sich auf das Zeichnen von Londoner Gebäuden. Als Schüler einer Sonderschule hieß er nur "der Zeichner". Als Gleichaltrige noch Strichmännchen malten, brachte er schon mit sicherem Strich komplizierte architektonische Feinheiten in detailgetreuer Perspektive aufs Papier. Mittlerweile gibt es Gebäudeportraits von ihm aus verschiedenen Weltstädten. Auf der Abbildung 3 handelt es sich um das Chrysler Building in New York, von der Spitze des Pan Am Building aus gesehen (SACKS 1995, 277 - 288).



Abbildung 3: Zeichnung von Stephen WILTSHIRE

Mitunter zeichnet er Gebäude, die er nur einmal kurz angeschaut hat, frei aus dem Gedächtnis. So wie uns Monas Hyperrealismus im Erkennen und im Ausdruck menschlicher Gefühle verblüfft, staunen wir gleichzeitig über ihre uns völlig ungewohnte Darstellung

räumlicher Gegebenheiten. Bei Stephen WILTSHIRE ist es genau umgekehrt. Sein Hyperrealismus betrifft räumliche Gegebenheiten, wogegen er zu allem Menschlichen eine uns unvertraute Distanz zu halten scheint.

Gut, wir wissen jetzt, die Quelle des Irrtums liegt nicht im Subjekt. Wie aber sollen wir uns dann diesen Phänomenen der geistigen und emotionalen Entwicklung nähern?

Wir müssen die isolierte Betrachtung des Individuums aufgeben. Stattdessen sollten wir unsere Aufmerksamkeit auf die Geschichte der Wechselwirkungen zwischen Individuum und Umwelt lenken.

JANTZENs Modell des Austauschs zwischen Individuum und Umwelt (1987, 280 ff.) ist in seinen Wurzeln dialektisch. Aber es kann genauso gut kybernetisch gelesen werden, wie das Modell der Autopoiese (griech.: Fähigkeit, sich selbst erhalten, wandeln, erneuern zu können) von dem Neurobiologen MATURANA und dem Kybernetiker VARELA.

JANTZEN arbeitet in seinem Modell grundlegende Bedrohungen des Austauschs zwischen Individuum und Umwelt heraus: Bedingungen, die zur Isolation führen, den Austausch zwischen Umwelt und Individuum existentiell gefährden. Diese isolierenden Bedingungen liegen also nicht ursächlich in der Person. Blindheit, Gehörlosigkeit und Spasmen sind an sich keine isolierenden Bedingungen. Dazu werden sie immer erst dann, wenn sie zum Anlass genommen werden, das Individuum in seinem Austausch mit seiner Umwelt zu behindern. Isolation ist auch, einem Menschen die notwendige Unterstützung und Orientierung vorzuenthalten, ihm beispielsweise BRAILLE-Schrift, Gebärdensprache oder Delta-Talker zu verwehren. Den Teufelskreis der Isolation zu durchbrechen, bedeutet auch, Lebensverhältnisse, Bildungsangebote, Selbst- und Mitbestimmung den individuellen Möglichkeiten anzupassen.

JANTZENs Modell baut auf drei wesentlichen isolierenden Bedingungen auf: Überstimulation, sensorische Deprivation und widersprüchliche Information (284).

Es fällt auf, dass sich alle drei Parameter auf Information beziehen. Neben Energie und Materie ist Information der fundamentalste Begriff der zeitgenössischen Wissenschaft. Diesen Teilaspekt möchte ich durch

eigene Überlegungen und Untersuchungen ergänzen.

### Information über Information

Mathematische und kybernetische Untersuchungen im Bereich der Verarbeitung von Information sind rar. Klassiker auf diesem Gebiet sind SIEVERS' "Frühkindlicher Autismus" (1982) und FRANKs "Kybernetische Pädagogik" (1993). Die Stärke ihrer Modelle liegt in der mathematischen Präzision. Ihre Schwäche ist, dass sie im Rahmen der klassischen Logik gefangen bleiben. In dieser Hinsicht bleiben die Modelle deutlich hinter der Dialektik eines JANTZEN oder der Kybernetik zweiter Ordnung eines FOERSTER zurück.

SIEVERS erklärt Besonderheiten der Verarbeitung von Information bei Autismus. Das ist eine Pioniertat. Sie entwickelte ein Modell, das sich aus zwei Reglern zusammensetzt. Es soll erklären, wie aus Sinnesreizen Gestaltwahrnehmungen hervorgehen. Ihren Regler baut SIEVERS (1982, 85) ausschließlich aus Fühlern, Schaltzentren und Stellgliedern. Insofern erinnert das Modell an einen Temperaturregler mit Brenner, Pumpe und Mischventil. Doch im Unterschied zu Kühlschrank und Zentralheizung fließen in diesem Regler keine Stoff- oder Energieströme, sondern Informationen. Konkret stellt sich SIEVERS das so vor: Regler 1 steuert die Wahrnehmung. Regler 2 berechnet die Wahrscheinlichkeit. Aus dem Vergleich der Wahrscheinlichkeiten der Sinnesreize trifft der Regler Entscheidungen über zu erwartende Gestaltwahrnehmungen. Letztere nennt sie "Superzeichen" (55, 123), das Verrechnen der Wahrscheinlichkeiten "Autokorrelation" (55). Autokorrelation kann mit Wahrscheinlichkeitslernen übersetzt werden. Ein Beispiel für ein Superzeichen ist die Dreiecksfläche auf Abbildung 4.

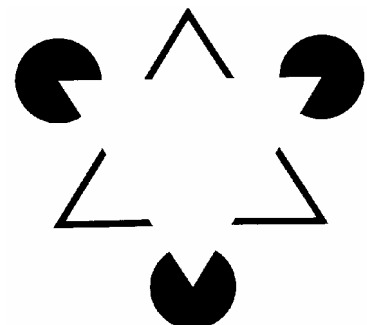


Abbildung 4: Superzeichen

Die Dreiecksfläche existiert nur, weil wir sie gedanklich ergänzen. Diese gedankliche Ergänzung ist ein Beispiel für Autokorrelation. Das virtuelle Dreieck, das Ergebnis der Autokorrelation, ist ein Superzeichen. In der Auswertung ihres Reglermodells kommt *SIEVERS* jedoch zu dem widersprüchlichen Ergebnis, dass "... im Kurzspeicher eines Autisten Informationsmangel aufgrund von Informationsüberschuss herrscht ..." (1982, 97). Diesen Widerspruch versucht sie dann zu umgehen, indem sie "Information" durch "Entropie" ersetzt. Entropie ist ein Ordnungsmaß, das auch als Maß für die Unsicherheit einer Nachricht zur Anwendung kommt. In diesem Fall ist Entropie  $H$  das Maß für den durchschnittlichen Informationsgehalt eines Zeichensystems. Das ist schnell erklärt. Sollte Ihnen der Begriff "Entropie" geläufig sein oder Sie im Moment nicht interessieren, überspringen Sie den Text bis zur nächsten Abbildung. Der vor Ihnen liegende Text besteht vorwiegend aus 30 Buchstaben. Die Entropie oder Unsicherheit der Buchstaben beträgt  $H=4,9$  bit. (Die Entropie  $H$  entspricht dem durchschnittlichen Informationsgehalt eines Buchstaben und berechnet sich aus dem Logarithmus zur Basis 2 von 30,  $\text{ld}(30)=4,9$ ;  $\text{ld}$  ist der "logarithmus dualis"). Diese Unsicherheit gilt streng genommen nur für eine sinnlose und zufällige Aneinanderreihung von Buchstaben, etwa für ein Buchstabenchaos, das ein emsig tippendes Kleinkind an einer Schreibmaschine erzeugt. Sinnvolle Texte verraten sich, zum Leidwesen von Menschen, die Nachrichten mit einem Geheimcode verschlüsseln wollen, durch bestimmte Buchstabenhäufigkeiten. Angenommen, Sie würden die Buchstaben in dem vorliegenden Text zählen; wetten, Sie kämen zu dem Ergebnis, dass das Leerzeichen und der Buchstabe 'E' in diesem Text die häufigsten Zeichen sind? Diesen beiden Spitzenreitern folgen die Häufigkeiten der Buchstaben 'N', 'R', 'T', 'S' usw. Das gilt für alle längeren deutschen Texte. Weiterhin verraten Geheimcodes ihren Inhalt auch dadurch, dass die Buchstabenfolgen 'CH', 'ER', 'EN' und 'UNG' häufiger als andere Buchstabenfolgen sind. Dadurch schrumpft die Unsicherheit der Buchstabenfolgen in diesem Text, wie auch in jedem anderen, von 4,9 bit auf etwa 1,6 bit.

Dies macht sich zum Beispiel die Blindenkurzschrift zunutze, indem sie Sonderzeichen für Buchstabenfolgen, z.B. 'CH', einführt. Da ein Punkschriftzeichen oder *BRILLE*-Zeichen nur aus sechs Punkten besteht, gibt es nur 64 Möglichkeiten, neue Zeichen zu bilden. (Die sechs Bit eines Punkschriftzeichens ergeben umgerechnet zwei hoch sechs, also 64 Freiheitsgrade.) Deshalb haben seltene Buchstaben, wie z. B. das 'C', eine zusätzliche Bedeutung. Der Buchstabe 'C' bedeutet gleichzeitig 'EN'. Aber offensichtlich ist die Unsicherheit  $H$  für die im Lesen Geübten noch viel geringer als 1,6 bit, wie die Blindenkurzschrift zeigt. Denn sie verzichtet auf ganze Buchstabengruppen. Der erste und der letzte Buchstabe können für ein ganzes Wort stehen: 'SCHT' = 'SCHRIFT', 'BF'='BRIEF' usw. (Abb. 5).

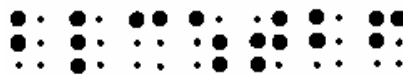


Abbildung 5:  
B L C=EN SCH T B F

Die ständige Wiederholung von Buchstabenfolgen beim Lesen und Schreiben senkt die Entropie des Buchstabensystems offensichtlich beträchtlich. Denn wie könnten sonst ganze Buchstabengruppen weggelassen werden, ohne dass die Bedeutung des geschriebenen Wortes verloren ginge? Diese Methode der Berechnung von Entropie legt *SIEVERS* ihrem Reglermodell zugrunde. In der Auswertung kommt sie jedoch zu dem Widerspruch: Informationsüberschuss erzeugt Informationsmangel. Deshalb will sie, wie schon gesagt, den Begriff "Information" umgehen. Aber wie ich eben gezeigt habe, kommt die zur Tür hinausgejagte Information durch das Fenster als Entropie wieder herein. Resigniert stellt *SIEVERS* fest, dass aus ihrer paradoxen Formulierung "Informationsmangel durch Informationsüberschuss" nun die Tautologie "Negentropiemangel aufgrund von Entropieüberschuss" (1982, 98) geworden ist. Es wäre zu schade, wenn die Exaktheit des Modells am Ende ins Leere führen würde. Die Quelle neuartiger mathematischer Zugänge zu einer rätselhaften Behinderung, die *SIEVERS* als erste anzapfte, sollte nicht in einem Wortspiel versiegen. Deshalb habe ich mir gestattet, einige

Änderungen an ihrem Reglermodell vorzunehmen. Diese Veränderungen beruhen auf Überlegungen zur Bedeutung des Wortes "Information": Das Wort "Information" gehört zur Gattung der Wörter, die gleichzeitig auch ihr Gegenteil bedeuten. Zu dieser Gattung zählen beispielsweise auch die Wörter "alle", "erst" und "Aufgabe". Mit "alle" meinen wir erstens "eine vollständige Menge" und zweitens "eine leere Menge": Die Äpfel sind alle da - aber: Die Äpfel sind alle. "Erst" bedeutet "zuerst" und "zuletzt": Nein erst ist Manuela dran, dann erst bist du an der Reihe, Martin. "Aufgabe" kennzeichnet zugleich eine Pflicht und einen Abbruch: Dieses Projekt wurde Aufgabe der Kinder, nach der Aufgabe des Projekts durch die Erwachsenen. So kann "Information" gleichzeitig "Gewissheit" und "Ungewissheit" (im Sinne von Neuigkeit) heißen: Sie hat die notwendige Information - aber: Er dürstet nach Informationen aus fremden Ländern. Entropie ist eine Entscheidung zugunsten von Information als Ungewissheit. Für die Aufklärung des dahinterliegenden Prozesses der Informationsverarbeitung ist diese Entscheidung genauso hilfreich, wie die Wortwahl "Aufzug". Der sich aufwärts und abwärts bewegende Aufzug heißt nur deshalb nicht "Abzug", weil dieser Begriff schon anderweitig besetzt ist. „Wir glauben sogar“, schreibt *FOERSTER* (1996, 270 f.), „dass Information gespeichert und später wieder hervorgeholt werden kann: denken Sie an die Bücherei, die gewöhnlich als eine Art von Informationsspeicherungs- und -wiedergabesystem aufgefasst wird. Das ist aber ganz falsch. Eine Bücherei speichert Bücher, Mikrofiches, Dokumente, Filme, Diapositive und Kataloge, sie kann aber keine Information speichern. Sie können eine Bücherei von unten nach oben kehren - es wird keine Information herausfallen. Es gibt nur eine Art, auf die wir von einer Bücherei Informationen bekommen können, nämlich diese Bücher zu lesen, die Mikrofiches, Dokumente, Diapositive usw. anzuschauen. Ebenso könnte man eine Garage ein System der Speicherung und Wiedergabe von Verkehr nennen. In beiden Fällen wird ein brauchbares Vehikel (des Verkehrs oder der Information) mit dem verwechselt, mit dem er es betreibt und benutzt. Jemand muss es tun. Es selbst tut nichts.“ „Die Semantik der Semantik ist die

Pragmatik“, bringt diesen Gedanken WEIZSÄCKER (1986, 87) auf eine Formel. Deshalb ist es sinnvoll, wenn wir das Reglermodell von SIEVERS beurteilen wollen, es etwas tun zu lassen. Also habe ich dieses Reglermodell in ein Computerprogramm umgesetzt. In der Programmiersprache Pascal ist das mit wenig Mühe zu leisten. Dann habe ich diesem Pascalprogramm die Aufgabe gestellt, ein vorgegebenes Rechteck nachzuzeichnen. Das Programm lernt dann über Wahrscheinlichkeitslernen allmählich die Konturen des Rechtecks "zu erkennen". (Genauere Angaben zum Aufbau dieses Programms finden Sie in der Langfassung dieses Textes auf der Internetseite [www.geistige-Entwicklung.de](http://www.geistige-Entwicklung.de)).

Die Fähigkeit des Programms zur Bildung von Superzeichen erwies sich als bescheiden (Abb. 6). Eher erinnert das Ergebnis an Monas ausgefranste Rechteckkopie, denn an Stephen WILTSHIREs perfekte Wiedergabe von vorgegebenen Konturen.



Abbildung 6: Rechteck als Ergebnis des Wahrscheinlichkeitslernens eines Pascalprogramms

Was leite ich daraus ab? Allein aus Wahrnehmung und Wahrscheinlichkeitslernen lässt sich die Bildung von Superzeichen nicht erklären. Wahrscheinlichkeitslernen ist nichts weiter als Lernen durch Wiederholung. Wenn das Programm aus der Wiederholung eines Signals seine Wahrscheinlichkeit berechnet, trifft es damit auch einfache Vorhersagen. Doch diese Vorhersagen sind stark von Zufallsereignissen geprägt. Deshalb schlage ich vor, einen dritten Regelkreis dazuschalten. Dieser dritte Regler berechnet die Wahrscheinlichkeitsmuster noch einmal. Diesmal berechnet er allerdings die Auffälligkeit der Signale. Jetzt wird eine Tendenz zur Superzeichenbildung erkennbar, wie die Bildschirmausgabe des so erweiterten Pascalprogramms zeigt (Abb.7).

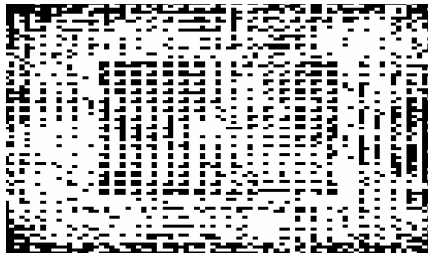


Abbildung 7: Rechteck als Ergebnis der Auffälligkeitsberechnung

Wie das Pascalprogramm die Wahrscheinlichkeit  $p$  eines Signals berechnet, wird Ihnen sicher einleuchten. Es dividiert die Häufigkeit eines Signal durch die Summe aller Signale. Wie aber, werden sie sich fragen, soll es die Auffälligkeit berechnen?

Die Methode geht auf FRANK (1993, 333 f., 511) zurück. Er nennt Zeichen oder Ereignisse auffällig, wenn sie überraschend und trotzdem relativ häufig sind. Ein Zeichen ist innerhalb eines Wahrscheinlichkeitsfeldes überraschend, wenn es unwahrscheinlich ist. Der Würfelwurf 'sechs' ist überraschender als der Münzwurf 'Kopf'. Die Wahrscheinlichkeit  $p$  ist, wie ich anhand der Buchstabenverteilung erklären konnte, proportional zum Gehalt an Information:  $\text{ld}(1/p)$ . Mit anderen Worten, je unsicherer ein Ereignis ist, um so überraschender ist sein Eintreffen. Der Überraschungswert eines Münzwurfes beträgt  $\text{ld}(2)=1$  und der Überraschungswert eines Würfelwurfes liegt bei rund  $\text{ld}(6)=2,5849\dots$

Damit ein Signal auffällig wird, muss es, wie gesagt, auch noch wiederholt auftreten. Das wiederholte Auftreten eines Signals, seine Häufigkeit, entspricht der Wahrscheinlichkeit  $p$ . Die Auffälligkeit ist folglich das Produkt der Wahrscheinlichkeit  $p$  und dem Informationsgehalt  $\text{ld}(1/p)$ . Da  $\text{ld}(1/p)$  gleich  $-\text{ld}(p)$  ist, hat sich als Formel für den Wert der Auffälligkeit  $A(p) = -p * \text{ld}(p)$  durchgesetzt.

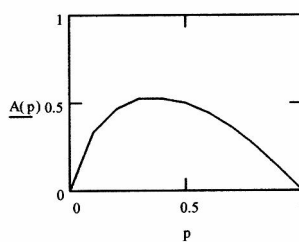


Abbildung 8: Auffälligkeitsfunktion

Mathematik als Methode, mit immer weniger immer mehr zu sagen, ist das eine, das andere ist die Gefahr, den Bezug zur Alltagserfahrung zu verlieren. Diesem Bezug zur Alltagserfahrung ist der erste Teil des nächsten Kapitels gewidmet.

### Unsicherheit - Einheit der Auffälligkeit

Auffällig ist etwas, das sich in unerwarteter Weise von seiner Umgebung abhebt und sich wiederholt. Werbung bemüht sich um Auffälligkeit. Für einen Blickfang oder Ohrwurm setzt sie auf Überraschung und Wiederholung. Das ist jedoch eine Gratwanderung. Überraschend ist auch die sprichwörtlich unauffällige Nadel im Heuhaufen, wenn wir uns darauf setzen zum Beispiel; auch Bäume wiederholen sich, trotzdem kann es sein, dass uns der Wald vor lauter Bäumen nicht auffällt. Der Auffälligkeitswert ist das Produkt aus dem Informationsgehalt und der Wahrscheinlichkeit eines Zeichens.

Was bedeutet der Auffälligkeitswert nun praktisch? Je auffälliger eine Erscheinung ist, um so geringer ist die für die Beobachtung nötige Aufmerksamkeit, um so geringer die notwendige Konzentration oder die zu investierende Wahrnehmungsenergie. Die Nadel im Heuhaufen, ausgedrückt durch den Bereich links vom Maximum der Funktion, erfordert höchste Aufmerksamkeit. Auf einen Blickfang, Ohrwurm oder den hämmernden Nachbarn brauchen wir uns nicht zu konzentrieren. Dies entspricht dem Bereich in der Nähe des Maximums der Auffälligkeitsfunktion. Den Wald, den wir vor lauter Bäumen nicht sehen, stellt die Funktion mit ihrem Bereich rechts vom Maximum dar. Wenn hier die Auffälligkeit wieder abnimmt, muss also die notwendige Investition an Aufmerksamkeit wieder zunehmen.

Maximale Auffälligkeit ist also eine wohl dosierte Mischung aus Überraschung und Wiederholung fern vom Gleichgewicht: nach der Formel aus rund zwei Dritteln Überraschung und einem Drittel Wiederholung. Dieser Wert trifft zum Beispiel ziemlich exakt auf die durchschnittliche Häufigkeit aller Buchstaben plus Leerzeichen in sinnvollen Sätzen zu, nicht aber auf einen einzelnen Buchstaben. Versuchen Sie einmal nachzuzählen, wie oft der Buchstabe 'N' auf dieser Seite vorkommt. Ihre Aufmerksamkeit wäre schon bald überbeansprucht, da der Buchstabe 'N'

im Text eben nicht auffällt. Er springt Ihnen deshalb nicht ins Auge, weil er weder überraschend noch häufig ist.

Als Einheit für den Auffälligkeitswert gibt FRANK (1993, 333 f., 511) die subjektiv erwartete Unsicherheit an. Sein blinder Fleck ist, dass Unsicherheit eigentlich eine subjektive Kategorie ist. Auch hier macht sich wieder die eingangs erwähnte Grenze der formalen Logik bemerkbar. Um das zu verdeutlichen, sei mir ein kleiner Ausflug in die Hirnforschung gestattet. Die funktionelle Dreigliederung der visuellen Wahrnehmung (LURIA 1992, 113) ist für die Diskussion der besonderen Informationsverarbeitung von Mona und Stephen WILTSHIRE von besonderem Interesse.

Die Stimulation der primären Sehrinde (Area striata) bewirkt einfache Halluzinationen: Blitze, züngelnde Flammen und Farbflecke, eine Stimulation der sekundären Sehrinde (Teilgebiete des Brodmannfeldes 17) bewirkt dagegen kompliziertere Halluzinationen: Bilder von Blumen, Tieren, vertrauten Personen.

„Patienten mit einer Läsion der sekundären visuellen Zonen sind nicht blind“, schreibt LURIA (1992, 114), „sie können nach wie vor einzelne Merkmale sehen, manchmal auch einzelne Teile eines Gegenstandes. Die Störung besteht vielmehr darin, dass sich diese einzelnen Merkmale nicht zu umfassenden Gestalten zusammenfassen lassen.“

Die Folge einer Verletzung der sekundären visuellen Zonen ist eine sogenannte optische Agnosie, die sich vor allem auf die Art zu zeichnen auswirkt (Abb. 11, aus LURIA 1992, 117). Dieser Zeichenstil ähnelt verblüffend dem Zeichenstil, der mit dem WILLIAMS-BEUREN-Syndrom in Zusammenhang gebracht wird (Abb. 12, BELLUGI et al. 1998, 63).

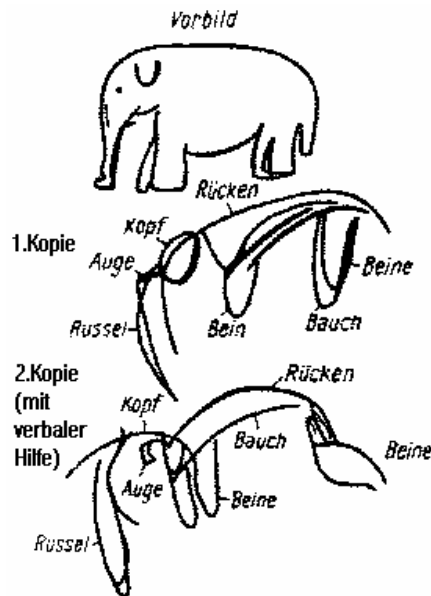


Abbildung 9: Typische Zeichnung bei optischer Agnosie

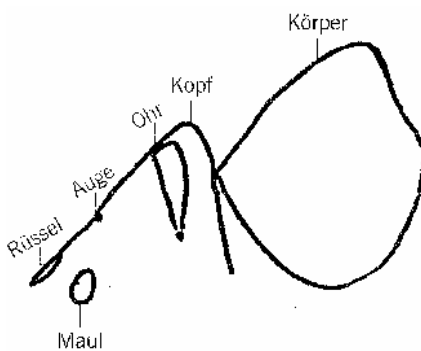


Abbildung 10: Typische Zeichnung bei WILLIAMS-BEUREN-Syndrom

Als Ursache für das WILLIAMS-BEUREN-Syndrom ist derzeit ein fehlendes Gen im siebenten Chromosom im Gespräch (64). Eine Häufung von Neuronen im Bereich der visuellen Felder ist eines der neuroanatomischen Besonderheiten dieses Syndroms. Wie ist zu erklären, dass sich ein Fehlen von Neuronen ähnlich auswirkt, wie ein Überschuss an Neuronen?

Ein Überschuss an Neuronen könnte zu Versorgungsengpässen führen. Traubenzucker ist im wesentlichen die einzige Energiequelle im Gehirn. Bei einer größeren Anzahl von Neuronen in diesem Areal kommt auf jede einzelne Zelle ein geringerer Teil des Traubenzuckervorrats. Ein Hinweis dafür ist die auffällig starke Neigung von Menschen unter den Bedingungen des WILLIAMS-BEUREN-Syndroms zu epileptischen Anfällen. Denn ein epileptischer Anfall ist ein Effekt der Selbstorganisation von Neuronen bei Energiemangel (vgl. u.a. JANTZEN

1994, 222). Deshalb ist die pädagogische Aktivierung und Stabilisierung des visuellen Systems bei Mona von großer Bedeutung. Stimulationen der tertiären Sehrinde (Teilgebiete des Brodmannfeldes 19) erzeugen komplizierte räumliche Verschiebungen. Verletzungen in diesem Feld engen die Wahrnehmung ein. Sie führen dazu, dass Betroffene nur noch einen Gegenstand wahrnehmen können. Dieses Phänomen wird als Simultanagnosie bezeichnet. „Die Patienten sind ... nicht mehr imstande, das Zentrum eines Kreises ... zu fixieren“, schreibt LURIA (1992, 118), „denn sie können zu einem Zeitpunkt entweder nur den Kreis ... oder den mit Bleistift markierten Mittelpunkt wahrnehmen. Sie sind auch unfähig, die Umrisse eines Gegenstandes zu zeichnen oder beim Schreiben der auf dem Papier gedruckten Linie zu folgen. Wenn sie die Bleistiftspitze beachten, verlieren sie die Linie aus den Augen, und wenn sie die Linie beachten, die Bleistiftspitze.“

Auch die Simultanagnosie steht in einem deutlichen Zusammenhang mit der Energieversorgung der Neuronen in der Sehrinde. Durch Injektion einer anregenden Koffeinelösung konnte LURIA (1992, 122) die Wahrnehmungseinstellung für die Dauer der Wirkung des Koffeins aufheben. Der Zusammenhang zwischen Informationsverarbeitung und Energiehaushalt der Nervenzellen drängt zu einer theoretischen Verallgemeinerung. Eine starke energetische Eigenaktivierung des visuellen Zentrums von Stephen WILTSHIRE und eine deutlich geringere Eigenaktivierung desselben Zentrums bei Mona scheint auf der Hand zu liegen.

Die Verbindung zwischen Information und Energie scheint zum Greifen nah. Doch die Interpretation von komplexen Kreissystemen führt schnell in die Irre. „Das Verhalten zirkulärer, rückgekoppelter Systeme ist für den gesunden Menschenverstand leider nicht mehr ohne weiteres durchschaubar“, schreibt HEIDEN (1991, 138): „Ein detailliertes Verständnis verlangt in der Regel eine mathematische Analyse, wenn man sich nicht blind auf den Output einer Computersimulation verlassen will.“

### Aufmerksamkeit - Eigenwert der Auffälligkeitsfunktion

Der kühle Kopf und die glühende

Leidenschaft sind sprichwörtliche Gegensätze. In einer Situation "einen kühlen Kopf zu bewahren" heißt, sich einen Überblick verschaffen zu können, also das Aufmerksamkeitspektrum zu vergrößern. Hitzköpfigkeit oder Besessenheit steht dagegen für die hypnotisch fixierte Aufmerksamkeit, die uns weder nach links noch nach rechts schauen lässt. Diese Beziehung von Aufmerksamkeit und Aktivierung des Gehirns meine ich, wenn ich davon spreche, dass Entropie als Einheit der Auffälligkeit mit dem Energiehaushalt unseres Gehirns in Beziehung steht. Bildlich gesprochen ist das Aufmerksamkeitsfenster eine Linse: In Abhängigkeit von der Intensität des "inneren Feuers" ist sie entweder wie ein Brennglas auf eine Auffälligkeitsebene oder wie ein Weitwinkelobjektiv auf viele Ebenen gerichtet.

Besinnen wir uns noch einmal auf die Bedeutung der Entropie  $H$  als Unsicherheit einer Nachricht. Die subjektive Einschätzung der Unsicherheit einer Situation ist direkt aus der Erregung ablesbar. Als Erregung ist Unsicherheit wirklich subjektiv, und subjektiv ist hier kein Gegensatz zu präziser Messbarkeit. Denn es gibt vielfältige Methoden zur Messung der Erregung, die schon seit langem in die psychologische Forschung eingegangen sind:

- **LURIA** erforschte experimentell Beziehungen zwischen Orientierungsreaktion und Wachheit. Dabei nutzte er die Tatsache, dass sich bei leichter Erregung die Blutgefäße in den Händen und im Kopf weiten und bei starker Erregung dagegen verengen. Diese Abhängigkeit stellte **LURIA** in einer umgekehrt U-förmigen Kurve dar, die der Auffälligkeitskurve (Abb. 8) ähnelt.
- Eine ähnlich umgekehrte U-förmige Beziehung besteht nach dem **YERKES-DODSON**-Gesetz zwischen allgemeinem Erregungs-Niveau (Aktivierung, Wachheit) und Leistung. Diese Kurve wurde auch von **HEBB** aufgegriffen und experimentell bestätigt.
- EEG-Auswertungen und Computertomographien zeigen, dass die Erregung des Gehirns unmittelbar mit der Wachheit und Aufmerksamkeit zusammenhängt. Über willkürliche Entspannung und Anspannung lassen sich sogar Computerprogramme steuern.

Es ist also nur ein kleiner Schritt in die Physiologie nötig, um die subjektiv erwartete Unsicherheit  $H$  als Funktion der energetischen Aufladung des Gehirns zu erkennen. Sicherlich dürfte es gegenwärtig noch mit einigen Schwierigkeiten verbunden sein, den genauen Entropiewert  $H$  auf die Kommastelle genau zu berechnen. Doch die großen Fortschritte in der Computertomographie und EEG-Messung in den letzten Jahren geben Anlass zu der Vermutung, dass dies nur noch eine Frage der Zeit sei. Mathematisch ist es jedoch auch heute schon kein Problem mehr, das Eigenverhalten der Auffälligkeitsfunktion über allen mathematisch relevanten Werten für  $H$  zu untersuchen. (Genauere Angaben zum Rechenweg finden Sie in der Langfassung dieses Textes auf der Internetseite [www.geistige-Entwicklung.de](http://www.geistige-Entwicklung.de)).

Die Ergebnisse bestätigen eine enge Beziehung zwischen Unsicherheit und Fokussierung der Aufmerksamkeit.

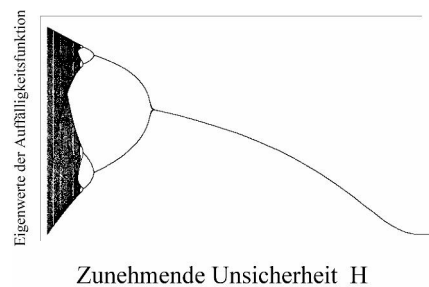


Abbildung 11: Die Eigenwerte der Auffälligkeitsfunktion fokussieren sich bei zunehmender Aktivierung

Der rechte Bereich des Diagramms kennzeichnet die stark fokussierte Aufmerksamkeit bei extremer Erregung, wie sie zum Beispiel für Autismus typisch ist:

„Stellen Sie sich vor!“, sagt Temple **GRANDIN**, eine Frau unter den Bedingungen von Autismus (vgl. auch **SACKS** 1995), im Interview: „Sie verhielten sich auch seltsam, wenn Ihr Nervensystem auf Hochtouren lief, so als müssten Sie mit einem Löwen kämpfen oder mit einem Räuber in der New Yorker U-Bahn, und Sie wüssten nicht warum. Alles in Ihnen strebt danach, diese schreckliche Unruhe loszuwerden“.

Besser lässt sich eine hohe Erregung wohl nicht in Worte fassen. In unserem Modell wird diese Erregung nüchtern durch einen hohen Wert der Unsicherheitsfunktion  $H$  ausgedrückt.

Mit gleicher Deutlichkeit beschreibt **GRANDIN** ihre Faszination für Gegenstände mit dem Auffälligkeitswert einer Nadel im Heuhaufen:

„Ich kann nicht viele Signale gleichzeitig verarbeiten. ... Indem ich beispielsweise Sand durch meine Finger laufen ließ, konnte ich alles abschalten. Es war ungemein interessant, jedes kleine Sandkorn zu untersuchen“.

**SACKS** (1991, 210) zitiert einen Medizinstudenten, der durch Aufputschmittel (Amphetamine, Kokain) in einen Zustand versetzt war, in dem er auf einmal zeichnen konnte wie **Stephen WILTSHIRE**: „Ich konnte vorher nie zeichnen, ich konnte keine geistigen Bilder 'sehen', aber jetzt war es, als hätte ich ein Zeichenprisma im Kopf: Ich 'sah' alles, als sei es auf das Papier projiziert, und brauchte nur noch die Linien nachzuzeichnen, die ich 'sah'.“

**SIEVERS** paradoxe Formel "Informationsmangel durch Informationsüberschuss" kann in diesem Modell durch die Formulierung "Fokussierung der Aufmerksamkeit infolge hoher Aktivierung" ersetzt werden. Umgekehrt gilt für Monas visuelles System: "Zerstreuung der Aufmerksamkeit infolge geringer Aktivierung".

In Zeichnungen sieht **Mona** vor lauter Strichen keine Gestalt, so als würde sie den Wald vor Bäumen nicht erkennen. Ein 'D', zusammengesetzt aus lauter kleinen Ypsilons, zeichnen Menschen, bei denen das **WILLIAMS-BEUREN**-Syndrom diagnostiziert wurde, so, als würde ihnen das 'D' gar nicht auffallen. Sie sehen kein 'D' vor lauter Ypsilons (Abb. 13, aus **BELLUGI** et al. 1998, 65).

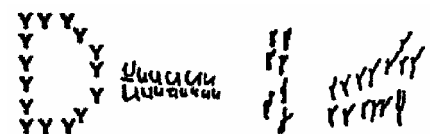


Abbildung 12: Kopie eines 'D' aus Ypsilons

Auf die ausdrückliche Frage nach dem "D" würde es **Mona** aber erkennen. **Mona** schreibt Buchstaben. Aber sie ist sich dabei oft unsicher und fragt: „Ist es so richtig?“

Die Studentin hat das Gefühl, dass **Mona** es anderen nur Recht machen wolle. Eigentlich sieht sie keinen Unterschied zwischen den Zahlen "52"

und "25". Auch Buchstaben malt sie so, als hätte sie sich nur den Bewegungsablauf eingepägt. Es ist, als lebe sie in einer Welt ohne oben und unten, ohne links und rechts. Den Hinweg zur Schule hat sie sich mit viel Mühe über die Abfolge einzelner Details eingepägt. Sie geht jetzt allein zur Schule, findet jedoch noch nicht allein zurück. Es geht offensichtlich nicht nur darum, etwas wahrzunehmen, sondern vor allem auch darum, es gedanklich stabil halten zu können. Letzteres ist eine Frage der Kybernetik der Aufmerksamkeit.

Im Kopf stellt sich Temple *GRANDIN*, Professorin für "Animal Science" in Colorado, komplizierte Stallanlagen dreidimensional vor und nimmt im Gedankenexperiment notwendige Veränderungen an ihnen vor. Stephen *WILTSHIRE* hatte schon als Vorschulkind einen dreidimensionalen, euklidischen Blick auf Gebäude. Wenn sich in einem visuellen System mit hoher Eigenaktivierung euklidische Auffälligkeitsmuster wie von selbst einstellen, wäre es da nicht möglich, dass im anderem Extrem nichteuklidische Auffälligkeitsmuster entstehen? Lebt Mona vielleicht in einer nichteuklidischen Welt?

Nichteuklidische Geometrien sind Gegenstand der Topologie (topos logos, griech.: Lehre von den Orten); bei Begrenzung auf zwei Dimensionen wird auch von "Gummi-Geometrie" gesprochen; ganz einfach deshalb, weil sie die Eigenschaften von Figuren untersucht, die sich nicht ändern, wenn die Oberfläche, auf der sie gezeichnet wurden, verzerrt oder verdreht wird. Ein Beispiel sind Streckenpläne von S-, U- und Straßenbahnen in größeren Städten. Legt man sie über einen Stadtplan, stellt sich heraus, dass das Schema des Streckenverlaufs gar nicht mit dem wirklichen Schienenverlauf übereinstimmt. Das einzige was stimmt, ist das Netz der Stationen.

Wenn Monas Welt eine Welt ohne oben, unten, links und rechts wäre, könnten wir uns dieser Welt ebenfalls über einfache topologische Transformationen annähern. Eine geometrische Ebene lässt sich gut anhand eines A4-Blattes erläutern. Verbinden wir den oberen Blattrand mit dem unteren, so dass eine Rolle entsteht, verliert die Unterteilung in oben und unten ihren Sinn. Ein "A" über einem "B" kann durch Drehung der Rolle in ein "A" unter dem "B" überführt werden. Schneiden wir von einem A4-Blatt einen schmalen Streifen

ab, drehen ein Ende halb herum, um 180 Grad, und kleben die Enden so verdreht zusammen, erhalten wir ein Möbiusband. Auf seiner Fläche existiert weder oben noch unten, weder links noch rechts. Eine Drehung im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn existiert nicht. Mehr noch, ein Blatt Papier hat vier Ränder, eine Papierrolle zwei und ein Möbiusband nur einen. Sie können das leicht überprüfen, wenn sie den Rand mit einem Farbstift abfahren. Wenn Mona ein Rechteck kopiert oder eine Grenzlinie zwischen zwei Punkten zeichnet, scheint sie sich tatsächlich nur an einem Rand zu orientieren.

Natürlich ist diese Hypothese nichts weiter als eine erste Spur. Die werden wir aber weiterverfolgen; könnte sie uns doch den Weg zu einer Brücke zwischen Monas und unserer visuellen Wahrnehmung zeigen. Vielleicht gelingt es uns, ein Übersetzungsprogramm am Computer zu entwickeln, das die Auffälligkeitsmatrix eines Blattes Papier in die Auffälligkeitsmatrix eines Möbiusbandes übertragen kann. Werden wir dann auch verstehen lernen, aus welchen äußeren Anzeichen Mona Gedanken und Emotionen zu "lesen" scheint?

Was bleibt nun noch zur Diagnose "geistige Behinderung" festzustellen? Im Rahmen der klassischen Logik gilt: "geistig behindert" bleibt "geistig behindert". Die Dialektik richtet ihren Blick dagegen auf Prozesse, die geistig behindern. In *JANTZENs* Modell sind das Störungen des Informationsaustausches zwischen Individuum und Umwelt. Wenn Blindheit erst im sozialen Kontext zu einer Behinderung werden kann, gilt das auch für Besonderheiten der Verarbeitung von Information. Die kybernetische Analyse bringt ans Tageslicht, dass geistige Behinderung sowohl im Individuum selbst als auch in der Umwelt ihren Anfang nehmen kann. Ihr Ergebnis ist immer ein verändertes Verhältnis zwischen der Aktivierung des Gehirns und dem Netz von Auffälligkeiten im Wahrnehmungs- und Handlungsfeld, kurz: zwischen innerer und äußerer Unsicherheit (Entropie). Geistige Behinderung als pädagogisches Problem erweist sich so als Problem der Kybernetik der Aufmerksamkeit. Der Schlüssel ist in kulturellen Zeichensystemen zu suchen. Sie reichen von der Zeigegeste, die eine Nadel im Heuhaufen aufleuchten lässt,

über das Wort, das Bäume zum Wald verschmelzen lässt; über die Karte, die uns unsere Umgebung aus der Vogelperspektive zeigt, bis zum Schriftzug, der anzeigt, was hinter einer verschlossenen Tür verborgen ist. Wenn Stephen *WILTSHIRE* zeichnet, Mona Regie führt und Temple *GRANDIN* Vorlesungen über Viehhaltung hält, zeigen alle drei, dass eine geistige Behinderung ein Prozess ist, der sich aufheben lässt. "Aufheben" ist hier dialektisch in seiner dreifachen Bedeutung gemeint: im Sinne des Überwindens der Behinderung, im Sinne des Beibehaltens der individuellen Eigenart und im Sinne des Hebens der geistigen Entwicklung auf eine neue Stufe; und zwar in Form einer besonderen geistigen Fähigkeit, ja mitunter sogar Begabung. Der Förderschwerpunkt "geistige Entwicklung" sollte also nicht mit Wahrnehmungsförderung verwechselt werden, wie das leider so oft geschieht. Schwerpunkt sollte die Befreiung vom unmittelbaren Wahrnehmungsfeld durch zeichenvermittelte Wahrnehmung sein, deren Ausgangspunkt eben das Handeln mit kulturellen Zeichensystemen ist. Der Maßstab für die Eignung von Zeichensystemen dafür ist ihr Auffälligkeitsmuster: Die Zeichen müssen auffälliger sein als das unmittelbare Wahrnehmungsfeld. Dieser Maßstab ist alt. Er knüpft an die Untersuchungen von *MONTESSORI*, *LEWIN* und *WYGOTSKY* zu Beginn des 20. Jahrhunderts an. Neu ist die Möglichkeit, gezielt Syndrome zu berücksichtigen, die Auswirkungen auf das Verhältnis von Aufmerksamkeit und Aktivierung des Gehirns haben. Dieses neue Forschungsfeld verspricht schon heute eine Neubewertung der geistigen Behinderung.

#### Literaturverzeichnis

- ARISTOTELES*: Metaphysik. Reinbek bei Hamburg 1999  
*BELLUGI, U. et al.*: *WILLIAMS-BEUREN*-Syndrom und Hirnfunktionen. In: Spektrum der Wissenschaft 2 (1998), 62-68  
*FOERSTER, H. v.*: Wissen und Gewissen. Frankfurt am Main 1996  
*FRANK, H.*: Kybernetische Pädagogik. Schriften 1962-1992. Berlin 1993  
*GÜNTHER, G.*: Beiträge zur Grundlegung einer operationsfähigen Dialektik. Band 1. Hamburg 1976  
*HEGEL, G. W. F.*: Georg Wilhelm Friedrich Hegel's Werke. Band IV. Die

objektive Logik. Die Lehre vom Wesen. Berlin 1834  
*HEIDEN, U. a. d.:* Der Organismus als selbstherstellendes dynamisches System. In: Zänker, K. (Hrsg.): Kommunikationsnetzwerke im Körper. Psychoneuroimmunologie. Aspekte einer neuen Wissenschaftsdisziplin. Heidelberg 1991  
*JANTZEN, W.:* Allgemeine Behindertenpädagogik. Band 1. Sozialwissenschaftliche und psychologische Grundlagen. Weinheim 1987  
*JANTZEN, W.:* Allgemeine Behindertenpädagogik. Band 2. Neurowissenschaftliche Grundlagen, Diagnostik, Pädagogik und Therapie. Weinheim 1990  
*JANTZEN, W.:* Posttraumatische Epilepsie und biotische Selbstorganisation. Bemerkungen zu einem notwendigen Paradigmenwechsel in der Neuropsychologie. In: Zeitschrift für Heilpädagogik 45 (1994), 217-230  
*JANTZEN, W.:* Syndromanalyse und romantische Wissenschaft. Perspektiven einer allgemeinen Theorie des Diagnostizierens. Münster 1994  
*LURIA, A.:* Das Gehirn in Aktion. Einführung in die Neuropsychologie. Reinbek 1992  
*SACKS, O.:* Der Mann, der seine Frau mit einem Hut verwechselte. Reinbek 1991  
*SACKS, O.:* Eine Anthropologin auf dem Mars. Reinbek 1995  
*SIEVERS, M.:* Frühkindlicher Autismus. Köln 1982  
*WEIZSÄCKER, E. v.:* Erstmaligkeit und Bestätigung als Komponenten der pragmatischen Information. In: Ders. (Hrsg.): Offene Systeme I. Beiträge zur Zeitstruktur von Information, Entropie und Evolution. Stuttgart 1986  
*ZIMPEL, A.:* Gedanken schlagen gegen Fingerspitzen. In: Katzenbach, D. et. al. (Hrsg.): Die Bedeutung Piagets für die Erziehungswissenschaft. Frankfurt am Main 2000  
 Ausführliche Literaturhinweise, Erklärungen zum Pascalprogramm und den mathematischen Modellen finden Sie im Internet ([www.geistige-Entwicklung.de](http://www.geistige-Entwicklung.de)).

Anschrift des Verfassers:  
 Univ.-Prof. Dr. André Frank Zimpel  
 Universität Hamburg  
 Sedanstraße 19  
 20146 Hamburg  
 Email:Zimpel@erzwiss.uni-hamburg.de

### **Zusammenfassung:**

Wahrnehmungsstörungen sind in aller Munde. Oft sind eigentlich Besonderheiten der Informationsverarbeitung gemeint. Schon der unscharfe Gebrauch des Begriffs "Information" könnte diese Verwechslung erklären. Doch das eigentliche Problem liegt tiefer: Information sei unabhängig von subjektiver Wahrnehmung - lautet ein Axiom der klassischen Logik. Dieses Axiom verursacht in pädagogisch-kybernetischen Modellen (*SIEVERS, FRANK*) Widersprüche und Tautologien. Dialektische Sichtweisen (*JANTZEN, GÜNTHER*) und neuere kybernetische Denkweisen (*WEIZSÄCKER, FOERSTER*) weisen einen Ausweg. Zusammengefasst in einem mathematischen Modell zeigen sie die enge Wechselwirkung zwischen Auffälligkeit und Aktivierung. Für den Förderschwerpunkt "geistige Entwicklung" sollte deshalb nicht die Wahrnehmungsförderung im Mittelpunkt stehen, sondern das Handeln mit kulturellen Zeichensystemen, die zuvor auf individuelle Bedürfnisse nach Information abgestimmt wurden.