

Verfremden um zu verstehen

- Fragmente eines theoretischen Rahmens -

Axel Müller

7. Januar 2001

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Übersicht	3
2	Aufrauen der Realität	4
2.1	Verfremdung - Typen und Beispiele	6
2.1.1	Kontextveränderung	6
2.1.2	Fragmentierung	7
2.1.3	Aufspüren	8
2.1.4	Umfunktionieren	9
2.2	Fremdes und Bekanntes	9
3	Redundanztheorie des Lernens	11
3.1	Ein quantitativer Informationsbegriff	11
3.2	Lernen als Abbau von Information	14
3.3	Zwei Mechanismen des Lernens	16
3.3.1	Das Wahrscheinlichkeitslernen	16
3.3.2	Informationsminimierung durch Superzeichenbildung . . .	17
4	Neurobiologische Beiträge zur Wahrnehmung	19
4.1	Wirklichkeit als subjektives Konstrukt	19
4.2	Erfahrung und die Einheit der Wahrnehmung	21
4.3	Realität und Gedächtnisbilder	22
5	Verfremden - Auflösen von Wahrnehmungsroutinen	23
A	Anhang	28
A.1	Literatur	28
A.2	Bilder des Experiments "Fremdes und Bekanntes"	29

Dieser Text ist unter
<http://www.mightymueller.de/texte/texte.html>
veröffentlicht.

1 Einleitung und Übersicht

Ich habe im Sommersemester 2000 an der Universität Frankfurt am Main an dem von Prof. Dr. Horst Rumpf geleiteten Kolloquium "*Verfremden, Lernen, Lehren*" teilgenommen. Dort lernte ich *Verfremdung* als ein wichtiges pädagogisches Instrument kennen. Durch die Verfremdung von scheinbar bekannten Sachverhalten können wir die Welt neu, anders und damit besser kennenlernen. Prof. Rumpf zeigte anhand vieler Beispiele, wie dieses Instrument eingesetzt werden kann.

Im Verlauf des Kolloquiums wurden verschiedene Typen der Verfremdung vorgestellt. Bei allen Typen werden *Wahrnehmungsroutinen* erschüttert. Ich denke, daß sich dies für zwei Arten der Verfremdung in einem theoretischen Kontext als eine Auflösung von *Superzeichen*, bzw. bei einem dritten Typ, als ein Einwirken auf die erlernten *Auftrittswahrscheinlichkeiten von Signalen* beschreiben läßt. Was ich damit meine, versuche ich in diesem Text darzustellen.

Im Wintersemester 1999/2000 habe ich Felix von Cubes kybernetisch-informationstheoretische Didaktik kennengelernt. Hierin ist die *Redundanztheorie des Lernens* ein zentraler Punkt, um Lernprozesse quantitativ zu analysieren. Ein wesentlicher Begriff ist hier die *Information* eines Signals, wie er in der Informationstheorie definiert wird.

Prof. Rumpf hat mich im Rahmen des Kolloquiums auf das außerordentlich erhellende Buch "*Das Gehirn und seine Wirklichkeit*" von Gerhard Roth [Roth] aufmerksam gemacht. In diesem Buch werden unter anderem neurobiologische Ergebnisse über die Funktionsweise unseres Gehirns und unsere Wahrnehmung dargestellt. Einige der Ergebnisse geben Hinweise auf die Verwendbarkeit der Redundanztheorie des Lernens, um Lernprozesse quantitativ zu analysieren. Dies möchte ich hier für den Akt der Verfremdung versuchen.

Im nächsten Abschnitt werde ich vorstellen, was wir in dem Kolloquium als *Verfremdung* kennengelernt haben und inwiefern sie ein wichtiges Instrument ist, um die Welt zu erschließen - um zu lernen. Ich werde einige Typen der Verfremdung vorstellen, die wir im Kolloquium klassifiziert haben, und erläutern, wie Fremdes, Bekanntes und Verfremdung miteinander in Beziehung stehen.

Im dritten Abschnitt werde ich Felix von Cubes *Redundanztheorie des Lernens* beschreiben. Ein sehr wichtiger Begriff ist dort die *Information* eines Signals. Die Theorie benutzt in wesentlichen Punkten Aussagen aus der Informationstheorie. Ich habe versucht, den dort definierten Informationsbegriff, der dem Alltagsverständnis zu widersprechen scheint, transparent zu machen.

In Abschnitt vier stelle ich einige neurobiologische Ergebnisse über den Vorgang der Wahrnehmung in menschlichen Gehirnen dar. Eine besondere Rolle wird hier die *Erfahrung* und das *Gedächtnisbild* spielen. Die neurobiologischen Ergebnisse zeigen, daß die von Cube formulierten Mechanismen verwendet werden können, um menschliches Lernen zu analysieren.

Im letzten Abschnitt werde ich erläutern, welche Prinzipien mir bei einigen Typen der Verfremdung zugrunde zu liegen scheinen. Darüber hinaus bietet die Redundanztheorie des Lernens eine Erklärung dafür, wieso ein Erkenntniszuwachs durch Verfremdung stattfinden kann.

2 Aufrauen der Realität

Kinder staunen über die Welt. Das Staunen resultiert aus der Unbekanntheit der Objekte und der Zusammenhänge der Welt. Dieses Staunen, das Wundern über die Vielgestaltigkeit der Umwelt, und die dem Menschen angeborene Neugier läßt Kinder die Welt entdecken. Die sich selbst gestellten Fragen nach dem “Wie?” und “Warum?” scheinen mir die wichtigste und fruchtbarste Motivation für das Lernen zu sein.

Durch die Erfahrungen, die wir im Laufe unseres Lebens in der Welt sammeln, geht das Wundern zu einem großen Teil verloren. Wir setzen uns nicht mehr mit den Objekten auseinander. Martin Wagenschein zitiert Max Picard:

*“Das charakterisiert den Menschen von heute: Es findet keine Begegnung mehr statt zwischen ihm und dem Objekt, es ist kein Geschehnis mehr, ein Objekt vor sich zu haben, man hat es schon, ehe man danach gelangt hat, und es verläßt einen, ehe man es entläßt. - Man kommt zu den Objekten nur auf Umwegen, indirekt, provisorisch, approximativ, unverbindlich, das heißt, man kommt gar nicht zu den Objekten, sondern ... sie werden einem geliefert. Es ist alles, wie schon vor-geschehen Alle Objekte scheinen zu einer ungeheuren Erledigungsmaschinerie zu gehören, der Mensch ein Teil von ihr: die Stelle, an der das Erledigte abgeliefert wird. - Der Sinn einer Begegnung aber ist, dem Objekt, das vor einem ist, Zeit, und das heißt Liebe, zu geben.”*¹

Wie können wir diese Erledigungsmaschinerie sabotieren? Wie können wir die Begegnungen mit den Objekten wieder zu etwas besonderem machen? Wie können wir den Objekten wieder etwas *erstaunliches* geben? Martin Wagenschein sagt dazu:

*“Wie aber, kann man einwenden, soll [...] die Zündung, die Empfängnis, vor sich gehen, wenn das Kind schon “weiß”, [...]? In diesem heute kaum vermeidlichen Fall bewährt sich der Frontalangriff auf das Scheinwissen (aber ohne Ironie!)“*²

¹Max Picard, “Jenes Bild, das sich auf das Urbild bezieht”, in “Wegweiser in der Zeitwende”, Hrsg. E. Kern, Ernst-Reinhardt-Verlag, München, 1956, S. 79; zitiert nach [Wagenschein], S. 36

²[Wagenschein], S. 94, f.

Die Verfremdung eines *bekannten* Objektes kann eine Möglichkeit sein, um diesen Frontalangriff zu führen, um das Scheinwissen als ein solches zu entlarven. Wir werden gezwungen, dem Objekt wieder Zeit zu widmen, es neu kennenzulernen, ihm neu zu begegnen.

Zum aktuellen Zeitpunkt scheint mir ein zweiter Aspekt wichtig zu sein: Wenn wir den Medien glauben, leben wir in einer Informations- und Wissensgesellschaft. Jeder einzelne von uns kann im Prinzip auf einen riesigen Vorrat von Information zugreifen. Dadurch müßten doch die Möglichkeiten der Menschen um ein Vielfaches potenziert sein. Ist dies wirklich so?

Nun, das ist leider nicht der Fall, denn es gibt einen wichtigen Unterschied zwischen Wissen und Information. Information kann zu Wissen werden, wenn sie in einen Zusammenhang zu schon vorhandenem Wissen eingesetzt wird, wenn sie in ein bereits bestehendes Netz von Wissen eingewoben wird, wenn Querverbindungen geschlossen werden. Eine Information ohne Bezug zu vorhandenem Wissen ist wertlos.³

Um diese Querverbindungen schließen zu können, ist es wichtig, das bereits *Bekannte* neu zu bewerten - die Perspektive zu wechseln - damit neue Assoziationen im Geflecht des Wissens geknüpft werden können. Die Verfremdung eines Objekts zwingt uns zu einem solchen Perspektivwechsel.

Vieles, das wir als vertraut und bekannt ansehen, sind nur Hypothesen, Vorurteile und Gewohnheiten. Wir sehen die Welt nicht, wie sie ist, wir sehen im wesentlichen unsere Erfahrung mit den Objekten.⁴

Eine Möglichkeit, die aus den Wahrnehmungsroutinen resultierenden Hypothesen über die Welt zu erschüttern, besteht darin, sich die Welt fremd zu machen, die glatte Realität aufzurauhen, um sich an ihrer rauhen Struktur abarbeiten zu können. Dadurch haben wir wieder die Möglichkeit zu staunen und anschließend das scheinbar Bekannte auf eine andere, erhellende Art kennenzulernen. In diesem Sinne ist die Verfremdung eines Objektes ein Aufrauhnen der Realität, die Welt wird *entselbstverständlicht*.

Berthold Brecht beschreibt den Akt der Verfremdung wie folgt:

*“Einen Vorgang oder einen Charakter verfremden heißt zunächst einfach, den Vorgang oder dem Charakter das Selbstverständliche, Bekannte, Einleuchtende zu nehmen und über ihn Staunen und Neugierde zu erzeugen”*⁵

Wir erarbeiteten im Kolloquium anhand verschiedener Beispiele, wie man die Welt verfremden, wie man sie *entselbstverständlichen* kann.

³Dies wird besonders deutlich, wenn man in den Informations-Fluten des Internets nach einem Begriff sucht, über den man kein oder nur wenig Vorwissen hat.

⁴siehe hierzu auch den Abschnitt über die Einheit der Wahrnehmung und Gedächtnisbilder

⁵zitiert nach Horst Rumpf, Denktettel und Materialien zum Themenkreis *Verfremden, Lernen, Lehren*, Kolloquium, Sommersemester 2000

2.1 Verfremdung - Typen und Beispiele

Prof. Rumpf stellte uns das Phänomen der Verfremdung an konkreten Beispielen vor. Dabei ordnete er die Beispiele so, daß sich jeweils gemeinsame Typen von Verfremdung erkennen ließen. Ich werde hier vier Typen und einige Beispiele dazu beschreiben.

2.1.1 Kontextveränderung

Zunächst konfrontierte Prof. Rumpf uns mit zwei Beispielen zur Verfremdung von Objekten, die nach dem Prinzip der *Kontextveränderung* funktionieren. Dabei wird ein bekanntes Objekt in einen ungewohnten Kontext gesetzt.

Bei dem ersten Beispiel handelte es sich um eine Karikatur von Helmut Kohl. Der bekannte Politiker war in einem dunklen Gewand, das an eine Mönchskutte erinnerte, abgebildet. Sein Gesichtsausdruck spiegelte eine Mischung aus Verschmitztheit und "Dickbramsigkeit"⁶ wieder. Das Bild erinnerte an ein altes Ölgemälde, vielleicht an ein bekanntes Porträt von Martin Luther. Im Hintergrund war eine in Ocker und Braun gemalte Landschaft erkennbar.

Das bekannte Gesicht von Helmut Kohl in einer unerwarteten Situation ließ die Teilnehmer des Kolloquiums zahlreiche Assoziationen bilden. Hierbei wurden bekannte Eigenschaften der Person mit Teilen des Bildes zu neuen Sichtweisen kombiniert. Ein vertrautes Objekt, eine Person, die uns jahrelang ständig in den Medien begegnet ist, kann neu entdeckt, neu kennengelernt werden. Anders als bei dem Lesen einer Biografie geschieht dies hier aktiv.

Als zweites Beispiel las Prof. Rumpf uns einen Teil aus dem Roman "Der Goldtropfen"⁷ von Michel Tournier vor. In diesem Teil wird beschrieben, wie ein Junge, der sein bisheriges Leben in einem Dorf in der nordafrikanischen Wüste verbracht hat, zum ersten Mal eine große Stadt besucht. In dieser Stadt begleitet er eine Gruppe europäischer Touristen in ein Volkskunde-Museum.

Ein Exponat der Ausstellung zeigt die Lebenswelt der Wüstenbewohner, die Heimat, die der Junge erst am Morgen desselben Tages verlassen hat. Hier ist sie jedoch nicht mit Leben gefüllt. Sie wird von den Touristen mit staunenden, teils herablassenden Kommentaren bedacht.

Ausgehend von dieser Geschichte, entwickelte sich unter den Teilnehmern des Kolloquiums eine Diskussion darüber, ob sowohl die europäischen Touristen als auch der afrikanische Junge eine Verfremdung seiner Lebenswelt feststellen könne. Ich äußerte die Meinung, daß nur Bekanntes verfremdet werden kann. Fremdes ist fremd, ein Veränderung des Kontextes oder eine andere Art der Verfremdung kann keine Vertrautheit erschüttern. Daher sehen die Touristen nur eine fremde Umgebung, die sie zum ersten Mal kennenlernen. Der Junge

⁶Dieses Wort, das Prof. Rumpf benutzte, findet sich zwar nicht im Duden, aber es beschreibt die Stimmung des Bildes besser als die Worte, die der Duden parat hält!

⁷[Tournier]

sieht jedoch eine *verfremdete* Umgebung. Er hat die Chance, wohlbekannte Objekte auf eine neue, andere, vielleicht erschreckende Art zu sehen.

Die These, daß nur Bekanntes verfremdet werden kann, habe ich in einer späteren Sitzung durch ein Experiment zu belegen versucht. Eine Beschreibung dieses Experimentes befindet sich in Abschnitt 2.2.

2.1.2 Fragmentierung

Bei der *Fragmentierung* eines Objektes wird dieses verfremdet, indem nicht das ganze Objekt gezeigt wird, sondern lediglich ein Detail - ein Fragment. Diese Bruchstückhaftigkeit zwingt den Beobachter, über den Zusammenhang des Fragments zum Ganzen nachzudenken, um den fehlenden Teil aus dem Detail zu erschließen.

Als erstes Beispiel für Fragmentierung zeigte Prof. Rumpf uns zwei Details aus einem Gemälde. Wir konnten nur diese Details sehen, der Rest des Bildes blieb uns verborgen. Wir versuchten, die Details und deren Zusammenhang zu dem ganzen Bild zu ergründen. Dazu benutzten wir alle Informationen, die uns durch das Fragment zur Verfügung standen (Farbwahl, Pinselführung, Licht, Mimik und Dynamik dargestellter Figuren, usw.).

Anschließend zeigte Prof. Rumpf uns das ganze Gemälde von Caspar David Friedrich, auf dem eine Szene vor dem Rügener Kreidefelsen zu sehen war. Wir stellten fest, daß wir die zuvor untersuchten Details nicht so intensiv wahrgenommen hätten, wenn wir von Beginn an das ganze Bild gesehen hätten.

Um ein weiteres Beispiel eines Fragments zu konstruieren, las Prof. Rumpf uns eine zufällige Passage aus Walter Kempowskis Roman *„Das Echolot“*⁸ vor. Hierzu ließ er sich von den Zuhörern eine zufällig gewählte Seitenzahl und eine ebenfalls zufällige Anzahl von zu lesenden Zeilen sagen. Die Zuhörer kannten weder den Titel noch den Autor, aus dessen Werk das Fragment stammte.

Ähnlich wie bei den Details aus dem Bild von Caspar David Friedrich versuchten wir, aus dem Fragment auf das Ganze zu schließen. In dem Abschnitt wurde ein Teil einer Kriegsszene an vorderster Front erzählt. Wir versuchten, alle Details des Fragments zu berücksichtigen, um auf den Autor, die Zeit der Geschichte, die Art des Textes usw. zu schließen. Es gab erstaunliche vielgestaltige Gedankenverknüpfungen.

Ein weiteres Beispiel wurde von einer Teilnehmerin des Kolloquiums geliefert. Sie beschrieb ein Kunstwerk, das sie in einem New Yorker Museum gesehen hatte. Es handelte sich um ein massives, kreisrundes Stück, das aus der Zimmerdecke eines mehrstöckigen Wohnhauses ausgeschnitten worden war und nun als Exponat im Museum lag. An der Unterseite des Exponats war die Decke der unteren Wohnung zu erkennen, auf der Oberseite sah man den Fußboden

⁸[Kempowski]

der oberen Wohnung. Zwischen den beiden Begrenzungsschichten konnten die verschiedenen, normalerweise verdeckten Bauschichten gesehen werden.

Die Studentin beschrieb, wie intensiv der Eindruck dieses Fragments gewesen sei. Zum Einen sei der Ort - ein Museum für moderne Kunst - an dem sich dieses Alltags-Objekt befunden habe befremdlich gewesen. Andererseits habe sie sich sofort gefragt, wie das Haus, aus dem das Stück stammte, aussah, welche Menschen in den Wohnungen gewohnt haben und wie es zu den an Decke und Boden erkennbaren Details gekommen sei.

Durch die Verfremdung, durch das Herauslösen eines Fragments aus dem Ganzen, habe sie Assoziationen bilden können, die sie beim Betrachten des ganzen Hauses oder der Wohnung nicht gehabt hätte.

Ein weiteres Beispiel für Verfremdung durch Fragmentierung habe ich in Abschnitt 2.2 beschrieben.

2.1.3 Aufspüren

Bei dem Verfremdungstyp *Aufspüren* wird, ähnlich wie bei der Fragmentierung, ein Objekt nicht von seinem Zentrum, sondern vom Rand her erschlossen. Nicht das vermeintlich Wesentliche im Zentrum wird untersucht, sondern die Details am Rande.

Üblicherweise sehen wir ein Objekt von seinem Zentrum her, wie in Abbildung 1 gezeigt. Die Details bleiben mehr oder weniger unbeachtet am Rande. Jedenfalls sehen wir sie immer im Hinblick auf das Zentrum des Objekts.

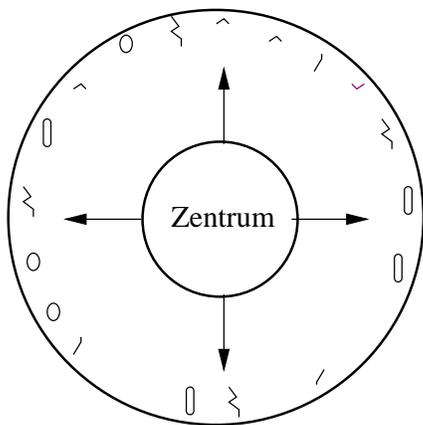


Abbildung 1: Erkennen eines Objektes von seinem Zentrum her

Bei dem hier beschriebenen Verfremdungstyp *Aufspüren* ist das Vorgehen umgekehrt. Man versucht, ein Objekt vom Rand, von seinen Details her zu erschließen.

Um uns dieses Prinzip vorzustellen, las Prof. Rumpf einen Abschnitt aus einem Sherlock Holmes Roman vor. In dem Abschnitt betreibt der Detektiv die Technik des Aufspürens. Er versucht, ein Objekt aus seinen Details zu erschließen.

In dem vorgetragenen Abschnitt bittet Sherlock Holmes seinen Assistenten Dr. Watson, eine Dame, die die beiden besucht hat, zu beschreiben. Watson beschreibt die ihm wesentlich erscheinenden Eigenschaften: Größe, Figur, Haarfarbe, Kleidung, Schuhe, usw.

Wie üblich folgt die Schelte von Holmes auf dem Fuße. Er sagt, daß Watson die wirklich wichtigen Dinge außer acht gelassen habe. Der Detektiv hat stattdessen sein Augenmerk auf zwei Details, einen Tintenfleck an der Hand und eine durchgescheuerte Stelle am Ellbogen des Kleides gelenkt. Aus diesen Details schließt er auf wichtige Wesenszüge der Person.

Als zweites Beispiel erzählte Prof. Rumpf uns, wie ein Kunstkenner Gemäldefälschungen entlarvt. Er achtet dabei nicht auf das Zentrum des Bildes, auf die Gesichter der dargestellten Personen. Auf diese haben die Fälscher viel Zeit und Mühe verwandt. Stattdessen achtet er auf Details am Rande, wie die Fingernägel oder die Schuhe der abgebildeten Personen. Aus diesen Details kann er schließen, ob es sich um ein Original oder eine Kopie handelt.

2.1.4 Umfunktionieren

Der vierte Verfremdungstyp ist das *Umfunktionieren*. Hierbei wird die Funktion eines Objektes verändert. Dadurch wird unsere Hypothese über den Zweck eines Objektes in der Welt erschüttert.

Wir lernten als Beispiel einen Lokomotiv-Puffer kennen, der, nachdem seine ursprüngliche Verwendung bei der Eisenbahn beendet war, nun als eine Rarität an Eisenbahn-Liebhaber verkauft wurde.

Das Objekt bleibt unverändert, erhält aber eine neue Funktion. Im Verkaufsspekt wurden Verwendungen als Gartenschmuck oder Barhocker genannt. Ein Puffer als Gartenschmuck!

Durch diese Verfremdung werden neue Aspekte des Objekts aufgedeckt. Es wird nicht mehr nur in seiner Funktion als Abstandhalter zwischen Zugwaggons gesehen, es erhält neue Bedeutungen. Diese Bedeutungen können dann auch auf Puffer, die noch in der ursprünglichen Funktion verwendet werden, übertragen werden. Einem bekannten Objekt kann auf eine neue Art begegnet werden.

2.2 Fremdes und Bekanntes

Ziel der Verfremdung eines Objektes ist es, es neu und anders kennenzulernen. Durch die Verfremdung soll das scheinbar Bekannte fremd gemacht werden, damit es neu entdeckt werden kann. Wie oben beschrieben, läßt sich diese Technik in verschiedenen Formen umsetzen.

Im Verlaufe des Kolloquiums stellte ich, angeregt durch eine Diskussion der Teilnehmer, die These auf, daß ein neues Entdecken durch Verfremdung nur mit bekannten Objekten möglich sei. Man kann nur Bekanntes verfremden, Fremdes ist noch fremd.

Ich versuchte diese These mit einem Experiment zu bestätigen. Ich machte Fotos von einer Audio-Kassette, einem Gegenstand, von dem ich vermutete, daß alle Teilnehmer des Kolloquiums ihn kannten. Diese Fotos mit Ansichten aus verschiedenen Perspektiven verfremdete ich. Ich schnitt Details der Fotos aus und klebte die Ausschnitte auf ein Poster (Abbildung 4). Auf die Rückseite des Posters klebte ich eine Aufnahme auf der der ganze Gegenstand sichtbar war (Abbildung 6).

Auf gleiche Art und Weise verfremdete ich auch die Fotos einer *Nasenpfeife*, eines Gegenstandes, von dem ich vermutete, daß er allen Teilnehmern des Kolloquiums unbekannt sei (siehe dazu die Abbildungen 5 und 7).

Ich plante, daß die Teilnehmer sich zuerst die Verfremdung eines der beiden Gegenstände anschauen sollten. Nach einiger Zeit sollten sie dann das Poster umdrehen und die Auflösung sehen.

Ich erwartete folgenden Effekt: Die Auflösung führt bei dem bekannten Gegenstand dazu, daß man die Details, die ich in der Verfremdung abgebildet hatte, in dem Objekt neu erkennt. Man sieht die Kassette, die man zu kennen glaubt, auf eine neue Art und Weise. Man hat neue Eigenschaften eines vermeintlich bekannten Objekts kennengelernt. Ich erwartete ein erstauntes "Aha!" der Beobachter.

Bei dem fremden Gegenstand erwartete ich keine solche Reaktion. Die Verfremdung wird nicht aufgelöst. Auch die Gesamtaufnahme des Objektes macht es nicht bekannt. Durch die Detailaufnahmen eines fremden Objektes kann man dieses nicht *erneut* kennenlernen. Der durch Verfremdung erzielte Lerneffekt bleibt hier aus. Ich erwartete eine unbefriedigte Reaktion der Beobachter.

Die Durchführung des Experimentes bestätigte im wesentlichen meine Erwartung. Die Reaktionen der Beobachter waren allerdings nicht so deutlich wie erhofft. In der anschließenden Diskussion bestätigten alle Teilnehmer, daß sie durch die Verfremdung nichts über das unbekannte Objekt gelernt haben. Einige sagten, daß sie die Details der Kassette zum ersten Mal bewußt wahrgenommen haben.

Ich kam so zu der Überzeugung, daß nur ein bekanntes Objekt verfremdet werden kann. Eine Verfremdung des Unbekannten ist nicht möglich. Dies war einer der Befunde, die mich zu der Vermutung kommen ließen, daß bei einigen Typen der Verfremdung ein Auflösen bekannter *Superzeichen* vorliegt, wie ich es in diesem Text erläutere.

3 Redundanztheorie des Lernens

In der von Felix von Cube dargelegten *Redundanztheorie des Lernens* wird Lernen als *Abbau von Information* beschrieben. Diese paradox anmutende Beschreibung basiert auf einem Informationsbegriff, der Information meßbar macht. Bevor ich von Cubes Beschreibung von Lernprozessen erläutere, möchte ich diesen Informationsbegriff beschreiben.

3.1 Ein quantitativer Informationsbegriff

Was ist Information? Es ist schwierig, diesen Begriff zu charakterisieren und es gibt ganz unterschiedliche Antworten auf diese Frage. Eine Beschreibung findet sich in Brockhaus' Lexikon:

“Information, die formulierte Unterrichtung nicht nur von Menschen, sondern auch von anderen Organismen oder technischen Einrichtungen über Sachverhalte.”⁹

Für eine quantitative Analyse von Prozessen, bei denen Information übertragen und verarbeitet wird, ist diese Beschreibung zu vage. Sie erlaubt es nicht, Information zu messen. Ich werde in diesem Abschnitt eine *Definition* von Information angeben, die einen sehr wichtigen Aspekt berücksichtigt, gleichzeitig aber andere vernachlässigt.

Die nachfolgende Definition bietet - bei aller berechtigter Kritik - die Möglichkeit, Information zu messen. Damit werden Prozesse, in denen Information verarbeitet wird, quantitativ analysierbar. Beim Lernen wird Information dargeboten, erarbeitet oder aufgenommen. Natürlich geschieht beim Lernen noch viel mehr, aber damit dies geschehen kann, muß die Information zunächst aufgenommen werden. Ein quantitativer Informationsbegriff kann vielleicht neue Zusammenhänge aufdecken.

Ich möchte im folgenden als eine *Aussage* nicht nur eine verbale oder schriftliche Äußerung verstehen, sondern damit sehr allgemein ein Signal, das auf einen Menschen wirkt, bezeichnen.¹⁰ Dies kann ein Bild, eine Situation, ein Text oder ein gesprochener Satz sein.

Die Informationstheorie benutzt in hohem Maße mathematische Hilfsmittel, um ihre Aussagen zu formulieren. Ich möchte hier weitgehend auf eine exakte mathematische Formulierung verzichten. Dies hat zwei Gründe:

Einerseits denke ich, daß eine exakte mathematische Beschreibung denjenigen, der nur über geringe Vorkenntnisse aus der Mathematik verfügt, unnötig abschreckt. Das möchte ich vermeiden.

Andererseits werde ich keine quantitativen Aussagen über Lernprozesse machen. Dies scheitert schon daran, daß es bei fast allen Lernprozessen aus dem

⁹[Brock.]

¹⁰Felix von Cube betrachtet sogar allgemeiner auch Lernprozesse von Tieren und Maschinen.

Alltag gar nicht möglich ist festzustellen, wie wahrscheinlich das Auftreten einer Aussage ist. Die Beispiele, die ich im folgenden beschreiben werde, sind konstruiert, vielleicht sogar lebensfremd, denn die untersuchten Aussagen sind Realisierungen aus einer eng umschriebenen Menge von möglichen Aussagen.

Obwohl wir im Alltag nicht messen können, wie wahrscheinlich das Auftreten einer Aussage ist, gibt uns die Informationstheorie die Möglichkeit, viele Lernprozesse zu analysieren. Als mathematische Theorie macht sie nämlich Aussagen über alle Prozesse, bei denen Information verarbeitet wird, auch ohne daß die Wahrscheinlichkeitsverteilung explizit bekannt sein muß.

Die Informationstheorie bekam ihr Gesicht als eigenständige Disziplin sehr wesentlich durch die Arbeiten von Claude Shannon. Shannon war in den 40er Jahren des letzten Jahrhunderts als Ingenieur bei den Bell Laboratories angestellt und beschäftigte sich dort mit der Nachrichtenübertragung mittels elektrischer Medien (Telegraphie, Funk, usw.). In diesem Zusammenhang stellte sich auf eine sehr natürliche Art die Frage, wieviel Information eine Nachricht enthält. Um sich dieser Frage zu nähern, wählte er einen Informationsbegriff, der die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Nachricht benutzt. Ich möchte dies an drei Beispielen verdeutlichen.

Wieviel Information erhält mein Nachbar Udo, wenn ich ihm sage: "Beim Telefonieren bin ich ein Kunde der Deutschen Telekom."?

Nun, das hängt wohl ganz wesentlich davon ab, ob er dies erwartet hat oder nicht. Wenn wir einmal voraussetzen, daß Udo bereits wußte, daß ich einen Telefonanschluß habe (vielleicht, weil er mich gerade angerufen hat), dann hängt der Informationsgehalt der Aussage davon ab, ob es überhaupt einen alternativen Anbieter gibt.

Zu der Zeit, als die Deutsche Telekom - oder ihr Vorgänger, die Deutsche Bundespost - noch das Monopol im Telefonbereich hatte, wäre der Informationsgehalt meiner Aussage gleich Null gewesen. Er hätte sicher geantwortet "Aber das ist doch klar, das wußte ich doch sowieso schon!"

Heute, wo es zahlreiche Anbieter gibt, enthält meine Aussage durchaus Information. Es ist nicht klar, daß ich Kunde eines bestimmten Anbieters bin. Meine Aussage hat eine Ungewißheit aufgeklärt.

Betrachten wir in einem zweiten Beispiel die samstägliche Ziehung der Lottozahlen. Hierbei wird zweifellos Information übertragen. Wenn ich das Ergebnis der zwölften Ziehung im deutschen Lottoblock erfahre, weiß ich, welche der möglichen Zahlenfolgen in dieser Ziehung realisiert wurde, welche sechs der neunundvierzig möglichen Zahlen gezogen wurde. Dies ist unzweifelhaft eine Übertragung von Information.

Stellen wir uns nun einmal kurz vor, daß bei der Lottoziehung nicht neunundvierzig Kugeln in der Trommel wären, sondern lediglich sechs Kugeln, die mit den Zahlen von 1 bis 6 beschriftet sind. Wenn aus diesen sechs Kugeln nun

wieder sechs "Richtige" gezogen werden, dann ist völlig klar, welche Zahlen es sind. Es sind die Zahlen 1,2,3,4,5,6.

Durch diese Ziehung wird keinerlei Information übertragen. Ich weiß schon vorher, welches Ergebnis vorliegen wird. Die Realisierung der Zahlen von 1 bis 6 steht mit einer hundertprozentigen Sicherheit (besser: Wahrscheinlichkeit) fest. In diesem Sinne ist die übertragene Information ein Maß für die Unsicherheit bei der erwarteten Aussage.¹¹

Eine andere Möglichkeit, auf den gleichen Informationsbegriff zu kommen, besteht darin zu betrachten, wieviel Freiheit man bei der Wahl eines zu übertragenden Signals hat.

Habe ich beispielsweise die Möglichkeit, aus einem von fünfundzwanzig verschiedenen Kuchen ein Stück zu wählen, so wird durch meine Wahl mehr Information offenbart, als wenn ich nur einen Kuchen zur Wahl habe. Information kann also auch als ein Maß für die Wahlfreiheit verstanden werden. "..., *information is a measure of one's freedom of choice when one selects a message.*"¹²

In diesen Beispielen habe ich die Information einer Aussage jeweils mit der Wahrscheinlichkeit, daß die Aussage gemacht wird, verknüpft. Etwas, das ohnehin ganz sicher ist (ich konnte 1980 nur mit der Telekom telefonieren) trägt keine Information.

Diese Idee wird benutzt, um die Information - den Informationsgehalt - einer Aussage zu messen:

*Die Information einer Aussage ist umso größer, je weniger die Aussage erwartet wurde. Aussagen, die ganz sicher erwartet werden, haben Information 0, Aussagen, die sehr unerwartet sind, haben einen hohen Informationsgehalt.*¹³

Trägt eine Aussage keine Information, ist sie *redundant*. *Redundanz* ist also ein Maß dafür, wie hoch der Anteil an nicht-Information in einer Aussage ist.

Bei der Verwendung dieses Informationsbegriffs ist Vorsicht geboten! Wir sprechen hier nur von der syntaktischen Information einer Aussage, nicht von ihrer Bedeutung. Dies ist ein ganz wesentlicher Aspekt der Informationstheorie. Die Bedeutung einer Nachricht wird vollkommen mißachtet.

¹¹Die Information, die bei einer üblichen Lottoziehung übertragen wird, beträgt ungefähr 23.7 bit, während die beschriebene Variante natürlich 0 bit Information überträgt

¹²[Shannon], S. 100

¹³In der Informationstheorie wird nicht direkt die Information einer Aussage, sondern die Entropie einer Informationsquelle definiert. Dabei werden die Informationsgehalte aller möglichen Aussagen (X) aufaddiert, um so den Informationsgehalt der ganzen Quelle zu messen.

Wenn wir die Wahrscheinlichkeit das eine Aussage x gemacht wird mit p_x bezeichnen, so ist die Entropie der Quelle als $H := -\sum_{x \in X} p_x \log(p_x)$ definiert. In dieser Definition steckt die Idee, daß Aussagen, die erwartet werden, wenig Information übertragen. Die Information des Signals x ist $-p_x \log(p_x)$.

Der Informationsgehalt einer Aussage resultiert allein daraus, daß eine Aussage aus der Menge aller möglichen Aussagen realisiert worden ist:

“Frequently the messages have meaning; that is they refer to or are entities. These semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem. The significant aspects is that the actual message is one selected from a set of possible messages.”¹⁴

Es wäre sicher einfacher, diesen wesentlichen Aspekt nicht zu vergessen, und hätte viele Mißverständnisse und Fehlinterpretationen vermieden, wenn Shannons Ideen als *Signaltheorie* bekannt geworden wären.¹⁵

3.2 Lernen als Abbau von Information

Von Cube versteht den Prozeß des Lernens als Ursache für eine Verhaltensänderung. Die von ihm benutzte Redundanztheorie des Lernens *“geht von der Annahme aus, daß nur durch die Aufnahme, Speicherung und Verarbeitung von Information ein verändertes Verhalten in einer späteren gleichartigen Situation erklärt werden kann.”¹⁶*

Lernen ist somit direkt mit dem Begriff der Information verbunden. Er meint damit Information in dem Sinne, wie ich sie im letzten Abschnitt charakterisiert habe. Als Grundprinzip aller Lernakte sieht von Cube den Abbau dargebotener Information:

“Betrachtet man die angeführten Lernakte [...], so entdeckt man bei aller Vielfalt der Erscheinungen ein gemeinsames Prinzip: das Prinzip zunehmender Sicherheit und Ordnung. Je mehr Informationen wir von der Außenwelt aufnehmen, und je mehr wir diese Information gemäß den wirklichen Sachverhalten ordnen, um so weniger Information bleibt übrig, d.h., um so leichter ist es, sich in der Außenwelt zu orientieren und angemessen zu verhalten.”¹⁷

Lernen ist eine Auseinandersetzung mit Neuem. Das zu Lernende hat einen Informationsgehalt, sonst wäre es schon bekannt. Lernen besteht nun daraus, aus dem Neuen etwas Bekanntes zu machen. Der Informationsgehalt wird durch das Lernen so lange verringert, bis aus Neuem Bekanntes geworden ist. Dies bezeichnet von Cube als *“Abbau von Information”*. Er erläutert dies beispielhaft am Lernakt der *Einsicht*:

“Wird man einem Problem gegenübergestellt, so steht man - wie ein sehr treffender Vergleich lautet - erst einmal vor einem Berg. Man weiß nicht, wo man anfangen soll, welche Möglichkeiten zum Ziel

¹⁴[Shannon], S. 3

¹⁵vgl.[Roth], S. 105 f.

¹⁶[Martial], S.78

¹⁷[Cube67], S.53

führen und wie die einzelnen Teile des Problems zusammenhängen. Aber nach und nach wird dieser Berg abgebaut, es werden Zusammenhänge aufgedeckt, Überblicke gewonnen, Ordnungsgewinne erzielt. Damit wird aber die Information, die das Problem für uns enthält, immer kleiner.”¹⁸

Bei der Analyse des Auswendiglernens eines Textes wird der Abbau von Information, und dies ist nichts anderes als die Erzeugung von Redundanz, noch deutlicher:

Liest man den neuen Text zum ersten Mal, so ist sein Informationsgehalt maximal.¹⁹ Nach und nach nehmen wir Teile des Textes in unser Gedächtnis auf und verringern dadurch den Informationsgehalt des Textes, denn nur noch die Teile, die uns noch nicht geläufig sind, tragen Information in sich. Ein auswendig gelernter Text hat die Information Null, seine Redundanz ist maximal.²⁰

Ein Kritiker mag nun einwenden, daß Lernen weitaus mehr ist als die Aufnahme von Information. Auch wenn ich Rilkes “Panther” bereits auswendig kenne, kann ich Neues über das Gedicht lernen, wenn ich es im Zoo vor einem Raubtierkäfig lese. Lernen ist, über das reine Aufnehmen hinaus, ein Auseinandersetzen mit dem Objekt, ein Ringen, ein ständiges Neuentdecken.

Wie kann ich ein Objekt, das ich bereits kenne, neu entdecken? Nur dadurch, daß ich es unter dem Licht neuer Assoziationen sehe. Es geht also um die Bedeutung des Objektes, um seine Einordnung im Netzwerk von anderem Wissen.²¹ Die Bedeutung eines Signals ist jedoch - im Rahmen der Redundanztheorie des Lernens - einer quantitativen Bewertung nicht zugänglich. Wenn wir quantitative Aussagen über Lernprozesse machen wollen, können wir nur den syntaktischen Gehalt einer Information betrachten.

Doch auch ein Kritiker des Ansatzes von von Cube wird kaum widerlegen können, daß ein wesentlicher Schritt beim Erlernen von Neuem die Aufnahme von Information ist. Daher möchte ich mich auf diesen Aspekt von Lernprozessen beschränken. Es wird sich zeigen, daß diese quantitative Betrachtung eine Erklärung bietet, warum das Neu-Entdecken eines bekannten Objektes einen Wissenszuwachs bewirkt.

¹⁸[Cube67], S. 53f

¹⁹Der Informationsgehalt kann, abhängig von seinem Wissensstand, natürlich für jeden Leser unterschiedlich sein. Von Cube geht auf diesen Aspekt im Zusammenhang mit subjektiver Information ein. Siehe hierzu [Cube68], S. 94ff

²⁰[Cube67], S.54

²¹Hier wird wiederum der Unterschied von Informationsaufnahme und Vermehrung von Wissen deutlich. Information kann nur dann zu einer Vermehrung von Wissen führen, wenn sie in ein bestehendes Netzwerk von Wissen verflochten wird!

3.3 Zwei Mechanismen des Lernens

Wenn wir Lernen als Abbau von Information verstehen, lassen sich zwei Prinzipien formulieren, die bei Lernprozessen auftreten. Wie bereits beschrieben, haben wir keine Möglichkeit die Bedeutung des Gelernten zu quantifizieren. Die beiden Prinzipien - oder um den technischen Aspekt deutlicher zu machen, die beiden Mechanismen - beschäftigen sich demnach nur mit der syntaktischen Information von Signalen.

Beide Mechanismen bewirken, daß die aufzunehmende Menge an Information verringert wird. Hinweise dafür, daß unsere Wahrnehmung tatsächlich Mechanismen benutzt, um die aufzunehmende Informationsmenge zu minimieren, werden wir im nächsten Abschnitt kennenlernen.

3.3.1 Das Wahrscheinlichkeitslernen

Ein sehr elementarer Mechanismus des Lernens ist es, die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Signals abzuschätzen. Von Cube bezeichnet dies als *Wahrscheinlichkeitslernen*.²²

Dies ist ein sehr wichtiger Schritt, denn er ermöglicht es, einzelne Signale in einen Kontext einzuordnen, und dies führt dazu, daß die aufzunehmende Information verringert wird. *“Durch das Erlernen von Wahrscheinlichkeiten bauen wir also unnötige Information ab; wir erkennen Ordnungen und gewinnen Sicherheit.”*²³ Ich möchte ein paar Beispiele für das geben, was beim Wahrscheinlichkeitslernen geschieht.

Wir haben gelernt, daß in der deutschen Sprache der Buchstabe “Q” stets vom Buchstaben “U” gefolgt wird. Wenn wir ein deutsches Wort Buchstabe für Buchstabe erraten sollen - wie zum Beispiel beim “Hangmann-Spiel” - so wissen wir, daß das Erraten eines Q’s uns sofort auch den nächsten Buchstaben verrät. Wir erwarten ebenso nach einem “C” eher ein “H” oder ein “K” als ein “T”. Wir haben durch den Umgang mit Texten gelernt, die Wahrscheinlichkeit von Zeichen und Zeichenfolgen einzuschätzen.

Wenn wir im Straßenverkehr das Geräusch eines Martinshorn hören, erwarten wir einen Polizei-, Feuerwehr- oder Krankenwagen. Wir verändern daraufhin unser Fahrverhalten. Wir haben gelernt, das Auftreten eines Signals mit dem Auftreten eines anderen Signals in Verbindung zu setzen.

Das Beobachten von bestimmten Wolkenformationen läßt uns vermuten, daß es bald ein Gewitter geben wird. Wir haben aus Erfahrung gelernt, bestimmte Muster am Himmel - bestimmte Signale - mit anderen Signalen (z.B. Blitz und Donner) in Verbindung zu setzen. Wir haben also ein Gefühl dafür entwickelt,

²²[Cube67], S. 55

²³[Cube67], S.55

wie wahrscheinlich das Auftreten eines Signals in einem Kontext von Signalen ist.

Diese Beispiele zeigen, daß ein Teil des Kennenlernens unserer Umwelt ein Lernen über die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Signalen ist. Durch das in Bezug Setzen eines Signals und des Kontexts entsteht eine Ordnung, ein Zusammenhang. Durch die erlernten Auftrittswahrscheinlichkeiten von Signalen und Signalfolgen wird die aufzunehmende Informationsmenge verringert.

Am deutlichsten wird dies am Beispiel der Kombination von Buchstaben in einem Text. Ich muß, um die Aussage eines Textes zu verstehen, nicht die Information aller Zeichen aufnehmen, wenn ich die Sprache gut kenne. Dies wird klar, wenn man einen Text mit fehlenden Buchstaben liest. Wenn die Zahl der fehlenden Zeichen gering ist, kann ich sie erraten, weil ich weiß, wie wahrscheinlich bestimmte Buchstabenkombinationen sind. Ein Beispiel:

Für den folgenden englischen Satz mit Lücken gibt es nur eine Möglichkeit die Lücken auszufüllen²⁴:

TH_R_ _S_ _NLY_ _N_ W_Y T_ F_LL_ _N TH_ V_W_LS_ _N TH_S S_NT_NC_.

Wenn wir eine gewisse Erfahrung mit englischen Texten haben, wird es uns schnell gelingen die Lücken aufzufüllen. Wir haben ein Gefühl für die Wahrscheinlichkeit, mit der Zeichenkombinationen auftreten.

Das Wahrscheinlichkeitslernen ist ein Prinzip, mit dem wir Ordnung in die immense Flut von Signalen bringen, die täglich auf uns einströmt. Durch das Erlernen der Wahrscheinlichkeiten, mit denen Kombinationen von Signalen auftauchen, erzeugen wir eine überschaubare Struktur. Durch das Wahrscheinlichkeitslernen wird ein Signal in Zusammenhang zu einem Kontext von anderen Signalen gesetzt.

Wenn Signale oder Signalfolgen auftauchen, die den zuvor erlernten Wahrscheinlichkeiten widersprechen, so sind wir erstaunt. Gewohntes ist durchbrochen, das scheinbar Bekannte wird in Frage gestellt.

3.3.2 Informationsminimierung durch Superzeichenbildung

Ein zweiter Mechanismus, der in der Redundanztheorie des Lernens eine wichtige Rolle spielt, ist die *Superzeichenbildung*. Darunter versteht von Cube die Bildung größerer Informationseinheiten aus einzelnen Zeichen.

Ein sehr einfaches Beispiel ist das Erkennen eines Wortes als Ganzes und nicht als Folge einzelner Buchstaben. Wenn Menschen lesen lernen, lernen sie (zumindest in Kulturen mit Buchstabensystemen) die einzelnen Zeichen der Schrift zu Worten zusammenzufassen.

²⁴[Cover], S. 136

Aus den einzelnen Buchstaben S,C,H,O,K,O,L,A,D,E,N,E,I,S wird das Wort SCHOKOLADENEIS. Die einzelnen Zeichen werden zu einem Superzeichen zusammengesetzt.

Diese Art der Superzeichenbildung ist in unserer Kultur ein ganz elementarer Vorgang. Unsere Schrift ist gerade so aufgebaut, daß nicht die Zeichen, sondern nur Superzeichen Sinn tragen.

Eine quantitative Analyse zeigt, daß durch diese Superzeichenbildung - durch das Bilden von Worten aus Buchstaben - die aufzunehmende Informationsmenge verringert wird. Der syntaktische Informationsgehalt des Wortes "Schokoladeneis" ist geringer als der Informationsgehalt aller einzelnen Buchstaben.²⁵

Dies mag nun wieder als eine sehr abstrakte, auf technische Aspekte von Sprache eingeschränkte Sichtweise erscheinen. Bei genauerer Betrachtung bilden wir jedoch ständig Superzeichen. Immer wenn wir etwas Neues kennenlernen, versuchen wir einzelne Details zu einem sinnvollen Ganzen zusammenzusetzen.²⁶ Ich möchte hierzu noch einige Beispiele geben.

Die Rose, die ich gerade im Garten gesehen habe, habe ich als Rose gesehen, als ein Ganzes. Dies obwohl ich sie auch als ein ganz detailreiches Objekt, bestehend aus Blättern, Stengel, Blütenblättern und noch nicht erblühten Knospen sehen kann.²⁷ Auf den ersten Blick nehme ich jedoch lediglich das Superzeichen "Rose" wahr. Durch eine genauere Betrachtung, bei der ich die einzelnen Bestandteile des Superzeichens "Rose" wahrnehme, erhalte ich mehr Information als mir das Superzeichen Rose gibt.

Diese Informationserhöhung tritt auch dann auf, wenn ich die Bedeutung der einzelnen Bestandteile nicht kenne. Allein die Existenz von Details und deren Wahrnehmung verursacht ein Anwachsen der Information.²⁸

Superzeichenbildung ist ein Mechanismus um die Information, die im Umgang mit der Welt aufgenommen werden muß, zu verringern. Wir müssen nicht alle Details eines Objekts aufnehmen, wir können das Objekt als Ganzes - als ein

²⁵Von Cube berechnet zum Beispiel, daß der durchschnittliche Informationsgehalt eines Wortes der deutschen Sprache 2,11 bit beträgt, während die Information all seiner Buchstaben 4,11 bit beträgt. Dadurch, daß wir die Buchstabenkombinationen als Wort aufnehmen können wir den aufzunehmenden Informationsgehalt um 49% verringern. Dies erklärt, warum es überhaupt sinnvoll ist Worte als Ganzes zu lesen. (vgl. [Cube68], S. 138f)

²⁶vgl. auch die Ausführung von Gerhard Roth zur Gestaltpsychologie. [Roth], S. 258, ff.

²⁷In dem Dokumentarfilm *Kopfleuchten*, der am 8. September 2000 auf ARTE ausgestrahlt wurde, beschrieb eine hirngeschädigte Patientin, daß sie einen Baum nicht mehr als Ganzes, sondern nur noch als Summe von Stamm, Ästen, Blättern und Früchten sehen kann. Dies mache ihr die Welt sehr fremd

²⁸Hier ist ein Nachrechnen der Informationsveränderung durch Superzeichenbildung natürlich nicht mehr so einfach möglich. Wir wissen schließlich nicht, wie wahrscheinlich die Signale "Blatt", "Knospe" oder "Blüte" und deren gemeinsames Erscheinen ist. Trotzdem kann die Informationstheorie beweisen, daß bei jeder Superzeichenbildung die Information verringert wird.

Superzeichen - wahrnehmen. Das Zusammenfassen der Details eines Objektes zu einem Ganzen ist ein wesentlicher Mechanismus im Lernverhalten.

Diese Informations-Verringerung läßt sich im Rahmen der Redundanztheorie des Lernens mit Hilfe von informationstheoretischen Ergebnissen quantitativ nachweisen: Die Information eines Superzeichens ist geringer als Summe der Information aller seiner Komponenten und kann somit schneller aufgenommen werden.

Umgekehrt wird beim Auflösen von Superzeichen zusätzliche Information erzeugt. Wenn ich bei der Rose in meinem Garten nicht nur das Superzeichen "Rose" sehe, sondern die einzelnen Teile, erfahre ich mehr über sie. Ich habe die Möglichkeit, Assoziationen zu den einzelnen Bestandteilen aufzubauen, das Zusammenwirken der Teile der Pflanze zu erkennen. Eine absolut notwendige Voraussetzung ist dabei das Auflösen des Superzeichens.

4 Neurobiologische Beiträge zur Wahrnehmung

Im letzten Abschnitt habe ich versucht zu beschreiben, wie Information im Rahmen der Informationstheorie definiert wird und welche Aussagen über Lernprozesse daraus resultieren. Da es nicht möglich ist, die Bedeutung eines Signals objektiv zu quantifizieren, können wir quantitative Aussagen nur auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Signals stützen.

Die Redundanztheorie des Lernens ist ein abstrakter, technischer Ansatz. Es stellt sich nun die Frage, ob diese Beschreibung überhaupt geeignet ist, um menschliches Lernverhalten zu analysieren. Um dieser Frage nachzugehen, möchte ich hier einige Ergebnisse der Neurobiologie zur menschlichen Wahrnehmung aufsammeln.

Ich kann hier keine umfassende Beschreibung von Wahrnehmungsprozessen geben. Ich möchte lediglich einige Punkte aus dem Buch "Das Gehirn und seine Wirklichkeit" von Gerhard Roth aufzählen, die mir im Hinblick auf die Anwendbarkeit der Redundanztheorie des Lernens wichtig erscheinen.

4.1 Wirklichkeit als subjektives Konstrukt

Wie ist der Zusammenhang zwischen der Welt außerhalb meines Körpers, der Realität, und meines Eindrucks von der Realität, meiner Wirklichkeit? Dies ist die Frage danach, wie unsere Wahrnehmung funktioniert. In jüngster Zeit gibt es einige wichtige Ergebnisse der Neurobiologie, die Hinweise zur Beantwortung dieser Frage geben.

Lernen ist eine Form der Auseinandersetzung mit der Realität. Die neurobiologischen Ergebnisse können somit Aussagen über menschliche Lernprozesse machen.

In diesem Abschnitt werde ich einige Ergebnisse auflisten, die zu einem konstruktivistischen Wahrnehmungsbegriff führen. Eine fundierte Darstellung der Ergebnisse und den daraus resultierenden Wahrnehmungsbegriff findet man in dem oben erwähnten Buch von Gerhard Roth.

Die Nervenzellen unseres Gehirns sind unempfindlich für die meisten physikalischen und chemischen Reize der Außenwelt. Als Vermittler zwischen diesen Reizen und den Neuronen des Gehirns dienen Nervenzellen, die die Reize in die Sprache des Gehirns, in chemische und elektrische Signale, umsetzen.²⁹ Diese Umsetzung ist jedoch keine Eins-zu-eins-Umsetzung. Ein Reiz wird meist von einer Vielzahl von Nervenzellen erkannt und an das Gehirn gemeldet. Die Signale der Nervenzellen sind nicht reizspezifisch. Signale, die von einem optischen Reiz stammen, können nicht von denen eines akustischen Reizes unterschieden werden:

“Es bleibt anhand dieser Merkmale [der Signale, die die Nervenzellen senden (Müller)] unentscheidbar, ob es sich etwa um visuelle oder auditorische Erregung handelt, um Farb-, Form- oder Bewegungserkennung innerhalb des visuellen Systems usw.”³⁰

Wesentlich für die Modalität eines Reizes ist der Verarbeitungsort innerhalb des Gehirns. Ein Signal, das im virtuellen Cortex aufläuft, wird als Bild empfunden, unabhängig davon, ob es von einem Bild stammt oder nicht.³¹

Die Untersuchungen der Neurobiologen zeigen, daß Objekte aus unserer Umwelt nicht von einem Neuron erkannt werden. Es gibt keine *Detektorneuronen* für bestimmte Objekte.³² Vielmehr werden schon so einfache Signale wie Farbe von einer Vielzahl von Neuronen erkannt.³³ Der eindeutige Sinneseindruck entsteht dann durch ein In-Bezug-setzen der Aktivität von verschiedenen Neuronenverbänden:

“Eindeutigkeit erlangt das Gehirn erst durch die Auswertung der relativen Aktivität verschiedener phasisch und tonisch antwortender Zellen innerhalb eines Netzwerkes.”³⁴

Die neurobiologischen Ergebnisse weisen darauf hin, daß Wahrnehmung kein passives Konsumieren von Reizen aus der Realität ist. Wirklichkeit wird in unserem Gehirn *konstruiert*. Die Reize, die unser Gehirn von den Sinnesorganen erhält, sind nicht eindeutig. Erst durch eine Bewertung innerhalb eines Systems von Neuronen wird ein Sinneseindruck konstruiert.

²⁹vgl. [Roth], S 81.f

³⁰[Roth],S.89

³¹[Roth],S.111

³²vgl. [Roth], S. 126,ff.

³³vgl. [Roth], S. 114,ff.

³⁴[Roth], S. 97

Bei dieser Konstruktion von Wirklichkeit benutzt unser Gehirn bestimmte Techniken, um die Vielfalt der Reize, die auf uns einfluten, effizient umzusetzen. Die Frage danach, wie eine Flut von Signalen verwaltet werden kann, ist eine Frage, die sich im Rahmen der Informationstheorie beantworten läßt.

Ein Prinzip, das in der Redundanztheorie des Lernens formuliert wurde, die Bildung von Superzeichen, scheint mir dabei umgesetzt zu werden. Um dies klar formulieren zu können, möchte ich aber vorher noch auf die Rolle der Erfahrung bei der Wahrnehmung eingehen.

4.2 Erfahrung und die Einheit der Wahrnehmung

Die Ergebnisse der Hirnforschung zu menschlichen Wahrnehmungsprozessen sind in vielerlei Hinsicht zunächst befremdlich. Sie scheinen kaum zu unserer alltäglichen Erfahrung mit der Wahrnehmung der Welt zu passen.

Die Nicht-Existenz von Detektorneuronen scheint sogar im Widerspruch zu unserem Empfinden zu stehen: Wenn es keine Detektorneuronen, keine Objekterkennungsneuronen, gibt, dann kann ich die Rose in meinem Garten nicht als ein ganzes Objekt erkennen. Es gibt in meinem Gehirn kein "Rosenerkennungszentrum", das sofort Meldung gibt, wenn auf meine Augen die optischen Reize einer Rose auftreffen. Es gibt lediglich eine Vielzahl von Neuronenverbänden, die bestimmte Eigenschaften der Rose, wie Form, Farbe, Bewegung, Vorder- und Hintergrund, usw. unabhängig erkennen.³⁵

Wie paßt dies zu der Tatsache, daß ich die Rose als *ein* Objekt - als *ein* Ganzes - und nicht als Vielzahl unterschiedlicher Reize wahrnehme? Gerhard Roth formuliert dies als die Frage nach der *Einheit der Wahrnehmung*.³⁶

Die Antwort auf diese Frage scheint mir für viele Lernprozesse sehr wichtig zu sein, insbesondere bietet sie eine Möglichkeit, das Lernen durch Verfremdung zu verstehen. Es ist die Erfahrung, die die Einheit der Wahrnehmung herstellt. Roth unterscheidet hierbei zunächst zwischen der Vorerfahrung des kognitiven Systems, die aus der stammesgeschichtlichen Entwicklung unseres Gehirns resultiert, und den "*neu erworbenen Erfahrungen im Umgang mit der Welt und mit uns selbst*."³⁷

Die Frage nach den präkognitiven, automatisierten Wahrnehmungsgesetzen wurde von der Gestaltpsychologie untersucht. Dort wurden verschiedene Gesetze formuliert, denen unsere Wahrnehmung folgt. In diesem Zusammenhang lautet eine zentrale Frage: "Wie werden lokale Details zu einem sinnvollen Ganzen zusammengestellt?"

Ein Beispiel für die Funktionsweise eines dieser Gesetze ist in Abbildung 2 zu sehen. Wir nehmen Punkte, die räumlich nahe beieinander liegen, als zueinander

³⁵vgl. [Roth], S. 254, f.

³⁶[Roth], S.256

³⁷[Roth], S.246

gehörig wahr, auch wenn wir über den tatsächlichen kausalen Zusammenhang nichts wissen.³⁸

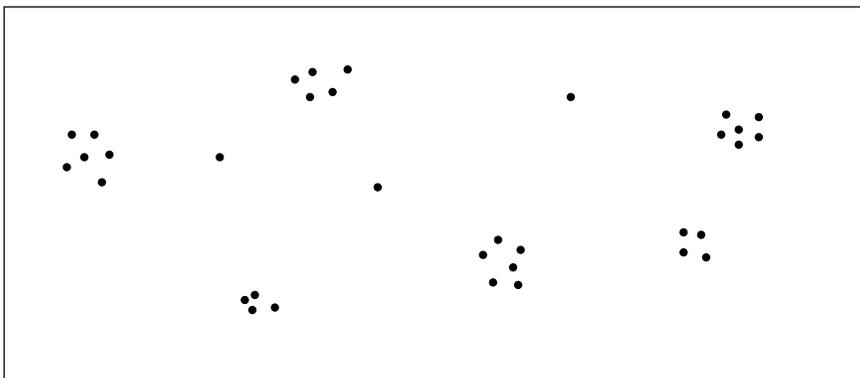


Abbildung 2: Räumliche Nähe und kausaler Zusammenhang

Neben den präkognitiven Vorerfahrungen unseres Gehirns sind die Erfahrungen, die wir mit uns und unserer Umwelt machen, wichtig, um die Einheit der Wahrnehmung zu gewährleisten.

Als Beispiel hierfür möchte ich das Betrachten von Abbildung 3 beschreiben.³⁹ Ohne die Möglichkeit auf Erfahrung zurückzugreifen, kann die Bedeutung des Bildes nicht wahrgenommen werden. Es handelt sich nur um eine Ansammlung schwarzer Punkte und Linien.

Der Hinweis, daß auf dem Bild eine Kuh dargestellt ist, ermöglicht es, einem Beobachter das Bild mit einer Erfahrung, einem Gedächtnisbild, zu verknüpfen. Erst jetzt kann er das Objekt erkennen, es mit einem Bild in seinem Gedächtnis abgleichen.

Gerhard Roth schließt daher:

“Gedächtnis ist das Bindungssystem für die Einheit der Wahrnehmung, und zwar für alle diejenigen Wahrnehmungsinhalte, die nicht bereits durch die Konstruktion der Sinnesorgane und die phylogenetisch erworbenen Mechanismen zusammengefügt werden [...], sondern deren Zusammengehören frühkindlich oder im Erwachsenenalter erlernt werden muß.”⁴⁰

4.3 Realität und Gedächtnisbilder

Gerhard Roth sagt, daß unsere Erfahrung im Umgang mit einem Objekt dafür sorgt, daß wir das Objekt als Ganzes und nicht als Summe von Elementarteilen sehen. Im Rahmen der Redundanztheorie des Lernens könnte man dies so

³⁸vgl. [Kruse], S.6

³⁹[Roth], S. 241

⁴⁰[Roth], S. 242

formulieren: Wir erkennen das in unserem Gedächtnis gebildete Superzeichen als ein Ganzes.

Ein wichtiges Ergebnis der neurobiologischen Untersuchungen ist, daß zum Erkennen eines ganzen Objektes, zur Aktivierung eines *Gedächtnisbildes*, nicht alle Details des Objekts wahrgenommen werden müssen.⁴¹ Unsere Wahrnehmung ist so konzipiert, daß wir bereits anhand weniger Details auf in unserem Gedächtnis abgelegte Muster zurückgreifen können. Dabei können Objekte umso schneller und mit weniger Eckdaten erkannt werden, je vertrauter sie sind:

*“Je vertrauter mir eine Situation oder Gestalt ist, desto weniger “Eckdaten” benötigt mein Wahrnehmungssystem, um ein als vollständig empfundenes Wahrnehmungsbild zu erzeugen, das zu diesen Eckdaten paßt.”*⁴²

Viele Details werden bei bekannten Objekten gar nicht wahrgenommen:

*“Es genügen zum Teil nur Bruchstücke von aktuellen Sinnesdaten, um in uns ein vollständiges Wahrnehmungsbild zu erzeugen, das dann gar nicht von den Sinnesorganen, sondern von unserem Gedächtnis stammt.”*⁴³

In der Redundanztheorie des Lernens könnte man dies als ein Erkennen eines Superzeichens anhand einiger weniger Subzeichen beschreiben. Wir sehen weniger die Realität wie sie jetzt ist, als vielmehr unsere Gedächtnisbilder von den Objekten in unserer Umwelt.

Dies wird deutlich, wenn man sich an Situationen erinnert, in denen man bei wohlbekanntem Menschen Veränderungen, wie ein neue Frisur oder eine andere Brille gar, nicht wahrgenommen hat. Man hat die Person anhand weniger Eckdaten mit einem Gedächtnisbild abgeglichen, ohne alle Details zu betrachten.

Die Überlegungen von Gerhard Roth zeigen, daß unsere Wahrnehmung ganz wesentlich auf aus Erfahrung stammenden Hypothesen über die Welt zurückgreift. Wir sehen nicht die Objekte, wir sehen unsere Gedächtnisbilder der Objekte. Beim Verfremden eines Objektes werden diese Hypothesen erschüttert, wir werden gezwungen, die Welt neu zu entdecken, zumindest zu staunen.

5 Verfremden - Auflösen von Wahrnehmungsroutinen

Ich möchte nun, nachdem ich einige Ergebnisse aus der Neurobiologie und der Redundanztheorie des Lernens aufgesammelt habe, zwei Thesen über den Akt

⁴¹vgl. [Roth], S. 266 ff.

⁴²[Roth], S. 247

⁴³[Roth], S.267

der Verfremdung aufstellen und versuchen, sie anhand einiger Beispiele zu belegen:

Bei einigen Typen von Verfremdung werden wir gezwungen nicht mit unserem Gedächtnisbild des gezeigten Objekts zu arbeiten, das Superzeichen des Objekts wird aufgelöst. Bei anderen Typen erscheint ein unerwartetes Objekt, den erlernten Auftrittswahrscheinlichkeiten wird widersprochen.

Diese These bietet die Möglichkeit zu erklären, *warum* wir durch die Verfremdung eines Objektes etwas über das Objekt und seine Rolle in der Welt lernen können.

Wie oben erläutert, sehen wir im allgemeinen nicht das Objekt wie es ist, sondern unser Gedächtnisbild des Objektes. Wir sehen lediglich eine Hypothese über das Objekt, wir arbeiten mit dem Superzeichen. Die Assoziationen, die wir mit diesem Objekt verbinden, basieren ebenfalls auf diesem Gedächtnisbild.

Wenn wir das Objekt verfremden, können wir nicht mehr mit dem gewohnten Gedächtnisbild arbeiten. Das Superzeichen in unserem Gedächtnis paßt nicht mehr zu dem Objekt vor uns. Wir sind gezwungen, mehr Details zu erkennen. Dies führt zunächst zu einem Anwachsen syntaktischer Information.

Der Zuwachs an syntaktischer Information ermöglicht es uns, Gedankenverknüpfungen mit den Details des Objekts aufzubauen. Dies bezieht sich sowohl auf das Zusammenspiel der Details zu einem Ganzen als auch auf das Zusammenspiel von Details mit anderen Teilen der Welt.

Ein Auflösen von Superzeichen und eine Hinwendung zu den Details den Subzeichen scheint mir in folgendem Zitat beschrieben zu sein:

“Das Verfahren der Verfremdung bei Tolstoj besteht darin, dass er einen Gegenstand nicht mit seinem Namen nennt, sondern ihn so beschreibt, als werde er zum ersten Mal gesehen, und einen Vorfall, als ob er sich zum ersten Mal ereigne, wobei er in der Beschreibung des Gegenstandes nicht die gebräuchlichen Bezeichnungen für seine Teile verwendet, sondern sie so benennt wie die Teile bei anderen Dingen.”⁴⁴

Ein zweiter Typ der Verfremdung betrifft das Wahrscheinlichkeitslernen. Durch das unerwartete Erscheinen eines Objektes werden die angenommenen Auftrittswahrscheinlichkeiten erschüttert. Diese Wahrscheinlichkeiten sind ein Teil der Ordnung, mit der wir der vielgestaltigen Welt einen Sinn zuweisen. Durch Verfremdung können die Hypothesen über die Auftrittswahrscheinlichkeiten in

⁴⁴Sklovkij: Die Kunst als Verfahren, in: J. Striedter, Hg. Russischer Formalismus, München 1971, S.18, zitiert nach Horst Rumpf, *Denkzettel und Materialien zum Themenkreis Verfremden, Lernen, Lehren*

Frage gestellt werden. Wir müssen die Objekte neu ordnen, einem Teil der Welt einen neuen Sinn geben.

Ich möchte nun an einigen Beispielen meine aufgestellte These erklären, wohl wissend, daß es sich nur um Fragmente eines theoretischen Rahmens handeln kann.

Ein einfaches Beispiel für das Auflösen von Superzeichen als Akt der Verfremdung scheint mir in folgendem Gedicht von Ernst Jandl vorzuliegen:⁴⁵

dogmen
catmen
pigmen

Wie funktioniert dieses Gedicht, wie wird verfremdet? Wenn wir das Wort **dogmen** kennen und erkennen, lesen wir es als ein Ganzes. Wir können dann Assoziationen mit diesem Wort, diesem Signal, bilden.

Durch das Lesen der zweiten und dritten Zeile des Gedichts wird eine Struktur des Wortes **dogmen** aufgedeckt. Durch das Austauschen der ersten Silbe, wird eine andere Lesart des Wortes gezeigt. Wir lesen “**dog - men**”. Das Superzeichen **dogmen** wird in die zwei Subzeichen **dog** und **men** aufgelöst. Durch diese Auflösung wird der Informationsgehalt erhöht. Nun können neue Assoziationen mit den Subzeichen und deren Zusammenwirken aufgebaut werden.

Dies scheint mir typisch für viele Akte der Verfremdung zu sein. Ein scheinbar wohlbekanntes Objekt, ein Superzeichen, wird aufgebrochen. Details, Subzeichen, die man auf den ersten Blick nicht sehen konnte, werden offenbar. Dies führt zu einer syntaktischen Informationserhöhung. Dadurch ist es möglich, neue und andere Assoziationen herzustellen. Dies führt auch zu neuen Möglichkeiten, das ursprüngliche Objekt, das Superzeichen, zu sehen. Ich kann ein scheinbar bekanntes Objekt neu entdecken.

Wie wird in den beiden Beispielen für Verfremdung durch Kontextveränderung *entselbstverständlicht*? Objekte werden aus der gewohnten Umwelt, aus einem bekannten Kontext, genommen und in einen anderen Kontext gesetzt. Gewohnte, bekannte Zusammenhänge werden dadurch aufgelöst, daß ein bekanntes Objekt in einen neuen Kontext gesetzt wird.

Eines der Prinzipien, die ich in der Redundanztheorie des Lernens beschrieben habe, ist das Wahrscheinlichkeitslernen. Beim Wahrscheinlichkeitslernen haben wir durch den Umgang mit den Objekten erlernt, wie Signale miteinander interagieren. Durch die Kontextveränderung wird diesen Wahrscheinlichkeiten widersprochen.

Wir sind gewohnt, daß der Politiker Helmut Kohl in einem politischen Umfeld erscheint. Wir erwarten, daß er einen dunklen Anzug oder - während des

⁴⁵[Jandl], S. 179

alljährlichen Urlaubs am Wolfgangsee - eine helle Strickweste trägt. Das Signal Helmut Kohl ist mit den Assoziationen Politik, CDU, Bundeskanzler usw. fest verbunden. Wir haben ein Gefühl für die Auftrittswahrscheinlichkeiten von Kohls Antlitz und einer Mönchsrobe. Diese Wahrscheinlichkeit ist sehr gering. Durch die Karikatur wird unsere Hypothese über die Welt, über den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Signalen, erschüttert. Eine Signalfolge, die wir als sehr unwahrscheinlich gelernt haben, tritt auf. Es entsteht eine *Lücke von Unwahrscheinlichkeit*. Wir versuchen, diese Lücke durch neue, sinn- und zusammenhangsstiftende Assoziationen zu schließen.

Der Junge in Tourniers Roman erlebt ebenfalls eine starke Verunsicherung. Die gewohnten Gegenstände aus seiner Heimat sind ihm fremd gemacht worden, sie befinden sich an einem ungewohnten Ort. Er kann keine Verbindung zwischen dem Exponat und der Umwelt des Exponats herstellen.

Die Überraschung, etwas Gewohntes an einem ungewohnten Ort zu sehen, läßt sich durch die Wahrscheinlichkeit der Signalfolge "gewohnte Szene" und "fremder Ort" quantifizieren. Der Junge hat diese Folge nicht erwartet. Eine seiner Hypothesen über die Welt ist erschüttert worden.

Dieser Schock kann vielleicht dadurch verarbeitet werden, daß er dieses als sehr unwahrscheinlich empfundene Konstrukt mit sinn- und ordnungsgebenden Assoziationen zu füllen versucht. Tut er dies, so hat er ein bekanntes Objekt neu kennengelernt.

Bei der Verfremdung durch *Fragmentierung* liegt meiner Meinung nach ein Auflösen von Superzeichen vor. Eine Wahrnehmungsroutine wird durchbrochen, indem nicht mehr das Ganze - das Superzeichen - gesehen wird, sondern nur noch ein herausgelöstes Detail - ein Subzeichen. Durch dieses Auflösen wird zunächst die syntaktische Informationsmenge vergrößert. Anschließend können nun auch neue Assoziationen mit dem Subzeichen gebildet werden.

Was geschieht in den in Abschnitt 2.1.2 beschriebenen Beispielen?

Wenn wir das erwähnte Gemälde von Caspar David Friedrich sehen, versuchen wir, die abgebildeten Details zu einem sinnvollen Ganzen zusammensetzen.⁴⁶ Dabei setzen wir zum Einen die in der Gestaltpsychologie formulierten Gesetze um. Andererseits greifen wir auf Gedächtnisbilder, auf vorhandene Superzeichen, zurück.

Wir sehen zunächst nicht das Bild wie es ist, wir versuchen, eine sinnvolle Szene zu sehen. Natürlich können wir unsere Aufmerksamkeit auf Details lenken, doch sehen wir diese vom Zentrum (dem inhaltlichen Zentrum, nicht dem geometrischen) her. Die Details werden in Bezug zum Ganzen gesehen. Die Gedankenketten zu den Details werden wesentlich durch diesen Bezug zum Ganzen bestimmt. Oder im Rahmen der Redundanztheorie des Lernens: Die Assoziationen zu den Subzeichen werden durch deren Bezug zum Superzeichen geprägt.

⁴⁶Gerhard Roth beschreibt dies aus neurobiologischer Sicht. vgl. [Roth], S. 258, ff.

Bei der Fragmentierung des Bildes präsentierte uns Prof. Rumpf zunächst nur zwei Details des Bildes. Wir konnten ohne den Zwang des ganzen Objektes diese Details untersuchen. Dabei bildeten wir Assoziationen, die bei der Betrachtung des ganzen Objektes unterdrückt worden wären.

Die eigentliche Verfremdung wurde erst in dem Moment offenbar, als wir das ganze Bild sahen. Nun befähigen uns die reichhaltigen Querverbindungen zu den zuvor untersuchten Details, das Gemälde auf eine andere Art zu sehen.

In der von mir vorgenommenen Verfremdung eines bekannten und eines unbekanntes Objekts ist ein ähnliches Phänomen sichtbar. Durch die Verfremdung, die Fragmentierung eines bekannten Objekts werden Details, Subzeichen, deutlich, die bei der Betrachtung des Ganzen verdrängt werden. Erkennen wir später die Fragmente im Zusammenhang mit dem vollständigen Objekt, so können wir, qua der Assoziationen zu den Details, das bekannte Objekt mit neuen Augen sehen.

Bei dem unbekanntes Objekt, der Nasenpfeife, tritt dieser Effekt nicht auf. Auch die herausgelösten Details sind unbekannt. Es gibt kein Gedächtnisbild einer Nasenpfeife, auf das wir zurückgreifen können. Das Superzeichen "Nasenpfeife" gibt es (noch) nicht, daher kann es auch nicht aufgelöst werden.

Beim Verfremdungstyp *Aufspüren* geschieht etwas Ähnliches wie bei der Fragmentierung. Es geht nicht um den Gesamteindruck des Objekts, sondern um die Details am Rande. Nicht das Superzeichen soll gesehen werden, sondern die Subzeichen. Wir sollen nicht mit einer Hypothese, einem Gedächtnisbild, arbeiten, sondern das Objekt sehen, wie es ist.

In der Geschichte von Sherlock Holmes und Dr. Watson sieht Watson einige Details der Person von ihrem Zentrum her. Das scheinbar Wesentliche zwingt die Wahrnehmung der Details in schon festgelegte, hypothetische Bahnen. Holmes hingegen vergißt das Zentrum zunächst und wendet sich nur den Details zu. Er schließt aus den Subzeichen auf die Bedeutung des Ganzen.

Bei den Verfremdungstypen des *Umfunktionieren* und *Geschichten erzählen*, der ebenfalls im Kolloquium behandelt wurde, findet meine These keinen Halt. Diese beiden Typen scheinen mir in eine grundlegend andere Kategorie zu gehören, denn hier geht es um die Bedeutung des Wahrgenommenen.

Die Bedeutung eines Objektes läßt sich im Rahmen der Redundanztheorie des Lernens nicht fassen. Mir scheinen hier nicht Wahrnehmungs- sondern Bedeutungs-routinen durchbrochen zu sein.⁴⁷

⁴⁷Ich unterscheide hier zwischen der Wahrnehmung eines Objektes und der durch Erfahrung zugewiesenen Bedeutung desselben. Diese Unterscheidung ist willkürlich und widerspricht vielleicht den neurobiologischen Ergebnissen über menschliche Wahrnehmung, aber ich denke, daß es sich hier tatsächlich um unterschiedliche Qualitäten handelt.

A Anhang

A.1

Literatur

- [Brock.] Brockhaus-Enzyklopädie in 24 Bänden, 19. Auflage, Mannheim: Brockhaus, 1989
- [Cover] Cover, Thomas M.; Thomas, Joy A.: *Elements in Information Theory*, New York: Wiley Series in Telecommunications, 1991
- [Cube67] Cube, Felix von: *Was ist Kybernetik?*, Bremen: Carl-Schünemann-Verlag, 1967
- [Cube68] Cube, Felix von: *Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens*, 2. Auflage, Stuttgart: Ernst Klett Verlag, 1968
- [Jandl] Jandl, Ernst: *Der künstliche Baum & flöda und der Schwan*, Verlag Luchterhand, München, 1997
- [Kempowski] Kempowski, Walter: *Das Echolot - Fuga furiosa; ein kollektives Tagebuch*, Knaus, München, 1999
- [Kruse] Kruse, Peter; Stadler, Michael: *Wahrnehmen, Verstehen, Erinnern - Der Aufbau des psychischen Apparates*, 4. Kollegstunde im Funkkolleg *Medien und Kommunikation - Konstruktion von Wirklichkeit*, Hessischer Rundfunk
- [Martial] Knecht-von-Martial, Ingbert: *Theorie allgemeindidaktischer Modelle*, Köln; Wien: Böhlau-Verlag, 1986
- [Roth] Roth, Gerhard: *Das Gehirn und seine Wirklichkeit - kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen*, 3. Auflage, Taschenbuchauflage, Frankfurt, Suhrkamp-Verlag, 1999
- [Shannon] Shannon, Claude E.; Weaver, W.: *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana: University of Illinois Press, 1949
- [Tournier] Tournier, Michel: *Der Goldtropfen*, Fischer-Verlag, Frankfurt am Main, 1990
- [Wagenschein] Wagenschein, Martin: *Verstehen lernen: genetisch - sokratisch - exemplarisch*, 8. erg. Auflage, Beltz-Verlag, Weinheim, 1989

Dieses Dokument ist unter der Adresse

<http://www.mightymueller.de/texte/texte.html>

veröffentlicht.

A.2 Bilder des Experiments “Fremdes und Bekanntes”

Auf den folgenden vier Abbildungen sind die Fotos dargestellt, mit denen ich das in Abschnitt 2.2 beschriebene Experiment durchgeführt habe.



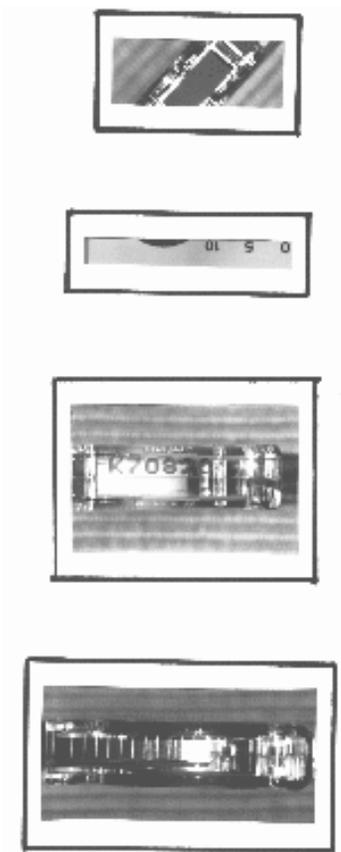


Abbildung 4: Verfremdung eines bekannten Objekts

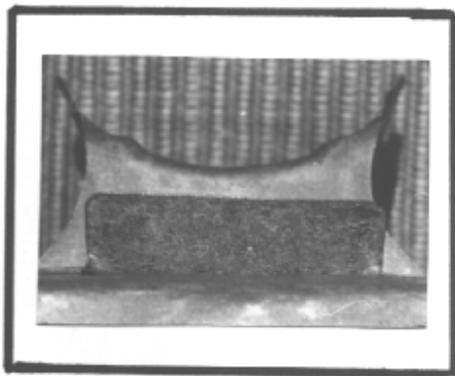
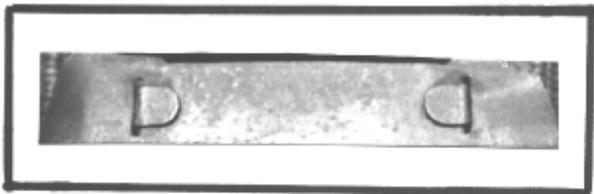


Abbildung 5: Verfremdung eines unbekanntes Objekts



Abbildung 6: Ein bekanntes Objekt

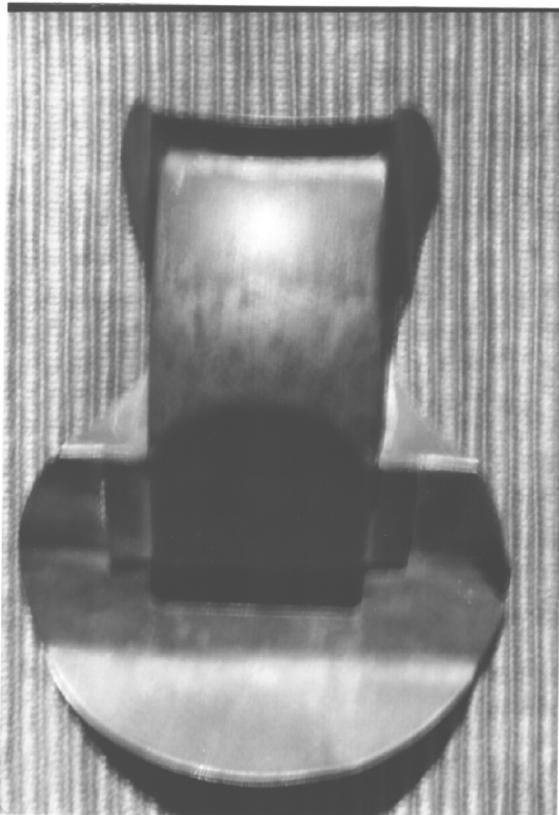


Abbildung 7: Ein unbekanntes Objekt