

Grundzüge der Memtheorie

Lucie Salwiczek

Hinführung

Am Freitag den 17.3.2000 nahmen sich im ugandischen Dorf Armageddon in Kanungu 235 Menschen bei einem Massenselbstmord das Leben. Sie waren Mitglieder der „Bewegung für die Einsetzung der Zehn Gebote Gottes“, einer von der Regierung Ugandas anerkannten Abspaltung der Katholischen Kirche. In der Süddeutschen Zeitung schrieb Michael Birnbaum (SZ vom 21.03.2000) drei Tage darauf: „Hunderte von Sektenmitgliedern folgten in dem kleinen Dorf im Südwesten Ugandas ihrem ‘Propheten’ Joseph Kibweteere in den Tod. Sie übergossen auch ihre Kinder mit Benzin und zündeten sich alle an. Ein Ausbruch von Massenwahnsinn, für den es keine befriedigende Erklärung geben kann.“ (SZ vom 20. und 22.03.2000)

Aus der Biologie kommt jedoch in jüngster Zeit ein vielversprechender Ansatz zur Erklärung der lange bekannten Tatsache, daß Menschen für ihre Glaubensüberzeugung in den Tod gehen können. Wie sich leicht zeigen läßt, ist eine Glaubensüberzeugung dem Menschen nicht angeboren, nicht in seinem genetischen Erbgut verankert. Die Bezeichnung „Massenwahnsinn“ erinnert an eine ansteckende Krankheit. Auch Glaubensüberzeugungen sind ansteckend, werden aber nicht durch Krankheitserreger verursacht, sondern durch kulturelle Weitergabe auf andere Individuen übertragen. Für traditiv übertragene Einheiten schlug Richard Dawkins 1976 in seinem Buch „Das egoistische Gen“ den Namen „Mem“ vor. Als „enthusiastischer Anhänger der Darwinischen Leh-

re“ (Dawkins 1996, 306) wendet er die Evolutionstheorie auch auf die Kultur an. Gene bezeichnet er als Replikatoren, deren wesentlichste Eigenschaft es ist, daß von Ihnen Kopien hergestellt werden. Als Pendant zum genetischen Replikator geht er nun von einem ‘kulturellen Replikator’ aus. Diese Replikatoren werden in Gehirnen gespeichert und von Gehirn zu Gehirn mittels eines Vorgangs, „den man im weitesten Sinne als Imitation bezeichnen kann“ (Dawkins 1996, 309), weitergegeben. Bei der Namensfindung für diesen neuen Replikator orientierte er sich daher an der griechischen Wurzel für Imitation, von der Dawkins das Wort „Mimem“ ableitete. Um die Ähnlichkeit zum Begriff „Gen“ hervorzuheben, verkürzte er „Mimem“ zu „Mem“.

Inzwischen ist ‘Mem’ (engl. meme) in das Oxford English Dictionary aufgenommen worden und wird definiert als: „An element of a culture that may be considered to be passed on by non-genetic means, especially imitation“ (Blackmore 1999, 43).

Die Anwendung der Memtheorie bezeichnet man als Memetik. Sie wird überall dort betrieben, wo man Meme als eigenständige Replikatoren behandelt, wie auch Gene als eigenständige Replikatoren betrachtet werden. Beide Replikatoren steuern denselben Organismus – nicht notwendigerweise im Einklang miteinander. In welcher Beziehung stehen Meme und Gene zueinander? Und welche Konsequenzen hat diese Beziehung sowohl für die Replikatoren selbst als auch für das gesamte Individuum?

1. Vergleich von Genen und Memen

1.1 Gemeinsamkeiten von Genen und Memen

1.1.1 Gene

Forschungen im 19. und 20. Jahrhundert¹ ergaben, daß DNS² (bzw. RNS³) das Baumaterial der Gene sind, also das materielle, sehr komplex organisierte Substrat, auf welches Entwicklung und Form der Organismen zurückgeführt werden können. „Unter Verwendung der Vorstellung von Aristoteles läßt sich vorsichtig formulieren: „Leben ist Bewegung, und Gene sind seine *bewegten Bewegter*“ (Fischer 1982, 2).

Das klassische Gen-Konzept bezeichnete ‘Gen’ als einen hypothetischen Erbfaktor, der für ein bestimmtes Merkmal eines Organismus verantwortlich ist. Biochemisch weiter analysiert verstand man später unter einem Gen einen Abschnitt auf einem Chromosom, der für die Herstellung einer Aminosäurekette zuständig ist.

Neuere Erkenntnisse zeigen, daß ein Gen nicht nur als ein bestimmtes, abgrenzbares DNS-Molekül betrachtet werden kann, denn dazu ist die inzwischen entdeckte Gen-Vielfalt zu groß. Die folgenden Beispiele sind nur ein kleiner Teil dieser bisher bekannten Vielfalt, genügen jedoch, die hohe Flexibilität des genetischen Materials zu veranschaulichen und entsprechend die Schwierigkeit, eine einheitliche Definition für ‘Gen’ zu finden.

DNS-Abschnitte, welche für eine bestimmte Aminosäuresequenz (AS-Sequenz) kodieren, werden als Strukturgene

¹ Details, s. Anmerkung 1.

² DNS ist die Abkürzung für *Desoxyribonucleinsäure*; Ausführungen s. Anmerkung 2.

³ RNS ist die Abkürzung für *Ribonucleinsäure*. Ausführung s. Anmerkung 3.

bezeichnet. Diesen Abschnitten meist vorgeschaltete DNS-Bereiche bestimmen, wann die Information des Strukturgens in eine AS-Sequenz umgesetzt wird, wo diese Sequenz auf der DNS beginnt usw. Diese regulativen DNS-Abschnitte bezeichnet man als Regulatorgene, obwohl sie im Sinne der biochemischen Definition keine Gene sind, da sie ja für kein Genprodukt in Form einer AS-Sequenz kodieren. Strukturgene können Bereiche (Introns) enthalten, welche in der synthetisierten AS-Sequenz nicht wiederzufinden sind. Zudem können manche Strukturgene im adulten Tier weiter voneinander entfernt sein als im embryonalen. Das Anwachsen dieser sog. intergenen DNS ist nur durch „bewegte Gene“ zu erklären, welche im Laufe der Ontogenese eines Tieres ihren Ort wechseln. Zwischen sog. spezifischer (kodierender) DNS findet man unspezifische, die keinerlei nachweisbaren Einfluß auf die Ausprägung eines Merkmals hat. In diesen unspezifischen Sequenzen finden sich Bereiche, die teilweise millionenfach wiederholt sind.

Wie Gene auch immer im Einzelfall definiert werden, sie sind diejenigen Einheiten, von denen in der genetischen Vererbung möglichst genaue Kopien von Körper zu Körper weitergegeben werden. Intra-gametische Weitergabe bedeutet, daß die Genkopien in Keimzellen (Eizellen, Spermien) verpackt und ausschließlich bei der Fortpflanzung weitergegeben werden (dies ist insbesondere wichtig für die Betrachtung der Unterschiede von Genen und Memen.). Unter extra-gametischer Weitergabe von Erbgut verstehe ich die Übertragung genetischen Materials von Parasiten wie Bakterien, Viren, etc. Deren eigenes Erbgut wird vom Wirt, gegebenenfalls aufgrund entsprechender Manipulation durch die Parasiten, an andere Wirtsindividuen weitergegeben, unabhängig von Art- oder Verwandtschaftszugehörigkeit. Für diese Weitergabe sorgt oft der Wirt, wenn auch unfreiwillig:

Wenn man in Feld oder Wald auf einen Fuchs trifft, flüchtet dieser sofort; meist, bevor der Mensch ihn überhaupt

entdecken konnte. In Ausnahmefällen aber meidet der scheue Fuchs den Menschen nicht, sondern versucht sogar in dessen Nähe zu gelangen und ihn zu beißen. In diesem Fall wird das Verhalten des Fuchses durch das genetische Programm des Tollwutvirus gesteuert, der sowohl die Speicheldrüsen als auch das Stammhirn befallen hat (Delius 1990, 314), und der auf diese Weise ermöglicht, daß die Virenkopien im Speichel des Fuchses auf neue Wirte übertragen werden.⁴

Ebenfalls über die Speichelflüssigkeit weitergegeben wird der Grippevirus, der den befallenen Organismus deshalb zum Niesen und Husten bringt. Diese Tröpfcheninfektion ist aber nicht auf Verwandte des betroffenen Individuums beschränkt, sondern kann jede Person treffen, die sich in der Nähe der erkrankten Person befindet. Häufig stecken sich Kinder in der Schule gegenseitig an, aber auch Lehrer in der Schule und Eltern daheim sind davon betroffen. Dies zeigt, daß die Übertragung auch unabhängig von der Altersstruktur der involvierten Individuen in alle Richtungen erfolgt, horizontal unter Gleichaltrigen, vertikal von Alt nach Jung und von Jung nach Alt.

An dieser Stelle möchte ich auf etwas Wesentliches aufmerksam machen: blanke Gene (Viren) sowie Gene mit eigenen Organismen (nicht-virulente Parasiten) können in einem Wirtsorganismus – zumindest temporär – leben, häufig in dessen Gehirn eindringen und von dort aus dessen Verhalten dahin steuern, daß „der Phänotyp des infizierten Tieres insgesamt so beeinflußt [wird], daß es nicht mehr im Dienste seiner eigenen Gene steht, sondern gewissermaßen zum Sklaven der Gene der Viren wird und für deren Vermehrung sorgt“ (Delius 1990, 314). Der Vorteil liegt also

⁴ Weitere Literatur zu Verhaltensänderungen durch Parasiten s. Wickler 1967 und 1987, Delius 1989 und 1990, Holmes und Bethel 1972.

allein beim wirtsfremden Handlungsprogramm (Wickler 1987, 369).

Gegen die Gene seiner Eltern kann sich kein Organismus wehren, denn ohne diese würde er gar nicht existieren. Gegen extra-gametisches Erbgut von Parasiten gleich welcher Art kann man sich aber zumindest teilweise schützen, z.B. durch Einhalten hygienischer Grundregeln und Impfungen zur Unterstützung des eigenen Immunsystems.

Ändert „sich der Genbestand einer Art in der Generationsfolge“ (Wehner / Gehring 1990, 540), so spricht man von Evolution. Diese Änderung erfolgt in einer Weise, daß die „Träger dieser Gene jeweils optimal in ihrer ökologischen Nische eingepaßt sind“ (Wehner / Gehring 1990, 565). Die wichtigsten Evolutionsfaktoren, welche den Genbestand ändern, sind Mutation, Selektion, Drift bzw. Wanderung.

Bei Mutationen wird das genetische Material, beim Kopieren oder schon vor dem Kopiervorgang aufgrund externer Bedingung wie UV-Strahlung und chemischer Substanzen, verändert und es entstehen unterschiedliche Varianten eines Gens, sog. Allele. Die Träger dieser Mutationen können sich in einem oder mehreren Merkmalen unterscheiden. Alle diese Varianten müssen sich in der ökologischen und sozialen Umwelt, in der sie leben, bewähren. Individuen, denen dies besonders gut gelingt, haben einen größeren Fortpflanzungserfolg als andere, sodaß Kopien ihrer Genvariante häufiger im Genpool vertreten sind. Solche Verschiebungen der Genhäufigkeit nennt man Selektion. In deren Verlauf kann es zur Extinktion eines Allels (oder eines ganzen Gens) kommen, zur Einstellung eines Häufigkeitsgleichgewichts oder gar zur Stabilisierung des gleichzeitigen Vorkommens verschiedener Allele.

a) Die Strandkrabbe *Carcinus maenas* ernährt sich unter anderem von der Schnecke *Littorina obtusata*. Um 1900 begann sich die Strandkrabbe von ihrem Ursprungsort an der Ostküste Nordamerikas nach Norden, Richtung Cape Cod

auszubreiten. Vergleiche zwischen dem Gehäusotyp von Schnecken, die vor 1900 ins Museum kamen mit Gehäusen von Schnecken, die nach 1900 dort gefunden wurden, ergaben eine genetisch bedingte Zunahme der Höhe und Wanddicke des Gehäuses. Wie experimentell nachgewiesen wurde, dienen beide Veränderungen dem Fraßschutz. In Gebieten ohne *Carcinus maenas* findet man weiterhin Schnecken mit dem ursprünglichen Gehäusotyp (Seeley 1986).

b) Wirbeltiere⁵ besitzen jedes Gen zweimal, einmal von der Mutter, einmal vom Vater. Sind die beiden Allele eines Gens gleich, nennt man den Träger homozygot, sind sie unterschiedlich, heterozygot. In manchen Fällen haben Träger verschiedener Genvarianten (Heterozygotie) Vorteile gegenüber homozygoten Individuen, die nur eine Variante besitzen (Heterosiseffekt). Es wird also kein Allel dem anderen vorgezogen, sondern gerade deren Kombination in einem Individuum gefördert. Ein klassisches Beispiel dafür ist die Sichelzellenanämie (HbS). Im Normalfall besitzen rote Blutkörperchen (Erythrocyten) eine oval-runde Gestalt. Verändert sich genetisch bedingt die Struktur des roten Blutfarbstoff, so kollabieren die Erythrocyten und sind im Mikroskop als Sichel zu erkennen. Homozygotie für Sichelzellenanämie ist letal. Heterozygotie ist aufgrund verminderter Sauerstofftransportkapazität des veränderten Hämoglobins nachteilig gegenüber Homozygotie für unverändertes Hämoglobin. In Malariagebieten haben jedoch gerade HbS-heterozygote Menschen trotz leichter Anämiesymptome höhere Überlebenschancen als homozygot „gesunde“ Personen, da die Malariaerreger in den physiologisch veränderten Sichelzellen absterben.⁶

⁵ Ich beschränke mich hier auf Wirbeltiere, da weder bei Pflanzen noch bei Vertretern anderer Tierstämme Meme entdeckt werden konnten.

⁶ Details s. Anmerkung 4.

L. Salwiczek

Die Sichelzellenanämie ist eines der seltenen Beispiele dafür, daß einem Merkmal ein einzelnes Gen zugeordnet werden kann. Meist müssen mehrere Gene bzw. mehrere Genprodukte zusammenwirken, um ein Merkmal auszuprägen. Diese sozusagen zusammengehörigen Gene bezeichnet man als Genkomplexe. Davon zu unterscheiden sind koadaptierte Gene bzw. koadaptierte Genkomplexe. Beispielsweise haben alle Pflanzenfresser ein auf die Nahrung abgestimmtes Gebiß sowie ein entsprechendes Verdauungssystem, und beide werden von einem je eigenen, unabhängigen Genkomplex gesteuert.

Neben der Selektion kann ein weiterer Evolutionsfaktor, die sog. genetische Drift, die Allelhäufigkeit im Genpool einer Population verändern. Da Wirbeltiere diploid sind, besitzt jedes Individuum maximal zwei aller im Genpool vorhandenen Allele. Bei Entfernen von Individuen aus einer Population, z.B. durch einen Sturm, gehen deren Allele verloren, ohne daß Selektion hätte wirken können. Auch der umgekehrte Vorgang ist möglich, d.h. es können Allele hinzukommen, wenn sich weitere Individuen der Population anschließen (Wehner / Gehring 1990, 570).

Stirbt ein Individuum, bedeutet dies auch das Ende seiner Gene. In Form von Kopien, die in den Nachkommen des Trägerindividuums existieren, überdauern die Gene jedoch den Tod des Spenderindividuums. Genetische Evolution kann sich also nur an den Genen bzw. deren Kopien abspielen, nicht an einem Individuum.

1.1.2 Meme

Wie ursprünglich das Gen, ist heute das Mem ein hypothetisches Konstrukt, und eine Definition ist nur unter Einschränkungen möglich.

George C. Williams (1986) vergleicht Gene und Meme folgendermaßen: „A gene is a weightless package of infor-

mation that plays an instructional role in development. [...] An analogy in cultural evolution would be a popular song. [...] It is a transmittable package of information that controls singing behaviour. It can be coded as molecular subtleties in brains, as magnetic patterns on tape, ink on paper, etc. It competes with other songs just as genes compete with genes, because only a limited amount of singing can be performed, and because different kinds of singing are perceived to have different musical fitness in the prevailing cultural environment.“ Ich verstehe also im Folgenden unter einem Mem diejenige Einheit, von der im kulturellen Erbe möglichst exakte Kopien von Körper zu Körper, genauer von Gehirn zu Gehirn durch Imitation (im weiteren Sinne) weitergegeben werden. Das materielle Substrat zur Speicherung von Memen sind primär die neuronalen Strukturen des Gehirns (Dawkins 1982 und 1996, Blackmore 1999). Um welche Gehirnstrukturen es sich genau handelt und durch welchen Mechanismus die Aufnahme, Speicherung und das Abrufen eines Mems erfolgt, ist Gegenstand intensiver Forschung der verschiedenen neurologischen Wissenschaften. In neuerer Zeit bestätigt sich die bisherige Vermutung, daß für die Kodierung verschiedener Inhalte, also auch Meme, synaptische Verknüpfungen (Delius 1990, Nordeen / Nordeen 1997, Airey u.a. 2000) eine entscheidende Rolle spielen sowie die Expression sog. Immediate Early Genes, kurz IEGs (Clayton 1997, Jin / Clayton 1997, Ball / Gentner 1998, Mello / Ribeiro 1998, Ribeiro u.a. 1998). Die meisten Erkenntnisse stammen aus der Erforschung des Gesangskontrollsystems der Singvögel (Passeriformes, Oscines). Singvögel erlernen ihren Gesang, wie der Mensch seine Muttersprache, in früher Jugend. „Die tradierten Vokalisationen der Vögel haben insgesamt viele Ähnlichkeiten mit der ebenfalls tradierten Sprache des Menschen“ (Delius 1990, 313). Es gibt sie wesentlich länger als den Menschen, folglich ist „die Gesangskultur der Singvögel viel älteren Datums“ (Delius 1990, 312) als die menschliche

Sprache, die „gewissermaßen als Prototyp des kulturellen Verhaltens gilt“ (Delius 1990, 313). Wie Singvögel distinkte Gehirnerkerne besitzen, die das Erlernen, Erkennen und Erzeugen von Gesang steuern, haben sich auch im menschlichen Gehirn zur Sprachverarbeitung spezielle Gehirnareale, die sog. Broca-Region im linken Vorderhirn sowie die Wernicke-Region im rückwärtigen Bereich des Großhirns, entwickelt.⁷

Meme sind eigenständige Replikatoren. Dawkins (1982, 109f.) führt für die DNS als Replikator aus, daß dies zwei Konsequenzen habe: 1.) Die DNS macht Kopien von sich und 2.) sie wirkt auf die Außenwelt, indem sie die Überlebenschancen ihrer Kopien beeinflusst. Beides gilt auch für Meme.

Zu 1.) Ermöglicht wird die Herstellung von Mem-Kopien durch die Fähigkeit zur Nachahmung sowie durch die Ausnutzung des Apparates für inter-individuelle Kommunikation. Wenn Individuen in einer sozialen Umwelt leben, in der Imitation häufig ist, entspricht das einer zellulären Umwelt, die reich an Enzymen ist, welche DNS Kopien herstellen.

Zu 2.) Jeder Effekt, den ein Mem auf sein Trägerindividuum hat, kann die Überlebenschance des Mems beeinflussen. Der relative Erfolg zweier Allele kann davon abhängen, welche Gene an anderen Loci in der Population vorherrschen; ebenso hängt der Erfolg eines Mems davon ab, welche anderen Meme im Mem-Pool vorherrschen.

Ein memetisches Beispiel ist der Beginn des Christentums. Anhänger des neuen Glaubens wurden verfolgt, um den bisher vorherrschenden Vielgötterglauben zu erhalten und die aufkommende Religion zu vernichten. Gleichgesinnte im Glauben Jesu, des Nazaräers, schlossen sich zusammen, gingen während den Christenverfolgungen in den Untergrund und überlebten so in der Glaubensgemeinschaft.

⁷ S. Anmerkung 5.

Als die religiösen Überzeugungen, die man auch als Meme bezeichnen kann, von den Machthabern übernommen d.h. kopiert wurden, konnte sich dieser Memkomplex Christentum auf Kosten des bisherigen Mempools durchsetzen. (Konstantinische Wende!).

Die Weitergabe von Memen ist der Weitergabe extragametischen Erbgutes vergleichbar. „Die Übertragung traditiver Information erfolgt über ein Sinnesorgan des Empfängers; sonst benehmen sich [Meme] wie Viren“ (Wickler 1987, 373). So wird ihre Übertragung weder durch Artgrenzen noch durch Verwandtschaft beschränkt. Dafür gibt es viele Beispiele unter den sogenannten spottenden Vögeln. Einer der besten und variabelsten Imitatoren ist der australische Leierschwanz (*Menura spec.*). Diese Vögel ahmen Laute, manchmal ganze Gesänge anderer Vögel, und gelegentlich auch akustische Signale von Tieren anderer Klassen nach, bauen diese in ihr Repertoire ein und erweitern so das arteigene (Robinson / Curtis 1996). Papageien sind dafür bekannt, verschiedenste Laute täuschend echt nachmachen zu können, gleich ob es sich um einen bellenden Hund, einen sprechenden Menschen oder das Heulen einer Sirene handelt. Auch frei lebende Vögel imitieren künstliche Laute. Slater (1983) berichtete von Singdrosseln, die das Läuten eines Telefons in ihr Repertoire eingebaut und es an andere, vermutlich ihre Jungen, weitergegeben hatten.

Auch eine Weitergabe-Richtung ‘von Alt nach Jung’ oder umgekehrt ist nicht vorgegeben. Verhaltensforscher beobachteten im Herbst 1953 das 18 Monate junge Rotgesichtsmakaken-Weibchen Imo dabei, wie es schmutzige Süßkartoffeln in einem kleinen Bach wusch. Die Wissenschaftler konnten in den folgenden Jahren verfolgen, wie sich das Kartoffelwaschen in der Gruppe ausbreitete. Zuerst folgte ein Spielgefährte von Imo deren Beispiel, etwas später wusch auch Imos Mutter ihre Süßkartoffeln vor dem Ver-

zehr. Nach etwa vier Jahren hatten 15 der 60 Gruppenmitglieder diese Verhaltensweise übernommen und es entstand eine regelrechte Tradition des Süßkartoffel-Waschens (zitiert nach Wickler 1991⁸).⁹

Meme sind im Lauf des Evolutionsprozesses entstanden und ko-evolvieren seit etwa 2.5 Millionen Jahren mit den Genen des Menschen (Blackmore 1999). Auch wenn die kulturelle Evolution wesentlich schneller verlaufen kann als die genetische und sich inzwischen weitgehend verselbständigt hat, so verlaufen „biologische und kulturelle Evolution im Kern nach denselben Gesetzen. Evolution spielt sich beide Male an Information ab; der Unterschied liegt in [deren] Kodierung und Verpackung. Auch in der genetischen Evolution bleibt nur die Information über die Generationen hinweg erhalten, nicht das Material, in dem sie steckt. Das Verpackungsmaterial der Information entscheidet [...] darüber, welche Evolutionsfaktoren [...] in der Abfolge der Replikationen wirksam werden können“ (vgl. Wickler 1987, 372). Wie Gene unterliegen Meme den bekannten Evolutionsprozessen Mutation, Selektion und Drift bzw. Wanderung.

Die Weitergabe von Memen ist insofern konservativ (Dawkins 1996, 304), als durch Anlegen genauer Kopien (Dawkins 1996, 312) der ‘Informationsgehalt’ (Wickler 1987, 372) des Mems möglichst unverändert weitergegeben wird, doch „genau wie Gene replizieren sie sich nicht immer perfekt: Nachahmungslernen ist naturgemäß fehleranfällig“ (Delius 1990, 314). Also schon beim Anlegen der Kopie eines Memes in einem Gehirn können aus verschiedenen

⁸ Originalliteratur: s. Itani 1958, Kawamura 1959, Southwick 1963, Kawai 1965, Miyadi, 1967; weitere Beispiele s. Huffman 1996.

⁹ Auch beim Menschen gibt es genug Beispiele. Man denke nur an Computer: Wer läßt sich nicht heute von der Tochter oder vom Sohn Feinheiten im Umgang mit dem PC erklären?

Gründen Veränderungen (Mutationen) auftreten. Manchmal ist für den Betrachter nur ein Teil eines kulturellen Verhaltens wahrnehmbar, er kann nicht die ganze Handlung sehen oder die ganze Geschichte hören. Wie schon winzige Ungenauigkeiten kumulativ etwas völlig Neues ergeben können, hat jeder schon einmal erlebt, der das Spiel 'Stille Post' gespielt hat – nur selten ist das Ergebnis identisch mit dem, was als stille Post von Spieler 1 losgeschickt worden war. Fehler können aber nicht nur bei der Übertragung erfolgen. Es ist durchaus möglich, daß zwar eine korrekte Kopie angelegt worden war, diese aber über die Zeit nicht unbeschadet gespeichert werden konnte, also die Erinnerung an das Mem sich verändert hat und das Individuum deshalb etwas anderes weitergibt als Grund gelegt worden war. Jeder kennt das Phänomen, daß man sich verschiedene Inhalte ganz intensiv eingepägt zu haben glaubt; verwendet man sie aber lange Zeit nicht und versucht sie sich dann wieder ins Gedächtnis zu rufen, gelingt dies häufig nur bruchstückhaft und unvollkommen (Edelmann 1993, 254). Zudem sind im Gehirn im Laufe der Jahre schon andere Meme gespeichert worden. Diese können entscheidenden Einfluß darauf haben, ob die Kopie des neuen Mems originalgetreu übernommen wird, oder ob sie soweit modifiziert wird, daß sie zu dem schon gespeicherten Memset paßt.

Mutationen erfolgen zufällig und ungerichtet; und sie sind ein relativ seltenes Ereignis. Aber bezogen auf Meme gibt es eine wesentliche Änderung, insbesondere beim Menschen, wie Mundinger (1980) betont: „Certainly copy-error and invention are evolutionary important, as is mutation in the organic world. Yet mutation pressure is different. It is directional in that certain mutant alleles appear more frequently than alternatives“ (199). Durch Nachdenken und Forschen an einem bestimmten Gegenstand bzw. Inhalt wird die Mutationsrate selektiv erhöht und den Mutationen eine gewisse Richtung vorgegeben.

Alle Mem-Mutanten unterliegen einer Auswahl (Selektion). Meme müssen sich in einem Mempool (Gesamtheit aller vorhandenen Meme in einem Gehirn oder/und in einer Population) gegen konkurrierende Meme bewähren und besitzen je nach ihrer Mem-Umwelt (Kultur, Denken, Traditionen) einen Selektionsvorteil, den man beispielsweise daran messen kann, wie genau die Kopien dieses Mems sind und wie viele Kopien davon hergestellt werden. Bei diesem Prozess werden Meme dominieren, andere verlorengelassen, weil ihre Träger Nachteile hatten, oder weil sie im Gehirn durch ein anderes Mem verdrängt wurden (vgl. Delius 1990, 314). Mundinger (1980) führt als Analogon zur natürlichen Selektion den Begriff „psychological selection“ (199) ein und definiert ihn als „differential transmission of alternative memes“ (200).

Meme können der Selektion in einer bestimmten Mem-Umwelt entgehen, wenn das Trägerindividuum ‘abwandert’ und damit eine neue Mem-Umwelt schafft bzw. findet. Abwandern kann sicherlich bedeuten, in ein anderes Land zu ziehen, kann aber auch einfach heißen, sich einer bestimmten Gruppe (‘Sinnesgemeinschaft’) innerhalb der eigenen Gesellschaft anzuschließen. Was einerorts ein Nachteil ist, kann woanders ein Vorteil sein. Ein Beispiel dafür ist Taizé, ein Treffpunkt für religiöse, v.a. junge Menschen, die einige Zeit (ein paar Tage, oder auch länger) mit Gleichgesinnten verschiedener Nationen Gemeinschaft erfahren möchten. In diesem neuen Umfeld können sie ihre Vorstellungen von Glauben und Gemeinschaft teilen, miteinander singen und beten, während ihr alltägliches soziales Umfeld solchen Bedürfnissen oft ablehnend gegenübersteht und die Verbreitung der Meme wie Glaube und Kirche als Gemeinschaft unterbindet (Dreher / Oerter 1986). Unser ganzes alltägliches Leben ist von solcher Suche nach ‘Sinnesgenossen’ geprägt, dazu gehören auch die unzähligen verschiedenen Vereine.

Grundzüge der Memtheorie

Die Memdrift ist durchaus ein Analogon zur genetischen Drift, doch sie enthält einige wichtige Besonderheiten. Zum einen erfolgt die genetische Drift passiv, während die Memdrift sowohl passiv als auch aktiv möglich ist. Und sie umfaßt nach Mundinger (1980, 202) drei verschiedene Komponenten: a) die Einführung neuer Meme in eine bestehende Gesellschaft durch Zuwanderung, b) Die Übertragung der neuen Meme auf die Mitglieder der bestehenden Gesellschaft, und c) die Integration der neuen Meme in den bestehenden Memset. Um insbesondere letzteres zu ermöglichen, müssen Memdrift und Psychologische Selektion zusammenwirken.

Eine letzte Gemeinsamkeit beider Replikatoren, auf die ich hinweisen möchte, ist, daß in beiden Fällen durch „Weitergabe von Information [...] etwas von den (biologischen oder kulturellen) Besonderheiten der vergänglichen Träger weitergegeben und überindividuelle und ‘überzeitliche’ Phänomene erzeugt“ (Wickler 1978) werden. D.h. in ihren Kopien überdauern Gene und Meme den Tod des Trägerindividuums (Dawkins 1996, 319).

1.2 Unterschiede zwischen Genen und Memen

Universell für alle Lebewesen, für Einzeller wie auch für Mehrzeller, für Pflanze, Tier und Mensch, ist sowohl das genetische Material, die DNS bzw. RNS, sowie der Verschlüsselungscode, ‘genetischer Code’ genannt, mit Hilfe dessen die Basensequenz¹⁰ in ein Genprodukt (im weitesten Sinne) umgesetzt wird. In diesem universellen Code liegt die Ursache dafür, daß z.B. Wirbeltierzellen auch Viren-RNS entziffern und Kopien davon herstellen können.

¹⁰ Die Abfolge der Basen entlang der DNS bzw. RNS wird als Basensequenz bezeichnet.

Meme dagegen basieren auf der Imitationsfähigkeit der Lebewesen, einer Leistung, zu der nur einzelne Tiergruppen fähig sind. Meme kommen deshalb nicht universell, sondern nur punktuell im Stammbaum der Lebewesen vor. Da dies bei Vögeln (Aves) und höheren Säugetieren (Mammalia) am besten dokumentiert ist, werde ich mich im Folgenden mit den Beispielen auf diese beiden Tierklassen beschränken. Sicherlich könnten auch Vertreter anderer Tierklassen zur Imitation fähig sein, doch hat dies noch niemand gezielt untersucht oder gar nachweisen können.¹¹ Zwar gibt es eine gewisse Übertragbarkeit von Memen über die Grenzen von Arten und Klassen hinweg, doch sind diese Grenzen in verschiedenen Fällen relativ eng. So können z.B. Papageien menschliches Sprechen imitieren, aber nur dem Klang, nicht dem Inhalt nach. Selbst wenn Irene Pepperberg (1992, 1999) behauptet, ihr Graupapagei Alex habe einen relativ großen Wortschatz (akustische Imitation) gelernt, mittels dessen er auch eigene – kurze – Sätze bilden kann, so vermag Alex den Memplex 'menschliche Sprache' nie ganz zu erlernen. Gleiches gilt für Affen wie den Bonobo Kanzi (Savage-Rumbaugh / Lewin 1995), die Zeichen für Worte (visuelle Imitation) gelernt haben und mittels dieser formellen Symbole mit dem Menschen kommunizierten.¹²

Meme können multidirektional von jedem Alter an jedes Alter übergehen (Wickler 1986), wobei der Empfänger einen gewissen Einfluß darauf hat, ob er das Mem in sein Gehirn aufnimmt oder nicht. Auch das Transportmedium ist varia-

¹¹ Beispiel für Fische, s. Anmerkung 6.

¹² Eine Ursache dafür ist wohl, daß Affen zwar die Wernicke Region besitzen, aber nicht die beim Menschen zusätzliche Broca-Region, in welcher grammatisches Sprechen lokalisiert ist.

bel: die Weitergabe kann visuell oder akustisch¹³ erfolgen. Die extra-gametische ist der traditiven (Wickler 1982) Weitergabe sehr ähnlich, die intra-gametische Weitergabe hingegen unterscheidet sich deutlich von ihr. Intra-gametisch gelangen Gene ausschließlich über Keimzellen von den Eltern in die Kinder, die sich durch nichts gegen irgendwelche Gene ihrer Eltern wehren können.¹⁴

Im Laufe der Ausdifferenzierung von Urkeimzellen zu Keimzellen gibt es ein Stadium, in welchem der ursprünglich doppelte Chromosomensatz halbiert wird (Meiosis). Jeder Elternteil gibt also immer 50% seiner Gene an seine Nachkommen weiter. Bei Memen dagegen ist kein fester Prozentsatz vorgegeben. Es können mehr als 50%, aber auch wesentlich weniger als 50% sein. Beispielsweise streben gläubige Eltern danach, ihren Glauben an die Kinder weiterzugeben, ebenso ihr eigenes Wertesystem usw. Manche Kinder übernehmen weitgehend, was ihnen vorgelebt wurde und wozu sie von klein auf angehalten wurden, z.B. in der christlichen Religion den sonntäglichen Kirchgang, das Gebet vor und nach dem Essen; andere Kinder übernehmen scheinbar gar nichts oder distanzieren sich sogar davon, indem sie aus der Kirche austreten. Mundinger (1980, 199) weist darauf hin, daß es bei Memen nichts der Meiosis und der damit verbundenen Variabilität der Zusammensetzung des genetischen Materials Vergleichbares gibt.

Aus der intra-gametische Weitergabe von Genen als obligatem Beginn eines neuen Lebewesen entsteht ein weiterer

¹³ Eine Ausnahme ist wohl die Blindenschrift, da die Punktsymbole ja mit den Fingern ertastet werden.

¹⁴ Gentechnische Verfahren sind kein Gegenargument, da Wissenschaftler sich meist sog. Genfähren oder Vektoren (entschärfter Retroviren) bedienen. Übertragung mittels Viren gehört zur extra-gametischen Vererbung.

Unterschied. „Während die Gene sich ihren Träger selbst aufbauen müssen, setzen sich Meinungen, Traditionsinhalte, usw. in einem bereits vorhandenen Individuum fest und lassen sich von ihm verbreiten – gerade so wie es Viren tun, die auch ein vorgefundenes Träger-Individuum infizieren und sich von ihm vervielfältigen lassen. Viren und Meinungen sparen sich also bei ihrer Ausbreitung den Zeit-, Energie-, und Materialaufwand, den die Gene zur Herstellung der Individuen bei einer Ausbreitung treiben müssen [...]“ (Wickler 1978). Zudem werden Gene in einem Individuum nicht ausgetauscht, jedoch „Meinungen sind im Individuum auswechselbar (einige leichter, andere schwerer), sie sind auch nicht in fester Zahl vorgegeben, und konkurrierende Meinungen können nebeneinander stehen“ (Wickler 1978).

In der Genetik wird das genetisch gespeicherte Programm als Genotyp, das nach diesem Programm ausgebildete Merkmal als Phänotyp bezeichnet. Bei der Herstellung von Genkopien dient die DNS selbst als Matrize, kopiert wird also der Genotyp. Da Meme in Gehirnen gespeichert werden, müßten die synaptischen Verknüpfungen oder die Expressionsmuster bestimmter IEGs¹⁵ kopiert werden, und das ist unmöglich. Was imitiert werden kann, ist das Verhalten eines Individuums, also die Ausführung des im Gehirn gespeicherten Programms. Dies bedeutet (unter Verwendung des Fachbegriffs der Genetik), daß bei Memen der ‘Phänotyp’ des gespeicherten Mems imitiert wird. Cloak (1975) führte bei seiner Definition von Kultur die Begriffe ‘i-culture’ und ‘m-culture’ als Analoga zu Genotyp (entspricht der i-culture) und Phänotyp (entspricht der m-culture) ein. Er versteht unter i-culture „the set of cultural instructions people carry in their CNS“ und unter m-culture „the overt behaviour, or the material products or overt behaviour, pro-

¹⁵ Diese Gene werden in weniger als nur einer Stunde exprimiert.

duced by people from their acquired internal instructions“. Munding (1980) greift diese Unterscheidung in seiner Definition¹⁶ von Kultur auf und betont, daß Dawkins diese Unterscheidung nicht macht, „because his memes refer to both neural codes (ideas) and to their physical expressions“ (Munding 1980, 198). Munding (1980) ersetzt die Begriffe i-culture und m-culture durch Mem und Model, doch halte ich zum einen die Einführung eines gänzlich neuen Begriffs wie Model für unnötig kompliziert und verwirrend, zumal Model sowieso schon in verschiedenen Zusammenhängen verwendet wird; zum anderen ist die Zuordnung meines Erachtens irreführend, da Meme nur dann zur i-culture gehören, wenn sie als Kopien im Gehirn gespeichert sind. Einfacher erscheint mir Memvorlage, Memausführung und Mem. Memvorlagen sind die tatsächlichen Speicherformen für Meme im Gehirn und entsprechen Cloaks Begriff der i-Culture bzw. Mundingers „memes“; bezogen auf die Genetik wäre dies der ‘Genotyp’. Die Memausführung ist gleichzusetzen mit Cloaks m-culture bzw. Mundingers Model; sie entspricht dem genetischen Phänotyp. Ein Mem ist, was durch Beobachten und Imitieren anderer über die Form bzw. den Inhalt eines Verhaltens gelernt, als Memvorlage in neuronalen Strukturen gespeichert und als Memausführung anderen zum Kopieren angeboten wird.

Bedarf es Materials, sei es zum Aufbau des Körpers oder zur Bildung von Keimzellen, so sind Molekülressourcen ein begrenzender Faktor. Bei Memen war sicherlich die Speicherkapazität des Gehirns ein begrenzender Faktor, doch spätestens seit Meme sozusagen in „externen Gehirnen“ aufbewahrt und von dort wiedergeholt werden können, ist das Fassungsvermögen des Gehirns nicht mehr einschränkend. Eindrucksvoll zeigt das die Computerbranche mit immer kleineren Chips, auf denen zugleich immer mehr

¹⁶ S. Anmerkung 7.

Information gespeichert werden kann. Dawkins (1996) führt ebenfalls aus, daß weniger der Speicherplatz als eher „die Zeit [...] Gegenstand heftiger Konkurrenz“ (316) ist. „Das menschliche Gehirn und der Körper, den es steuert, können nicht mehr als eins oder einige wenige Dinge gleichzeitig tun. [...] Andere Güter, um die Meme konkurrieren, sind Sendezeiten in Rundfunk und Fernsehen, Raum auf Anschlagtafeln, [...]“ (Dawkins 1996, 316). Er betrachtet dabei aber nur die dem Sender zur Verfügung stehende Zeit. Meme „konkurrieren also nicht nur um den Sitz in einem Individuum, sondern auch um die Zeit, die das Individuum der einen oder anderen Meinung und ihrer Verbreitung widmet“ (Wickler 1978). Für noch entscheidender als die dem Sender zur Verfügung stehende Zeit halte ich den Zeitraum, welcher dem *Empfänger* zur Verfügung steht, Meme aufzunehmen. Auch bei beliebig großen Speichermöglichkeiten und jederzeit verfügbaren Speicherinhalten kann jedes Individuum nur einen begrenzten Teil davon nutzen, bestimmt durch die Zeit, die ihm zur Beschäftigung mit dem Gegenstand bzw. dem Inhalt zur Verfügung steht.

Die externen Speichermöglichkeiten für Meme schaffen einen weiteren Unterschied. Gene, gleich ob intra- oder extra-gametisch, werden normalerweise¹⁷ im direkten Kontakt zweier Individuen übertragen: Keimzellen durch Vereinigung von Mann und Frau, Viren durch Insektenstiche (Malaria) und Tröpfcheninfektion (Grippe). „Auch allen Traditionen, [gleich ob Nahrungs- oder Werkzeugtraditionen] ist gemeinsam, daß sie sich nur ausbreiten und erhalten bleiben können, wenn der erfahrene und der unerfahrene Partner gleichzeitig mit dem zu behandelnden Objekt zusammentref-

¹⁷ Ich verwende absichtlich das Wort 'normalerweise', da gentechnische Verfahren (die in den Bereich der Meme gehören!) z.B. durch Samenbanken und künstliche Befruchtung neue Möglichkeiten eröffnet haben.

fen. Eine Ausnahme davon machen die Gesangstraditionen der Vögel, aber die Gesänge dienen nicht der Behandlung von Objekten. Es ist kein Fall bekannt, daß nicht vererbtes Verhalten erhalten bliebe, obwohl das zugehörige Objekt fehlt.“ (Wickler 1967, 441). Überwunden wird dies, wenn das Objekt durch ein Symbol – ein Wort, ein Bild, eine Bewegung – ersetzt wird.¹⁸ Mit Hilfe des gesprochenen und geschriebenen Wortes hat sich der Mensch von dreierlei frei gemacht: von der realen (anfaßbaren) Existenz eines Objekts, von der Ausführung einer Handlung vor deren Weitergabe sowie vom zeitlichen und örtlichen Zusammentreffen von erfahrenem und unerfahrenem Individuum (vgl. Delius 1990, 311). Jeder kann noch heute in Büchern das Gedankengut der alten Griechen nachlesen, obwohl inzwischen Jahrtausende vergangen sind; und die immer stärkere Globalisierung erweitert das Netz der Möglichkeiten für die Ausbreitung von Memen noch einmal mehr.

Für das Verhältnis zwischen Genen und Memen, auf das ich im Folgenden näher eingehen werde, war entscheidend, daß die kulturelle Evolution wesentlich schneller verläuft als die genetische. Allein die Entwicklung des Gehirns vom Auftreten des ersten Vertreters der Gattung *Homo*, des *Homo habilis*, der vor ca. 2.5 Millionen Jahren lebte mit einem Gehirnvolumen von durchschnittlich 800 Kubikzentimetern (Leakey 1997, 50), bis zum Auftreten des Jetztmenschen, des *Homo sapiens* vor ca. 200 000 Jahren mit einem Gehirnvolumen von durchschnittlich 1350 Kubikzentimetern (Leakey 1997, 115, 164), dauerte es über 2 Millionen Jahre. In den letzten 40 000 Jahren blieb das Gehirn des *Homo sapiens* weitgehend unverändert. Aus der Zeit des *Homo habilis* stammen die ältesten Werkzeuge als Beginn der kulturellen Weitergabe. Die kulturelle Evolution verlief zu Anfang

¹⁸ In der Tierwelt ist nur die Bienensprache als symbolvermittelte Tradition bekannt. S. dazu Wickler 1967, 442.

L. Salwiczek

ebenfalls langsam, wurde dann aber immer schneller. Erste Belege für Kunst in Afrika sind ca. 30 000 Jahre alt, die ersten Städte entstanden vor etwa 5 000 Jahren, und die Industrielle Revolution geschah vor gerade 150 Jahren (Leakey 1997, 5). Inzwischen ist die immer rasanter verlaufende kulturelle Entwicklung am eindrucksvollsten an der Computerbranche zu sehen: ein PC, der fünf Jahre alt ist, besitzt schon fast Museumswert!

2. In welchem Verhältnis stehen Meme und Gene zueinander?

Gene bauen den Organismus auf, in dessen Gehirn Meme gespeichert werden. In Abhängigkeit von der jeweiligen Situation können Meme und Gene das Individuum in die gleiche Richtung steuern, sich vielleicht sogar gegenseitig verstärken. In vielen Fällen kommt es aber zu einem Konflikt zwischen beiden Replikatoren, dessen Entscheid Gene oder Meme ausselektiert.

2.1 Gene und Meme in Eintracht

Voraussetzung dafür, daß ein Individuum seine Gene weitergeben kann, ist, daß es zur Fortpflanzung kommt und den Nachwuchs aufziehen, ja diesen vielleicht sogar soweit unterstützen kann, daß sichergestellt ist, daß auch dieser wieder zur Fortpflanzung kommt.

Clive Catchpole (1999) untersuchte in einer Population von Schilfrohrsängern (*Acocephalus schoenobaenus*), nach welchen Kriterien Weibchen die Männchen, mit denen sie sich paaren, auswählen und welcher reproduktive Erfolg daraus resultiert. Dazu analysierte er das Blut beider Geschlechter

auf die Anzahl dreier verschiedener Blutparasiten hin und bildete anschließend zwei Gruppen: stark und wenig parasitierte Vögel. Er verglich beide Gruppen auf Gelegegröße, Fütterhäufigkeit, Anzahl der flügge werdenden Jungen sowie auf das Gesangsrepertoire (der Männchen) und fand heraus, daß stark parasitierte (weibliche) Vögel zwar gleiche Gelegegröße wie wenig parasitierte haben, aber weniger Junge tatsächlich flügge werden, und daß das Gesangsrepertoire von stark parasitierten Männchen kleiner war als das von weniger parasitierten. Nun wird Gesang bei Singvögeln nicht genetisch weitergegeben, sondern muß von den Jungen gelernt werden, gehört also zur kulturellen Evolution; insofern können Gesangseinheiten als Meme betrachtet werden. Ein Weibchen, welches ein Männchen mit reicherem Repertoire wählt, kann folglich davon ausgehen, daß dieses Männchen weniger stark von Parasiten befallen ist, entsprechend besser die Brut versorgt, so daß mehr Junge flügge werden. In diesem Fall dienen Meme als Indikatoren für „gute Gene“¹⁹, und der Vogel, der mehr Meme speichern und produzieren kann, gibt auch mehr Gene in die nächste Generation.

Manche Gene können nur aufgrund von Memen weiterexistieren und sich gegebenenfalls mit ihrer Hilfe sogar in der Population ausbreiten. Hierzu gehört die Zuckerkrankheit *Diabetes mellitus*,²⁰ eine der häufigsten Stoffwechselerkrankungen (Mörrike u.a. 1991, 16–24ff.). Steigt nach einer (kohlenhydratreichen) Nahrung die Konzentration des Zuckers (Glucose) im Blut, wird Insulin ausgeschüttet, ein Hormon, das den Blutzucker im Blut reguliert. Es erhöht die Durchlässigkeit der Zellmembranen für Glucose, regt die

¹⁹ Diese Hypothese wird auch „good-gene hypothesis“ genannt.

²⁰ diabainein (gr.): hindurchlaufen; mel (lat.) gesüßt bzw. mellitus (lat.): Honig. Der Name bezieht sich auf den hohen Zuckergehalt im Urin.

L. Salwiczek

Bildung von Glykogen (der Speicherform von Glucose in Leber- und Muskelzellen) an und stimuliert den Glucose-Verbrauch in peripherem Gewebe sowie die Fettspeicherung in den Fettzellen. Auf diese Weise wird der Blutzuckerspiegel wieder auf den Normalwert von etwa 80mg/l Blut geregelt. Es kann – aus genetischen Gründen – zu einem Ausfall der Insulin synthetisierenden Bereiche in der Bauchspeicheldrüse kommen. Die Folge ist ein zu niedriger Insulinspiegel, weshalb der Blutzuckergehalt auf ein physiologisch nicht tolerierbares Maß ansteigt. Einige Folgeerscheinungen dieser Veränderungen sind erhöhter Fettabbau sowie Salz- und Wasserverlust, damit Blutarmut, was zu einer Sauerstoff-Unterversorgung des Gehirns führt und letztlich über Bewußtlosigkeit (*Coma diabeticum*) bis zum Tod. Verhindern läßt sich dies durch eine tägliche Insulinzufuhr. Das dazu nötige Insulin wird aus den Bauchspeicheldrüsen von Schlachttieren gewonnen und muß mindestens zweimal täglich injiziert werden; eine orale Einnahme ist nicht möglich, da Insulin als Eiweiß im Magen zersetzt werden würde. Schlachttiere reichen aber bei weitem nicht aus, den Insulinbedarf zu decken. Wesentlich effizienter und billiger ist die Massenproduktion durch genmanipulierte Bakterien, in deren RNS das Gen zur Insulinproduktion eingeschleust wurde (dtv-atlas, 481). Ohne den Memplex, der es ermöglicht über Schlachttiere oder Bakterien den genetischen Defekt zu kompensieren, hätten Diabetiker mit starken Symptomen kaum eine Chance zu überleben, geschweige denn Nachkommen zu zeugen und dieses Gen auch noch weiterzugeben.

2.2 Gene und Meme als Konkurrenten

Wenn Meme und Gene kooperieren, dann nur, weil zufällig beide Vorteile haben; die 'Kooperation' ist also eher ein

positives Epiphänomen. Häufiger werden beide Replikatoren zu Konkurrenten, und welcher Replikator tatsächlich als der dominante bezeichnet werden muß, ist Gegenstand einer sehr konträr geführten Diskussion.

2.2.1 Meme an der Leine von Genen

E. O. Wilson, der Begründer der modernen Soziobiologie, vertritt die Ansicht, daß Gene die Kultur weiterhin im Zaum halten, auch wenn sie inzwischen eine Kraft erlangt hat, „so powerful in its own right that it drags the genes along“ (Lumsden / Wilson 1983, 154). Er entwickelte zusammen mit Lumsden (1981) die Theorie des ‘culturgens’.²¹ Gemäß dieser Theorie sind Meme zwar eigenständige Replikatoren, aber angekettet wie Hunde an der Leine der Besitzer, der Gene. Die Leine kann lang sein und eine gewisse Freiheit suggerieren, doch vorhanden bleibt sie. Kultur mit all ihren Facetten stammt von neuronalen Strukturen des Gehirns, welche wiederum weitgehend in der Information und Funktionsweise von den Genen bestimmt sind. Kommt es zu einem Konflikt zwischen Memen und Genen im selben Individuum, so behauptet Wilson „the genes will always win“ (Blackmore 1999, 35).

In den Genen ist nun zwar die Information zur morphologisch-anatomischen Struktur unserer Gehirne gespeichert, doch diese allein bestimmen nicht die letztendliche Vernetzung der Nervenzellen. Zum einen ist ein Merkmal nur als Wirkung des Genproduktes auf der Matrize dessen zu erkennen, was andere Gene schon aufgebaut haben.²² Entscheidend für das Endprodukt sind das epigenetische Zu-

²¹ Diesen Begriff verwendet er nicht mehr, wie er im Juli 2000 in der Carl von Siemensstiftung mitteilte.

²² Es gäbe ja kein Gen für Flügelfarbe eines Schmetterlings, wenn andere Gene nicht einen Flügel aufgebaut hätten.

sammenwirken der verschiedenen Genprodukte in der Zeit sowie Einwirkungen von außen. Zwei Beispiele aus der Neuroanatomie bei Vögeln mögen verdeutlichen, wie entscheidend Geschehnisse in der Epigenetik²³ sein können.

Taubenembryonen schmiegen sich so ins Ei, daß ihr rechtes Auge der Schale zugewandt ist, während das linke vom Körper bedeckt wird. Die Eischalen sind lichtdurchlässig, weshalb das der Wand zugewandte rechte Auge durch das noch geschlossene Augenlid von Helligkeit stärker gereizt wird als das abgedunkelte. Damit werden die Nervenzellen der dem rechten Auge entsprechenden linken Gehirnhälfte stärker stimuliert und zeigen eine höhere Aktivität als in der anderen Hemisphäre. Über weitere Zwischenschritte führt die Lichtstimulation des rechten Auges zu erhöhter Funktionstüchtigkeit der linken Hemisphäre. Mit dem rechten Auge können die Tauben besonders scharf sehen; sie benutzen es zum Beispiel um freißbare Körner von Sandkörnern zu unterscheiden und immer dann, wenn es beim Sehen um kognitive Prozesse geht, wenn sie entscheiden müssen, ob und wofür das, was sie sehen, wichtig ist. Werden Tauben in völliger Dunkelheit erbrütet, so sehen sie später mit beiden Augen gleich schlecht; und man bekommt linksäugig scharfsichtige Tauben, wenn beim Heranwachsen das linke Auge stärker beleuchtet wird (Güntürkün 1995, 1997).

Wie bei den meisten Singvögeln, besitzen auch beim Zebrafinken die Männchen ein reicheres Gesangsrepertoire und entsprechend größere Gehirnerne, die für die Gesangsproduktion relevant sind, als ihre Weibchen. Doch die Information für die unterschiedliche Größe zwischen beiden Ge-

²³ Epigenetik beschäftigt sich mit den Ereignissen in der Ontogenese eines Individuums (Wickler 1996), beginnend mit dem Zeitpunkt, zu dem die genetische Zusammensetzung eines Individuums weitgehend festgelegt ist und die Umsetzung des genetischen Programms beginnt.

schlechtern ist nicht in spezifischen Genen gespeichert. Die genetische Information ist für beide Geschlechter gleich, doch die hormonelle Zusammensetzung im Blut unterscheidet sich bei Weibchen und Männchen. Zwischen dem 3. und 10. Tag ist die vorhandene Menge an Östradiol im Blut der Männchen höher als in den Weibchen, was zur Folge hat, daß die Anzahl östrogensensitiver Zellen in bestimmten Gehirnzentren der Männchen ansteigt. Bei den Weibchen kommt es – insbesondere ab dem 40. Tag – sogar zu einer Reduktion dieser Zellen durch Zelltod. Behandelt man Weibchen in früher Jugend mit Steroiden (Östradiol oder Testosteron, welches in Östradiol umgewandelt wird), behalten die Gehirnzentren ihre ursprüngliche Größe, durchlaufen also eine Entwicklung wie bei den Männchen, und dann können diese Weibchen singen (Pesch 1987, Güttinger 1990, Güttinger u.a. 1995).

2.2.2 Gene im Schlepptau von Memen

Im Gegensatz zu Wilsons Position behauptet Dawkins (1982, 110) sogar: „There is no reason why success in a meme should have any connection whatever with genetic success.“ Wie im Folgenden gezeigt wird, hängt heute tatsächlich der genetische Erfolg oft von Memen ab, aber die Meme sind weitgehend frei geworden von den Genen.

Schon Baldwin (1896) fand, daß natürliche Selektion Gene für Lernen und Imitation fördern muß, wobei der Vorteil bei den Genen liegt. Haben aber Gene einmal ein zur Imitation fähiges Gehirn²⁴ geschaffen, sind die erfolgreichen Meme freigelassen, breiten sich nach eigenen Gesetzen aus und übernehmen die Führung, indem sie Gene zwingen,

²⁴ Er bezeichnet dies als „social heredity“ um die Art und Weise zu beschreiben, wie Individuen von der Gesellschaft durch Imitation und Instruktion (Anleitung) lernen.

immer bessere Mem-Kopierer zu bauen und so letztlich direkt in die genetische Evolution eingreifen.

Gene schaffen das Substrat, auf dem Meme entstehen und sich verbreiten können (Wickler 1978), und schließlich schaffen Meme Umwelten, in denen sich bestimmte Gentyphen bzw. Memtypen bewähren müssen. Am Beispiel der Witwenvögel (Viduidae) läßt sich sehr gut zeigen, wie Meme im Laufe der Zeit die Führung über die Gene übernehmen und zu Genbarrieren werden können, also selbst 'die Zügel in die Hand nehmen'.

Jede Witwenvogelart parasitiert eine bestimmte Prachtfinkenart (Estrildidae). Die geschlüpften Witwenjungen werfen die wirtseigenen Jungen nicht aus dem Nest, wie es der Kuckuck tut, sondern hocken zwischen diesen. Eine Besonderheit der Prachtfinken ist ein farbiges Zeichnungsmuster im Gaumen, Unterschnabel und auf der Zunge der Jungen, welches beim Betteln durch weites Schnabelaufsperrn sichtbar wird. Dieses Signal ist artspezifisch, und Eltern füttern keine Jungen, die beim Sperren dieses Signal nicht zeigen. Der Grund dafür, daß die Witwenjungen nun nicht verhungern, liegt in einer einzigartigen Anpassung: Jede Witwenvogelart hat im Laufe der Evolution ein genetisches Programm für die genaue Imitation des auffälligen Rachenmusters ihrer Wirtsvogelart entwickelt, weshalb die Stiefeltern die fremden Jungen genauso füttern wie die eigenen.

Verschiedene Populationen der Paradieswitwen der Gattung *Steganura* benutzen als Wirtsvögel mehrere Prachtfinkenarten, die sich sowohl als Erwachsene am Gefieder wie als Nestlinge am Rachenmuster deutlich unterscheiden. Genetisch ist dementsprechend das Rachenmuster jedes Paradieswitwen-Individuums auf die eine oder andere Wirtsart festgelegt; auf welche, ist aber später nicht mehr zu erkennen, denn alle erwachsenen Paradieswitwen gleichen einander weitgehend. Aus Paarungen zwischen Paradieswitwen mit genetisch verschiedenen Rachenmustern würden Nach-

kommen mit einem Mischmuster entstehen, welches für keinen Wirtsvogel annehmbar wäre, so daß diese Jungen verhungern würden. Kreuzungen sollten also vermieden werden. Dies ist möglich, weil die Witwenjungen von ihren Zieheltern deren arttypischen Gesang lernen. Jedes Witwen-Weibchen erkennt am Gesang eines Männchens, von welcher Prachtfinkenart dieses aufgezogen wurde. Es verstehen und paaren sich deshalb als Erwachsene nur solche Individuen, die den gleichen artfremden Prachtfinken-Gesang gelernt haben, mithin von gleichartigen Zieheltern aufgezogen wurden und folglich das gleiche genetische Rachenmuster-Programm besitzen müssen. Bei einigen Witwenarten übernimmt der männliche Jungvogel das gesamte Lautrepertoire seiner Pflegeeltern und baut es später in die eigenen Singstrophen ein. Er imitiert mit Hilfe eines vorgezeichneten Lernprogramms (Nicolai 1973) nicht nur den vollen Gesang der Wirtsart, sondern auch deren Nestlocken, Erregungs- und Distanzrufe, ja sogar das vielstimmige Bettelgeschrei einer Stief-Geschwisterschar. Als Erwachsener überprüft und ergänzt er schließlich sein Repertoire an den Gesängen von Artgenossen, welche die gleichen Zieheltern hatten wie er und sammelt so die Gesangstypen, die in der Population des Wirtsvogels am weitesten verbreitet sind. Wo Wirtsvögel ihrerseits lokale Dialekte²⁵ entwickeln, werden diese von den Parasiten jeweils getreu kopiert.

Die Gesangs-Meme, die von den Wirts-Eltern zu Parasiten-Kindern wandern, also zwischenartlich tradiert werden, sind nun führend in der weiteren genetischen Evolution der Witwen. Diese haben zunächst wirtsvogelspezifische Rassen und schließlich getrennte Arten ausgebildet. Daß diese Witwenarten genetisch getrennt bleiben und sich nicht vermischen, liegt – als eine Besonderheit im Tierreich – an er-

²⁵ Unter Dialekt versteht man erlernte Varianten eines akustischen Kommunikationssystems bei derselben Art (Wickler 1986).

lernten Arterkennungs-Signalen, nämlich den tradierten Gesangs-Memen.

Auch beim Menschen kann die kulturelle Entwicklung die genetische Evolution in eine bestimmte Richtung drängen.

Bei der Mehrzahl der Menschen nimmt in den meisten ethnischen Gruppen auf der Welt die Verdaubarkeit von Frischmilch mit dem Ende der Säuglingszeit rapide ab. Danach kann Laktose aus der Milch nicht mehr in die Einfachzucker Glukose und Galaktose zerlegt werden, weil das dazu nötige Enzym Laktase fehlt. Wird dennoch Milch konsumiert, führt die Laktose zu Verdauungsstörungen, zu fermentativer Diarrhoe und Wasserverlust.

In einer Minderheit aller Menschen jedoch können auch Erwachsene noch Laktose verdauen, nämlich bei Nord- und West-Europäern, bei einigen mediterranen und nahöstlichen Völkern, bei drei Hirtenvölkern Afrikas und einigen Gruppen im westlichen indischen Subkontinent. In all diesen Fällen geht die Laktose-Nutzung Hand in Hand mit mindestens 4 000 Jahre alter Milchviehhaltung und Frischmilch als Nahrung auch für Erwachsene. Durch Familien-Genealogien ist gezeigt, daß die Laktose-Nutzung im Erwachsenenalter genetisch bedingt ist. Also hat die kulturell tradierte Viehhaltung während 200–300 Generationen neue Selektionsbedingungen für die entsprechenden Gene geschaffen und die Ausbreitung einer seltenen Mutante gefördert, welche die Laktase-Produktion nach dem Säuglingsalter nicht abschaltet.²⁶

Ich möchte hier auf die schon näher erläuterte Sichelzellenanämie zurückkommen. Allison (1954, 1961) und Livingstone (1958) zeigten, daß die Verbreitungsgebiete für Malaria und Sichelzellenanämie deckungsgleich sind. Die physiologischen Zusammenhänge habe ich bereits ausgeführt.

²⁶ Details, s. Anmerkung 8.

Wie es zu dieser Wechselbeziehung kam, erläutert Wiesenfeld²⁷ (1967). Die Menschen an der Ost- und Westküste Afrikas lebten überwiegend in Jäger- und Sammlergesellschaften, nur eine Minderheit baute Getreide am Rand des Regenwaldes an. Aufgrund der Verlagerung auf die Landwirtschaft mit hauptsächlichem Anbau von Früchten kultivierten die Einwohner das Land durch Brandrodung und bildeten größere Dorfgemeinschaften (Seligman / Seligman 1932, Vavilov 1949). Damit verbunden war ein Anstieg von geeigneten Brutplätzen für *Anopheles gambiae* und einer höheren Infektionsrate aufgrund der größeren Populationsdichte. Die kulturelle Entwicklung hin zu einem bestimmten Typ von Landwirtschaft schaffte eine Umwelt, in welcher sich der Genotyp für HbS bewährte, somit immer häufiger in der Population vorhanden war und gleichzeitig die kulturelle Weiterentwicklung eben dieser Tradition ermöglichte.

Meme ko-evoluieren seit 2,5 Millionen Jahren (Blackmore 1999) mit menschlichen Genen. Das menschliche Sexualverhalten zeigt deutlich, daß durch die Meme eine eigenständige Sexual-Evolution in Gang gesetzt worden ist, und daß Mem-getriebene Sexualität in der modernen Welt vom Dienst an den Genen befreit ist.

Der Mensch ist als einziges Lebewesen fähig zu einer gezielten Geburtenkontrolle (Blackmore 1999, 139ff.). Die Gründe dafür sind unterschiedlich. In den meisten Fällen sind es die Meme, welche darüber entscheiden, ob Gene überhaupt weitergegeben werden, und wenn ja, mit welcher Kopienanzahl.

„Zwei Individuen sind umso enger geistig verwandt, je mehr Zeit sie übereinstimmenden Traditionsinhalten widmen. [...] Wir sprechen in Parallele zu leiblichen Brüdern von „Glaubensbrüdern“, „Brüdern im Geiste“. [Da man] schneller und in größerer Zahl geistige als leibliche Ver-

²⁷ Details, s. Anmerkung 9.

wandte bekommen [kann], [...] überflügelt bei traditionsbegabten Wesen die kulturelle Evolution schließlich die biologische Evolution“ (Wickler 1978). In diesem Sinne ist der religiöse Zölibat ein weiteres Beispiel für mem-dominiertes Sexualverhalten. Ein Gen für Zölibat kann sich nicht ausbreiten, denn mit dem Tod des Trägerindividuums, das sich nicht fortpflanzt und dieses Gen folglich nicht weitergibt, stirbt auch das ‘Zölibat-Gen’ (Wickler 1982, 6). Die relativ große Anzahl an Menschen und die lange Tradition des Zölibats beweisen eine memetische Weitergabe. Religiöse Interpretationen geben verschiedene Gründe an, warum zölibatäres Leben sinnvoll und heilig ist. Ein – offen eingestander – Grund ist, das Individuum frei zu machen, damit es seine Energien auf die Ausbreitung religiöser Meme statt auf die seiner Gene einschließlich Nachkommenpflege konzentrieren kann.

(Der Leser mache sich bitte bewußt, daß ich hier keine Aussage über den Wahrheitsgehalt religiöser Forderungen wie den Zölibat mache. Ich prüfe mit biologischem Denken nur deren adaptiven Wert!)

Meme können sogar anstreben, bestimmte Gene zu eliminieren. Medizinische Wissenschaften suchen immer mehr Krankheiten schon auf genetischem Niveau zu diagnostizieren, um eventuell Präventivmaßnahmen zu ergreifen oder (mittels Keimbahntherapie) Schädigungen zu verhindern. In manchen Fällen kann jedoch das Gegenteil von dem eintreten, was beabsichtigt war. Ein Beispiel dafür ist die Homosexualität. Die Anzeichen mehren sich, daß es für Homosexualität eine teilweise genetische Disposition gibt. Bislang war Homosexualität in unserer Gesellschaft tabuisiert. Dies hatte zur Folge, daß viele homosexuell veranlagte Menschen genötigt waren ein sog. ‘normales’ Familienleben zu führen. Gene für Homosexualität, welche eliminiert werden sollten, wurden nun gerade dadurch weitergegeben, daß diese Menschen, in eine heterosexuelle Beziehung gedrängt, sich fort-

pflanzen (Blackmore 1999, 137). Allerdings hat Homosexualität nicht nur eine genetische, sondern auch eine memetische und psychologische Komponente. Die heute abnehmende Tabuisierung führt zu der Möglichkeit, daß dieses Verhalten öffentlich bekannt wird und kopiert werden kann.

3. Meme in Interaktion mit anderen Memen

Die einzigen bisher bekannten Replikatoren waren die Gene, deren Besonderheit es ist, daß sie zum einen Kopien von sich selber herstellen, wozu sie den eigenen Zellapparat verwenden, zum anderen auf die Außenwelt wirken, indem sie die Überlebenschancen der Genträger – positiv oder negativ – beeinflussen (Dawkins 1982, 109f.). Die Memtheorie arbeitet mit einem weiteren Replikator, welcher die gleichen Kriterien erfüllt, wenn auch Medium und Wirkungsweise unterschiedlich sind. So entspricht dem Zellmedium der Gene bei Memen die soziale Umwelt des handelnden Individuums, in welcher häufig Imitationen vorkommen; „Aufnehmen und Weitergeben einer Idee entspricht einem Replikationsschritt der Gene“ (Wickler 1978). Der soziale Raum ermöglicht es, durch inter-individuelle Kommunikation und Imitation Kopien von Memen in Gehirnen anderer zu erzeugen. Zudem beeinflussen Meme die Überlebenschancen des Trägerindividuums bzw. der Memkopien in anderen Gehirnen, denn veranlaßt ein Mem das Individuum zum absoluten Schweigen, können Meme nicht weitergegeben werden; und umgekehrt, je eingängiger ein Mem ist, um so mehr Ausbreitungschancen hat es.

3.1 Meme als Promotor für andere Meme

Meme unterliegen dem *Evolution*prozess nach dem bekanntem Mechanismus von Mutation, Selektion, Drift, wie schon bei 'Gemeinsamkeiten von Genen und Memen' ausgeführt.

Es gibt „Memplexe“, ko-adaptierte Meme, die erst gemeinsam funktionieren und sich letztlich sogar exponentiell vervielfachen können. Solch ein 'polymemetisches' System ist Sprache und alles, was mit Sprache zu tun hat. Zudem veranschaulicht gerade das Sprechen das rasant zunehmende Tempo der (Mem-)Evolution.

Durch die Sprache unterscheidet sich der Mensch von allen anderen Lebewesen. Wie es scheint, ist die Sprachfähigkeit des Menschen genetisch evoluiert. Die spezielle Fähigkeit zum grammatisch strukturierten Sprechen, die grammatische Kompetenz,²⁸ ist uns weitgehend angeboren, wir sind dazu genetisch prädisponiert. Steven Pinker (1994) nennt das den „language instinct“. Darin ist aber, im Gegensatz zu anderen Instinkten, die ausführende Handlung nicht mitprogrammiert. Die genetische Prädisposition ist sicherlich unter natürlicher Selektion evoluiert (Pinker und Bloom 1990, 707), die gesprochene Sprache aber ist kein genetisches Erbe, sondern gehört zu den spezifischen kulturellen Merkmalen des Menschen.

Gesprochen werden auf der Welt etwa 5 000 Sprachen, das sind zehnmal so viele wie es Nationen gibt. Allein in Neuguinea unterscheidet man hunderte von Sprachgruppen. Sprachen ändern sich, manche sterben aus, andere breiten sich stark aus und entwickeln Dialekte als örtliche Varianten. Durch Vergleichen findet man Gemeinsamkeiten und

²⁸ Chomskys (1965, 1980) „generative Grammatik“ ist der bekannteste Hinweis auf eine spezielle Anpassung (ein mentales Organ) für Sprache.

Unterschiede sowohl zwischen Dialekten wie zwischen Sprachen. Die abgestuften Ähnlichkeiten kennzeichnen verschiedene Grade der Abstammungsverwandtschaft. Dies wird in einem Sprachenstammbaum abgebildet, genau so, wie man Lebewesen klassifiziert, systematisch nach Verwandtschaften ordnet und daraus ihren phylogenetischen Stammbaum rekonstruiert. Doch gibt es einen wesentlichen Unterschied: Sprachen zeigen diese Entwicklungsgänge an Merkmalen, die nicht genetisch verankert sind. Der Stammbaum der menschlichen Sprachen ist das klassische Beispiel dafür, daß man Kultur-Inhalte nach Abstammungsähnlichkeiten bündeln kann. Ebenso wie im Laufe der Zeit Sprachvarianten auftreten und sich neue Sprachen von bereits bestehenden abzweigen, so entstehen neue Kulturen. Auf diese Weise kommt durch kulturelle Varianten, die sich von bereits existierenden abzweigen, eine eigene „Kultur-Phylogenie“ zustande, die mit der genetischen Phylogenie mehr oder weniger parallel läuft.²⁹

Sprache ist der Memplex, der die Übermittlung von Kognitionsinhalten an andere Individuen ermöglicht. Insofern könnte man sagen, wir sprechen, um Meme zu verbreiten (Blackmore 1999). Doch nicht jedes Reden ist auch sinnvoll, denn Geschwätz (übermäßiges Reden) bleibt wirkungslos. Diese Einsicht mag eine der Wurzeln sein für die Regel 'Reden ist Silber, Schweigen ist Gold'.

Imitation erfordert, daß das bzw. der zu Imitierende auch gesehen oder gehört wird. Unter Verwendung von Sprache macht die Memeverbreitung einen evolutiven Sprung nach vorn, denn sie wird frei vom direkten (sichtbaren) Kontakt und von bestimmten Tageszeiten; Sprechen ist auch ohne Licht und über Mauern hinweg möglich. Außerdem kann das Sprechen das Imitieren beschleunigen, da der Imitator nicht mehr darauf angewiesen ist, die wesentlichen Elemente ge-

²⁹ S. Anmerkung 10.

sehen zu haben, sondern es können mittels Worte direkte Anweisungen gegeben werden; dadurch wird die Memweitergabe, das Kopieren, effizienter.

Sprechen allein war also schon ein Fortschritt; nun kann man Worte aber nicht nur sprechen sondern auch niederschreiben. Mit der Schrift wird der Verbreitungsbereich für Meme sowohl räumlich wie zeitlich vergrößert (vgl. Delius 1990, 311). Mit Sprache und Schrift haben wir über viele weitere Zwischenschritte das heutige PC-Zeitalter erreicht bis hin zur Globalisierung in der Arbeitswelt und in den Kommunikationsmöglichkeiten. Der Markt für Meme ist mit Sprache und Schrift auf die ganze Erde ausgedehnt worden. Jeder kann das Internet nutzen, Emails empfangen und verschicken; und unsere Kultur fördert diesen Trend. Schon kleine Kinder bekommen Computerspiele geschenkt, und für die Großen gibt es technische Erlebniswelten wie Messen, auf der Neuheiten und Zukunftsplanungen vorgestellt und angepriesen werden. Es gibt also eine Koevolution von Sprache, Schrift und Technik, welche sich gegenseitig beeinflussen und die Evolution immer schneller ablaufen lassen, da immer schneller neue Umwelten erzeugt werden.³⁰

An dieser Stelle wird etwas bisher Einzigartiges offenkundig: Der Mensch scheint das erste Lebewesen zu sein, dem es gelingt die aus der Evolution bedingten, genetisch verankerten Bereichsspezifitäten zu überwinden. Zwar gibt es Meme im Tierreich, die einen bestimmten Bereich, z.B. das Nahrungsspektrum erweitern, doch es konnte bisher noch nicht gezeigt werden, daß Tiere damit ihre bereichsspezifischen Grenzen überwinden könnten.³¹

³⁰ S. dazu den Beitrag von G. Schurz in diesem Band.

³¹ S. dazu Beschreibungen zur Imitation und der – fehlenden – Nachahmefähigkeit von Affen bei Zuberbühler u.a. 1996 und Andrew Whiten 1999; vgl. Gigerenzer 1997.

Mittels Sprache drücken wir alle Denkgewohnheiten und geistigen – wahrnehmbare und nicht-wahrnehmbare, reale und fiktive, abstrakte und konkrete – Konzepte aus, die wir zur Erkenntnis rechnen. Doch das Gehirn des Menschen wie auch viele seiner kognitiven Fähigkeiten, sind im Laufe der Evolution als Anpassung an eine spezifische – ökologische und soziale³² – Umwelt entstanden.

Die Arbeitsgruppe um G. Gigerenzer befaßt sich mit adaptivem Verhalten und Kognition und bezeichnet die evolutiv bedingte Bereichsspezifität als „Ökologische Rationalität“ (Ecological Rationality, Hoffrage / Gigerenzer 1998, 74). Diese Bereichsspezifität führt dazu, daß wir den gleichen Sachverhalt in einer bestimmten Darstellungsweise verstehen, in einer anderen aber nicht. „Urteile und Entscheidungen müssen vielfach auf der Basis von unsicheren Indikatoren getroffen werden“ (Hoffrage / Gigerenzer 1998, 74). Zudem entstehen durch moderne Technologien, wie medizinische Tests, Computertechnologien usw., neue Indikatoren, die neue Anforderungen stellen. Wir haben uns also eine neue „Umwelt“³³ geschaffen, auf die unsere Gehirne nicht adaptiert sind. Ein einfaches Beispiel dafür ist die Wahrscheinlichkeitstheorie. Gigerenzer testete die kognitiven Fähigkeiten seiner Probanden (Ärzte und Medizinstudenten verschiedener Länder) mit einer medizinischen Aufgabe.³⁴

Erhielten die Testpersonen die zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung notwendigen Angaben in Prozentsätzen, lagen 95% der Probanden mit ihrem Ergebnis falsch; erhielten sie die Angaben in natürlichen Häufigkeiten,

³² S. dazu Beitrag von W. Wickler in diesem Band.

³³ Im Sinne Gigerenzers ist unter „Umwelt [...] das Format und die Struktur von Information, auf die ein Organismus Zugriff hat“ (75), zu verstehen.

³⁴ Ausführliche Beschreibung der Aufgabenstellung: s. Anmerkung 11.

erzielten die meisten Probanden ein richtiges Ergebnis. Dieses Resultat ist evolutionär auch einsichtig, da in der freien Natur nicht mit Prozenten gerechnet wird, sondern mit ganzen Zahlen. Meme also, welche in der falschen Form dargestellt werden, kann unser Gehirn nicht speichern oder werden bald zugunsten anderer Meme ausselektieren. Es gelingt uns aber zunehmend, die evolutiv bedingte Bereichsspezifität zu überwinden. Wir schaffen uns mittels Memen eine Meta-Ebene, auf der wir die Probleme lösen können. Wenn wir gelernt haben eine Formel anzuwenden, können wir jede Aufgabe daraufhin prüfen, ob die Formel anwendbar ist. Wenn ja, brauchen wir die Aufgabe bzw. die Angaben selbst nicht mehr zu verstehen, wir setzen die Zahlen einfach ein und lösen die Aufgabe. Die Technik hat uns zudem Hilfsmittel bereitgestellt, die derartige Berechnungen übernehmen. Jeder kann den Taschenrechner bedienen und Ergebnisse für Rechnungen erhalten, die im Kopf unmöglich lösbar wären. Wir benutzen in unserem Alltag unzählige Geräte, deren Funktionsweise uns völlig unbekannt und unverständlich ist. Wir kennen die wesentlichen Bedienungshilfen und bewältigen Probleme, die außerhalb unserer kognitiven Verständnisspezifität liegen.

In vielen Belangen unseres alltäglichen Lebens unterliegen aber unsere Entscheidungen weiterhin den evolutiv gewachsenen kognitiven Strukturen. Aus dieser Perspektive wird ein wichtiger Aspekt sowohl für die Partnerwahl wie für die Medienwirksamkeit von Personen verständlich. In einer sich ständig durch neue Techniken wandelnden Umwelt wird es zunehmend wichtiger, sich Neuerungen anzueignen – natürlich durch Imitation. Es wird also immer wichtiger, ein guter Imitator zu sein und die richtigen Vorbilder zu imitieren. Als Richtlinie könnte man formulieren: Ahme den/die nach, welche/r die beeindruckendsten Werkzeuge, farbigste Kleidung, neuesten Techniken hat. Was am meisten Eindruck macht, breitet sich am schnellsten aus. Jeder sollte sich folglich den besten Imitator als Vorbild nehmen (Blackmore 1999, 75).

Imitation setzt aber voraus, daß etwas Imitierbares (senderseitig angeboten) und Imitierwürdiges (empfängerseitig beurteilt) vorhanden ist. Sicherlich ist Imitation allein nicht entscheidend, sondern auch die Produktion von Memvorlagen. Betrachtet man Musik als phänotypische Ausprägung eines Mems, dann ist das Komponieren eine wichtige Bedingung zur Produktion von Memvorlagen. Ein solcher 'Produzent' wird umso mehr Erfolg haben, je eingängiger die Melodie ist. 'Ohrwürmer' oder 'Schmusesongs', welche die seelische Sphäre im Menschen ansprechen, werden besonders häufig gesungen und kopiert. Warum aber sind sanfte, romantische Lieder beliebt? Sie sprechen die Gefühle des Menschen an und wecken Emotionen bzw. ermöglichen eigene, oft unerfüllte Sehnsüchte auszuleben. Filme wie 'Vom Winde Verweht', 'Jenseits von Afrika', 'Pretty Woman' oder 'Shakespeare in Love' sind Beispiele dafür. Sie alle haben die romantische, große Liebe zum Thema, mit Wehmut und Schmerz, aber auch Humor dargestellt, gewürzt mit anrührender Musik. Auch Actionfilme befriedigen Sehnsüchte, das Verlangen ein Held zu sein und Spannung zu erleben. Alles, was die Gefühle der Menschen bewegt, hat große Aussichten, ein Bestseller zu werden. Neben Memen, welche die Emotionen ansprechen, sind solche am erfolgreichsten, welche mit Kernproblemen des Menschen, nämlich Sexualität und Ernährung, verknüpft sind (Blackmore 1999, 41). Beispiele dafür sind kulturell bedingte Schönheitsideale als Maßstab für sexuelle Attraktivität und entsprechende Anleitungen, wie man dieses Schönheitsideal erreichen und erhalten kann. Aus diesem Grund erhöhen sich die Verkaufszahlen einer Zeitschriften, wirbt sie mit den verschiedensten Diäten, sind Schönheitsfarmen und Schönheitschirurgen auf lange Zeit hin ausgebucht, und hatte Viagra (Potenzpille für den Mann) solch einen enormen Erfolg.

Auch Religionen basieren auf Bedürfnissen des Menschen und liefern Regeln zur Erfüllung bzw. zum Umgang mit

ihnen. Menschen suchen nach Gründen, warum ihnen etwas widerfährt, warum anderen nicht, sie möchten Richtlinien haben für den Umgang mit manchen Problemen. Dazu kann eine sozial höhere Instanz dienen, welche als Gottheit bezeichnet wird. Ich möchte betonen, daß es hier nicht darum geht, ob es einen Gott gibt oder er eine Erfindung des Menschen ist; oder welche der Religionen in irgendeiner Frage Recht hat. Ich zeige nur, daß die Theorie der Meme Erklärungen für manche Religionsinhalte, für deren Entstehung und Wirkung bietet, die aus rein genetisch-evolutiver Hinsicht keinen Sinn machen.

Reynolds und Tanner haben sich in ihrem Buch „The biology of religion“ (1983) mit der Frage auseinandergesetzt, wie religiöse Regeln das Überleben und den Reproduktionserfolg eines Individuums beeinflussen und haben dazu Islam, Hinduismus, Buddhismus, Judentum, Christentum bezüglich ihrer Regeln zur Empfängnis, zu deren Verhütung, zu Infantizid, Geburt, Heirat, Scheidung, Tod und Krankheit untersucht. Meist existierte eine Ideenwelt mit einer moralischen Dimension von Gut oder Böse. Je nach Religion, Zeit und den Umständen können Sexualität und entsprechend mit ihr zusammenhängende Tätigkeiten heilig oder sündig sein. Beispielsweise kann Abtreibung als harmlos angesehen werden, aber auch als Todsünde gelten. Es fällt auf, daß je instabiler und unsicherer die Umwelt und je niedriger der Lebensstandard ist, desto mehr drängen die Kultur und die in dieser Region am meisten verbreitete Religion auf Kinderreichtum und hohe Reproduktionsrate. Dies steigert zwar Armut und Unsicherheit, aber die Religionsregeln antizipieren das nicht. Die Umkehrung findet sich, wo Zukunft vorhersagbar und folglich sicher erscheint sowie ein hoher Lebensstandard herrscht. Hier fordern Religionen stabile Ehepartnerschaft, dulden Kontrazeption und betonen Hygiene und Sorge für den Nachwuchs. Es ist offensichtlich, daß religiöse Lehren sich selten mit der Tragkapazität der

Grundzüge der Memtheorie

Umwelt beschäftigen, meist nur mit dem Ausmaß der Fortpflanzung. Allerdings sind Reynolds und Tanners Schlußfolgerungen ein wenig zu simplifiziert. Um ihre Ausbreitung zu garantieren, enthalten die meisten religiösen Memplexe ein „Missionsmem“; zum Wohle anderer Menschen soll der religiöse Memplex auch diesen zugänglich gemacht werden. In Folge dieser Missionen hat sich z.B. das Christentum auch über Afrika ausgebreitet. Doch unabhängig davon, ob das Christentum in einer armen oder einer vergleichsweise reichen Nation verkündet wird, immer enthält es ein Mem gegen Geburtenkontrolle. Dies ist sinnvoll aus der Sicht des Mems, denn ohne Geburtenkontrolle werden mehr Kinder geboren, die in diesem Glauben aufwachsen und diesen Memplex an ihre eigenen Kinder weitergeben können (Blackmore 1999, 135). Daß in reicheren Ländern Kontrazeption oder – teilweise – gar Abtreibung erlaubt sind, liegt nicht an der Religion, sondern an der Emanzipation der „Gläubigen“ (falls es sich nicht nur um sog. Taufschein-Christen handelt).

3.2 Meme als Barrieren für andere Meme

Gerade Religionen mit ihrem starken Ausschließlichkeits- und Universalitätsanspruch zeigen, daß der schon im Kopf vorhandene Mempool über das Schicksal eines neuen bzw. fremden Mems entscheidet.

Die katholische Glaubenskongregation als Hüterin der Glaubensregeln hat zu prüfen und zu entscheiden, was glaubenskonform ist und was vom wahren Glaubensgut abweicht. Betrachtet man eine Glaubensregel bzw. Handlungsvorschrift als ein Mem, so ist der Glaubens- und Handlungskodex der Mempool, in welchem sich neue ‘Glaubensmeme’ bewähren müssen. Zur Zeit der Inquisition wurden Meme, welche nicht in das vorgegebene Memset paßten, radikal

ausgemerzt. Bücherverbrennungen, Redeverbot, Isolationshaft mit Folter sollten die Verbreitung fremder Meme unterbinden. Hartnäckige Andersdenkende wurden sogar getötet.

Der Mensch ist also zugleich Produzent, Imitator, Selektor und Selektionsumwelt der Meme. Blackmore (1999) schreibt: „We produce memes every time we speak, but [...] most will die at birth“ (37). Für uns sind einige Meme akzeptabel, andere nicht; unsere Aufmerksamkeit greift einige sofort auf, unser Gedächtnis hält nur manche fest (s. psychological selection, Munding 1980). Wir hören und lesen Gedanken anderer Menschen und prüfen sie auf Plausibilität (Wickler 1982, Mayr 1998) und Kompatibilität mit dem schon vorhandenen Memset. Klingt eine Theorie, eine Aussage logisch und vernünftig, ist eine Melodie sehr eingängig, wird sie im Gehirn zur weiteren Verwendung gespeichert.

Paßt eine neue Theorie in das bisherige wissenschaftliche Denkgefüge, wird sie häufig zitiert und breitet sich in der Wissenschaftslandschaft aus. Als Darwin seine Evolutionstheorie publizierte und damit völlig neues Gedankengut und neue Betrachtungsweisen sowohl in die damalige Wissenschaft wie auch in das damals vorherrschende Welt- und Menschenbild brachte, stieß er vielfach auf Ablehnung und Empörung. Ähnlich heftig waren die Reaktionen auf E. O. Wilsons Sociobiology. Die Memtheorie kämpft noch um ihre Anerkennung, weil Meme sich bislang den naturwissenschaftlichen Analysemethoden weitgehend entziehen und ihr Erklärungswert noch deutlicher aufgezeigt werden muß.

Meme werden also auf dem Hintergrund des schon im Kopf des Individuums bestehenden Mempool selektiert. Sie können der Eliminierung dadurch entgehen, daß das Trägerindividuum für sie ein neues Umfeld aufsucht. Ein – trauriges – Beispiel dafür sind die Genitalverstümmelungen, welche als Übergangsritual zum Erwachsenenalter an ca. 2 Millionen Mädchen in 28 afrikanischen Ländern Afrikas jährlich zelebriert werden. Obwohl viele Mädchen an den Fol-

gen der Prozedur sterben und, so sie überleben, als Frauen meist lebenslange Schmerzen sowie psychische Schäden davontragen, sind manche der 'beschnittenen' Frauen sogar stolz darauf, obwohl es weder religiöse noch hygienische Gründe gibt. In diesem Mempoole „Beschneidung der Frau“ hat es ein Mem, welches sich gegen diese Grausamkeit auflehnt schwer, zu überleben oder gar sich durchzusetzen.

Waris Dirie, international anerkanntes Photomodell und inzwischen UNO Sonderbotschafterin, wurde in Somalia als Tochter eines Nomaden geboren und mit 5 Jahren an den Genitalien verstümmelt. Zwei Schwestern und zwei Nichten von ihr starben bei der Prozedur. In der europäisch-amerikanischen Mem-Umwelt findet sie Gleichgesinnte, die sie aufruft mitzuhelfen, die Verstümmelung der Frauen in Afrika abzuschaffen (SZ 14.1.2000, Dirie 1998). Inzwischen beginnen auch in Afrika selbst, Meme gegen die Frauenbeschneidung Erfolge zu haben. In Kenia konnte durch die Organisation Ntanira Na Mungambo („Initialisierung durch Beratung“) eine sogenannte „alternative Beschneidung“ erfolgreich eingeführt werden, welche die tatsächliche Beschneidung ersetzt. Damit bleibt das Bedürfnis nach einer Initiation bzw. das Mem, welches eine Initiation als notwendig sieht, vorhanden und ihm wird Genüge geleistet.

Zu den Konflikten zwischen verschiedenen Mempoole – seien es Kulturen, Glaubensinhalte, Verhaltensregeln oder Ehrencodices – gehören alle Ethnienkonflikte, Religionskriege usw. Meme, welche völlig anders sind als die in der eigenen Tradition erlernten, gefährden – zumindest scheinbar – die vorhandenen, und deshalb werden Andersdenkende und Andersgläubige häufig als Bedrohung empfunden; man könnte sagen, 'die in einem wohnenden Meme fürchten um ihre Existenz und ihre Vorherrschaft und wehren sich dagegen'. Die größte Bedrohung geht verständlicherweise von in der Nähe befindlichen fremden Memen aus, den fremden Nachbarn.

L. Salwiczek

In der heutigen Zeit, in welcher der interkulturelle Austausch zum Alltag gehört, nimmt auch die Toleranz gegenüber Andersdenkenden zu. Allerdings in Ländern wie in Afrika oder bei Bevölkerungsgruppen, welche von der Globalisierung nicht direkt betroffen sind, bleibt die Furcht weiter bestehen.

Eine anschauliche Beschreibung, wie schwer neue Meme in den vorhandenen Mempool eindringen können, zum Nachteil der Mem-Träger, bietet der Artikel von Silke Regine Stahl-Rolf (2000) über die Bauern Rußlands. In ländlichen Gebieten herrscht eine althergebrachte Struktur der Landverteilung. Land gibt es nicht als Familieneigentum, sondern jedes Mitglied einer Dorfgemeinschaft erhält ein Stück Land zur Bearbeitung. In bestimmten Abständen werden die Landstücke umverteilt, gemäß den aktuellen Ansprüchen der Familien. Schon 1906 versuchte Pyotr Arkadyevich Stolypin per Gesetz eine Änderung herbeizuführen, um mehr Eigenbesitz und Raum zur individuellen Entfaltung zu schaffen. Aber die alten, tief eingewurzelten Traditionen des gemeinsamen Landbesitzes und der Umverteilung durch die Kommune waren auch durch ein Gesetz nicht zu brechen. Selbst nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion bleibt in ländlichen Gegenden der Glaube an ein vorbestimmtes Schicksal lebendig. Die Bauern bringen der Regierung kein Vertrauen entgegen, sondern halten, wie schon zu Stolypins Zeiten, an den alten Traditionen fest.

Psychologen wissen, daß Inhalte im Gehirn auch in Bereichen gespeichert werden, die nicht zum aktiv genutzten Gedächtnisspeicher gehören, aber den Menschen dennoch zu Handlungen veranlassen, die gewährleisten, daß auch diese Meme imitiert werden können. „[Der Mensch] wunderte sich aber auch über sich selbst, das Vergessen nicht lernen zu können und immerfort am Vergangenen zu hängen: mag er noch so weit, noch so schnell laufen, die Kette läuft mit. Es ist ein Wunder: der Augenblick, im Husch da, im Husch vorüber,

vorher ein Nichts, nachher ein Nichts, kommt doch noch als Gespenst wieder und stört die Ruhe eines späten Augenblicks“ (Nietzsche 1874 in 1967, 115). Ob zum Nutzen oder Schaden: Meme konkurrieren um Speicherplatz in den Gehirnen und damit um einen Platz in unserem aktiven und/oder passiven (Langzeit-)Gedächtnis.

3.3 Was ist ein Mem?

Meme sind nach Susan Blackmore „instructions for carrying out behaviour, stored in brains (or other objects) and passed on by imitation“ (Blackmore 1999, 17) oder in Kurzform „unit(s) of imitation“ (ebda. 5). Das einzige, was aus dieser Definition deutlich hervorgeht, ist, daß Meme nicht außerhalb von Lebewesen prä-existent sind, sondern durch imitationsfähige Lebewesen entstehen, folglich nicht mit Platons „ewigen Ideen“ gleichgesetzt werden können.

Daß Blackmore schon im Vorwort betonen muß, daß „Nobody knows what a meme really is or how large a unit deserves the name ‘meme’“ (ebda.) liegt an der schwammigen Begriffsbestimmung von „Imitation“ sowohl bei Dawkins (1996, 309) als auch bei Blackmore (1999, 66). Beide setzen dabei fälschlicherweise Imitation mit „sozialem Lernen“ (social learning) gleich. Imitation ist jedoch nur eine Form des sozialen Lernens und beinhaltet nach heutigem Verständnis zwei verschiedene Verhaltensgruppen: a) das Kopieren von Lauten (am besten untersucht bei Vögeln) und b) das Kopieren neuer motorischer Geschicklichkeiten (Byrne 1995, 64). Dabei umfaßt echte Imitation (true imitation) nach Thorpe (1956) das Ausführen eines wahrgenommenen Verhaltens (meist eines Artgenossens), das für den Nachahmenden neu und nicht schon in dessen Verhaltensrepertoire vorhanden ist. Dieses Verhalten kann eine einzelne Bewegung sein oder eine Bewegungsabfolge, deren einzelne Ele-

mente bekannt sind, aber nicht in der nachzuahmenden Aneinanderreihung.

Social learning jedoch umfaßt weitere Mechanismen der Informationsweitergabe, z.B. stimulus bzw. local enhancement, emulation (Nacheifern) und teaching (Lehren, Belehren).³⁵ Dawkins selbst formuliert schon 1982 in seinem Buch „The Extended Phenotype“: „A meme should be regarded as a unit of information residing in a brain. It has a definite structure, realized in whatever physical medium the brain uses for storing information.“ (109) und „[memes] are a unit of cultural inheritance, hypothesized as analogous to the particulate gene, and as naturally selected by virtue of its ‘phenotypic’ consequences on its own survival and replication in the cultural environment“ (290). Er erkannte selbst einige Probleme, die seine Definition aufwarf und umschrieb ein „Gedanken-Mem [...] als eine von einem Gehirn auf ein anderes übertragbare Einheit“ (Dawkins 1996, 314). Genauer muß die Beschreibung also lauten: Meme sind Einheiten an Information, die in Gehirnen (oder externen Objekten) gespeichert und auf andere Individuen durch soziales Lernen übertragen werden.

Blackmores Definitionen, insbesondere das Betonen der Übertragung durch Imitation, wie es ebenfalls viele andere von Dawkins übernommen hatten, lassen wichtige Fragen ungeklärt, die sich aus folgenden Beispielen ergeben, die sich aber durch meinen Vorschlag, ein Mem zu beschreiben, klären lassen:

a) Dawkins (1996, 309) nennt als ein Beispiel für Meme die Herstellung von Tontöpfen. Gemäß Blackmores erster Definition ist die Herstellungsanleitung eine Instruktion, um das Verhalten ‘Topfherstellung’ auszuführen. Diese Instruktion ist im Gehirn aufgezeichnet und wird durch „Imitation“

³⁵ S. Anmerkung 12.

weitergegeben. Doch worauf bezieht sich „Imitation“? Auf die Weitergabe der Modellvorstellung oder auf die Durchführung der Handlung?

Diese Frage drängt sich insbesondere für die Imitation von Gesang (oder sonstiger Laute) auf: Sind Meme Instruktionen für das Ausführen von Verhaltensweisen, die durch Imitation weitergegeben werden (Blackmore 1999, 17), so können mit Memen nur identische Verhaltens-Imitationen bezeichnet werden, etwa wenn wir einem Menschen etwas nachsprechen oder ein Singvogel den Gesang eines anderen imitiert. Wenn aber ein Beo (*Gracula religiosa*) menschliche Worte imitiert oder ein Rabe das Schnabelklappern von Störchen mit seinem Stimmapparat nachahmt, so tritt eine Aktivität der Syrinx (der Vögel) an die Stelle der Larynx-Aktivität (des Menschen) oder an die Schnabelbewegungen der Störche, welche das Klappern erzeugen.

In allen Fällen wird eine Information durch soziales Lernen weitergegeben. Unabhängig davon, ob es sich tatsächlich um Imitation handelt, wurde die im Gehirn des Demonstrators existente Memvorlage ausgeführt (Memausführung) und damit kopierbar. Es handelt sich also in all diesen Fällen um Meme.

Wird bei der Topfherstellung die Handlung kopiert, handelt es sich tatsächlich um Imitation, wird aber die Modellvorstellung, also das zu erreichende 'Endziel' übernommen, spricht man von Nacheifern („emulation“, Wood 1989). Nach Byrne ist bei Lautimitation der Handlungsablauf zur Erzeugung des gleichen Lautes sekundär. Insofern könnte – meiner Ansicht nach – die Lautimitation auch als Lautemulation bezeichnet werden, da das Ziel imitiert wird, nicht der 'Weg' dorthin.

b) Die zum Töpfern nötigen Handlungen sind dem Individuum schon vor der Imitation bekannt, so z.B. das Bewegen der Hände zum Kneten und Anfeuchten des Tons, das Be-

wegen der Füße, um die Drehscheibe in Gang zu bringen usw. Byrne nennt diesen Mechanismus der Imitation „string parsing“ (Byrne 1999). Neu ist die Abfolge der Handlungen, wann man wieviel Wasser zum Ton gibt, wann man in einer bestimmten Stärke die Scheibe dreht usw. Daß der dabei hergestellte Tontopf identisch aussieht wie das Original, ist dabei nicht impliziert. Doch selbst schon bekannte Bewegungsweisen müssen modifiziert werden, z.B. wie leicht oder stark der Druck der Finger sein muß, um bestimmte Formen zu erzeugen. Diese Feinheiten sind nicht vermittelbar und können entsprechend auch nicht sofort imitiert werden; sie erfordern Übung und eigenes Erfahrungssammeln.

c) Imitieren legt nahe, daß die Kopie dem Vorbild gleicht. Eine Geschichte als Mem müßte man genauso erzählen, wie man sie selbst gehört oder gelesen hat. Susan Blackmore (1999, 14) bringt als Beispiel die Geschichte einer Frau, welche ihren Pudel in der Mikrowelle trocknen wollte, mit dem bedauerlichen Ergebnis, daß der Hund zwar trocken, aber auch tot war. In Kopien dieser Erzählung werden allerdings nicht nur Worte umgruppiert, sondern gar die Frau durch Kinder und der Pudel einmal durch einen Chihuahua, ein anderes Mal durch eine Katze ersetzt. Für Susan Blackmore (1999) sind all diese Varianten ungenaue Kopien der ursprünglichen Geschichte. Tatsächlich ist die Kopie ungenau, sofern mit Mem die Instruktion zur Erzählung der Geschichte mit der Abfolge bestimmter Inhalte gemeint ist. Gilt als Mem aber der *Inhalt, der Informationsgehalt* der Geschichte, daß Tiere einen Mikrowellenaufenthalt nicht überleben, so wird diese Information in jeder Variante der Geschichte getreu weitergegeben. Die Einzelheiten, z.B. um welches Tier es sich handelt, sind ein Beiwerk, welches dazu beiträgt, die Geschichte interessanter zu machen und eventuell zu gewährleisten, daß sie häufiger weitergegeben wird (vgl. Psychological Selection von Munding 1980).

Dawkins erläutert das an Darwins Evolutionstheorie: „Ebenso meinen wir mit der Aussage, daß alle Biologen heutzutage Darwins Theorie für richtig halten, nicht, daß im Gehirn jedes Biologen genaue Kopien der Worte Darwins eingraviert sind. [...] Viel von dem, was Darwin sagte, ist im Detail falsch. Würde Darwin dieses Buch lesen, so würde er seine eigene Theorie kaum darin wiedererkennen [...]. Doch trotz alledem ist im Kopf jedes Individuums, das die Theorie versteht, etwas Bestimmtes – das Wesen des Darwinismus – vorhanden“ (Dawkins 1996, 314).

d) In ihrer Definition legt S. Blackmore darauf Wert, daß Meme durch Imitation weitergegeben werden. Wie wichtig aber ist der Vorgang der Imitation tatsächlich? Dawkins nennt als weiteres Beispiel für Meme Melodien (Dawkins 1996, 309). Werden Melodien zu Memen, wenn sie von jemand anderem gespielt werden oder sind sie schon Meme, wenn sie in meinem Kopf entstehen?

Das Gen als Replikator ist (im einfachsten Fall) definiert als ein DNS-Segment, welches die Information für ein Genprodukt speichert und diese „Information von einer Generation an die nächste weitergibt“ (Suzuki u.a. 1991, 674). Das gilt auch, wenn ein Gen keine Möglichkeit bekommt, das, wozu es potentiell in der Lage wäre, auch zu tun, und keine Kopien an eine nächste Generation weitergibt. Gene bleiben Gene, ob sie nun tatsächlich kopiert und weitergegeben werden oder nicht.

Meme aber werden nach Blackmore erst zu Memen, wenn sie tatsächlich kopiert worden sind. Daraus ergeben sich zwei Probleme:

1. Um zu wissen, ob der gespeicherte Inhalt eine Kopie oder ein Original, also kein Mem, ist, muß man immer die Vorgeschichte dieser Verhaltensweise und des Individuums kennen. Andernfalls könnte das, was man sieht, ja ein Original sein und keine Kopie und wäre folglich kein Mem. Oder

das Individuum führt diese Verhaltensweise aus, weil sie schon in seinem Repertoire vorhanden ist und nur hervorgehoben wurde. Gemäß dem Brockhaus Lexikon (1998, Band 9, 454) bedeutet Imitation, daß „wahrgenommene Verhaltensweisen (Bewegungen, Lautäußerungen) von Mensch oder Tier von einem anderen Lebewesen mit angestrebter Ähnlichkeit hervorgebracht werden.“ Zur Verwechslung mit Imitation kommt es, „weil man ein Individuum mit einer Verhaltensweise sieht, und kurz darauf ein anderes eben diese Verhaltensweise ebenfalls zeigt“ (Noble / Todd 1999, 67). Doch dies ist in manchen Fällen keine „angestrebte“ Ähnlichkeit, sondern kann eine „vorgegebene“ sein, wenn nur solche Reaktionen möglich sind, die im Repertoire des Beobachters schon vorhanden sind. Dieser soziale Effekt, der selektiv eine bestimmte Antwort hervorruft, wird „soziale Ansteckung“ (social facilitation, response facilitation, Byrne 1994) genannt. Mit der Betonung von „angestrebter Ähnlichkeit“ wird das Phänomen der Ähnlichkeit aufgrund sozialer Ansteckung ausgeschlossen. Beispiele für response facilitation sind Lachen und Gähnen, die durch Stimmungsübertragung bei anderen Individuen eine gleiche Verhaltensweise erzeugen (Byrne 1995, 58; Blackmore 1999, 47), sowie die angebliche Fähigkeit Neugeborener, das Lächeln, das Herausstrecken der Zunge oder andere Mimiken eines Erwachsenen mit dem gleichen Verhalten zu beantworten (Meltzoff / Moore 1977). Tatsächlich wird das Verhalten nicht imitiert, sondern nur aufgerufen (Byrne 1995, 59) und besteht in einer vorgegebenen Ähnlichkeit zum Vorbild, nicht in einer angestrebten, wie es bei Imitation der Fall wäre.

2. Ein Mem kann nur als solches erkannt werden, wenn es ausgeführt wird. Die im Gehirn gespeicherte Kopie kann man nicht erkennen und folglich nicht als Mem bezeichnen. Ein Individuum, welches ein anderes sieht, hat nach Blackmore eine Kopie dieser Verhaltensweise im Kopf

und folglich ein Mem. Also nur ein Individuum, welches aufmerksam und interessiert zusieht, speichert tatsächlich eine Kopie, d.h. ein Mem.

Diese Probleme lösen sich auf, wenn das Wesentliche für ein Mem im potentiell möglichen Informationstransfer liegt. Bei der Entstehung von Ideen oder Melodien im Gehirn eines Individuums aufgrund spontaner Eingebungen oder Schlußfolgerungen durch logisches Denken entsteht etwas, das kopierbar ist. Ich nenne dies eine Memvorlage. Die Memvorlage selbst kann nicht direkt kopiert werden, da die neuronalen Speichereinheiten nicht wahrzunehmen sind. Also erst wenn diese Memvorlage als Verhaltensweise (Memausführung) sichtbar oder akustisch bzw. optisch wahrnehmbar gemacht wurde, kann eine Kopie im Gehirn eines anderen Individuums angelegt werden. Memvorlage (s. i-culture bei Cloak) und Memausführung (s. m-culture bei Cloak) nenne ich Mem, unabhängig davon, ob ein anderes Individuum dieses Mem tatsächlich in seinem Gehirn speichert.

e) An Melodien wird zum einen deutlich, daß die Wahrnehmbarkeit einer Memvorlage wichtig ist, zum anderen, daß Worte nicht die einzigen 'Bausteine' für Meme sind, sondern „the phenotypic effects of a meme may be in the form of words, music, visual images, style of clothes, facial or hand gestures, skills such as opening milk bottles in tins, or panning wheat in Japanese macaques“ (Dawkins 1982, 109).

f) Mit dem Beispiel des Milchflaschen-Öffnens bei Meisen³⁶ führt Dawkins eine Tradition an, die nicht auf Imitation beruht, auch wenn es auf den ersten Blick so scheinen mag. Die einfachste Erklärung für die Ausbreitung dieser

³⁶ S. Anmerkung 13.

Verhaltenstradition ist das sog. *stimulus enhancement*³⁷ (Spence 1937). Damit ist gemeint, daß die Wahrscheinlichkeit, daß Tiere einen Gegenstand aufsuchen oder damit in Berührung kommen, dadurch gesteigert wird, daß sie ein anderes Individuum (meist einen Artgenossen) dabei beobachten, wie es sich mit dem Gegenstand beschäftigt (Byrne 1995, 56). Wenn sich der Beobachter nun selbst mit dem Gegenstand beschäftigt, wird er, aufgrund eingeschränkter Möglichkeiten mit dem Stimulus umzugehen, durch Versuch und Irrtum bald auf die gleiche Lösung kommen. Bei den Meisen imitierte ein beobachtendes Individuum also nicht eine Milchflaschen-öffnende Meise, sondern der Beobachter flog zu der Flasche, da sein Interesse darauf gelenkt wurde und bearbeitete den Deckel in meisentypischer Weise, mit dem Ergebnis, daß es – zufällig – ebenfalls das Milchflaschen-Öffnen erlernte.

g) Einen Grenzfall des sozialen Lernens bildet das Prägungslernen (engl. „imprinting“). Damit bezeichnet man „einen einmaligen, unumkehrbaren Einbau spezifischer individueller Erfahrungen in erbliche Verhaltensprogramme“ (Gattermann 1993, 217). Bei diesem Vorgang besteht in einer begrenzten Zeitspanne, der sog. sensiblen Phase, die meist in der frühen Ontogenese eines Individuums liegt, eine verstärkte Lernbereitschaft für spezifische Reize, Situationen und Verhaltensprogramme. So zeigen z.B. junge Kaninchen gleiche Nahrungspräferenzen wie ihre Mutter, aber nicht weil sie diese bei der Auswahl der Nahrung beobachtet hätten und sie nun nachahmen, sondern weil die Muttermilch Geschmacksstoffe dieser Nahrung enthalten hat und die Jungen nun bevorzugt die Nahrung zu sich nehmen, die diese Geschmacksstoffe ebenfalls enthält (Geschmacksprä-

³⁷ Wird die Aufmerksamkeit statt auf einen Gegenstand (= Stimulus) auf einen bestimmten Ort gelenkt, nennt man dies *local enhancement*.

gung, Hudson 1999). Ähnlich verhält es sich mit unserem Lernen der Muttersprache und dem Gesanglernen bei Vögeln. Bei Menschen und Vögeln speichert der Nachwuchs das Gehörte, bevor eine eigene Lautproduktion möglich ist. In einer 'Plapperphase' bzw. sub-song-Phase gleichen sie, nachdem die sensible Phase schon längst abgeschlossen ist, ihre Lautproduktion dem gespeicherten Vorbild an (Baptista u.a. 1993, Alcock 1996, 29f., 73). In allen drei Fällen werden Informationen (Verhaltensweisen bzw. Lautinformationen) weitergegeben, welche das Jungtier übernimmt bzw. nachzuahmen versucht. Es handelt sich also um tradierte Meme. (Werden Prägungslernen und Lernen mit prägungsähnlichen Zügen nicht als Weitergabemechanismen von Memen akzeptiert, wären Gesang und Muttersprache keine Memplexe, aber die mit der Muttersprache ausgedrückten Inhalte wären Meme, wie auch im späteren Leben gelernte Sprachen als Memplexe bezeichnet werden müssen.)

Nicht zum sozialen Lernen gehören z.B. Ortsprägung, Objektprägung, Nachlaufprägung oder sexuelle Prägung. In diesen Fällen wird ein unbedingter Reiz in der sensiblen Phase zu einem bedingten, aber das Jungtier übernimmt keine Information von einem Individuum, selbst wenn dieses – zufällig – Träger dieses Reizes ist. Cavalli-Sforza und Feldman (1981) gehen davon aus, daß kulturelle Einheiten nicht nur durch Imitation und direktes Lehren (engl. „teaching“) weitergegeben werden, sondern auch durch Prägung und Konditionieren. Sie beschränken sich also nicht auf das soziale Lernen. Damit wird der Membegriff synonym zum Begriff Information, unabhängig von Tradieren. Aber es gibt auch Informationen, die keine Meme sind. Z.B. enthalten Farben Informationen (z.B. signalisiert die rote Farbe eines Apfels Reife), Farben sind aber keine Meme.

L. Salwiczek

4. Anwendung der Memetik

4.1 Meme als Ursache für Gehirnwachstum

Ein größeres Gehirn bringt gegenüber einem kleineren Gehirn verschiedene Nachteile mit sich. Es bedarf mehr Materials, um es aufzubauen; dann ist es teuer zu unterhalten, zumal es ohne Unterbrechung arbeitet; und schließlich braucht es einen großen Hirnschädel, der Gefahren bei der Geburt für Mutter und Kind mit sich bringt (Blackmore 1999, 70). Es muß also einen Selektionsdruck gegeben haben, der größer war als all diese Nachteile (Delius 1990, 317). Welcher das war, weiß man (noch?) nicht. Es gibt viele verschiedene Theorien,³⁸ wie es zum Anwachsen des Gehirnvolumens beim Menschen kam. Blackmore (1999) stellt auf der Basis der Memtheorie eine neue Hypothese auf: Der Ursprung für das sprunghafte Anwachsen ist in der Koevolution von Gehirn und Memen zu suchen: „The turning point in our evolutionary history was when we began to imitate each other“ (74).

Die erste Imitation findet sich bei *Homo habilis* vor 2,5 Millionen Jahren (76). Das entscheidende war dabei nicht die Werkzeugherstellung an sich, sondern, daß sie sich durch gegenseitiges Imitieren der Individuen schnell in der Population ausbreitete. Hat die Verbreitung durch Imitation einmal begonnen, gewinnt die Fähigkeit zu Imitieren immer mehr an Bedeutung. Es setzt eine „selection of imitation“ (Blackmore 1999, 77) ein. Ein guter Imitator ist derjenige, der Handlungen anderer gut nachahmen kann, aber auch die richtige Entscheidung trifft, wen (oder was) es in einer bestimmten Situation zu imitieren gilt. Ein guter Imitator hat Vorteile: er kann anderen neu erfundene Techniken ab-

³⁸ Z.B. die social intelligence hypothesis und die foraging niche hypothesis, s. dazu Barton / Dunbar 1997, Kummer u.a. 1997.

schauen, spart damit Zeit, selbst auf die Lösung kommen zu müssen, eventuell auch die Gefahr, sich zu verletzen, da er durch aufmerksames Beobachten des anderen alle gefährlichen Fehler vermeidet. Solche Individuen werden anderen gegenüber einen Fitneßvorteil haben. Folglich breiten sich deren Gene für (eine immer weiter wachsende) Imitationsfähigkeit in der Population aus. Unter der Voraussetzung, daß sich die Umwelt nicht allzu stark ändert, haben Richardson und Boyd (1992) mathematisch gezeigt, unter welchen Bedingungen natürliche Selektion soziales Lernen – einschließlich Imitation – höher bewertet als individuelles Lernen durch Ausprobieren. Damit übernehmen die Meme die Führung über die Gene und schaffen einen neuen Selektionsdruck zugunsten weiterer Imitation. Auf dieser Stufe rückt eine Selektion auf die „selection for imitating imitators“ (Blackmore 1999, 77) in den Vordergrund. Es ist nun nicht mehr nur wichtig, eine bestimmte Technik zu imitieren, sondern überhaupt möglichst gut nachahmen zu können. Dieser Prozeß geht eskalierend weiter (Blackmore 1999, 78). Stützend kommt sexuelle Selektion hinzu: Frauen, die einen guten Imitator heiraten, haben Selektionsvorteile. Wie findet sie diesen Partner? Indem sie – da Meme und Neuerungen rasch wechseln – einen allgemein guten Imitator wählen, und ein guter Imitator zu sein, erfordert ein großes Gehirn.

Ein Hinweis scheint mir an dieser Stelle angebracht: memetische Evolution hat nichts mit Lamarck'schem Denken zu tun! D. h. es gehen keine Imitationsinhalte ins genetische Erbgut, sondern die – memetische – Umwelt ändert sich dahin, daß sich Gene für große Gehirne, damit für gute Imitatoren, in der Population ausbreiten, gemäß Darwinscher Selektion.

Blackmores Hypothese, daß Meme das enorme Hirnwachstum angeregt und vorangetrieben haben, ist kompatibel mit der Evolutionstheorie sowie spieltheoretischen Modellen für Kooperation. Dennoch bleibt die Hypothese weit-

L. Salwiczek

gehend spekulativ, wie sie selbst zugibt (Blackmore 1999, 81). In der Verhaltensforschung an Tieren dagegen ist das Mem-Konzept schon erfolgreich eingesetzt worden für die Analyse der kulturellen Evolution tradierter Vogelgesänge auf der Basis der Gesangsanalyse sowie neuro-anatomischer und neuro-histologischer Untersuchungen der Vogelgehirne (insbesondere der Singvögel).

4.2 Meme bei Singvögeln

Singvögel (Passeriformes, Suborder Oscines) lernen ihre Gesänge von Artgenossen; dieses Gesangslernen korreliert mit der Ausdifferenzierung definierter Gehirnerkerne im Vorderhirn. Diese Kerne fehlen allen Nicht-Singvögeln, die ihre Gesänge nicht lernen. Bezeichnend sind zwei Ausnahmen von dieser Regel: die Gesang lernenden Papageien (Psittaciformes) und Kolibris (Trochiliformes) haben an fast den gleichen Orten im Gehirn ebenfalls solche speziellen Gehirnerkerne mit ähnlicher Verschaltung entwickelt (Gahr 2000).

Blackmores Theorie des Einflusses von Memen auf das Gehirnwachstum könnte durch weitere neurologische Untersuchungen an Singvögeln untermauert werden, wie die folgenden Ausführungen – hoffentlich – zeigen werden.

Jenkins (1977) untersuchte zwischen 1970 und 1974 frei lebende Lappenstare (*Philesturnus carunculatus rufusater*) auf Inseln vor der Küste Neuseelands. Sie gehören zu einer in Neuseeland endemischen Singvogel-Familie, werden mindestens sieben Jahre alt, leben in festen Territorien, die sie durch Gesang gegen das Nachbarterritorium abgrenzen, und gehen weitgehend lebenslange Paarbindungen ein.

Die Männchen äußern einen lauten 'männlich-rhythmischen Gesang' (MRG), der ausschließlich von territorialen, verpaarten Männchen gesungen wird. In der untersuchten Population gab es neun verschiedene Varianten des

MRG, von denen ein Individuum eine bis vier beherrschte. Diese Varianten werden als Dialekte bezeichnet und unterschieden sich in der Anzahl wiederholter Silben sowie in Tonhöhe u.a. Mehrere territoriale Nachbarn sangen den gleichen Dialekt³⁹ und konnten zu einer Gruppe zusammengefaßt werden. Diese Gesangsgruppen blieben über die Jahre hinweg am gleichen Ort und waren in ihrem Muster stabil. Junge männliche Vögel wandern nach dem Flügel-Werden frei durch die Territorien, möglichst weit weg vom Vaterterritorium. Entweder gründen sie neue Territorien oder übernehmen den Platz eines verstorbenen Altmännchens. Vor Ort lernen sie den Gesang der Territoriennachbarn. Dies dauert ein paar Tage bis Wochen, in denen sie zuerst fehlerhafte Varianten des Ortsdialektes singen, schließlich aber originalgetreue Kopien der imitierten Gesangsmuster wiedergeben. Verschiedentlich registrierte der Autor plötzliche Veränderungen in der Tonhöhe, der Anzahl wiederholter Silben u.a. Das Ergebnis wurde, sobald es etabliert war, für einige Jahre am Entstehungsort unverändert gesungen und weitergegeben. Jenkins nannte dies „kulturelle Mutation“. War die Weitergabe aber wirklich traditiv oder gab es genetische Einflüsse auf das Erlernen eines Dialekts? Selbst drei- und vierjährige, adulte Männchen, die in eine neue Dialektgruppe eingewandert waren, lernten in kurzer Zeit den ortseigenen Dialekt. Da sie ebenfalls den nachbarschaftlichen Gesang übernahmen, hatten sie als Vorbilder teilweise Individuen, die jünger waren als sie selbst.

Erstmals in der Memetik wurden bei der Gesangs-Untersuchung des Buchfinken (*Fringilla coelebs*) Meme klar definiert. Lynch und seine Kollegen (Lynch u.a. 1989) untersuchten auf Neuseeland 1985–1986 verschiedene Buchfinken-Populationen. Der Gesang besteht aus einem Triller und einer folgenden Schlußphase, die aus einer An-

³⁹ Definition: s. Fußnote 10.

einanderreihung bestimmter Silben besteht. Die Wissenschaftler bestimmten das Silbenrepertoire für jedes Individuum sowie für jede Population. Die Silbentypen wurden klassifiziert und die einzelnen Silben, mit allen Varianten, die sich aus Unregelmäßigkeiten in Frequenz oder zeitlichem Ablauf als Folge von Kopierfehlern ergaben,⁴⁰ diesen Silbentypen zugeordnet. Zwei grundlegende Einheiten für kulturelle Weitergabe wurden gefunden: Silbenvarianten und Silbentypen. Als Gesangs-Mem gelten die einzelnen Silben, wie auch feste Folgen von Silben, sofern sie durch Lernprozesse von einem Individuum auf ein anderes übertragbar sind. Besteht also ein Gesang aus den Silben A, B, C, D, dann sind das vier Meme von je einer Silbe (A, B, C, D), drei Meme aus zwei Silben (AB, BC, CD), zwei Meme aus drei Silben (ABC, BCD) und ein Mem, das aus vier Silben (ABCD) zusammen gesetzt ist. Vergleicht man nur die Einzelsilben, sind alle Paare in den Populationen sich gleich ähnlich (alle haben A, B, C). In den längeren Memen sind sich die Populationen unterschiedlich ähnlich: Während zwei Populationen in sechs Memen übereinstimmen, haben diese mit einer dritten Population nur drei Meme gemeinsam. Es zeigt sich eine geographische Verbreitung verschiedener Meme, so wie sich auch die Populationen geographisch einander zuordnen lassen. Aus den Daten läßt sich die Mutationsrate für Meme errechnen, die wesentlich höher liegt als genetische Mutationsraten, und es lassen sich die Entstehung und Ausbreitung einzelner Meme verfolgen.

Dies ist eine Analyse auf der phänomenologischen Ebene, also am Gesang selber. Die Neuroanatomie erforscht neuerdings die silbische Repräsentation im Gehirn (Ribeiro u.a. 1998). Spielt man einem adulten Kanarienvogel Gesangssil-

⁴⁰ Sichtbar gemacht werden Gesänge an einem sog. Sonagraphen mittels eines Computerprogramm, das die Laute als Graphen der Frequenz in Abhängigkeit von der Zeit darstellt.

Grundzüge der Memtheorie

ben vor, so treten in einem bestimmten Gehirnbereich (dem caudomedialen Neostriatum, NCM) spezielle Proteine auf, die sich in Hirnschnitten anfärben lassen. Dieser Hirnbereich dient insbesondere der Wahrnehmung und Verarbeitung akustischer Reize. Die sog. ZENK-Proteinreaktion ist am höchsten für intraspezifischen Gesang, halb so stark für artfremden Gesang und fast Null bei künstlichen Lauten. Spielt man einen ganzen Gesang vor, so reagierte ein großer Bereich des NCM. Auf einzelne Silben reagiert hingegen nur ein enges Gebiet im NCM.

Dabei aktiviert jede Silbe eine Zellgruppe, deren Position systematisch entlang der dorsoventralen Achse als eine Funktion der Frequenz variiert: tiefe Frequenzen waren eher dorsal, hohe Frequenzen ventral zu finden. Die Silben wurden einmal in schneller Abfolge als Sequenz, das andere Mal gleichzeitig als Akkord vorgespielt. Beide Silbenkombinationen waren wie die einzelnen Silben charakterisiert durch ein Band von Aktivität dorsoventral im rostralen NCM; aber die Silben-Sequenz ergab ein gänzlich anderes Aktivitäts-Muster als die Präsentation eines Silbenakkords. Es ist also möglich, die topographische Verbreitung einer großen Population auf Gesang reagierender Neurone im Gehirn zu untersuchen. Und diese Neurone antworten selektiv auf einzelne Silben und Silbenkombinationen, also auf die Meme, die auch phänotypisch definiert sind.

5. Zusammenfassung

- Meme sind Informationseinheiten, die in Gehirnen (oder externen Objekten) gespeichert und durch soziales Lernen auf andere Individuen übertragen werden.

- Die Übertragung erfolgt über verschiedene Sinnesmodalitäten (vornehmlich visuell und akustisch, aber auch olfaktorisch⁴¹, taktil, z.B. in der Blindenschrift)
- Dazu ist es nötig, daß die als neuronale Struktur im Gehirn existente Memvorlage wahrnehmbar gemacht wird in der Memausführung, die kopiert werden kann.
- Eine potentiell kopierbare Informationseinheit (Memvorlage und Memausführung) bleibt ein Mem, unabhängig davon, ob ein anderes Individuum dieses Mem tatsächlich (als Kopie) in seinem Gehirn speichert.
- Mechanismen des sozialen Lernens sind bestimmte Formen von Prägung (Geschmacksprägung, vokale Prägung), bei denen Verhaltensweisen der Demonstrators übermittelt werden, sowie local bzw. stimulus enhancement, imitation (Nachahmen), emulation (Nacheifern) und teaching (Lehren, Belehren)
- Akustische Prägung und Geschmacksprägung begründen Verhaltenstraditionen (Singen eines Gesangs – bzw. Dialekts – oder eine Nahrungspräferenz). Zur korrekten Ausführung der übernommenen Information ist Übung nötig. Im Gegensatz zur akustischen Prägung und Geschmacksprägung stehen z.B. Nachlauf-, Orts- und sexuelle Prägung. In diesen Fällen wird keine Verhaltensweise des Demonstrators vom Lernenden übertragen, sondern ein Reiz konditioniert. Sie gehören nicht in den Bereich des sozialen Lernens.
- Wird das Prägungslernen als einfachste Möglichkeit des sozialen Lernens grundsätzlich ausgeschlossen, entsteht eine Trennung zwischen Traditionen, in denen Meme weitergegeben werden (z.B. das Milchflaschen-Öffnen der Meisen) und Traditionen, die keine Meme enthalten (z.B. Geschmackstraditionen, die über die Muttermilch weitergegeben werden). Besonders abstrus würde dies

⁴¹ z.B. bei Ratten, s. Posadas-Andrews A. / Roper, T. J 1983.

Grundzüge der Memtheorie

bei der menschlichen Sprache: Deutsch als Muttersprache wäre kein Memplex, da in einem prägungsähnlichen Modus erlernt; Deutsch als Zweitsprache wäre aber ein Memplex, da mittels Imitationslernen angeeignet!

6. Schlußbemerkung

Den Wissenschaftlern um die Jahrhundertwende war klar, daß nicht das Phän (gelbe bzw. grüne Farbe von Erbsen), sondern die *Information* für das Phän erblich weitergegeben wird, wenn auch die genaueren Strukturen erst Jahre später entdeckt wurden (s. Anmerkung 1). Vergleichbar sind die Verhältnisse in der Memetik. Die Ergebnisse in der neurologischen Forschung bezüglich akustischer, visueller, motorischer und kognitiver Repräsentation und Verarbeitung von Information lassen hoffen, daß Meme einmal 'sichtbar' werden. Die Tragfähigkeit der Ergebnisse der Neuroanatomie sowie ihre Einbindung in die Memtheorie muß sich in weiteren Untersuchungen erst herausstellen. Vielleicht kann die Memetik als Teil oder Basis der Kognitions- und Gehirnforschung wichtige Erklärungsarbeit leisten, indem sie eine Vergleichsebene für verschiedene, v.a. akustische Kommunikationssysteme und kognitive Leistungen von Tier und Mensch schafft.

L. Salwiczek

7. Anmerkungen

1. Die Entdeckung der Erbsubstanz (nach Jahn 1990)
Vorläufer heutiger Genetiker sind Physiologen des 19. Jahrhunderts, welche sich insbesondere mit den Zellen, deren Bildung, Wachstum und Funktion für den Organismus (heute Embryologie, Zytologie, usw.), beschäftigten. Der Botaniker Robert Brown (1773–1858) entdeckte 1831 in Orchideezellen den Zellkern (329), 1875 gelang es Oscar Hertwig (1849–1922) – gleichzeitig mit Eduard Straßburger (1824–1912) an Koniferen – erstmals mittels künstlicher Befruchtung von Seeigeln die Verschmelzung des Eikerns mit einem männlichen Kern als eigentlichen Befruchtungsvorgang nachzuweisen. E. Miescher (1844–1895) konnte während seiner chemischen Untersuchungen 1869 die Kernsubstanz, welche er *Nuclein* nannte, isolieren und 1878 kristallisieren. 1879 benennt der Anatom Walther Flemming (1843–1905) Zellstrukturen, welche sich mittels alkalischer Anilinfarbstoffe anfärben lassen, Chromatin, beschreibt dessen Längsteilung im Verlaufe der Zellteilung (der Mitose) in seinem Werk *Zellsubstanz, Kern und Zellteilung* (1882) und erkennt, daß Mieschers Nuclein identisch ist mit seinem Chromatin. Das Chromatin läßt sich in beobachtbare Einzelstrukturen zerlegen, welche Wilhelm Waldmeyer 1888 als Chromosomen bezeichnete. 1887 schließlich leitet August Weismann (1834–1914) hypothetisch die identische Halbierung des Keimplasmas durch eine zweite Kernteilung ab, was erst 1903 von Theodor Boveri durch mikroskopische Untersuchungen tatsächlich nachgewiesen werden konnte und 1905 als Meiose bezeichnet wurde.

Es bedurfte etwa eines dreiviertel Jahrhunderts, um die chemischen Bestandteile der genetischen Struktur,

die wir heute als Erbsubstanz bezeichnen, zu entdecken und ihre Funktion bei der Fortpflanzung nachzuweisen.

Merkmalsweitergabe

Parallel dazu untersuchten Wissenschaftler die Weitergabe von Merkmalen. Der berühmteste von ihnen ist der Augustinerpater Johann Gregor Mendel (1822–1884). Er zeigte an Erbsen, daß sich die Merkmalsanlagen im Erbgang regelhaft aufspalten (Segregation). In seiner 1865 publizierten Schrift *Versuche über Pflanzen-Hybriden* (42) folgert er aus seinen Ergebnissen, „daß die Entwicklung nach einem constanten Gesetze“ geschieht, das „in der materiellen Beschaffenheit und Anordnung der Elemente begründet ist, die in der Zelle zur lebensfähigen Vereinigung gelangen“ (439).

Erst um 1900 wird Mendels Arbeit durch die Botaniker Hugo de Vries (1848–1935), Carl Erich Correns (1864–1933) und Erich von Tschermak-Seysenegg (1871–1962) wiederentdeckt und erfährt weltweite Anerkennung. „Diese gleich dreifache Bestätigung der Mendelschen Vererbungsgesetze zugleich mit der Anwendung der zytologischen Erkenntnisse über die Erscheinung der Merkmalsspaltung gab dem Jahr 1900 den Charakter eines Marksteins für die Begründung der Genetik [...]“ (442f.).

Zur Überprüfung von Darwins Pangensis-Hypothese befaßte sich de Vries mit zytologischen Studien und nahm an, daß die Organismenwelt „das Ergebnis unzähliger verschiedener Kombinationen von relativ wenigen Faktoren sei“ (440). Schon 1889 „formulierte“ er als „Hauptaufgabe einer Vererbungswissenschaft“, den Nachweis der „Selbständigkeit und Mischbarkeit [...] der erblichen Anlagen“ zu erbringen.

Der Botaniker Wilhelm Johannsen (1857–1927) verkürzte Darwins (und de Vries') Pangen und führte 1909 in seinem Lehrbuch *Elemente der exakten Erblich-*

keitslehre für den hypothetischen (!) materiellen Vererbungsträger (Anlage) die Bezeichnung Gen [...] ein. Für die Gesamtheit der Anlagen (Vererbungstypus) prägte er den damals abstrakten Begriff *Genotyp* als Gegenstück zu dem immerhin statistisch erfaßbaren *Phänotyp*, dem realen Erscheinungstypus eines Individuums oder einer Variationsreihe, womit Johannsen das komplexe Ergebnis der Genwirkung und der Umwelteinflüsse meinte (heute: Produkt der Epigenese).

Die ersten 30 Jahre des 20. Jahrhunderts wurden dominiert von der sog. klassischen Genetik. Besondere Erfolge konnte die Forschergruppe um Thomas Hunt Morgan (1866–1945) vorweisen, „die mit ihren experimentellen zytogenetischen Untersuchungen an der Taufliege (*Drosophila melanogaster*) Erkenntnisse über die materiellen Erbträger der Kernstrukturen erbrachten, [...]“ (449). Walter Stanborough Sutton (1876–1916) formulierte in seiner Abhandlung *The chromosomes in heredity* (1903) erste Gedanken zu einer Chromosomentheorie der Vererbung. Diese Theorie entwickelte Morgan in *The theory of gene* (1926) weiter zu einer Gentheorie (452). Und 1929 schließlich schrieb H. J. Muller in seinem Werk *The Gene as the basis of life*, „daß Gene die eigentlichen Grundlage des Lebens seien“ (452).

Moderne Genetik

Erst mehr als 100 Jahre nach der Entdeckung des Zellkerns und der Erforschung seiner Strukturen gelang es, die Helix-Struktur der Erbsubstanz, des DNS-Moleküls, mittels biochemischer (J. D. Watson und F. Crick 1953; Vorarbeiten von Chargaff 1950/51) und radiokristallografischer (R. Franklin und M. Wilkens) Untersuchungen aufzuklären und den Prozeß der identischen Reduplikation (Kopienherstellung) zu verstehen. Bis dahin war und blieb das Gen ein theoretisches Konstrukt, welches

sich für die Forschung als sehr hilfreich erwies, auch wenn es in all der Zeit nicht faßbar war.

2. Das inzwischen auch häufig im Deutschen verwendete DNA stammt vom englischen *Desoxyribonucleinacid*. Die DNA (deutsch: DNS) ist aufgebaut aus einer Kette von Zuckermolekülen, die über Phosphatbrücken miteinander verbunden sind. Das Präfix 'Desoxy' besagt, daß dem Zuckermolekül Ribose ein Sauerstoffatom fehlt. An dieser Kette sind vier verschiedene Basen (Thymin, Adenin, Cytosin, Guanin) verankert, deren Abfolge (Basensequenz) die gespeicherten Inhalte codiert (genetischer Code).
3. Die Ribonucleinsäure, kurz RNS (Englisch: RNA) unterscheidet sich von der DNS durch Ribose ohne fehlenden Sauerstoff. Außerdem ist die Base Thymin durch die Base Uracil ersetzt. RNS liegt im Gegensatz zu doppelsträngigen DNS meist einsträngig vor.
4. Der Malariaerreger gehört zur Gattung *Plasmodium* und ist ein Einzeller mit obligatem Wirtwechsel (Mücke der Gattung *Anopheles* und Wirbeltier). Von den bisher beschriebenen 160 Plasmodien-Arten sind vier humanpathogen (Storch u.a. 1991, 26): *P. malariae* (Erreger der Quartana), *P. ovale* (Erreger der Tertiana) und *P. vivax* (Erreger der Tertiana), sowie *P. falciparum* (Erreger der Tropica). Auf den Menschen, der als Zwischenwirt zur Vermehrung des Einzellers dient, wird der Parasit durch *Anopheles*-Weibchen (Männchen nehmen nur Pflanzensäfte auf) (Storch u.a. 1991, 336) übertragen. Die Plasmodien vermehren sich in den gesunden Blutzellen und verdauen dabei u.a. das Hämoglobin, den Transportstoff des Blutsauerstoffs (Friedman und Trager 1981). Deshalb heterozygote Träger der Sichelzellenanaemie kaum an Malaria erkranken, d.h. warum die Plasmodien in den Sichelzellen absterben, ist noch nicht ganz geklärt. Versuche von Friedmann und Trager zeigten, daß es nicht

allein am erniedrigten Sauerstoffgehalt liegt. Die Erreger überleben selbst bei sehr niedriger Sauerstoffkonzentration, wenn verhindert wird, daß die Blutzellen Sichelform annehmen. Die beiden Hauptursachen für das Absterben der Plasmodien scheinen zu sein: a) Sichelzellen altern sehr schnell und sterben nach nur einem Fünftel der normalen Lebensdauer ab (Durham 1991, 107). b) Sichelzellen weisen eine Verarmung an Kalium auf, was einen erniedrigten pH-Wert und den Tod des Erregers in den Sichelzellen bedingt (Friedman 1978, Friedman / Trager 1981). Nach Friedman könnte der Schutzmechanismus folgendermaßen aussehen: Eine Sichelzelle, die aufgrund der relativ hohen Blutsauerstoffkonzentration noch nicht kollabiert ist, wird infiziert. Der nun geringere Sauerstoffspiegel sowie das saure Milieu im Zellinneren läßt die Erythrocyten Sichelform annehmen, wodurch der Ausstrom von Kalium erhöht wird. Die Verarmung an Kalium in der Sichelzelle bedingt den Tod des Erregers. Auch wenn die 'normalen' Zellen infiziert werden, in denen die Plasmodien sich ungehindert vermehren können, so sterben doch genug Erreger in den Sichelzellen, weshalb das Immunsystem genug Zeit hat auf die Erreger zu reagieren (s. auch Allison 1954, 1961; Motulsky 1964).

Eine ähnliche Koinzidenz wie zwischen der Sichelzellenanämie und der Malaria kennt man auch von der Malaria und der sog. Thalassemia, bei der ebenfalls eine genetische Veränderung des Hämoglobins vorliegt (Friedman / Trager 1981).

5. Nicht-Singvögel erlernen in der Jugend in der Regel keinen Gesang, und Nicht-Singvogelgehirnen fehlen entsprechend auch die Strukturen, die den Gesang der Singvögel steuern. Ausnahmen bilden zwei Vogelgruppen, die Papageien (Psittaciformes) und die Kolibris (Trochiliformes), die beide gleich den Singvögeln ihren Gesang

in der Jugend erlernen. M. Gahr (2000) konnte nun bei einem Vergleich der Gehirne von Singvögeln, Papageien, Kolibries und anderen Nicht-Singvögeln zeigen, daß sowohl Papageien als auch Kolibris eine ganz ähnliche Anordnung von Gesangskernen im Laufe der Evolution entwickelt haben.

6. Hans Fricke (1971) beschrieb das Fangverhalten neun tropischer Fischarten, welche zu drei verschiedenen Familien gehören, die im Roten Meer bei Eilat, Israel, *Diadema*-Seeigel erbeuten. Schnapper und Lippfische fressen Seeigel mit den Stacheln, wobei letztere eine Besonderheit entwickelten. Sie versuchten nach mehrmaligem Umkreisen der Beute den Körper des Seeigels durch eine Stachellücke zu erreichen und ihn zu verschlucken. Jüngere Fische schafften dies noch nicht, stießen aber beim Angriff den Seeigel um, wobei die relativ schutzlose Mundseite des Seeigels offen lag. Sowohl diese subadulten wie auch ausgewachsene Tiere beißen in die Beute, transportieren sie zu einem Stein und zerschlagen die Seeigel mit einem Schwung des Körpers am harten Untergrund. Als noch differenzierter wird das Beutefangverhalten der Drückerrische beschrieben. *Balistapus chrysopterus* lege sich auf die Seite, um an den Mundbereich des Seeigels heranzukommen. Noch komplizierter ist das Fangverhalten von *Balistapus undulatus*. Der Räuber beißt die Stacheln mittelgroßer Seeigel ab, hebt die Beute an den Stachelstümpfen hoch und läßt sie im Freiwasser los. Beim Absinken zum Boden beißt der Räuber in den unbewehrten Mundbereich des Seeigels. Mit dem Anheben eröffnet sich dieser Art zugleich die Möglichkeit, auch versteckt sitzende Seeigel zu erbeuten, aber auch zum Erbeuten teilweise zugedeckter *Diadema*-Seeigel. Waren die *Diadema*-Seeigel mit natürlichen Hindernissen, z.B. Korallenästen verdeckt, fanden die Fische eine Lösung. Wie Hans Fricke in Experi-

menten zeigen konnte, entfernten sie so viele der Hindernisse, bis sie den Seeigel aus dem Versteck ziehen konnten.

Die Frage, ob dieses scheinbar 'intelligente' Verhalten tatsächlich auf traditiver Weitergabe beruhte oder von den Fischen dieser Gegend unabhängig voneinander mehrmals erfunden wurde, konnte er mir nicht beantworten. Dazu wären mehr Versuche und eine größere Anzahl an Versuchstieren nötig gewesen; zu erwarten sei mehrmaliges Erfinden – gemäß seiner Erfahrung – nicht (mündliche Mitteilung).

7. population definition of culture (Mundinger 1980, 190f.): „culture is the set of populations that are replicated generation after generation by learning – an overt population of functionally related, shared, imitable, patterns of behavior (and any material products produced), and, simultaneously, a covert population of acquired neural codes for those behaviors. [...] By population I do not mean populations of organisms, but rather two non-organism populations: a population of ideas (neural codes), and an associated population of motor patterns (behavioral models)“
8. nach Durham, W.H. (1991): Für die Ausbreitung einer solchen Mutante ist es erforderlich, daß sie ihren Trägern einen deutlichen Überlebens- und Fortpflanzungsvorteil verschafft. Das kann ein allgemeiner Ernährungsvorteil sein, wenn Nahrung ständig knapp und Milch ein Hauptnahrungsmittel ist. Für drei aus dem Sahara-Gebiet stammende Hirtenvölker trifft das zu (Tussi, Hima, Saudi-arabische Gruppe). In anderen Gebieten kam diese kultur-abhängige genetische Evolution über einen anderen Vorteil zustande (detailliert belegt von Durham 1991, 226–285). Nördlich und südlich des 30. Breitengrade finden wir Gegenden geringer UV-Strahlung mit daraus resultierendem chronischen

Vitamin D- sowie metabolischem Calcium-Mangel. Mit den zunehmenden Breitengraden geht schon eine Aufhellung der Haut parallel, was eine Haut-Photosynthese von Vitamin D ermöglicht. Diese wird jedoch durch niedrige Temperaturen und deshalb benötigte Kleidung wieder weithin unterbunden. Lebenswichtig wird dann Milchkonsum, weil Laktose als Ersatz für Vitamin D die Aufnahme von Calcium-Ionen im Darmtrakt erhöht. Es konnte tatsächlich nachgewiesen werden, daß in den menschlichen Bevölkerungen die Gene für lebenslanges Verdauen von Milch mit den Breitengraden zunehmen.

Von dieser Vitamin-Calcium-Regel kennt man zwei aufschlußreiche Ausnahmen, nämlich einerseits die Eskimos und die Lappen, die weder hinreichend UV-Strahlung noch Milchvieh haben, den Vitaminmangel aber durch ihre an Vitamin D reiche Fischnahrung kompensieren. Andererseits gibt es einige südeuropäische und mediterrane Bevölkerungen, die weder unter UV-Mangel leiden noch als Erwachsene Laktose verdauen, aber dennoch Milchvieh halten. Sie umgehen das Problem der Laktose-Verdauung, indem sie mit Hilfe von Milchsäure-Bakterien fermentierte, Laktose-arme Milchprodukte (Sauermilch, Kefir, Yoghurt) herstellen oder in komplizierter Käseherstellung die Laktose abtrennen.

Es gibt folglich für den erwachsenen Menschen verschiedene Mangelsituationen für Vitamin D und Calcium. Es ist zu vermuten, daß die Menschen, die nördlich bzw. südlich des 30. Breitengrades leben,⁴² vor der Milchviehhaltung ebenfalls unter diesen Mangelsituationen litten. Welche Lösung sie für dieses Problem hatten, ist nicht bekannt. Doch mit der Kultur der Landwirt-

⁴² Dies gilt nicht für Menschen, die *zwischen* dem nördlichen und südlichen 30. Breitgrad leben.

schaft und der meist damit verknüpften Milchviehhaltung konnte es leicht gelöst werden unter der Voraussetzung, daß die störende Laktose in der Milch entweder abgesondert, durch Bakterien fermentiert oder durch ein dem Menschen eigenes genetisches Programm verdaut werden kann. Im letzten Fall liefert die kulturelle Praxis der Viehhaltung den Selektionsvorteil für ein genetisches Programm des Menschen in einer – neuen – me-metischen Umwelt.

9. An der Ost- und Westküste Afrikas werden vor allem Jamswurzeln (*Dioscorea alata*, *D. bulbifera*, *D. esculenta*), Taros (*Colocasia antiquorum*), Bananen und Kokusnüsse angebaut. All diese Früchte gehören zum sog. „Malaysian agriculture complex“ (Murdock 1959), der einige Jahrhunderte vor Christus aus Teilen Südost-Asiens nach Madagaskar und an die Ostküste Afrikas kam (Schoff 1912) und sich über den Kontinent ausbreitete. Die bisherige Landwirtschaft baute weitgehend Getreide an und war auf die Randgebiete des tropischen Regenwaldes beschränkt, da dessen Milieu für Getreideanbau ungeeignet ist. Allerdings spielte in diesen Jäger- und Sammler-Gesellschaften die Landwirtschaft allgemein nur eine untergeordnete Rolle. Der mit dem tropischen Regenwald-Milieu kompatible „Malaysian agriculture complex“ drängte Jagen und Sammeln zurück und förderte dagegen das Kultivieren von Land durch Brandrodung (Seligman / Seligman 1932, Vavilov 1949). Damit änderten sich allerdings auch die Umweltbedingungen für die verschiedenen Mosquitoarten. Die neuen Gegebenheiten waren am günstigsten für die Arten der Gruppe *Anopheles gambiae* (Livingston 1980), welche Überträger des Malariaerregers sind. Es entstand also eine Koexistenz zwischen den Moskitos und dem Menschen aufgrund kultureller Entwicklung. Mit der besseren Ernährung, welche die neue Landwirtschaft

ermöglichte, konnten auch mehr Menschen ernährt werden, und die Bevölkerungszahl stieg an. Außerdem mußten die Individuen nicht mehr umherziehen, sondern blieben an einem Ort, was die Dichte nochmals erhöhte. Mit dem Anstieg von geeigneten Brutplätzen für *Anopheles gambiae* sowie der großen Anzahl an Individuen als Nahrungsresource wuchs auch die Populationsdichte der Mücken,⁴³ sowie die der Plasmodien, zumal infizierte und nicht-infizierte Individuen dicht beieinander leben und die Erreger leicht übertragen werden können. Dies allerdings hatte Nachteile für die Menschen, denn aufgrund von Malaria wird die Lebensfähigkeit der Individuen verringert, sei es, daß sie an Malaria selbst sterben oder das Immunsystem so geschwächt wurde, daß die Betroffenen weiteren Infektionen erlagen. In Malaria-gebieten haben Sichel (Menschen mit Sichelzellenanämie) einen Vorteil gegenüber 'gesunden' Menschen, da sie – fast – nicht an Malaria erkranken, entsprechend eine geringere Sterblichkeitsrate, zugleich eine höhere Lebenserwartung und eine höhere Fortpflanzungsrate haben. Entsprechend wirkt ein Selektionsdruck zugunsten von Heterozygotie für Sichelzellenanämie. Und letztlich hat diese genetische Adaptation zur Folge, daß diese Kultur weiter ausgebaut werden kann.

10. Schon Darwin (1859, 491) war von der Aussagekraft eines Sprachenstammbaums überzeugt: „Wenn wir einen vollständigen Stammbaum des Menschen besäßen, so würde eine genealogische Anordnung der Menschenrassen die beste Classification aller jetzt auf der ganzen Erde gesprochenen Sprachen abgeben; und sollte man alle erloschenen Sprachen und alle mittleren und langsam abändernden Dialecte mit aufnehmen, so würde die-

⁴³ Schon seit dem letzten Jahrhundert war ein Zusammenhang zwischen Landwirtschaft und Malaria bekannt (Baker u.a. 1929).

se Anordnung, so glaube ich, die einzig mögliche sein. Da könnte nun der Fall eintreten, daß irgend eine sehr alte Sprache nur wenig abgeändert und zur Bildung nur weniger neuer Sprachen geführt hätte, während andere (in Folge der Ausbreitung und späteren Isolirung und der Zivilisationsstufen einiger von gemeinsamem Stamm entsprossener Rassen) sich sehr verändert und die Entstehung vieler neuer Sprachen und Dialekte veranlaßt hätte. Die Ungleichheit der Abstufungen in der Verschiedenheit der Sprachen eines Sprachstammes müßte durch Unterordnung von Gruppen unter andere ausgedrückt werden; aber die eigentliche oder selbst allein mögliche Anordnung würde nur genealogisch sein, und dies wäre streng naturgemäß, indem auf diese Weise alle lebenden wie erloschenen Sprachen je nach ihren Verwandtschaften miteinander verkettet und der Ursprung und der Entwicklungsgang einer jeden einzelnen nachgewiesen werden würde.“ Und 1873 versuchte Schleicher „Die Darwinsche Theorie und die Sprachwissenschaft“ miteinander in Beziehung zu setzen.

Die heutige Sprachforschung ordnet die einzelnen Sprachen zu Sprachfamilien und stellt entsprechende Stammbäume nach dem Verwandtschaftsgrad der Sprachen auf, wobei sie im wesentlichen die gleichen Methoden verwendet wie systematische Taxonomen der Botanik und Zoologie (Wickler 1987, 372).

11. Aus Hoffrage / Gigerenzer (1998):

Mit dem Ziel der Früherkennung von Brustkrebs werden Frauen angehalten, ab einem bestimmten Alter regelmäßig eine Mammographie durchführen zu lassen, selbst wenn keine Symptome vorliegen. Für symptomfreie Frauen im Alter zwischen 40 und 50 Jahren, die im Rahmen einer Reihenuntersuchung eine Mammographie durchführen lassen, liegen folgende Informationen vor:

Grundzüge der Memtheorie

Gruppe A:

- a) Die Wahrscheinlichkeit, daß eine dieser Frauen Brustkrebs hat, beträgt 1%
- b) Wenn eine dieser Frauen Brustkrebs hat, dann beträgt die Wahrscheinlichkeit, daß sie einen positiven Mammographie-Befund erhält, 80%.
- c) Wenn eine dieser Frauen jedoch keinen Brustkrebs hat, dann beträgt die Wahrscheinlichkeit, daß sie dennoch einen positiven Mammographie-Befund erhält, 10%.

Frage:

Eine Frau dieser Altersgruppe erhält einen positiven Mammographie-Befund: Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß sie an Brustkrebs erkrankt ist?

Ergebnis:

7.5%

Rechnungoperation:

$$\begin{aligned} & p(\text{Krebs/ pos. Mammographiebefund}) \\ & (0.01 \times 0.08) : (0.01 \times 0.80 + 0.99 \times 0.10) \\ & p: \text{Wahrscheinlichkeit} \end{aligned}$$

Gruppe B:

- a) Von je 1000 Frauen haben 10 Brustkrebs
- b) Von diesen 10 Frauen, die Brustkrebs haben, erhalten 8 einen positiven Mammographie-Befund
- c) Von den restlichen 990 Frauen, die keinen Brustkrebs haben, erhalten dennoch 99 einen positiven Mammographie-Befund:

Frage:

Stellen Sie sich eine Anzahl von Frauen vor (zwischen 40–50 Jahre alt), die einen positiven Mammographie-Befund erhalten haben. Wieviele dieser Frauen sind an Brustkrebs erkrankt?

Ergebnis:

7.5% (wie bei Gruppe A)

Rechenoperation:

$$p(\text{Krebs/ pos. Mammographiebefund}) = 8 : (8 + 99)$$

12. „Teaching“ kann nach Tomasello und Call (1997) ‘Lehren’ bedeuten, wenn darin jedes Verhalten eines Tieres eingeschlossen wird, welches das Lernen bei einem anderen Individuum unterstützt; solches Verhalten ist recht häufig im Tierreich zu finden (ebd. 304). Gut untersucht ist das Verhalten von Müttern bei katzenartigen Fleischfressern (Carnivoren), z.B. freilebenden Tigern, Löwen, Geparden sowie Hauskatzen.⁴⁴ Ohne Jungtiere fangen, töten und verzehren weibliche Hauskatzen (*Felis catus*) ihre Beute in rascher Abfolge, meist sogar an gleicher Stelle. Haben die Weibchen Junge, ändern sie ihr Verhalten in Abhängigkeit vom Alter der Jungen. Die Weibchen bringen die gefangene, aber noch lebende Beute zu den Jungen und ermöglichen ihnen, an der Beute zu üben. Droht das Tier zu entkommen, fängt die Mutter es wieder ein. Zuletzt nimmt sie kaum mehr Anteil am Jagen und Töten der Jungen (Baerends-van Roon / Baerends 1979, zitiert nach Caro und Hauser 1992). Meist faßt man den Begriff teaching enger und würde ihn im Deutschen mit dem Wort ‘Belehren’ übersetzen. Damit wird der Handlungsweise des Ausführenden eine Intentionalität unterstellt, nämlich daß dem ‘Lehrer’ daran gelegen sei, daß ein anderes Individuum diese Fähigkeit oder dieses Wissen erwirbt (Tomasello / Call 1997, 304). Belehren ist zwar vom Menschen bekannt, für Tiere gibt es allerdings keine überzeugenden Beispiele.
13. Fisher und Hinde (1949, Hinde / Fischer 1951) berichteten von Meisen, die gelernt hatten, Milchflaschen zu öffnen. Das erste Mal wurde diese Verhaltensweise 1921 bei Meisen beobachtet. In den knapp 30 Jahren, die inzwischen vergangen waren, hatte sich diese Tradition auf viele Teile Englands, aber auch über die Grenzen Englands hinaus ausgebreitet. Die Art und Weise des

⁴⁴ Weitere Beispiele und Literatur: S. Caro / Hauser 1992.

Öffnens variierte in Abhängigkeit vom jeweiligen Deckel (Wachs- oder Blechverschluß) der Flasche. In jedem Fall begannen die Meisen auf den Deckel zu hämmern und zogen dann einzelne Streifen ab, bis der Deckel zur Gänze entfernt war, oder sie hackten nur ein Loch hinein, bis sie Milch aus der Flasche trinken konnten. Selbst zusätzliche Gefäße, die zum Schutze der Deckel über diese gestülpt wurden, konnten die Meisen entfernen. Laborexperimente (Sherry 1984, 1990; Kothbauer-Hellmann 1990) belegten die Vermutung, daß die Entstehung und Ausbreitung dieser Tradition nicht auf tatsächliches Nachahmen einer Handlung zurückzuführen ist. Einige Meisen hatten wohl an offenen Milchflaschen getrunken und schafften es dann, an die begehrte Nahrung zu kommen, indem sie die Flaschen öffneten. Andere, naive Beobachter wurden so auf die Milchflaschen aufmerksam. Ein naiver Beobachter beschäftigt sich folglich ebenfalls mit der Flasche und trinkt sogar daraus. Bei der nächsten Flasche wird die Meise das tun, was Meisen auf der Nahrungssuche z.B. beim Nüsseöffnen auch tun: Sie wird mit dem Schnabel darauf herumhacken. Gelingt es ihr dabei, die Milchflasche zu öffnen, wird sie diese Technik weiterhin anwenden; Ähnlichkeiten liegen also im Verhaltensrepertoire der Art, nicht im Nachahmen.

L. Salwiczek

Literatur

- Airey, D. C. / Kroodsmas, D. E. / DeVoogd, T. J. 2000: *Differences in the Complexity of Song Tutoring Cause Differences in the Amount Learned and in Dendritic Spine Density in a Songbird Telencephalic Song Control Nucleus*, in: *Neurobiology of Learning and Memory* 73, 274–281.
- Alcock, J. 1996: *Das Verhalten der Tiere aus evolutionsbiologischer Sicht*, Stuttgart.
- Allison, A. C. 1954: *Protection afforded by sickle-cell trait against subtertian malarial infection*, in: *British Medical Journal* 1, 290–294.
- Allison, A. 1961, in: *Annals of the New York Academy of Sciences* 91, 710.
- Baerends-van Roon, J. M. / Baerends, G. P. 1979: *The Morphogenesis of the Behavior of the Domestic Cat, with Special Emphasis on the Development of Prey-catching*, Amsterdam (zitiert nach Caro / Hauser 1992).
- Baker W. / Demster T. / Yule H. 1929: *Records Malariol*, in: *Surv. India* 1, (1 reprint of 1847 article) (zitiert nach Wiesenfeld 1967).
- Baldwin, J. M. 1896: *A new factor in evolution*, in: *American Naturalist* 30, 441–451, 536–553.
- Ball, G. F. / Gentner, T. Q. 1998: *They're playing our song: Gene expression and bird song perception*, in: *Neuron*, 21, 271–274.
- Baptista, L. / Bell, D.A. / Trail, P.W. 1993: *Song learning and production in the white-crowned sparrow: parallels with sexual imprinting*, in: *Netherlands Journal of Zoology* 43 (1–2), 17–33.
- Barton, R. A. / Dunbar, R. I. M. 1997: *Evolution of the social brain*, in: Whiten, A. / Byrne, R. W. (Hrsg.) 1997: *Machiavellian Intelligence 2*, Kap. 9, Cambridge, 240–263.
- Box, H. O. 1984: *Primate Behavior and Social Ecology*, London.
- Byrne, R. 1994: *The evolution of intelligence*, in: Slater P. J. B. / Halliday, T. R. (Hrsg.) 1994: *Behaviour and evolution*. Cambridge University Press, Cambridge, 223–265.
- Byrne, R. 1995: *The Thinking Ape. Evolutionary origins of intelligence*, Oxford.
- Byrne, R. W. 1999: *Imitation without intentionality. Using string parsing to copy the organization of behaviour*, in: *Animal Cognition* 2, 63–72.
- Caro, T.M. / Hauser, M.D. 1992: *Is there teaching in nonhuman animals?*, in: *Quarterly Review of Biology* 67, 151–174.
- Catchpole, C. 1999 in: *Animal Behaviour* 57 (2), 307–314.

Grundzüge der Memtheorie

- Cate, C. T. / Vos, D. R. / Mann, Nigel 1993: *Sexual imprinting and song learning: two of one kind?*, in: Netherlands Journal of Zoology 43 (1–2), 34–45.
- Cavalli-Sforza, L. L. / Feldman, M. W. 1981: *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*, Princeton, NJ.
- Clayton, D. F. 1997: *Role of gene regulation in song circuit development and song learning*, in: Journal of Neurobiology 33, 549–571.
- Cloak, F. T. Jr. (1975): *Is a cultural ethology possible?*, in: Human Ecology 3, 161–182.
- Darwin, C. 1859: *On the origin of species by means of natural selection*, London, Murray [Übers von J. Victor Carus unter dem Titel *Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl*, 7. Aufl., Stuttgart 1884].
- Dawkins, R. 1996: *Das Egoistische Gen*, Reinbek bei Hamburg.
- Delius, J. D. 1989: *Of mind memes and brain bugs; a natural history of culture*, in: Koch, W. (Hrsg.) 1989: *The nature of culture. Proceedings of the International and Interdisciplinary Symposium, October 7–11, 1986 in Bochum*, Bochum, 26–79.
- Delius, J. D. 1990: *Zur Naturgeschichte der Kultur: Gene und Meme*, in: Zeitschrift für Semiotik, Band 12, 307–321.
- Die Bibel – Altes und Neues Testament*. Einheitsübersetzung, Freiburg im Breisgau / Stuttgart 1980.
- Dirie, W. 1998: *Wüstenblume*, dt. Ausgabe bei Schneeklith.
- Dreher, E. / Oerter, R. 1986: *Children's and Adolescents' Conception of Adulthood: The Changing View of a Crucial Developmental Task*, in: Silbereisen, R. K. et al (Hrsg.) 1986: *Development as Action in Context*, Berlin / Heidelberg.
- dtv-Atlas der Biologie* 1984, Band 3.
- Durham, W. H. 1991: *Coevolution*, Stanford, Calif.
- Edelmann, W. 1993: *Lernpsychologie*, Weinheim.
- Fischer, J. / Hinde, R. A. 1949: *The opening of milk bottles by birds*, in: British Birds 42, 347–357.
- Fricke H. W. 1971: *Fische als Feinde tropischer Seeigel*, in: Marine Biology 9, No. 4, 328–338.
- Friedmann, M. J. 1978: *Erythrocyte mechanism of sickle-cell resistance to malaria*, in: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States 75, 1994–1997.
- Friedmann, M. J. 1981: *Inherited resistance to malaria*, in: Levandowsky M. / Hunter S.H. (Hrsg.) 1981: *Biochemistry and Physiology of Protozoa*, Vol 4, New York.

- Friedmann, M. J. / Trager W. 1981: *The biochemistry of resistance to malaria*, in: Scientific American 244 (3), 154–164.
- Gahr, M. 2000: *The neural control system of hummingbirds: A comparison with swifts, vocal learning (songbirds) an non-learning (suboscines) passerines, vocal learning (budgerigars) and non-learning (dove, owl, gull, quail, chicken) non-passerines* (im Druck).
- Galef, B. G. 1988: *Imitation in animals: history definition and interpretation of data from the psychological laboratory*, in: Zental, T.R. / Galef, B.G. (Hrsg.) 1988: *Social Learning: Psychological and Biological Perspectives*, Hillsdale, NJ, 3–28.
- Gattermann, R. 1993: *Wörterbuch der Verhaltensbiologie*, Jena.
- Gigerenzer, G. (1997): *The Modularity of social intelligence*, in: Whiten, A. / Byrne, R. W. (Hrsg.) 1997: *Machiavellian Intelligence II. Extensions and Evaluations*, Cambridge, 264–288.
- Gigerenzer, G. (1998): *Adaptives Verhalten und Kognition*, in: Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung München. Berichte und Mitteilungen Heft 4/98, 73–89.
- Güntürkin, O. 1995: *Visuelle Lateration bei Tauben. Die Asymmetrie aus dem Ei*, in: Rubin 1, 10–15.
- Güntürkün O. 1997: *Morphological asymmetries of the tectum opticum in the pigeon*, in: Experimental Brain Research 116 (3), 561–566.
- Güttinger, H. R. / H. Fuchs, Schwager, G. 1990: *Das Gesangslernen und seine Beziehung zur Gehirnentwicklung beim Kanarienvogel (Serinus canarius)*, in: Die Vogelwarte 35, 257–300.
- Güttinger, H. R. / Kafitz, K. / Stocker-Buschina, S. 1995: *Temporal and Functional Relationship of Brain Maturation and Behavioral Development*, in: Behavioural Brain Research, 193- 206.
- Heyes, C. 1994: *Social learning in animals: categories and mechanisms*, in: Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society 69, 207–231.
- Heyes, C. / Ray, E. D. 2000: *What is the significance of Imitation in Animals?*, in: Advances in the study of behavior 29, 215–245.
- Hinde, R.A. / Fischer, J. 1951: *Further observations on the opening of milk bottles by birds*, in: British Birds 44, Nr. 12, 393–396.
- Hoffrage, U. / Gigerenzer, G. 1998: *Adaptives Verhalten und Kognition*, in: Max-Planck-Gesellschaft. Berichte und Mitteilungen. Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung, München, Heft 4, 73–89.
- Holmes, J.C. / Bethel, W. M. 1972: *Modification of intermediate host behaviour by parasites*, in: Zoological Journal of the Linnean Society 51, 123–149.

Grundzüge der Memtheorie

- Hudson, R. / Distel, H. 1999: *The flavor of life: Perinatal development of odor and taste preferences*, in: Schweizerische Medizinische Wochenschrift 129(5), 176–181.
- Huffman, M. A. 1996: *Acquisition of Innovative Cultural Behaviors in Nonhuman Primates: A case study of stone handling, a Socially Transmitted Behavior in Japanese Macaques*, in: Heyes, C. / Galef B. G. Jr. (Hrsg.) 1996: *Social learning in Animals*, Academic Press, 267–289.
- Itani, J. 1958: *On the acquisition and propagation of a new food habit in the natural group of the Japanese monkey at Takasaki-Yama*, in: Primates 1, 84–86.
- Jahn, I. 1990: *Grundzüge der Biologiegeschichte*, Jena.
- Jenkins, P. F. 1978: *Cultural transmission of song patterns and dialect development in a free-living bird-population*, in: Animal Behaviour 26, 50–78.
- Jin, H. / Clayton, D. F. 1997: *Localized changes in immediate-early gene regulation during sensory and motor learning in zebra finches*, in: Neuron 19, 1049–1059.
- Kawai, M. 1965: *Newly-acquired pre-cultural behavior of the natural troop of Japanese monkeys on Kosbima islet*, in: Primates 6, 1–30.
- Kawamura, S. 1959: *The process of sub-culture propagation among Japanese macaques*, in: Primates 2, 43–60.
- Kothbauer-Hellmann, R. 1990: *On the origin of a tradition: milk bottle opening by titmice (Aves, Paridae)*, in: Zoologischer Anzeiger 225, 353–361.
- Kummer, H. / Daston, L. / Gigerenzer, G. / Silk, J.B. 1997: *The Social Intelligence Hypothesis*, In: Weingart, P. / Mitchell, S.D. / Richardson, P. J. / Maasen, S. (Hrsg.) 1997: *Human by Nature – Between Biology and the Social Sciences*, Lawrence Erlbaum, 157–182.
- Leakey, R. 1997: *Die ersten Spuren. Über den Ursprung des Menschen*, Goldmann Verlag.
- Livingstone, F. B. 1958: *Anthropological implications of sickle-cell distribution in West Africa*, in: American Anthropologist 60, 533–562.
- Livingstone, F. B. 1980: *Cultural causes of genetic changes*, in: Barlow G.W. / Silverberger J. (Hrsg.) 1980: *Sociobiology: Beyond Nature/Nuture?*, Colo.
- Livingstone, F.B. 1983: *The Malaria Hypothesis*, in: Bowman J. (Hrsg.) 1983: *Distribution and evolution of Hämoglobin and Globin Loci*, New York, 15–44.
- Lumsden, C.J. / Wilson, E.O. 1981: *Genes, mind and culture*, Cambridge, Mass.

- Lumsden, C.J. / Wilson, E. O. 1983: *The Promethean fire*, Cambridge, Mass.
- Lynch, A. / Plunkett, G. M. / Baker, A. J. / Jenkins, P. F. 1989: *A model of cultural evolution of chaffinch song derived with the meme concept*, in: *American Naturalist* 133, 634–653.
- Mello, C.V. / Ribeiro, S. 1998: *ZENK Protein regulation by song in the brain of songbirds*, in: *Journal of Comparative Neurology* 393, 426–438.
- Meltzoff, A.N. / Moore, M. K. 1977: *Imitation of Facial and Manual Gestures by Human Neonates*, in: *Science* 198, 75–78.
- Miyadi, D. 1967: *Differences in Social Behavior among Japanese Macaque Troops*, in: Strack, D. / Schneider, R. / Kuhn, H.-J. (Hrsg.): *Neue Ergebnisse der Primatologie*, Stuttgart, 228–231.
- Mörike / Betz/ Mergenthale 1991: *Biologie des Menschen*, Heidelberg / Wiesbaden.
- Mundinger P.C. 1980: *Animal Cultures and a General Theory of Cultural Evolution*, in: *Ethology and Sociobiology* 1, 183–223.
- Nicolai, J. 1964: *Der Brutparasitismus der Viduinae als ethologisches Problem*, in: *Zeitschrift für Tierpsychologie* 21, 129–204.
- Nicolai, J. 1973: *Das Lernprogramm in der Gesangsausbildung der Strohwitwe Tetraenua fischeri Reichenow*, in: *Zeitschrift für Tierpsychologie* 32, 113–138.
- Nietzsche, F. 1874: *Unzeitgemäße Betrachtungen: vom Nutzen und Nachteil der Historie für das Leben*, in: Nietzsche, F.: *Werke in zwei Bänden. Unzeitgemäße Betrachtungen. Zweites und Viertes Stück.* (hrsg. von. Ivo Frenzel), 1967, Band 1, 113–174.
- Noble, J. / Todd, P.M. 1999: *Is it really imitation? A review of simple mechanisms in social information gathering. AISB'99 Symposium on Imitation in Animals and Artifacts, Edinburgh, The society for the Study of Artificial Intelligence and Simulation of Behavior*, 65–73.
- Nordeen, E.J. / Nordeen, K.W. 1997: *Anatomical and synaptical substrates for avian song learning*, in: *Journal of Neurobiology* 33(5), 532–548.
- Nowak, M. / Sigmund, K. 1998: *Evolution of Indirect Reciprocity by image scoring*, in: *Nature* 393, 573–577.
- Nowak, M. / Sigmund, K. 1998: *The Dynamics of Indirect Reciprocity*, in: *Journal of theoretical Biology* 194, 561–574.
- Pepperberg, I. 1992: *Proficient Performance of a Conjunctive, Recursive Task by an African Gray Parrot (Psittacus erithacus)*, in: *Journal of Comparative Psychology* 106, No. 3, 295–305.
- Pepperberg, I. / Gardiner, L. I. / Luttrell L. J. 1999: *Limited Contextual Vocal Learning in the Grey Parrot (Psittacus erithacus): The Effect of*

Grundzüge der Memtheorie

- Interactive Co-Viewers on Videotaped Instruction*, in: Journal of Comparative Psychology 113, No. 2, 158–172.
- Pinker, S. / Bloom, P. 1990: *Natural language and natural selection*, in: Behavior and Brain Sciences 13, 707–784.
- Pinker, S. 1994: *The language instinct*, New York / Morrow.
- Posadas-Andrews, A / Roper, T. J 1983: *Social Transmission of Food-Preferences in Adult Rats*, in: Animal Behaviour 31, 265–271.
- Reynolds, V. 1984: *The relationship between Biological and cultural evolution*, in: Journal of Human Evolution 13, 71–79.
- Ribeiro, S. / Cecchi, G.A. / Magnasco, M.O. / Mello, C.V. 1998: *Toward a song code: evidence for a syllabic representation in the canary brain*, in: Neuron. 21. 359–371.
- Richerson, P.J. / Boyd, R. 1992: *Cultural inheritance and evolutionary ecology*, in: Smith, E. A. / Winterhalder B. (Hrsg.) 1991: *Evolutionary ecology and human behaviour*, Chicago, IL, 61–92.
- Robinson, F. N. / Curtis, H.S. 1996: *The vocal display of the lyrebirds (Menuridae)*, in: EMU 96, 258–275.
- Savage-Rumbaugh, S. / Lewin, R. 1995: *Kanzi, der sprechende Affe*, München.
- Schleicher, A. 1873: *Die Darwinsche Theorie und die Sprachwissenschaft*, 2.Aufl., Weimar.
- Seeley, R. H. 1986: *Intense natural selection caused a rapid morphological transition in a living marine snail Littorina obtusata*, in: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 83 (18), 6897–6901.
- Seligman C. / Seligman B. Z. 1932: *Pagan Tribes of the Nilotic Sudan*, London.
- Sherry, D. F. / Galef Jr, B. G. 1990: *Social learning without imitation: more about milk bottle opening by birds*, in: Animal Behaviour 40 (5), 987–989.
- Sherry, D. F. / Galef, B. G. 1984: *Cultural transmission without imitation: milk bottle opening by birds*, in: Animal Behaviour 32, 937–938.
- Slater, P. J. B. 1983: *The Buzby Phenomenon: Thrushes and Telephones*, in: Animal Behaviour, 31(1), 308–309.
- Southwick, Ch. H. 1963: *Primate social behavior*, New York, darin die Artikel von Imanishi, Kawamura und Itani.
- Spence, K.W. 1937: *Experimental studies of learning and higher mental processes in infra-human primates*, in: Psychological Bulletin 34, 806–850.

L. Salwiczek

- Stahl-Rolf, S. R. 2000: *Caught in Tradition*, in: Max Planck Research 1, 22 - 27.
- Storch, V. / Welsch, U. 1991: *Systematische Zoologie*, New York, 4. bearbeitete Auflage.
- Süddeutsche Zeitung München, Nr. 184, vom Donnerstag, 12.08.1999, Seite 12, Ressort Themen aus dem Ausland.
- Süddeutsche Zeitung München, Nr. 10, vom Freitag, 14.1.2000, Profil.
- Süddeutsche Zeitung München vom Montag, 20.03.2000, Seite 14, Ressort Vermischtes, Massensebstmord in Uganda.
- Süddeutsche Zeitung München vom Dienstag, 21.03.2000, Seite 4, Ressort Seite Vier, Der Fluch des falschen Propheten.
- Süddeutsche Zeitung München vom Mittwoch, 22.03.2000, Seite 3, Ressort Seite Drei.
- Thorpe, W. H. 1956: *Learning and instinct in animals*, London.
- Tomasello, M. / Call, J. 1997: *Primate Cognition*, Oxford University Press.
- Vavilov, N. 1949: *Chronica Biotanica* 13, 1.
- Voland, E. 1993: *Grundriß der Soziobiologie*, Stuttgart / Jena.
- Wehner, R. / Gering, W. 1990: *Zoologie*, Stuttgart, 22. Auflage.
- Whiten, A. 1999: *Creative intelligence, trial-and-error learning and stupidity in the imitative behaviour of chimpanzees. Abstract from a talk at the ASAB winter meeting „Evolution in mind“ 2nd-3rd December 1999 in London.*
- Wickler, W. 1967a: *Lug und Betrug als Ergebnis der Selektion*, in: *Naturwissenschaft und Medizin* 4 (Nr.19), 40–53.
- Wickler, W. 1967b: *Vergleichende Verhaltensforschung und Phylogenetik*, in: Heberer, G. (Hrsg.) 1976: *Die Evolution der Organismen*, Band 1, Stuttgart, 3. Auflage, 420–508.
- Wickler, W. 1978: *Der genetische und der kulturelle Erbgang*, in: Schlemmer, J. (Hrsg.) 1978: *Der neue Streit ums Milieu*, Heidelberg, 41–50.
- Wickler, W. 1982: *Kin selection and social behaviour*, in: Schmidt, H.-D. / Tembrock, G. (Hrsg.) 1982: *Evolution and determination of animal and human behaviour (XXIInd International Congress of Psychology, Leipzig 1980)*, Berlin, 59–65.
- Wickler, W. 1986: *Dialekte im Tierreich – Konflikt zwischen genetischen und kulturellen Programmen*, in: *Jahrbuch 1986 der Max-Planck-Gesellschaft*, Göttingen, 52–61.

Grundzüge der Memtheorie

- Wickler, W. 1987: *Allochthone Entscheidungen eines fiktiven Ichs*, in: Heckhausen, H. u.a. (Hrsg.): *Jenseits des Rubikon: Der Wille in den Humanwissenschaften*, Berlin / Heidelberg, 365–375.
- Wickler, W. 1991: *Die Biologie der Zehn Gebote. Warum die Natur für uns kein Vorbild ist*, völlig überarbeitete Neuauflage, München / Zürich.
- Wickler, W. 1996: *Prägung – Lernen – Tradition: Zur Epigenetik von Vorbildern*, in: Schmidinger, H. (Hrsg.) 1996: *Vor-Bilder, Realität und Illusion*, Graz / Wien / Köln, 65–90.
- Wiesenfeld, S. L. 1967: *Sickle-cell trait in human biological and cultural evolution*, in: *Science* 157, 1134–1140.
- Williams, G. C. 1986: *Comments on Sober's The Nature of Selection*, in: *Biology & Philosophy* 1, 114–122.
- Wood, D. 1989: „*Social interaction as tutoring*“, in: Bornstein, M.H. / Bruner, J.S., (Hrsg.) 1989: *Interaction in human development*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J., 59–80.