

Malte Dominik Krüger

DIE GEBURT DES BILDES IM GEHIRN

Neurowissenschaftliche Einsichten der Gegenwart

I

In den Naturwissenschaften kann gegenwärtig die Neurowissenschaft als Leitwissenschaft gelten. Sie untersucht mit dem menschlichen Gehirn nach dem derzeitigen Wissenstand das komplexeste System im Universum. Neurowissenschaftlich wird der Mensch vorrangig als visuelles Lebewesen wahrgenommen.¹ Demgegenüber ist die Bedeutung der Sprache untergeordnet, die vielfach als herausragende Eigenschaft des Menschen genannt wird. Während die visuelle Wahrnehmung durch die Erzeugung von Bildern auf der Netzhaut des Auges unmittelbar mit der Wirklichkeit verknüpft ist, handelt es sich bei der Sprache um eine vermittelte Wahrnehmung. Die Sprache bezieht sich mit Hilfe von Zeichen auf Wahrnehmungsinhalte, die von diesen Zeichen unterschieden sind. Aufgrund dieser Entfernung zur unmittelbaren Wahrnehmung gewinnt die Sprache an Unterscheidungskraft und verliert an Überzeugungskraft. Die Sprache wird zwar in ihrem für den Menschen unverzichtbaren Differenzierungsvermögen nicht durch die unmittelbare Wahrnehmung begrenzt, dadurch aber auch unglaubwürdiger.²

Dies hängt mit der Rangordnung der Sinne zusammen. Grundlegend ist für den Menschen der Tastsinn. Die Erfahrung des eigenen Körpers und der umgebenden Wirklichkeit ist überwiegend mit haptischen Signalen verbunden, wie es auch das kleinkindhafte Ertasten zeigt. Eng mit dem Tastsinn ist der Gesichtssinn verwandt. Letzterer ortet beim Sehen dreidimensionale Objekte und ihre Bewegungen so, wie sie grundsätzlich auch erstastet werden können. Insofern ist der Gesichtssinn eine Erweiterung des grundlegenden Tastsinns und führt zu einem großen Vertrauen in Bilder. Dem Gesichtssinn ist bei Menschen wie bei anderen Primaten das Gehör untergeordnet. Dafür gibt es verschiedene Belege. So sind für das Hören von Tonhöhen in der Ohrschnecke ungefähr

¹ Vgl. V. RAMACHANDRAN 2007: 17f. 38; P. CLAYTON 2008: 12f. 165. Das menschliche Gehirn besteht aus etwa einhundert Milliarden Neuronen beziehungsweise Nervenzellen. Ein Neuron ist über ungefähr tausend bis zehntausend Kontakte beziehungsweise Synapsen mit anderen Neuronen verbunden, wodurch der Informationsaustausch erfolgt. Die daraus errechenbare Anzahl möglicher Gehirnaktivitäten übertrifft die Anzahl der im Universum bekannten Elementarteilchen (vgl. V. RAMACHANDRAN 2007: 18; P. CLAYTON 2008: 165).

² Vgl. F.M. WUKETITS 2009: 17-25; W. SINGER 2009: 104-106; L.V. BERTALANFFY 1968: 131-143.

60.000 Zellen zuständig, während jedes Auge über eine Million an Fotorezeptoren verfügt. Topographische Karten bilden im Gehirn den Raum ab und werden dazu mit visuellen und mit auditiven Informationen versorgt. Im Zweifelsfall werden dabei die auditiven den visuellen Informationen untergeordnet, wie das Lernverhalten von Kleinkindern verrät. Auch der Bauchrednereffekt gibt den Vorrang des Sehens vor dem Hören zu erkennen. So hört der Zuhörer einen Bauchredner ohne Lippenbewegung und nimmt die entsprechenden motorischen Bewegungen anderswo wahr. Dabei denkt der Zuhörer nicht nur, dass das Gesprochene von der Bewegungsquelle kommt, sondern kann es sogar letztlich auch von dort hören: Die auditive Wahrnehmung wird der visuellen angepasst. In der Großhirnrinde schlägt sich das Verhältnis von Sehen und Hören so nieder, dass die meisten Areale der für die Sinnesverarbeitung zuständigen Areale dem Sehsystem zuzurechnen sind. Anders als es die mühelose Wahrnehmung unserer Umwelt nahelegt, deutet dies schon daraufhin, dass das Sehen ein komplexer Vorgang ist. Diese Rangordnung von Sehen und Hören gilt offenbar auch sozial. So verrät beim Hören unabhängig von der Wortbedeutung allein die sprachliche Betonung personale Eigenarten. Dagegen zeigen beim Sehen die Gestik, Mimik, Körper und Bewegung anderer Personen deren Eigenarten an. Entsprechend sind Menschen in wichtigen Angelegenheiten bemüht, sich nicht nur telefonisch kennenzulernen, sondern einander in Augenschein zu nehmen.³

II

Sehen ist kein Fotografieren. Wenn es so wäre, dann müsste die visuelle Wahrnehmung bei einem gleichbleibenden Bild auf der menschlichen Netzhaut unverändert bleiben. Doch dies ist nicht der Fall, wie der „Necker-Würfel“ zeigt. Er kann nämlich in seiner Ausrichtung entweder von nach unten rechts oder oben links wahrgenommen werden, obwohl das Bild auf der Netzhaut unverändert bleibt. Und umgekehrt kann die visuelle Wahrnehmung unverändert bleiben, obwohl sich das Bild auf der Netzhaut ändert: Wenn ein Mensch seine Augen bewegt und sich damit das Bild auf der Netzhaut schnell verändert, dann schießen in der Wahrnehmung die Dinge nicht durch den Raum. Vielmehr bleibt die Welt stabil, was damit zusammenhängen dürfte, dass dies in der Evolution lebensdienlich war. Evolutionsgeschichtlich ist ebenso die Unterstellung des menschlichen Sehsystems plausibel, dass das Licht immer von oben kommt. Darum werden Strukturen als konvex

³ Vgl. W. SINGER 2009: 106-113; V. RAMACHANDRAN 2007: 37f; V. RAMACHANDRAN/S. BLAKESLEE 2009: 122-124.

wahrgenommen, wenn sie nach unten Schatten werfen, während Strukturen als konkav aufgefasst werden, die nach oben Schatten werfen. Und „Kanisza-Figuren“ machen deutlich, dass das Sehsystem sichtbare Objekte als zusammenhängend, geschlossen und intakt annimmt, auch wenn tatsächlich nur Fragmente sichtbar sind. Folglich bildet das Sehsystem die Wirklichkeit nicht fotografisch ab, sondern interpretiert sie, auch wenn dies nicht eigens ins Bewusst wird.⁴ Zwar übermitteln die Augäpfel ihre Nachrichten an die Sehrinde, in der es eine Karte für jeden Punkt der Netzhaut gibt. Doch schon die Sehrinde sortiert sich wiederholende Informationen aus und hebt andere hervor, ehe sie diese Informationen an die ungefähr dreißig visuellen Felder des Gehirns weitergibt. Diese Felder sind vermutlich hochgradig spezialisiert für so verschiedene Aspekte wie Tiefe, Farbe oder Bewegung – und bisher kaum ausreichend erforscht.

Klar erscheint hingegen der Weg, den die Nachrichten von den Augen aus nehmen. Sie gelangen über den Sehnerv auf zwei unterschiedliche Bahnen, auf die sie sich verteilen. Die erste Bahn ist die stammesgeschichtlich ältere Bahn und führt zu einer im Hirnstamm gelegenen Struktur (*colliculus superior*) hinab, von wo aus sie dann in höhere Felder der Großhirnrinde insbesondere des Scheitellappens geht. Die zweite Bahn ist stammesgeschichtlich jünger, bei Menschen wie bei anderen Primaten am stärksten entwickelt und für die bewusste Wahrnehmung zuständig.⁵ Sie zieht sich von den Augen über die Schaltstation des seitlichen Kniehockers (*nucleus geniculatus lateralis*) zur Sehrinde und unterteilt sich dann nach zwei Umschaltungen in zwei weitere Bahnen. Die „Wie-Bahn“ (*dorsal path*) führt in den Scheitellappen und ist für das räumliche Sehen zuständig, wie man es etwa braucht, um sich überhaupt in der Welt bewegen, die Hand ausstrecken oder Entfernungen abschätzen zu können. Die „Was-Bahn“ (*ventral path*) führt in den Schläfenlappen und dient der Erkennung von Objekten. Sie ermöglicht es beispielsweise, Menschen von Tieren, Feinde von Partnern und auch Objekte der Angst von Objekten der

⁴ Vgl. V. RAMACHANDRAN/S. BLAKESLEE 2009: 122-130, 428; W. SINGER 2009: 114-119; D. LINDEN 2009: 271, 278. Die interpretatorische Leistung des Sehsystems kann mit Hermann von Helmholtz, der die visuelle Wahrnehmungsforschung begründete, als unbewusste Schlussfolgerung angesehen werden (vgl. V. RAMACHANDRAN/S. BLAKESLEE 2009: 125-127).

⁵ Vgl. V. RAMACHANDRAN/S. BLAKESLEE 2009: 133-138. Entsprechend kann sich die Frage nach der Funktion der älteren Bahn stellen. Vermutlich wurde sie als ein frühes Warnsystem zur Orientierung beibehalten. Die ältere Bahn kann nämlich im Sinn eines einfachen Reflexes die Augäpfel motivieren, sich lebensgefährlichen und lebenswichtigen Ereignissen zuzuwenden. Daraufhin schaltet sich die neuere Bahn ein. Damit kommt es zum Sehen als einer bewussten Wahrnehmung. Eine Schädigung der neueren Bahn führt daher zu dem, was man gewöhnlich als Blindheit bezeichnet. Wenn eine Schädigung in der rechten Sehrinde vorliegt, dann erblindet der Betroffene im linken Gesichtsfeld. Wenn eine Schädigung in der linken Sehrinde vorliegt, dann erblindet der Betroffene im rechten Gesichtsfeld. Experimente führten zur Entdeckung dessen, was mit dem Oxymoron des Blindsehens (*blindsight*) bezeichnet wird. Danach nehmen Betroffene in ihrem blinden Gesichtsfeld nichts bewusst wahr, können aber genau in diesem Gesichtsfeld etwas präzise ergreifen oder zielsicher „erraten“. Dieses Phänomens lässt sich vermutlich so erklären, dass die neuere Bahn ausfällt, während die ältere Bahn noch intakt ist (vgl. V. RAMACHANDRAN/S. BLAKESLEE 2009: 136-138).

Freude zu unterscheiden. Während die „Was-Bahn“ also für die Bedeutung zuständig ist, ermöglicht die „Wie-Bahn“ das Handeln.⁶ Wie eng Motorik und Visualität verbunden sind, zeigen die „Spiegelneuronen“ (*mirror neurons*). So werden bei dem Beobachten einer Greifbewegung die Areale in der Großhirnrinde beim Beobachter auf die gleiche Art aktiv wie beim Ausführenden. Der Beobachter plant die Greifbewegung gleichsam selbst, bevor ein gegenläufiger Impuls die motorische Ausführung verhindert. Insofern sind Spiegelneuronen evolutionsgeschichtlich vermutlich für die Fähigkeit zur Nachahmung, Empathie und Simulation virtueller Realität unter Einschluss der Fähigkeit zur Lüge wichtig.⁷

Doch auch die Einsicht in die Spiegelneuronen kann nicht erklären, wie das Sehsystem herausfindet, welche Konturen in einer Szene zu welchen Objekten gehören. Für dieses grundlegende „Bindungsproblem“ (*binding problem*) gibt es bis heute keine Lösung, die neurowissenschaftlich konsensfähig wäre. Ein als plausibel geltender Vorschlag besagt, dass vermutlich durch die komplexe Gleichzeitigkeit von neuronalen Entladungen die Bindungsfunktionen erfüllt werden. Als sicher kann gelten, dass wenige Zellen in vorrangig sensorischen Arealen die Informationen von Sinnesorganen erhalten und die meisten Aktivitäten beim Sehen hirntern geschehen.⁸ Dies führt zur Frage, wie das Gehirn erkennt, dass seine Interpretation der Wirklichkeit richtig ist. Neurowissenschaftlich sind die Kriterien dafür bisher unbekannt. Doch bekannt ist, dass das Gehirn in diesem Fall über interne Maßstäbe verfügt, die dem limbischen System angehören. Letzteres ist stammesgeschichtlich vergleichsweise alt. Eine mögliche Erklärung wäre dann, dass im Gehirn strukturell ein relativ

⁶ Vgl. V. RAMACHANDRAN/S. BLAKESLEE 2009: 138-149; W. SINGER 2009: 112-114; D. LINDEN 2009: 271-280. Wenn die „Was-Bahn“ zerstört ist, dann können Primaten keine Objekte mehr identifizieren, obwohl sie diese problemlos ergreifen können. In dem Fall zeigen Affen und Menschen mitunter eine unkontrollierte Essensaufnahme und ein wahlloses Sexualverhalten. Bei Menschen können diese Symptome als „Klüver-Bucy-Syndrom“ bezeichnet werden. Wenn die „Wie-Bahn“ zerstört ist, dann verengt sich das Gesichtsfeld röhrenförmig, so dass ein beliebiges Objekt die Augen gleichsam so fesselt, dass alles andere aus dem Blick geraten kann. Das Greifen von Gegenständen misslingt. Unter dem Begriff des „Balint-Syndroms“ sind bei Menschen solche Phänomene bekannt (vgl. V. RAMACHANDRAN/S. BLAKESLEE 2009: 141-144; W. SINGER 2009: 113).

⁷ Vgl. V. RAMACHANDRAN 2007: 50-52; W. SINGER 2009: 113f. Dieser gegenläufige Impuls muss entwickelt werden. So kann ein Kleinkind allein dadurch zum Öffnen seines Mundes angeregt werden, wenn ein Erwachsener dies vormacht. Der hemmende Impuls ist bei dem Kleinkind noch zu wenig ausgebildet (vgl. W. SINGER 2009: 114).

⁸ Vgl. W. SINGER 2009: 120-125, 114-119; D. LINDEN 2009: 272-276, 280f. Dies lässt sich neurobiologisch mit bildgebenden Verfahren stützen. So sind bei der bloßen Vorstellung eines Objekts fast alle Hirnareale betroffen, die auch bei der sichtbaren Wahrnehmung am Werk sind. Einzig diejenigen Hirnareale treten kaum in Erscheinung, die direkt mit Sinnenorganen im Zusammenhang stehen. Im Fall von Halluzinationen werden diese primär sensorischen Hirnareale von der selbsterzeugten Tätigkeit komplexerer Hirnareale aktiviert (vgl. W. SINGER 2009: 115-117).

umfassendes Weltwissen genetisch gespeichert ist, das sich in der Individualentwicklung entfaltet und mit Individualerfahrungen anreichert.⁹

III

Die bildhafte Kunst kann als eigens sichtbar gewordenenes Sehen angesehen werden – und ist daher an das neurowissenschaftlich erschlossene Sehsystem gebunden. Insofern können universale Gesetze der Kunst neurowissenschaftlich ausgewiesen werden, ohne dass damit der überragende Einfluss der Kultur bestritten wird, die diese Gesetze aktiviert und hemmt, kombiniert, überformt und ändert.

Als grundlegendes Gesetz lässt sich die „Akzentverschiebung“ beziehungsweise „Übertreibung“ (*peak shift*) nennen. Auf diese Weise kann ein Bild etwa von Richard Nixon dessen durchschnittliche Gesichtszüge vernachlässigen und seine typischen Merkmale vergrößern. Es entsteht ein Bild, das Richard Nixon gleichsam ähnlicher ist als er sich selbst. Dieser Effekt der übernormalen Reizung ist vermutlich in den neuronalen Schaltkreisen begründet, die bei einer Wahlmöglichkeit den natürlichen Stimulus gegenüber einem künstlichen Superstimulus benachteiligen. Dies zeigen Versuche mit Silbermöwenküken. Sie sind bei der Nahrungsaufnahme auf den roten Schnabel der Mutter fixiert, ziehen jedoch dem echten Schnabel einen künstlichen Superstimulus mit mehr roten Streifen vor. Als weiteres Gesetz kann die „Wahrnehmungsgruppierung“ angeführt werden. Danach sucht das Sehsystem bei einer Wahrnehmung nach Zusammenhängen, indem es Figuren von ihrem Hintergrund abhebt. Dieses Gesetz lässt sich insbesondere mit Vexierbildern nachweisen. Es kommt dadurch zustande, dass auf jeder Stufe der visuellen Informationsverarbeitung Signale über mögliche Gruppierungen an das limbische System gesendet werden können, die zu einer erhöhten Aufmerksamkeit und verstärkten Bindung führen. Wenn die Annahmen von höheren und tieferen Verarbeitungsstufen übereinstimmen, entsteht ein „Aha-Erlebnis“: Ein Objekt ist entdeckt. Dieses Entdecken ist evolutionsgeschichtlich lebenswichtig. Auch das Gesetz der „perzeptiven Problemlösung“ geht in diese Richtung. Demzufolge sind visuelle Reize neuronal attraktiver, wenn allein ein flüchtiger Anblick möglich ist. Dieses Gesetz ist evolutionsgeschichtlich für die Jagd sowie Partnersuche plausibel und auch mit „Aha-

⁹ Vgl. W. SINGER 2009: 117-119. Außerdem könnte die Übereinstimmung von Tastsinn, Gesichtssinn, Gehör und Geruchssinn ein Kriterium für die Wahrscheinlichkeit der richtigen Interpretation der Wirklichkeit sein. Diese intermodale Übereinstimmung der Sinne lässt sich allerdings täuschen, wie etwa die virtuelle Realität eines Flugsimulators für Piloten zeigt: Schon nach wenigen Sekunden erzeugen Geräusche, Bewegungen und Beschleunigungen bei einer Versuchsperson den Eindruck, wirklich im Flugzeug zu sein. Ähnliche Erfahrungen können Menschen in modernen Kinos machen (vgl. W. SINGER 2009: 118f).

Erlebnissen“ verknüpft. Desweiteren wird die „Isolation“ beziehungsweise „Untertreibung“ genannt. So vermag eine comicitige Umrisszeichnung stärker als ein Hochglanzfoto des entsprechenden Objekts zu wirken. Dafür sprechen scheinbar zeichnerische Fähigkeiten von autistischen Kindern, deren entsprechendes Hirnmodul allein noch vollkommen intakt ist. Auch die „Symmetrie“ kann als neurowissenschaftliches Gesetz der Kunst gelten. Die Symmetrie macht es möglich, bei einer halb verdeckten Gestalt die zweite Hälfte mental zu ergänzen. Die Vorliebe für die Symmetrie könnte menschlich vererbt sein, weil Asymmetrien evolutionsgeschichtlich bei der Partnerwahl auf Verletzungen hindeuteten. Auch die Bevorzugung von „Wiederholung, Rhythmus und Ordnung“, „Ausgewogenheit“, „verallgemeinernden Sichtweisen“ und „Kontrastwahrnehmung“ können aufgrund neurowissenschaftlicher und evolutionärer Annahmen als universale Kunstgesetze diskutiert werden. Die Gesetze der „Symmetrie“, „Akzentverschiebung“ und „Wahrnehmungsgruppierung“ dürften artübergreifend sein, ohne dass man sich deswegen darauf festlegen müsste, Tiere verfügten genau so wie Menschen über die neurowissenschaftlichen Gesetze der Kunst. Die Frage nach dem Sinn der menschlichen Kunst kann neurowissenschaftlich so beantwortet werden, dass Kunst eine lebensdienliche, risikolose und antriebsmotivierende Simulation von Realität darstellt.¹⁰

Von überragender Bedeutung scheint insbesondere das Gesetz der „visuellen Metapher“ zu sein. Dabei werden zwei Aspekte in einen Zusammenhang gebracht, der sich nicht von selbst versteht – etwa der Darstellung einer Gottheit mit mehreren Armen. Neuronal könnte die Vermischung von Sinnesmodalitäten („Synästhesie“) die Basis für die visuelle Metapher sein. Die Synästhesie besteht in einer Verbindung von Sinnesmodalitäten, die normalerweise getrennt sind. Bei Betroffenen löst beispielsweise das visuelle Bild einer Zahl eine Farbwahrnehmung aus. So erscheint etwa die Darstellung einer „2“ immer auch als rot. Wie Neuroimaging-Experimente deutlich machen, sind die entsprechenden Hirnareale für Zahlen und Farben benachbart, so dass zwischen ihnen eine „Cross-Verdrahtung“ (*cross wiring*) erfolgen könnte. In diesem Fall wurden die überschüssigen Verbindungen des fetalen Gehirns vermutlich aufgrund einer Genveränderung unzureichend zurückgebildet. Diese Verbindungen können dann aktiv werden und disparate Hirnareale verknüpfen. Da diese Cross-Verdrahtungen bei künstlerischen Menschen siebenmal häufiger vorkommen und umgekehrt bei Menschen ohne Synästhesie mit großen Problemen beim Verständnis von Metaphern einhergehen, könnten diese Cross-Verdrahtungen mit der Fähigkeit zur Metaphorik zusammenhängen. Denn in beiden Fällen geht es um das Zusammenbringen

¹⁰ Vgl. V. RAMACHANDRAN 2007: 53-72. 137-147.

scheinbar unzusammenhängender Aspekte. Tendenziell sind fast alle Menschen ansatzweise synästhetisch, wie das „Kiki-Booba-Experiment“ zeigt. Bei diesem Experiment bringen über neunzig Prozent der Befragten bei einer Zuordnungsaufgabe mit unterschiedlichem Sprachhintergrund eine zackige, scharfkantige Figur mit dem Laut „Kiki“ und eine runde, amöbenhafte Figur mit dem Laut „Booba“ zusammen. Dies verweist auf die intermodale Aktion des Gehirns. Denn die Bildwahrnehmung über die Netzhaut und die Haarzellen des Innenohres sind nicht verbunden. Erst das Gehirn abstrahiert die Kennzeichen der Rundheit und Gezacktheit. Neurowissenschaftlich kann überlegt werden, ob diese intermodale Beziehung von auditorischer und visueller Erscheinung zusammen mit anderen Faktoren bei der Sprachentstehung eine Rolle spielte. Die Cross-Verdrahtungen erklären auch die „Phantomglieder“. In dem Fall können Betroffene nach der Amputation eines Körperteils dasselbe noch spüren, wenn das dafür zuständige Hirnareal aufgrund von Cross-Verdrahtungen die Signale anderer Körperteile auf sich zu beziehen vermag. Wird hingegen das sensorische Areal für die Gesichtserkennung vom limbischen System abgeschnitten, trennen sich das Sehen von der emotionalen Reaktion („Capgras-Syndrom“). Betroffene halten etwa ihre Kinder oder Ehepartner für Hochstapler. Wenn alle sensorischen Areale vom limbischen System separiert werden, dann meinen die Betroffenen, sie seien tot („Cotard-Syndrom“). Denn zur Welt besteht kein emotionaler Kontakt mehr.¹¹

Literatur:

CLAYTON, PHILIP: Emergenz und Bewusstsein. Evolutionärer Prozess und die Grenzen des Naturalismus, Göttingen 2008.

LINDEN, DAVID: How are images generated in the brain? In: RATSCH, ULRICH/STAMATESCU, ION-OLIMPIU/STOELLGER, PHILIPP (Hg.): Kompetenzen der Bilder. Funktionen und Grenzen des Bildes in den Wissenschaften, Tübingen 2009, 271-287.

RAMACHANDRAN, VILAYANUR: Eine kurze Reise durch Geist und Gehirn, Reinbek bei Hamburg³2007.

RAMACHANDRAN, VILAYANUR S./BLAKESLEE, SANDRA: Die blinde Frau, die sehen kann. Rätselhafte Phänomene unseres Bewusstseins, Reinbek bei Hamburg⁴2009.

SINGER, WOLF: Das Bild in uns. Vom Bild zur Wahrnehmung. In: SACHS-HOMBACH, KLAUS (Hg.): Bildtheorien. Anthropologische und kulturelle Grundlagen des Visualistic Turn, Frankfurt a.M. 2009, 104-126.

P. Dr. Malte Dominik Krüger M.A., Ev.-theol. Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Seminar für Systematische Theologie & Institut für Ökumenische Theologie, Universitätsstraße 13-17, D-48143 Münster, maltekruenger@gmx-topmail.de

¹¹ Vgl. V. RAMACHANDRAN 2007: 73-96. 17-35. 131-136. 170f.