

| | |
|--|----|
| Plastizität und Selbstorganisation | 75 |
| Ordnung | 76 |
| Tuning (Fovea) | 76 |
| Modularität | 77 |
| Aufmerksamkeit | 77 |
| Vorannahmen | 78 |

VERTIEFUNGEN

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Unbewusste Wahrnehmung | 80 |
| Split-Brain | 87 |
| Neuropsychologie | 90 |
| Vom Neuron zum Bewegungssehen | 99 |
| Die Gene für das Farbsehen | 102 |
| Visuelles Gedächtnis | 105 |
| Lärm | 109 |
| Wahrnehmung und Kunst | 114 |

ANHANG

| | |
|-------------------------|-----|
| Glossar | 121 |
| Literaturhinweise | 128 |

DAS FENSTER ZUR WELT

Die Wahrnehmung spielt eine zentrale Rolle nicht nur für das Erleben der Welt, sondern auch für das Überleben in der Welt. Genauso wie unsere sämtlichen Handlungen auf den Kontraktionen von Muskeln beruhen – ob wir einen Baum fällen oder ein Gedicht schreiben –, genauso beruht all unser Erleben auf der Aktivität der uns zur Verfügung stehenden Sinnesrezeptoren – ob wir nun mit Genuss eine Symphonie von Beethoven (oder den neuesten Hit von Robbie Williams) hören, oder uns schmerzhaft an einer Nadel stechen. Welche Information wir letztlich aufnehmen und wahrnehmen, hängt auch davon ab, für welche Information wir Rezeptoren haben. So können wir sehen, weil es in unserer Umwelt Licht gibt und weil unsere Augen lichtempfindliche Rezeptoren besitzen. Licht bezeichnet nur den kleinen Teilbereich der elektromagnetischen Strahlung mit Wellenlängen zwischen 400 und 700 Nanometer (nm). Elektromagnetische Strahlung gibt es aber in vielen anderen Wellenlängenbereichen, wie in Abbildung 1 dargestellt. Während Menschen z. B. ultraviolette Strahlung nicht sehen, gibt es einige Tierarten – wie z. B. die Bienen –, die für diesen Wellenlängenbereich (ca. 340nm) sehr empfindlich sind.

Hier stellen sich sofort zwei Fragen: Warum hat der Mensch ausgerechnet Rezeptoren für diesen Bereich von Wellenlängen entwickelt? Wie würde die Welt aussehen, wenn wir Rezeptoren für mehr und andere Informationen unserer Umwelt entwickelt hätten?

Beide Fragen hängen eng zusammen. Betrachtet man die Sinnesorgane verschiedener Tierarten, stellt man fest, dass sich die Tiere sehr eng an ihre Umweltbedingungen angepasst haben. Für Fledermäuse z. B., die den größten Teil ihrer Zeit im Dunkeln verbringen, würde das menschliche Sehsystem wenig Sinn machen. Wo kein

Licht ist, kann auch keines verarbeitet werden. Wenn wir uns bei Dunkelheit im Freien zurechtfinden wollen, benutzen wir eine Taschenlampe, die einen Lichtstrahl erzeugt. Fällt der Lichtstrahl der Taschenlampe auf ein Objekt, wird von der Objektoberfläche ein Teil des Lichtes in unsere Augen reflektiert und das Objekt wird sichtbar. Da die Fledermaus keine Taschenlampe hat, muss sie sich »Licht« auf eine andere Art erzeugen. In ihrem Fall sind das Schallwellen in einem sehr hohen Frequenzbereich, der für das menschliche Ohr nicht mehr wahrnehmbar ist. Dieser Schall wird von den Objekten aber ebenfalls reflektiert und von den Ohren der Fledermäuse registriert. Aus den Laufzeiten des Echos kann das Gehör der Fledermaus die Distanz und die Form der Objekte berechnen. Es liefert auf diese Art ein »Bild« der Umgebung. Die Fledermäuse »sehen« also mit den Ohren, auch im Dunkeln.

Im Gegensatz zur Fledermaus sind wir Menschen Tagtiere. Die Lichtstrahlen, die tagsüber in unsere Augen fallen, stammen in erster Linie von der Sonne. Die Sonne wirft ihre Strahlen auf die Objekte in unserer Umgebung und von dort werden sie in das Auge reflektiert. Es ist daher sinnvoll, wenn unsere Augen für den Wellenlängenbereich empfindlich sind, in dem die Sonne Strahlung emittiert. Messungen der Sonnenstrahlung an sonnigen und bewölkten Tagen haben ergeben, dass diese im kurzwelligen Spektralbereich, dem Ultravioletten bei ca. 300 nm beginnt. Allerdings wird die Ultravioletstrahlung von der Erdatmosphäre massiv abgeschwächt. Wie bereits erwähnt, ist der Energiegehalt der kurzwelligen Strahlung sehr hoch und würde im Auge (und nicht nur dort) zu Schädigungen führen. Es bleibt also zu hoffen, dass die atmosphärische Schutzschicht noch lange Zeit erhalten bleibt! In dem Bereich über 700 nm weist die elektromagnetische Strahlung immer weniger Energie auf, so dass die Absorption von Lichtteilchen (Photonen) im Langwellenlängenbereich physikalisch zunehmend unmöglich wird. In Bodennähe hat die Sonnenstrahlung ihr Energiemaximum in einem mitt-

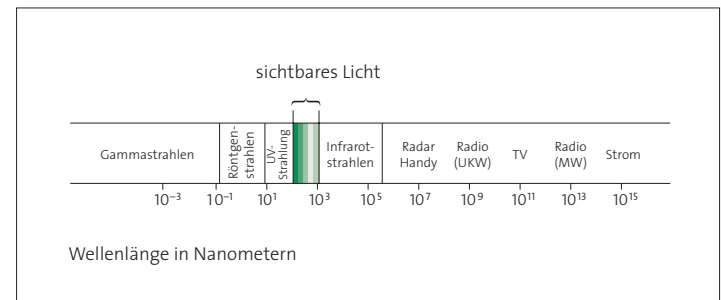


Abb.1: Das sichtbare Spektrum. Aus dem gesamten Bereich elektromagnetischer Strahlung ist lediglich ein kleiner Bereich wahrnehmbar.

leren Wellenlängenbereich bei ca. 500 nm und fällt zum kurz- und langwelligen Bereich langsam aber stetig ab. Daher ist es für die Nutzung der Sonnenenergie als Informationsquelle optimal, die Empfindlichkeit auf den Bereich zwischen 400 und 700 nm zu konzentrieren. Genau dies ist der Arbeitsbereich des menschlichen Sehsystems, und auch der von fast allen tagaktiven, an Land lebenden Wirbeltieren. Ganz generell lässt sich sagen, dass Sinnessysteme daraufhin optimiert sind, die in der Umwelt verfügbare und relevante Information aufzunehmen.

Was wäre aber, wenn wir uns über eventuelle physikalische Grenzen hinwegsetzen könnten und ungleich mehr an Informationen unserer Umwelt wahrnehmen würden? Man kann sich leicht vorstellen, dass diese Informationserweiterung sehr schnell im Chaos enden würde. Die Anzahl der Sinneszellen, die wir Menschen besitzen, ist bereits ohne solche zusätzliche »Antennen« riesengroß. In jedem Auge befinden sich weit über 100 Millionen Photorezeptoren. Jedes Ohr besitzt ca. 15 000 Hörzellen. Unsere Hautoberfläche ($1-2 \text{ m}^2$) enthält an den empfindlichsten Stellen mehrere Hundert Rezeptoren pro cm^2 für Berührung, Temperatur und Schmerz. Und schließlich liefern mehrere Millionen Rezeptoren in den chemischen Sinnen der

Zunge und der Nase Information über Geschmack und Geruch. Jeder dieser Rezeptoren liefert Information im Bereich von 0 bis 1000 Impulsen pro Sekunde. Das sind, informationstheoretisch ausgedrückt, 10 Bits pro Sekunde. Geht man von 100 Millionen Rezeptoren aus, dann ergibt dies eine Datenmenge von einem Gigabyte pro Sekunde! Den Rezeptoren, die uns Information über einen kleinen Ausschnitt unserer Umwelt liefern, stehen 10^{10} Neuronen im Gehirn gegenüber, die die Signale der Sinneszellen nicht nur aufnehmen, sondern auch verarbeiten sollen, um schließlich eine adäquate Reaktion zu bestimmen und deren Ausführung zu kontrollieren. Zur Bewältigung der Datenflut muss das Gehirn die Datenmenge zunächst einmal mit einer ganzen Reihe von »Tricks« reduzieren. Diese Reduktion hat für unsere Wahrnehmung einige sehr interessante Folgen.

Wie ›wahr‹ ist die Wahrnehmung?

Wegen dieser immensen Reduktion der Datenmenge können wir immer nur einen Bruchteil der uns umgebenden physikalisch messbaren Reize wahrnehmen. Es ist allerdings nicht so, dass unser Wahrnehmungsapparat uns einfach physikalische Messwerte ins Gehirn übermittelt. Vielmehr weicht unsere Wahrnehmung manchmal etwas mehr und manchmal etwas weniger von jenen Gegebenheiten ab, wie sie uns Messungen – etwa mit einem Thermometer für die Temperatur oder mit einer Kamera für das Licht – als objektive Gegebenheiten vor Augen führen. Hin und wieder kommt es auch zu ganz dramatischen Abweichungen. Diese Wahrnehmungstäuschungen wurden in der Vergangenheit oftmals als Beleg für das Scheitern unseres Wahrnehmungssystems aufgefasst, unsere Umwelt getreu abzubilden. Inzwischen weiß man aber, dass unsere Sinnessysteme sehr intelligent arbeiten, d. h. die wahrscheinlichste und sinnvollste Konstruktion aus den ihnen zur Verfügung stehenden Daten anstreben. Fehler kommen durch die Reduktion der immensen Datenmen-

ge zustande oder sind durch die Struktur unserer Sinnessysteme bedingt. So wird in unserem Auge die drei-dimensionale Welt auf der zwei-dimensionalen Oberfläche der Netzhaut abgebildet. In vielen Fällen ist es daher rein mathematisch unmöglich, die »wahre« räumliche Welt zu errechnen, die dieser zwei-dimensionalen Abbildung zu Grunde liegt. Unser Sehsystem muss zwischen unendlich vielen, möglichen Interpretationen auswählen. Neuere Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass das visuelle System dabei auf sehr geschickte Weise diejenige Interpretation auswählt, die am wahrscheinlichsten ist. Wenn nun sehr unwahrscheinliche Rahmenbedingungen gewählt werden, wie z. B. das Ames-Zimmer mit schiefen Wänden (Abb. 2), dann kann es zu Sinnestäuschungen kommen.

Illusionen solcher Art sind zahlreich. Künstler wie M. C. Escher benutzten sie gerne. In manchen Fällen können sogar alle möglichen Hinweisreize über die tatsächliche Tiefe vorhanden sein. Falls das Netzhautbild ausreichend unwahrscheinlich ist, wird die »falsche« Interpretation bevorzugt. Ein solcher Fall tritt beim Betrachten von Hohlmasken von Gesichtern auf. Falls diese Masken von hinten betrachtet werden – in diesem Fall zeigt die Nase vom Betrachter weg –, scheint das Gesicht der Maske trotzdem mit der Nase nach vorne zu treten, vermutlich, weil Gesichter nun mal die Nase vorne haben und wir Gesichter nicht von innen sehen!

Die Liste der Sinnestäuschungen ist schier unendlich lang, und sie können auf allen Verarbeitungsstufen entstehen. Fast alle diese Täuschungen haben aber gemeinsam, dass sie aufzeigen können, welche Algorithmen das Sehsystem benutzt, um Rückschlüsse über die Reizsituation zu gewinnen, die zu dem zwei-dimensionalen Bild auf der Netzhaut geführt haben. Das Gehirn hat die Aufgabe, mit Hilfe einer Fülle von intelligenten Prozessen diese Mehrdeutigkeiten sinnvoll aufzulösen.

Es sollte auf Grund der obigen Ausführungen klar geworden sein, dass unsere Wahrnehmung nicht eindimensional wie ein physikali-

Leistungsfähigkeit, Stress und Konzentrationsstörungen, Schlafstörungen, Lustlosigkeit oder auch Aggressivität. Die Gesundheitsschäden durch Lärm sollten nicht unterschätzt werden. So ist ein Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Herzinfarktrisiko nachgewiesen worden.

Wahrnehmung und Kunst

Über den im 5. Jahrhundert v. Chr. lebenden griechischen Maler Zeuxis berichtet der römische Schriftsteller Plinius, er habe im Wettstreit mit seinem Konkurrenten Parrhasios Weintrauben so realistisch gemalt, dass Vögel herbeiflogen und nach den Früchten pickten. Parrhasios lud ihn daraufhin ein, sein Gemälde zu betrachten. Als Zeuxis versuchte, einen vermeintlich vor dem Bild hängenden Vorhang beiseite zu schieben, stellte er fest, dass das Tuch nicht echt, sondern gemalt war.

Die Anekdote illustriert die Möglichkeit der Malerei, auf einer zweidimensionalen Fläche die Illusion eines dreidimensionalen Raumes zu erzeugen. Diese illusionistische Malerei wird *Trompe-l'œil* (franz. »Augentäuschung«) genannt. Der räumliche Eindruck eines Bildes kann unter anderem durch perspektivische Verkürzungen, Überlappungen, Schatten und Lichter erreicht werden. Eine tatsächliche Verwechslung des Dargestellten mit einem Naturgegenstand ist jedoch die Ausnahme. Normalerweise ruft gegenständliche Kunst einen ambivalenten Wahrnehmungseindruck hervor: Wir erfassen einerseits den Bildinhalt (eine dargestellte Szene), andererseits erkennen wir die Bildhaftigkeit (z. B. Pinselstriche auf einer Leinwand). Zu einer Illusion kann es aber auch bei besonders naturalistischer Darstellung nur kommen, wenn wir das Bild von einem Standpunkt aus betrachten (keine Bewegungsparallaxe), wegen großer Entfernung die Oberflächenstruktur des Bildes nicht erkennen, die binokuläre Tiefenwahrnehmung eingeschränkt oder bedeutungslos ist und das

Bild sich sinnvoll in die Umgebung eingliedert bzw. diese ausgeblendet wird.

Während das Erkennen des Bildes als Fläche die Tiefenwirkung einschränkt, sorgt es auch dafür, dass wir bestimmte Verzerrungen nicht wahrnehmen, die sich eigentlich einstellen müssten, sobald wir ein Bild nicht direkt von vorne betrachten. Ein auf einem Bild wiedergegebener Gegenstand müsste uns deformiert vorkommen, sobald wir das Bild von der Seite betrachten, ein Kreis müsste zur Ellipse werden. Häufig wird uns dies jedoch nicht bewusst; der Gegenstand erscheint uns immer gleich, wir erkennen weiter einen Kreis. Ein Kompensationsmechanismus im Gehirn sorgt dafür, dass uns die Form eines Objektes auch bei Betrachtung aus verschiedenen Blickwinkeln unverändert erscheint. Diesen Effekt verdeutlicht ein aus einem seitlichen Winkel aufgenommenes Foto eines Bildes: das wiedergegebene Bild ist stark verzerrt. Bei Betrachtung des Bildes im Original aus demselben Winkel ist der optische Eindruck der Verzerrung so nicht vorhanden, hier wirken Formkonstanzmechanismen.

Bei *Trompe-l'œil*-Malereien stimmt das Bild optisch weitestgehend mit dem dargestellten Objekt überein. Um die in einem Bild wiedergegebenen Objekte zu erkennen, genügen aber auch weniger naturalistische und detailgenaue Darstellungen, wie z. B. einfache Strichzeichnungen. Die Kunstwissenschaft hat Gemälde und Grafiken oft als willkürliche und erlernte Bildsprache angesehen.

Erkennen wir den Bildinhalt aufgrund von erlernten kulturspezifischen Konventionen oder ist die Ähnlichkeit der bei Betrachtung von Bild und realer Szene entstehenden Netzhautbilder entscheidend? Konventionen spielten und spielen bei Kunstwerken eine wichtige Rolle. So bildeten die Ägypter in ihren Malereien Menschen halb im Profil (Kopf, Beine) und halb frontal (Rumpf) ab, in Antike und Mittelalter wurden menschliche Figuren oft nicht entsprechend ihrer perspektivischen Größe, sondern entsprechend ihrer Bedeutungsgröße dargestellt, die Gesichter von Kindern sind verkleinerte Gesichter

von Erwachsenen und in modernen Comics wird Bewegung durch Striche angedeutet.

Einige Darstellungsmittel beruhen offenbar auf Konventionen. Gilt dies auch für Striche und Konturen schlechthin? Grundlegende Mechanismen des Sehsystems sprechen dagegen. Bei unterschiedlich gemusterten oder gefärbten Flächen ist die entscheidende Information in den Grenzlinien enthalten. Die Linien in Strichzeichnungen enthalten die gleiche Information wie diese Grenzlinien. Deshalb können wir in gewisser Hinsicht auf der Strichzeichnung eines Hauses ebenso viel erkennen wie beim Betrachten des Hauses. Das Sehsystem neigt dazu, Flächen innerhalb bestimmter Konturen als abgegrenzte Objekte vor einem Hintergrund wahrzunehmen. So empfinden wir einen kreisförmigen Strich auf einer einheitlichen Fläche nicht als Linie, sondern als Scheibe.

Gegen die Konventionshypothese beim Erkennen von Strichzeichnungen sprechen auch verschiedene Untersuchungen von John M. Kennedy. Obwohl es beim Stamm der Songe Neuguineas keine abbildenden Strichzeichnungen, sondern nur geometrische Muster gab, erkannten sie ohne Schwierigkeiten Umrisszeichnungen von Menschen, Händen und ihnen bekannten Gegenständen und Tieren. Auch die Analyse von Felszeichnungen und Höhlenmalereien Europas, Afrikas, Nordamerikas und Australiens ergab deutliche Übereinstimmungen mit modernen Illustrationen. Die Songe konnten jedoch durch Umrisslinien dargestellte Schatten- und Farbflächen sowie bewegte Szenen nicht als solche erkennen. Entsprechende Darstellungen fehlen auch weitgehend in den prähistorischen Malereien. Während also das Erkennen von Umrisszeichnungen eine kulturübergreifende Eigenschaft des menschlichen visuellen Systems zu sein scheint, beruht die Darstellung von dynamischen Szenen und Farbmustern vermutlich auf Konventionen. Weitere Belege gegen eine umfassende Konventionshypothese liefern Untersuchungen Kennedys an Blinden. Blind Geborene können »Strichzeichnungen« aus

erhabenen Linien auf einer Fläche durch Ertasten richtig wahrnehmen und ohne vorheriges Training altersgemäße Strichzeichnungen von Gegenständen aus unterschiedlichen Perspektiven anfertigen. Ein besonderes Experiment führten Julian Hochberg und Virginia Brooks durch. Nachdem sie ihren Sohn bis ins Alter von zwei Jahren von jeglichen Bildern ferngehalten hatten, konnte dieser trotzdem Strichzeichnungen vertrauter Gegenstände mühelos erkennen. Die Fähigkeit zum Erkennen von Bildern und perspektivischer Darstellung beruht demnach nicht nur auf Konventionen, sondern wir entdecken grundlegende Übereinstimmungen zwischen dem Bild und seiner Entsprechung in der Umwelt. Um abgebildete Gegenstände erkennen zu können, ist allerdings Erfahrung hinsichtlich dieser Objekte notwendig.

Wenn wir beim Erkennen von Bildern keine grundlegenden Schwierigkeiten haben, was macht es für die meisten so schwer, etwas naturgetreu zu zeichnen? Wenn wir das Erkennen von Bildern anscheinend nicht lernen müssen, geht es vielleicht darum, das normale Sehen zu verlernen? Auf Probleme beim Umsetzen einer Seherfahrung in ein flächiges Bild weist der Gebrauch verschiedener Hilfsmittel durch Maler beim Abzeichnen von Objekten hin. Mit Pinsel oder Stift werden die Größenverhältnisse in der Szene gemessen. Ohne Vergleichsmaßstab würde man die Größe falsch einschätzen.

Die Schwierigkeit, etwas naturgetreu zu zeichnen, beruht nicht primär auf mangelnden motorischen Fertigkeiten, sondern ist in der Wahrnehmung und ihrer kognitiven Verarbeitung zu suchen. Die Probleme beim naturalistischen Abbilden ergeben sich vermutlich aus der Fähigkeit unseres Sehsystems, wesentliche Eigenschaften von Objekten wahrzunehmen, sowie aus der Einordnung wahrgenommener Objekte. Die Wahrnehmung besteht nämlich nicht nur aus Daten des Netzhautbildes, sondern auch aus Erfahrungen wie z. B. erinnerten Formen. Die Gesamtwahrnehmung setzt sich dann aus Gesehenem und Erinnertem zusammen.

Alle Laien durchlaufen die Stufen der Kinderzeichnung, wobei die meisten in der schematischen Malweise der Kinder stehen bleiben. Sie beherrschen die Techniken nicht, aus dem Wahrgenommenen jene Informationen zu extrahieren, die eine naturalistische Wiedergabe ermöglichen. Kinder bemühen sich kaum, auf den abzuzeichnenden Gegenstand zu blicken, sie wissen, dass sie so nicht weiterkommen. Kinderzeichnungen sind nicht perspektivisch genau, sondern zeigen Form und Größe so, wie wir sie aufgrund von Konstanzmechanismen wahrnehmen. Ein Kind zeichnet einen Tisch, den es vor sich sieht, als Rechteck mit parallelen Seiten, Teller sind eher Kreise als Ellipsen. Dem gegenüber steht die besondere Zeichenfähigkeit mancher autistischer Kinder, die bereits im Vorschulalter nicht sichtbare Linien auslassen, eine korrekte Verkürzung verwenden und die relative Größe von Gegenständen wie Kopf und Rumpf perspektivisch richtig ins Bild setzen. Dieses »Talent« stellt sich jedoch bei näherer Betrachtung als ein kognitives Problem dar: Das begriffliche Denksystem steuert die Zeichenfähigkeit deshalb nicht, weil es sich nicht entwickelt hat. Diese Kinder können aus dem Gedächtnis eine sehr genaue Wiedergabe einer Vorlage anfertigen, einen kognitiv relativ unverarbeiteten visuellen Eindruck abrufen, während eine Klassifizierung der gesehenen Objekte nicht gelingt. Wenn in fortgeschrittenem Alter die autistische Störung nachlässt und die Kinder sprechen lernen, lässt auch die außerordentliche zeichnerische Fähigkeit nach.

Ein häufiger Fehler, den auch Erwachsene beim Portraitzeichnen machen, ist die Augenhöhe. Der Gesichtsanteil von Kinn bis Augenbrauen wird im Vergleich zum oberen Teil des Kopfes zu groß gezeichnet. Unbewusst nehmen wir die für uns bedeutenderen Partien relativ größer wahr als den Rest des Kopfes und zeichnen das Portrait entsprechend. Mit Hilfe bestimmter »Tricks« kann man sich der beim Zeichnen hinderlichen kognitiven Steuerung entledigen: Zum Beispiel lässt sich eine komplizierte Figur, die man auf dem Kopf ste-

hend wahrnimmt und in ihrer Bedeutung beim Abzeichnen nicht erkennt, korrekter wiedergeben. Oder man konzentriert sich beim Zeichnen nicht auf die Wiedergabe des Gegenstandes, sondern auf die Darstellung von Hintergrund und Zwischenräumen. Begriffliches Wissen und Zeichenschemata haben so einen geringeren Einfluss auf die naturalistische Wiedergabe.

Auch wer imstande ist, ein Modell, ein Stillleben oder eine Landschaft getreu abzubilden, hat oft Schwierigkeiten, dasselbe aus dem Gedächtnis darzustellen. Zeichnungen aus dem Gedächtnis geben häufig ein falsches Bild der tatsächlichen Verhältnisse wieder. Dies zeigte Irvin Rock in einem Experiment, bei dem erwachsene US-Amerikaner die Aufgabe erhielten, die Grenzen der USA aus dem Gedächtnis zu zeichnen. Die Zeichnungen wichen alle deutlich vom Umriss der Vereinigten Staaten ab. Dies lag nicht daran, dass die Konturen nicht genau genug im Gedächtnis abgespeichert gewesen wären. Bei der Aufgabe, unter ähnlichen Bildern den Umriss der USA herauszufinden, erkannten die meisten Versuchspersonen die richtige Lösung, obwohl die schlechteste der präsentierten Varianten besser war als der größte Teil der eigenen Zeichnungen. Offenbar war bei allen Versuchspersonen ein sehr genaues, im Gedächtnis gespeichertes Bild vorhanden, das jedoch zum Zeichnen nichts beitrug und nur durch einen zusätzlichen, auslösenden Reiz verwertet werden konnte.

Dass bei Künstlern während des Zeichnens Verarbeitungsprozesse visueller Information zumindest anders gewichtet sind als bei Laien, zeigt ein Vergleich aktiver Hirnregionen beim Portraitzeichnen zwischen einem Portraitisten und einem künstlerischen Laien. Robert Solso ließ einen Laien und einen bekannten Künstler im Kernspintomographen einfache geometrische Formen und Gesichter abzeichnen. Bei der Auswertung wurden die Signale der einfachen Zeichenaufgabe von denen der komplexen Aufgabe des Zeichnens von Gesichtern subtrahiert, so dass die nur das Abzeichnen der Gesichter

betreffenden Hirnaktivitäten betrachtet werden konnten. Auf die Verarbeitung von Gesichtern spezialisierte Hirnareale waren beim Laien deutlich aktiver als beim professionellen Portraitisten. Dieser zeigte im Vergleich zum Laien höhere Aktivitäten in frontalen Bereichen, welche mit komplexen Assoziationen und der Manipulation visueller Formen verbunden sind. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass der geübte Künstler beim Zeichnen von einer abstrakteren Repräsentation des zu zeichnenden Gegenstandes ausgeht.

Das Erkennen von Bildern beruht also nicht ausschließlich auf Konventionen, Grundlage sind ebenso normale Prozesse der visuellen Informationsverarbeitung. Wir sind einerseits in der Lage, Bilder als zweidimensionale Objekte von natürlichen Szenen zu unterscheiden. Andererseits können wir Objekte, die lediglich mit einfachen Mitteln wie Umrisslinien auf der Bildfläche dargestellt sind, erkennen. Bei der Wahrnehmung von Bildern sind Konstanzmechanismen, die bei der normalen Wahrnehmung aktiv sind, ebenfalls wirksam. Solche kognitiven Prozesse verursachen allerdings Probleme bei der naturalistischen Wiedergabe realer Szenen. Künstler nutzen deshalb Methoden und Fertigkeiten, diese Konstanzmechanismen auszuschalten oder zu umgehen, um ein naturalistisches Abbild natürlicher Szenen zu schaffen. Natürlich wurden diese Phänomene nicht nur mit einfachen Beispielbildern untersucht. Eine genaue Analyse, wie sich das visuelle System in derartig vieldeutigen Situationen verhält, kam zu der Schlussfolgerung, dass unser Gehirn sich bei diesen Interpretationen zumeist sehr optimal verhält, nämlich wie vom Mathematiker Thomas Bayes bereits im 18. Jahrhundert postuliert.

GLOSSAR

Adaptation – Unter Adaptation versteht man die Anpassung eines Sinnessystems an Umgebungsbedingungen; z.B. die höhere Sensitivität der Augen in der Dunkelheit. *s. S. 37, 66f, 74f.*

Agnosie – Oberbegriff für neuronal bedingte Erkennungsstörungen, ohne Beeinträchtigung des visuellen Systems. *s. S. 97ff.*

Anosmie – Unfähigkeit, Gerüche wahrzunehmen. *s. S. 72*

Aphasie – Eine erworbene neuronale Sprachstörung, die u.a. die Sprachproduktion (Broca Aphasie), das Sprachverständnis (Wernick Aphasie) sowie die Fähigkeit, Worte nachzusprechen (Leitungsaphasien) betreffen kann und meist in der linken Hirnhälfte (Hemisphäre) lokalisiert ist.

Ataxie – Oberbegriff für Bewegungs- und Koordinationsstörungen der Augen, der Stimme und des Schluckapparates, die meist durch Kleinhirnstörungen bedingt sind. *s. S. 96*

Basilarmembran – Die Sinnesrezeptoren des Ohres, die Haarzellen, sitzen auf der Basilarmembran. *s. S. 57f.*

Bildgebende Verfahren – Verfahren, die die Form und Erregung neuronaler Strukturen sichtbar machen. *s. S. 52, 90*

Blindsehen – Personen, die aufgrund einer kortikalen Verletzung nicht mehr zu bewusster visueller Wahrnehmung in der Lage sind, können dennoch häufig auf einen Reiz zeigen. Hieraus wird gefol-