

Zusatztexte zu Kap. 04

Auditorisches und weitere Wahrnehmungssysteme

(Den jeweils zu Ihrer Leseseite passenden/gehörenden Zusatztext (z.B.: zu Seite 36 = **zu36**) können Sie hier leicht mit der üblichen Suchfunktion auffinden. Suchfunktion öffnen und Seitenzahl als zuXX eingeben, (die angegebenen **zu**-Zahlen beziehen sich auf die Textseite im Buch, wo auf diesen Zusatztext verwiesen wird).

Die nachgestellten Zahlen in Klammern (1), (2), (3) bezeichnen den ersten, zweiten, dritten Zusatztext zu der jeweiligen Seite).

Aufrufbare Links im Internet sind leider nicht immer dauerhaft. Das gilt auch für unsere Angaben. Dem vorzubeugen wurden die aufrufbaren Texte zumindest z. T. im Zusatztext, wie angegeben, mit aufgenommen.

zu158

Ich-Wahrnehmung, Person Wahrnehmung

<http://de.wikipedia.org/wiki/Selbstwahrnehmung>

Selbstwahrnehmung oder **Eigenwahrnehmung** ist die [Wahrnehmung](#) des [Selbst](#), der eigenen Person. Sie ist zusammen mit der [Selbstbeobachtung](#) für die eigene Bewusstseinsbildung und das [Selbstbewusstsein](#) unentbehrlich. Der Gegenbegriff zur Selbstwahrnehmung ist die *Fremdwahrnehmung*, also die Wahrnehmung einer Person durch Andere.

Als **Ich-Störungen** werden Erlebensweisen bezeichnet, bei denen es zu Störungen der Ich-Umwelt-Grenze im Sinne einer Störung des personalen Einheitserlebens („[Ich-Erleben](#)“) kommt. Der Begriff der Ich-Störung umfasst einen Komplex an Symptomen, welche sich phänotypisch teils deutlich voneinander unterscheiden. Zum einen kann hier eine reine Störung der Ich-Umweltgrenze vorliegen, wie z. B. bei der [Depersonalisation](#), wo sich die jeweilige Person von sich selbst entfremdet fühlt, oder einer fehlenden Fähigkeit das eigene Ich als von der Umwelt abgegrenzt wahrzunehmen. Zum anderen können Phänomene auftreten, bei denen die eigenen Erlebnisinhalte und Handlungen, insbesondere auf der Ebene des Denkens, als von außen manipuliert wahrgenommen werden, was auch als Fremdbeeinflussungserleben bezeichnet wird. Erstgenanntes führt psychodynamisch häufig nicht zu veränderten Verhaltensweisen, wird aber von den Betroffenen zumeist als äußerst unangenehm empfunden. Bei einer gestörten Ich-Wahrnehmung im Sinne eines Fremdbeeinflussungserlebens ist hierdurch häufig zusätzlich das Kriterium einer Wahnsymptomatik gegeben, bzw. der Übergang fließend, welche den Betroffenen u. U. zu gestörten Verhaltensweisen führt. Gemeinsames Charakteristikum ist die herabgesetzte Abgrenzbarkeit der eigenen Identität von der Umwelt. ^[1]

Ich-Bewusstsein: Die Ich-Perspektive

<http://www.zeit.de/zeit-wissen/2012/03/Das-Ich-Serie-Teil-2>

Wie wir unsere Umgebung und unsere Mitmenschen wahrnehmen, ist das Ergebnis einer sehr subjektiven Konstruktion. Forscher sind überzeugt: Die Welt ist für jeden eine andere. von Claudia Wüstenhagen

ZEIT Wissen Nr. 03/201255 Kommentare
schließen

Wer zu [Sally Linkenauger](#) und ihren Kollegen ins Labor kommt, kann sein Ich eintauschen. Die Forscher am [Max-Planck-Institut für Biologische Kybernetik](#) in Tübingen lassen Versuchspersonen in Avatare schlüpfen und durch virtuelle Welten streifen. Sekundengenau ahmt der Avatar jede Bewegung nach, und doch ist etwas ungewöhnlich. Linkenauger kann Menschen schrumpfen oder wachsen lassen, als wären sie Alice im Wunderland, sie kann ihnen riesige Hände oder Arme verpassen wie einer Zeichentrickfigur. Sie kann zeigen, dass etwas so Grundlegendes wie der Körper, gleichsam der Wohnsitz des Ichs, den Blick auf die Welt beeinflusst.

Der eigene Körper, sagt Linkenauger, helfe Menschen dabei, die Welt zu vermessen. Er sei so etwas wie ein Lineal-Sortiment. Geschrunpften Probanden erscheinen die Stühle und Tische der virtuellen Umgebung größer, wer dagegen mit riesigen Händen ausgestattet wird, hält Gegenstände plötzlich für kleiner. "Was wir wahrnehmen, ist nicht die Umwelt an sich, sondern die Beziehung, in der sie zu unserem Körper steht", sagt Linkenauger.

Personwahrnehmung, Psychologie-Lexikon

<http://www.psychology48.com/deu/d/personwahrnehmung/personwahrnehmung.htm>

auch: **Personenwahrnehmung**, ein im **Alltag** selbstverständlicher, meist unreflektiert ablaufender Vorgang, der nicht nur zu einem Bild vom anderen führt, sondern oft das zwischenmenschliche **Verhalten** entscheidend bestimmt. Über die **Wahrnehmung** anderer **Personen** wurden im Laufe der **Zeit** verschiedene Forschungsansätze entwickelt, deren Fragestellung zunehmend komplexer wurde. Ältere Ansätze gingen zunächst davon aus, daß Körpermerkmale (z.B. Schädelform) bzw. Ausdrucksverhalten (z.B. **Mimik**, **Gestik**, **Pantomimik**) Aufschluß über **relativ** überdauernde **Persönlichkeitsmerkmale** oder zumindest über aktuelle **Gefühle**, **Motive** oder **Befindlichkeiten** der anderen **Person** liefern (sog. **Körpersprache**). Die unbefriedigenden Befunde exakter empirischer Untersuchungen zu dieser Fragestellung lenkten den Blick dann auf den Prozeß der **Eindrucksbildung** bei der wahrnehmenden **Person**. Hierbei konnten eine Reihe von Bedingungen nachgewiesen werden, die einen **Einfluß** auf den Prozeß der Informationsselektion und **Informationsverarbeitung** ausüben, so vor allem eigene **Erwartungen**, **Einstellungen** und **Vorurteile**, **implizite Persönlichkeitstheorien** (**implizite Theorien**), **Muster** der Ursachenerklärung von Ereignissen (**Attribution**) sowie eigene **Motive** und **Emotionen**. Wichtig ist in diesem Zusammenhang z.B. auch die **Attraktivität** der anderen **Person** ("wer schön ist, ist auch gut"). Letztlich handelt es sich bei der Personwahrnehmung um ein transaktionales Phänomen, da sich der Wahrnehmungsgegenstand (nämlich die andere **Person**) durch das **Verhalten** des Wahrnehmenden wiederum ändert. Die

Selbstwahrnehmung ist ein Spezialfall der Personwahrnehmung. Sie verläuft grundsätzlich nach den gleichen Prinzipien, nur mit dem Unterschied, daß der Wahrnehmende zusätzlich Kenntnis über die eigenen Körperprozesse besitzt. Der **Eindruck**, man sei auf einer Fotografie "nicht richtig getroffen", rührt daher, daß man aus dem **Spiegel** eine seitenverkehrte **Vorstellung** von sich selbst hat.

Literatur:

Rosemann, B. & Kerres, M. (1986). Interpersonales **Wahrnehmen** und **Verstehen**. Bern: **Huber**.

zu160, 167

Maskierungs- und Redundanz-Phänomene

Aus der Alltagserfahrung ist bekannt, dass Hintergrundgeräusche die Wahrnehmung eines auditiven Reizes deutlich erschweren können. Laboruntersuchungen der Erkennensleistung für einen Zielreiz (Ton, dessen Wahrnehmung überprüft wird) unter Bedingungen zusätzlicher auditiver (Stör-) Stimulation zeigen, dass der Zusammenhang zwischen den Frequenzen der beiden Signale hierbei eine entscheidende Rolle spielt. Während Störgeräusche einer deutlich anderen Frequenz als der des Zielreizes das Erkennen des Zielreizes nur unwesentlich beeinträchtigen, können Störgeräusche ähnlicher Frequenz dessen Wahrnehmung derart vermindern, dass man von einer „Maskierung“ des Reizes spricht. In der experimentellen Untersuchung zeigt sich die Maskierung dadurch, dass der Zielreiz mit erhöhter Schallintensität dargeboten werden muss, um detektiert werden zu können. In diesem Zusammenhang spielt auch die Breite des Frequenzbereichs des Störgeräuschs eine Rolle. Experimente, in denen das Störgeräusch aus einem die Frequenz des Zielreizes einschließenden Intervall von Frequenzen besteht, zeigen, dass eine zunehmende Ausweitung dieses Bereichs bis hin zu einer gewissen Intervallbreite mit einer immer stärkeren Erschwerung der Wahrnehmung des Zieltons einher geht. Von einer gewissen Intervallbreite an hat jedoch eine noch stärkere Ausdehnung keinen Einfluss mehr auf die Wahrnehmungsschwelle des Zielreizes.

Dies lässt sich darauf zurückführen, dass einzelne Haarzellen zwar nur auf einen schmalen Frequenzbereich optimal ansprechen, aber dennoch für einen benachbarten Bereich noch empfindlich sind (siehe Tuningkurven der Haarzellen, **Abb 4.8**). Da die für die Wahrnehmung einer spezifischen Frequenz maximal sensitiven Fasern auch auf ähnliche Frequenzen reagieren, kommt es innerhalb dieser Fasern durch die Darbietung von zum Zielton benachbarten Frequenzen zu einem „Hintergrundrauschen“, von dem der Zielton nur durch eine Erhöhung seiner Intensität in der Wahrnehmung getrennt werden kann. Aus diesem Grund führt eine Ausweitung eines die Frequenz des Zieltons einschließenden Störfrequenzbereichs zunächst zu einer Erschwerung der Wahrnehmung. Ab einem gewissen Ausmaß verändert die weitere Hinzunahme von Frequenzen (die der des Zielreizes immer weniger ähneln) die Wahrnehmungsschwelle des Zielreizes jedoch nicht mehr, da diese neu hinzukommenden Störfrequenzen außerhalb des Tuningbereichs der Hörnervenfasern liegen, auf welchen die Detektion des Zielreizes basiert (Blake & Sekuler, 2006).

✓ Störgeräusche beeinträchtigen besonders die Wahrnehmung von Tönen ähnlicher Frequenz.

Das Phänomen der Maskierung wird sich bei der Speicherung von Tonaufnahmen in komprimiertem Format zunutze gemacht, da ein maskierter Ton ohne Verlust im Hörerlebnis aus dem Signal entfernt werden kann.

Es gibt weitere Phänomene auditiver Redundanz, die einen partiellen Wegfall der Stimulation ohne gravierende Veränderung der Wahrnehmung erlauben. Ein spektakuläres Beispiel hierfür ist das **Phänomen der fehlenden Grundfrequenz**. Hierbei ist zunächst darauf hinzuweisen, dass bei Klängen, die aus einem Grundton und seinen harmonischen Obertönen zusammengesetzt sind (wie sie beispielsweise beim Anschlagen einer Instrumentensaite entstehen), die Wahrnehmung der Tonhöhe maßgeblich durch die Frequenz des Grundtons bestimmt wird. Dies ist sogar dann der Fall, wenn diese Frequenz aus dem Signal selektiv herausgefiltert wird, wodurch lediglich die Obertöne erhalten bleiben. Es ist demnach nicht die Intensität der mit der wahrgenommenen Tonhöhe korrespondierenden Schallfrequenz, sondern das spezifische Muster der Oberton-Frequenzen, welches den Tonhöhereindruck bestimmt.

In einer beispielhaften Untersuchung des Phänomens der fehlenden Grundfrequenz boten Houtsma und Goldstein (1972) Versuchspersonen zwei verschiedene Obertöne eines Grundtons simultan entweder auf demselben Ohr oder einen auf dem linken und den anderen auf dem rechten Ohr dar. Es handelte sich jeweils entweder um den 3. und 4., den 4. und 5. oder den 5. und 6. harmonischen Oberton (beispielsweise Töne der Frequenzen 400 und 500 Hz, die den 3. und 4. Oberton des Grundtons mit der Frequenz 100 Hz bilden). In allen Fällen stellte sich der dem jeweiligen Grundton entsprechende Höhereindruck ein. Da das Phänomen der fehlenden Grundfrequenz auch bei ohrweise getrennter (dichotischer) Reizvorgabe auftrat, lässt sich folgern, dass die Bestimmung der Tonhöhe aus dem Muster der Obertöne auf einer Verarbeitungsstufe erfolgt, in der die Informationen beider Ohren bereits zusammengeführt worden sind.

Literatur:

Blake, R. & Sekuler, R. (2006). *Perception*. Boston: McGraw-Hill.

Houtsma, A. J. M. & Goldstein, J. L. (1972). The central origin of the pitch of complex tones: Evidence from musical interval recognition. *Journal of the Acoustical Society of America*, 51, 520-529.

zu166, zu167

Automatische auditive Überwachung

Im Gegensatz zum visuellen System, dessen Rezeptoren zu jedem Zeitpunkt nur für aus einem bestimmten Ausschnitt der Umgebung (dem Gesichtsfeld) kommende Lichtreize empfänglich sind, kann das Gehör ständig Reize aus dem gesamten Umraum aufnehmen. Da Schallwellen zudem weniger durch Hindernis-Objekte im Raum am Erreichen des Rezeptororgans gehindert werden als Lichtstrahlen, erscheint das auditive System als besonders geeignet für diverse Überwachungsfunktionen. Elektrophysiologische Untersuchungen legen nahe, dass tatsächlich eine kontinuierliche Überwachung der auditiven Reizumgebung stattfindet. Eine Möglichkeit, dies zu erforschen, besteht in der Darbietung einer in den meisten Fällen regelhaften Folge auditiver Reize, welche jedoch hin und wieder verletzt wird, und dem Vergleich der Reaktion des Gehirns auf diese Regelverletzungen mit der Reaktion auf regelkonforme Reizdarbietungen. Im einfachsten Fall werden Versuchspersonen repetitive Folgen desselben (Standard-) Tons vorgespielt,

wobei ab und an ein abweichender Ton (z.B. hinsichtlich Schallintensität oder Frequenz) eingestreut wird. Die Darbietung eines solchen devianten Reizes führt nach etwa 100 bis 250 ms zu einer charakteristischen Schwankung des ereigniskorrelierten Potenzials (EKP) (siehe **Exkurs 9.11**). Im Vergleich zur vom Standardton ausgelösten Reaktion findet sich an frontozentral platzierten Elektroden ein deutlich negativeres EKP. Die Differenz der durch den devianten Ton und den Standardton ausgelösten Amplituden wird als Mismatch Negativity bezeichnet (z.B. Näätänen, Gaillard & Mantysalo, 1978). Die Mismatch Negativity reflektiert demnach das Ergebnis eines Abgleichs der aktuellen auditiven Stimulation mit der aufgrund der zuvor wahrgenommenen Regelmäßigkeit zu erwartenden. Das Auftreten einer Mismatch Negativity ist nicht auf die Darbietung einzelner devianter Reize innerhalb einer Folge identischer Standardtöne beschränkt. Vielmehr werden auch Abweichungen von abstrakteren Regelmäßigkeiten detektiert (z.B. Saarinen et al., 1992). Die zugrundeliegenden Vergleichsprozesse erfolgen offenbar ohne zugehörige Absicht und weitgehend unabhängig von kognitiver „Primär-Beschäftigung“. So tritt die Mismatch Negativity auch dann auf, wenn die Versuchsperson während der auditiven Stimulation einen (tonlosen) Film verfolgt. Auch im Fall von Ablenkung und weiterer kognitiver Verarbeitung findet folglich eine kontinuierliche Überwachung der auditiven Umgebung hinsichtlich unerwarteter Reizereignisse statt.

Literatur:

Näätänen, R., Gaillard, A. W. K. & Mantysalo, S. (1978). Early selective attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica*, 42, 313-329.

Saarinen, J., Paavilainen, P., Schröger, E., Tervaniemi, M. & Näätänen, R. (1992). Representation of abstract stimulus attributes in human brain. *NeuroReport*, 3, 1149-1151

zu166

Echo-Ortung und Echounterdrückung – ein Hörfilm

<http://dasgehirn.info/wahrnehmen/hoeren/orientierung-per-klick-3691/>



Orientierung per Klick

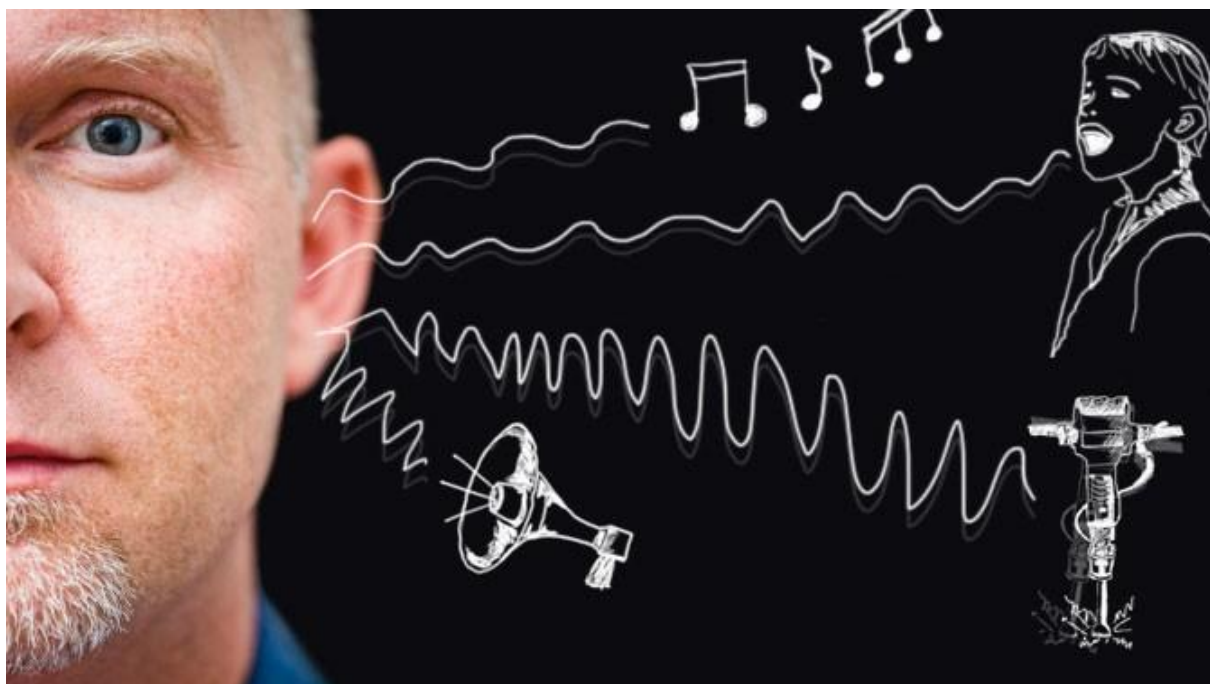
Fledermäuse finden sich auf diese Weise in der Welt zurecht: sie hören auf die Echos ihrer Laute. Doch auch immer mehr blinde Menschen greifen zu diesem Trick. Das Gehirn.info ist in Marburg mit einem Anwender dieser Technik unterwegs.

zu170

Hören – mehr als nur Schall und Schwingung

<http://dasgehirn.info/wahrnehmen/hoeren/hoeren-2013-mehr-als-nur-schall-und-schwingung-2216>

Hören ist der schnellste Sinn und funktioniert mit wenig Input. Aus Schwingungen der Trommelfelle konstruiert das Gehirn eine reichhaltige akustische Welt. Geräusche, Sprache oder Musik verarbeitet es dabei unterschiedlich.



Copyright: slobo/Vetta/Getty Images, Grafikerin: Meike Ufer

Stellen Sie sich folgende Situation vor: Am Ufer eines Sees hat ein Kind vom Wasser her zwei schmale Kanäle gegraben – etwa einen Meter lang und einige Zentimeter breit. Die Wasseradern sind rund einen Meter voneinander entfernt und auf ihrer Oberfläche schwimmt jeweils ein kleines Boot, sanft gewogen von den Wellen des Sees. Sie selbst sitzen in der Mitte zwischen den Kanälen und haben eine Aufgabe: Allein anhand der schwankenden Miniboote sollen sie erschließen, was auf dem See los ist, wie viele Wasserfahrzeuge sich etwa darauf befinden und wo. Völlig unmöglich, werden Sie denken. Und doch halten Sie es für selbstverständlich, dass Sie in einem Raum heraushorchen können, wo sich einzelne Sprecher befinden.

Beide Situationen sind durchaus vergleichbar: Auch beim Hören erhalten wir nur die Informationen der Trommelfelle im linken und rechten Ohr, die durch von menschlichen Stimmen erzeugte Schallwellen schwingen. Aus diesen Schwingungen vermag das Gehirn eine komplexe akustische Welt zu rekonstruieren. Und das Gehör informiert nicht nur darüber, wo sich eine Schallquelle befindet und ob es sich beispielsweise um einen Menschen oder eine laute Verkehrsstraße handelt. Das Gehirn verarbeitet die unterschiedlichsten Schallinformationen, vom Rauschen der Blätter bis zur Stimme eines geliebten Menschen – und verknüpft sie mit Erfahrungswerten und Emotionen oder auch mit anderen Sinneseindrücken.

Beim Schall selbst handelt es sich physikalisch gesehen um nichts anderes als Schwankungen des Luftdrucks. Im Weltall ist es daher mucksmäuschenstill, denn im Vakuum gibt es keine Druckschwankungen. Effektiv laute Explosionen in Science-Fiction-Filmen sind also nur eine Erfindung Hollywoods. [Was hört man eigentlich?](#) Je nachdem, ob sich der Schall in langsamen oder schnellen Wellen bewegt, empfinden wir ihn als tiefen oder hohen Ton. Die Frequenz, ausgedrückt in Hertz (Hz), ist das Maß für die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde. Das menschliche Ohr hört Frequenzen zwischen 20 und 20.000 Hz. Die Schreie der Fledermaus beispielsweise sind meist zu hoch, weshalb sie sich unserer Wahrnehmung entziehen.

Vom Außenohr zum Gehirn

Den Schall zu sammeln ist die Aufgabe der Ohrmuschel des Außenohrs. Sie bildet eine Art Trichter und leitet die Schwingungen in den Gehörgang, von wo aus sie ins Mittelohr gelangen. [Hören](#). Schallwellen treffen am Ende des Gehörgangs auf das Trommelfell und lenken es aus, so dass dieses seinerseits die drei Gehörknöchelchen in Schwingung versetzt. Die Hörschnecke, die Cochlea im Innenohr, wandelt den mechanischen Input schließlich in neuronale Impulse um, die dann die Hörbahn entlangrasen. [Vom einfachen Wackeln zur wunderbaren Vielfalt der Klänge](#). Das Signal wird auf diesem Weg zu verschiedenen Kernen im Hirnstamm geleitet – eine Art Verteilerstation, von der aus parallele Signalwege verlaufen. Ziemlich am Ende der Hörbahn projiziert der Thalamus die Information in die primäre Hörrinde im Schläfenlappen. Diesem „Hörzentrum“ haben wir es vor allem zu verdanken, dass wir die akustische Vielfalt der Welt überhaupt bewusst wahrnehmen.

Doch was macht den kleinen, aber entscheidenden Unterschied aus, ob die Neuronen im Oberstübchen gerade einen Beatles-Song oder Liebesschwüre des Partners verarbeiten? Jeweils unterschiedliche Gruppen von Neuronen in der Hörrinde sprechen auf verschiedene Frequenzen an. [Vom Laut zum Wort](#). Und Geräusche haben jeweils ein ganz charakteristisches Frequenzspektrum. Die menschliche Sprache beispielsweise bewegt sich im Bereich von 80 Hz bis 12 kHz. Und während Musik oder Hintergrundgeräusche ein Gemisch aus verschiedenen Frequenzen darstellen, besitzt jede Stimme ihre typische Frequenz. Das nutzt die Hörrinde quasi zum Vorsortieren: Sie unterscheidet menschliche Worte von anderen akustischen Quellen und leitet solche Information an andere Neuronengruppen und Hirnareale weiter, als das Dröhnen eines Presslufthammers oder den Klang einer Beethoven-Sonate.

Gerade das Beispiel Musik zeigt, wie vielfältig unser Denkorgan Töne verarbeitet. Lauschen wir einer Melodie, so stellt der Hörcortex nur die Eingangsstelle für die Informationen dar. Darüber hinaus treten dann viele weitere Gehirnareale in Aktion, die Erfahrungen und Assoziationen verarbeiten. Welche das sind und in welchem Maße, ist individuell verschieden. Lauschen wir etwa einem Streichquartett, verknüpft das Hirn die akustische Information auch mit dem optischen Bild von Geigern und Cellisten, das wir im Gedächtnis gespeichert haben, sowie mit Emotionen und Erinnerungen, die wir mit der Musik verbinden. Kein Wunder also, wenn Musik einem wohlige Schauer über den Rücken laufen lässt oder Tränen in die Augen treibt, oder Teenager beim Konzert ihrer Lieblingsband überschäumen vor Glück.

Doch das Hören ist nicht nur zum Vergnügen da, sondern hat ganz praktische, teilweise überlebenswichtige Bedeutung für Mensch und Tier. Ohne das Knacken eines Asts zu hören, das ein Fressfeind in der Nähe verursacht, würde es so manchem Lebewesen schlecht ergehen. Und auch damit wir nicht buchstäblich unter die Räder eines Autos geraten, müssen wir Schall orten. Hierfür greift das Gehör auf einen Trick zurück: Es wertet bei hohen Tönen die Differenz der Intensität aus, mit der das Geräusch an beiden Ohren ankommt. Bei tiefen Frequenzen kalkuliert es die Zeitdifferenz mit ein, die der Schall beansprucht, um das von der Reizquelle weiter entfernte Ohr zu erreichen. [Die erstaunlichen Fähigkeiten unseres Gehörs](#).

Das Leben beginnt aufzuhorchen

Die überlebenswichtige Fähigkeit, Schall zu verarbeiten, entwickelte sich erst allmählich im Verlauf der Evolution. Frühe Lebewesen, die das Wasser und später auch das Land bewohnten, verfügten noch über kein Gehör. Schall konnten sie nur in Form von Wasser- oder Bodenvibrationen wahrnehmen. Die ersten kieferlosen Fische etwa hatten dafür ein so genanntes Seitenlinienorgan, in dem Haarzellen lokale Wasserbewegungen detektierten und die Fische bei der Orientierung im Wasser unterstützte. Daraus entwickelte sich das Innenohr der Wirbeltiere mit der Hörschnecke und dem Gleichgewichtsorgan. Letzteres ist – wie der Name schon sagt – unverzichtbar, um in verschiedenen Lebenssituationen die Balance zu halten. [Ein Labyrinth fürs Gleichgewicht](#). Bei modernen Knochenfischen hat sich ein Teil des Gleichgewichtssystems zum

Hörorgan entwickelt. Es enthält die so genannten Hörsteine, feine Karziumkristalle, die auf Schallvibration reagieren und diese Information an die Haarzellen weiterleiten. [Tierisches Gehör.](#)

Gleichzeitig mit der Entwicklung des Gehörs hat bei den Vorfahren der Säugetiere vermutlich das Gehirn stark an Volumen gewonnen. Immerhin musste es nun weit mehr Eindrücke von der Umwelt verarbeiten.

Schon Föten sperren die Lauscher auf

Ein klein wenig schneller als in den Zeiträumen der Evolution bildet sich das Gehör heutzutage bei neuen Erdenbürgern aus. Ungefähr ab der 23. Schwangerschaftswoche lassen sich erste Reaktionen des Fötus auf akustische Reize feststellen, unter anderem eine erhöhte Pulsfrequenz. Im letzten Schwangerschaftsdrittel können Föten hören – vor allem die Stimme der Mutter. Kein Wunder, dass sie direkt nach der Geburt deren Klang bevorzugen. Besonders im ersten Lebensjahr verläuft die Entwicklung rasant. Sind Neugeborene noch kaum in der Lage, hohe Frequenzen zu hören, nehmen bereits sechs Monate alte Säuglinge fast das gesamte akustische Spektrum des menschlichen Ohrs wahr.

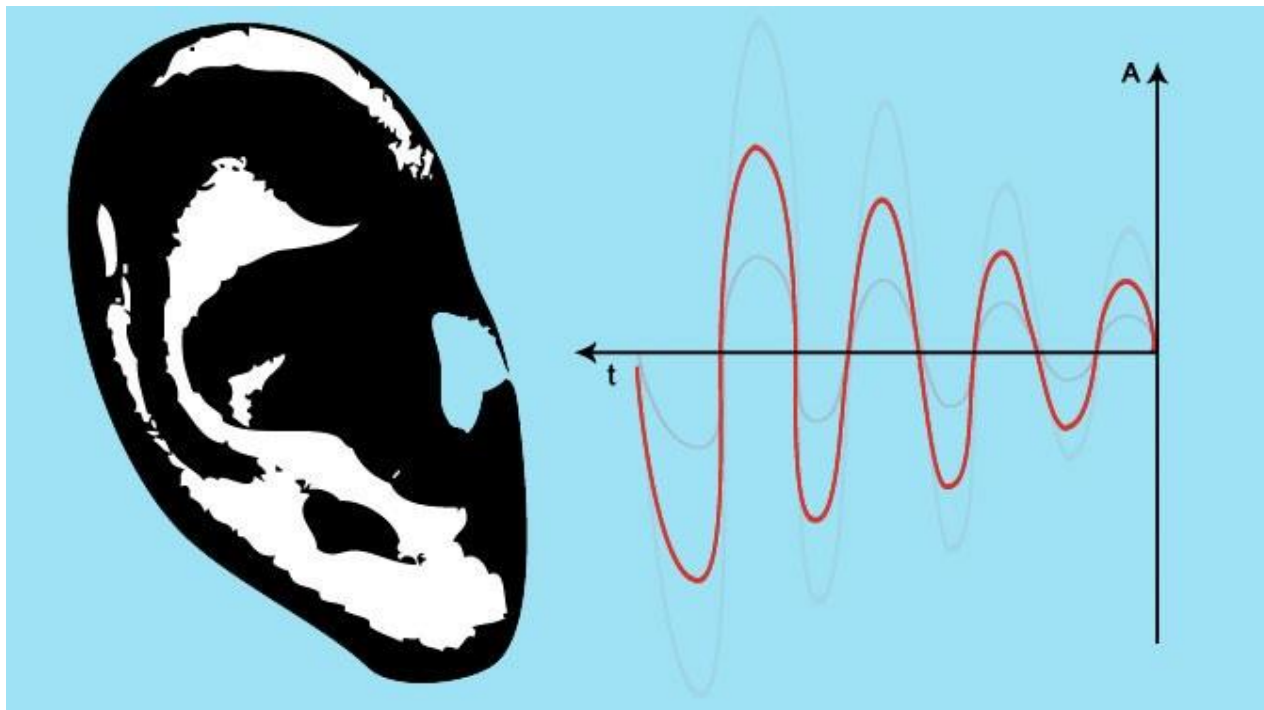
Für hohe Töne haben nicht nur Neugeborene kein allzu offenes Ohr, sondern oft auch Menschen mit einem Tinnitus. [Klingeln im Ohr.](#) Statt von außen kommen hier die qualvollen Geräusche von innen – und meist sind sie nicht mal objektiv wahrnehmbar. Seinen Ursprung nimmt der Tinnitus oftmals durch Schäden im Innenohr, etwa durch ein Schalltrauma. Doch wie immer mehr Wissenschaftler glauben, ist für das anhaltende, nervtötende Pfeifen ist nicht das Gehör an sich, sondern vielmehr das Gehirn verantwortlich.

Übermäßiger oder lang anhaltender Lärm kann aber nicht nur Tinnitus auslösen, sondern auch sonst die seelische und körperliche Gesundheit schädigen. [Voll auf die Ohren.](#) Es macht also durchaus Sinn, das Gehör ein wenig zu schonen. Denn solange es einwandfrei funktioniert, macht das Gehör aus dem Input simpler Luftdruckschwankungen erstaunlich viel – und bereichert unser Sinneserleben durch die phantastische Vielfalt des Klangs.

Vom Schall zur Deutung

<http://dasgehirn.info/wahrnehmen/hoeren/vom-schall-zur-deutung-208/>

Erstaunliche Signalwandlung: Wie das Gehör aus schnellen Luftdruckschwankungen Informationen über Art und Herkunft des Schalls extrahiert und so dessen Bedeutung für uns erschließt.



Grafikerin: Meike Ufer

Rauscht der Wind in den Blättern oder raschelt in dem Busch dort ein gefährliches Tier? Grollt der Donner in weiter Ferne oder ist das Gewitter schon so nah, dass es Zeit wird, einen Unterschlupf zu suchen? Wer hat die Tür im Nebenzimmer geschlossen und war der womöglich wütend? Das Gehör ist in der Lage, dem Schall vielerlei Information zu entnehmen – und das allein auf Basis der Luftdruckschwankungen, die das Ohr erreichen.

Wie erstaunlich diese Fähigkeit ist, mag jeder ermessen, der schon einmal die Gelegenheit hatte, Audiodateien in Wellenformdarstellung auf dem Computerbildschirm zu betrachten: Ein scheinbar chaotisches Auf und Ab. Denn während sich ein reiner Ton – eine saubere Sinusschwingung – gut von gleichmäßigem Rauschen oder einem plötzlichen Knall abhebt (siehe Grafik/Kasten zu Schallarten), überlagern sich die Schallwellen realer Geräusche, etwa Sprache oder Musik, zu einem unübersichtlichen Durcheinander.

Schallarten

Arbeitsteilung der Sinneszellen

Schallwellen lassen sich allein durch Frequenz und Amplitude beschreiben. Die Frequenz gibt dabei an, wie häufig sich die Schwingung innerhalb einer Sekunde wiederholt und spiegelt die Tonhöhe wider. Die Amplitude drückt aus, mit welcher Auslenkung die Welle um die Ruhelage schwingt. Sie ist ein Maß für den Schalldruck und damit für die Lautstärke. Das gilt auch für komplizierteste Wellenformen, wie sie durch Stimmengewirr, den Geräuschteppich in einer Einkaufspassage oder ein Musikstück entstehen: Immer ist es mathematisch möglich, sie in ihre einzelnen Bestandteile zu zerlegen, also in viele Sinuskurven unterschiedlicher Frequenz und Amplitude.

Diese Analyse nimmt auch das Gehör vor. Entscheidend dafür ist die Basilarmembran ([Vom Wackeln zur wunderbaren Vielfalt der Klänge](#)), die die Schwingungen aufnimmt und an das Corti-Organ weiterleitet, wo Haarzellen die mechanische Information aufnehmen und in ein neurologisches Signal übersetzen, das die Hörbahn hinaufrast.

Die gut drei Zentimeter lange Basilarmembran in der Innenohrschnecke ist an einem Ende schmal und steif, am anderen breit und weich. Hohe Töne lösen nahe dem schmalen, steifen Ende resonante Schwingungen aus und stimulieren die dort befindlichen Haarzellen. Tiefe Töne dagegen führen am anderen Ende zur größten Auslenkung, sodass ganz andere Nervenzellen Impulse empfangen. Und bei einem Frequenzgemisch werden die Zellen an mehreren Stellen gleichzeitig aktiv. Im Prinzip kann man sich die Basilarmembran einer entrollten Hörschnecke wie die Tastatur eines Klaviers vorstellen, auf der die verschiedenen Töne nebeneinander angeordnet sind.

Diese systematische Organisation von charakteristischen Frequenzen nennt man Tonotopie. Sie ist im Hörsystem weit verbreitet. So finden sich tonotope Karten nicht nur in der Basilarmembran, sondern auch in allen auditorischen Relaiskernen, die die Schallinformation filtern und weiterleiten, im Corpus geniculatum mediale (CGM) des Thalamus, das in den auditorischen Cortex projiziert, sowie im auditorischen Cortex selbst. Für das Verarbeiten von Tönen einer bestimmten Frequenz sind also jeweils spezialisierte Nervenzellen zuständig. In Sachen Tonhöhe herrscht Arbeitsteilung.

Übersetzung von Lautstärke

Die Amplitude, also die Lautstärke der einzelnen Frequenzanteile, übersetzen die Neuronen dagegen in unterschiedliche Feuerraten: Je heftiger die Schwingung, in umso schnellerer Folge generieren die für die jeweilige Frequenz zuständigen Nervenzellen Aktionspotenziale. Zudem gibt es Neuronen, die leise Töne sozusagen „überhören“ und erst bei höheren Lautstärken anfangen zu feuern. Und: Sehr laute Töne versetzen mit großen Amplituden im Corti-Organ auch benachbarte Haarzellen in Schwingung, die wiederum nachgeschaltete Neuronen aktivieren.

Wellenmuster des Schalls



Schallwellen lassen sich allein durch Frequenz und Amplitude beschreiben. Doch während ein reiner Ton, etwa von einer Stimmgabel, als gleichmäßige Sinuskurve schwingt (oben), sieht die Wellendarstellung von Alltagsgeräuschen chaotisch aus. Der Knall einer Pistole stellt sich als plötzliche, sehr starke Schallwelle dar, die schnell wieder abklingt (Mitte). Noch unübersichtlicher wird's bei Sprache: Im unteren Beispiel sagt eine Stimme „das Gehirn“.

Schallwellen: Die Geräuschquelle bestimmt die Form. Grafiker: Meike Ufer

Die Schallintensität wird also in einer Kombination aus Feuerrate und Zahl der beteiligten Neuronen abgebildet. Das macht es möglich, den riesigen Lautstärkebereich zu codieren, den unser Gehör abdeckt. Dröhnt ein Rockkonzert dem Publikum mit 120 Dezibel entgegen, sind die Luftdruckschwankungen des Schalls schließlich eine Million Mal stärker als an der Hörschwelle bei null Dezibel.

Zwei Ohren hören mehr als eins

Was die Wellenform alleine jedoch nicht verrät, ist die Richtung, aus der ein Geräusch kommt. Um auch diese – oftmals entscheidende – Information herauszuhören, kombiniert das auditorische System gleich drei Mechanismen.

Am offensichtlichsten ist wohl der Intensitätsunterschied. Der Kopf wirft für Schallwellen eine Art akustischen Schatten: Befindet sich die Schallquelle rechts, hören wir das Geräusch auf der linken Seite etwas leiser als auf der rechten. Bereits im Hirnstamm gibt es Bereiche, die den Input von beiden Ohren verarbeiten – ebenso in den höheren auditorischen Arealen. So werden auch kleine Intensitätsunterschiede wahrgenommen und in Richtungsinformation übersetzt. Die absolute Intensität, die mit zunehmendem Abstand schnell abnimmt, gibt zudem Auskunft darüber, wie weit eine Schallquelle entfernt ist.

Die Richtungsortung per Intensitätsdifferenz versagt allerdings bei tiefen Tönen: Dann ist die Wellenlänge groß, und der Schall kann praktisch ungehindert um den Kopf herum laufen. In diesem Fall wird der Laufzeitunterschied besonders wichtig: Aufgrund der Schallgeschwindigkeit in Luft trifft eine von seitlich rechts kommende Schallwelle am rechten Ohr um etwa 0,0006 Sekunden früher ein als am linken. Auch diesen kleinen Zeitverzug nutzen die Neuronen, die Signale von beiden Ohren empfangen, zur Lokalisation der Geräuschquelle.

Feine Variationen im Klangbild

Weder Intensitäts- noch Laufzeitunterschiede erklären allerdings, warum wir auch unterscheiden können, ob Geräusche von schräg rechts vorn oder schräg rechts hinten kommen – oder gar von oben oder unten. Hier greift der dritte Mechanismus: Die Form des Kopfes und vor allem der Ohrmuscheln sorgt für ein komplexes Muster von Schallschatten und Schallschatten-Reflexionen, das sich je nach Frequenz und Richtung des ankommenden Schalls unterscheidet. Beispielsweise dämpft die Ohrmuschel bei von hinten kommenden Geräuschen hohe Frequenzen stärker als tiefe. Ein Knall hinter uns klingt deshalb etwas dumpfer, als wenn vor uns etwas explodiert. Und kommt der Knall von oben, ist der Frequenzgang wieder etwas anders. Diese feinen Variationen weiß das Gehirn so zu interpretieren, dass es die Richtung erkennt.

Nun ist das Geräusch, das wir hören, also fein säuberlich in seine Frequenzanteile zerlegt und seine räumliche Herkunft geklärt. Zumindest grob weiß man, welche Wege die Signale dann durch die verschiedenen Instanzen des Gehirns nehmen: Cochleariskerne, „obere Olive“ und „untere Hügelchen“ im Hirnstamm, Corpus geniculatum mediale im Zwischenhirn, auditorische Areale des Cortex. Und auf diesem Weg passieren weitere Schritte in Richtung Feindifferenzierung.

Klar ist, dass die beteiligten Neuronen ganz verschiedenartige Spezialisierungen aufweisen: Manche feuern, solange ein Ton bestimmter Frequenz erklingt, andere nur, wenn er anfängt und/oder aufhört. Manche Neuronen vergleichen die Signale beider Ohren, andere reagieren

selektiv bei bestimmten Intensitäten, wieder andere durchkämmen alles Gehörte auf spezifische Lautmuster.

Das ermöglicht letztlich feinste Unterscheidungen: Wir können Ereignisse an der Art des Knalls, Personen am Geräusch ihrer Schritte, Stimmungen am Klang der Stimme identifizieren. Selbst eine Katze zeigt unterschiedliche neuronale Aktivierungen, je nachdem, ob sie das Wort „mein“, „dein“ oder „fein“ hört – das ergab die Ableitung der Aktionspotenziale einzelner Nervenzellen in einem Experiment, das Wissenschaftler der Universität Erlangen-Nürnberg vor rund 40 Jahren durchgeführt hatten. Gleichzeitig werden die unterschiedlichsten Gedanken, Emotionen und Verhaltensweisen ausgelöst: Spricht unser Gegenüber im freundlichen oder aggressiven Ton? Ist die Musik traurig oder macht sie Lust zu tanzen? Blenden wir Umgebungskrach als bedeutungslos aus oder versetzt uns das Knacken eines Zweigleins – etwa nachts im Wald – schon in Angst und Schrecken?

Diese weitere Verarbeitung kann sich auf fast jeden Aspekt unserer mentalen Verfassung auswirken. Aber so alltäglich es uns auch erscheint, dass Sinneswahrnehmungen neue Ideen sprudeln lassen oder die Stimmungen beeinflussen: Diese eigentliche Musik des Hörens entzieht sich bisher einer umfassenden wissenschaftlichen Beschreibung und Kategorisierung – ein weites Feld voller offener Fragen und Rätsel der Hirnforschung.

zum Weiterlesen:

- Eska, Georg: Schall und Klang. Wie und was wir hören, Birkhäuser 1997.
- Müller, Werner und Frings, Stephan: Tier- und Humanphysiologie. Eine Einführung, Springer 2009.

zu170

Riechen und Schmecken, Videofilm

<http://dasgehirn.info/wahrnehmen/riechen-schmecken/riechen-und-schmecken-1258/>

Wenn gestandene Männer zu sechsjährigen Jungs mutieren, muss Mutters Selbstgebäckener im Spiel sein: Der Geruch allein versetzt uns in ein Maximum an Reminiszenz. Aber Geruch und Geschmack vermögen mehr – teils sogar die Umgehung des

zu177

Die Anatomie des Duftes

<http://dasgehirn.info/wahrnehmen/riechen-schmecken/die-anatomie-des-duftes-5699/>

Direkter geht es nicht: Wenn ein Duft in die Nase steigt, gelangt er auf unmittelbarem Weg in den Riechkolben des Gehirns. Hier werden verschiedene Geruchsinformationen zu einem Gesamteindruck abgemischt.

zu179

Zu: Literatur: Ikeda

The Discovery of Umami

1. Bernd Lindemann,
2. Yoko Ogiwara ¹ and
3. Yuzo Ninomiya ²

± Author Affiliations

1. **Universität des Saarlandes, Medical Faculty, Physiology, Bldg 58, D-66421 Homburg, Germany**
2. ¹ **Ajinomoto Co., Inc., European Head Office, 153, rue de Courcelles, 75817 Paris Cedex 17, France**
3. ² **Section Oral Function and Neurobiology, Department of Regulatory Oral Science, Kyushu University Graduate School, 3-1-1 Maidashi, Higashi-ku, Fukuoka, Fukuoka Prefecture, 812-8582 Japan**

1. Address correspondence to: Bernd Lindemann, Universität des Saarlandes, Medical Faculty, Physiology, Bldg 58, D- 66421 Homburg, Germany. e-mail: phblin@uniklinik-saarland.de

Sweet, bitter, salty and sour are the four taste qualities upon which the human sense of taste is based. But is this really all? Is there room for more basic tastes on the human tongue? Well, there is. Strangely, though, while people tasted it daily, the fifth taste long remained unknown and unnamed. Its final discovery, made nearly a century ago, was due entirely to a single man, a chemistry professor at the Imperial University of Tokyo, Kikunae Ikeda.

It was Ikeda's insight and endurance alone which powered this early work. The tedious chemical isolation and identification of the new taste substance was done without the help from postdoctorates or students, as would be usual today, aided only by one technician. The investigation was based on an observation concerning the dominant taste of dashi, a Japanese soup base. The taste of dashi is mild but, according to Ikeda, clearly distinct from that of the four basic tastes. Ikeda proceeded to isolate the principal taste substance from a main ingredient of dashi, the seaweed *Laminaria japonica*. This was done with the procedures of classical chemistry, aqueous extraction, removal of large-scale contaminants (mannitol, NaCl, KCl) by crystallization, lead precipitation and numerous other steps of preparative chemistry. Finally, low-pressure evaporation resulted in the slow crystallization of a single substance with the mass formula $C_5H_9NO_4$: glutamic acid. Its taste was named umami, a word derived from the Japanese adjective *umai* (delicious). It has taken root as a scientific term internationally.

The scientific community received this discovery with moderate applause only. Many, especially in English-speaking countries, remained unconvinced. One hindrance for the acceptance may have been that the detailed publication of Ikeda's work appeared in Japanese ([Ikeda, 1909](#)). Other hindrances were that umami taste is mild even at high concentrations of the tastants. Furthermore, high concentrations of glutamate, an anion, are

necessarily accompanied by cations, the salty or sour taste of which confused the issue. Umami research proceeded on a larger scale especially since about 1980. The umami substances L-glutamate, inosine 5'-monophosphate (IMP) and guanosine 5'-monophosphate (of which the latter two enhance the glutamate taste) were defined, and taste responses to them were investigated in humans and animals. Animal models, however, were of limited use as the responses of different species, even of different strains of mice, were at variance.

Today a search in PubMed (MedLine) for papers concerned with taste and containing the term 'umami' retrieved 86 references. (For comparison, 'sweet taste' retrieved 10 times more references published since 1980.) A search with the Google engine found >4000 web pages containing the phrase 'umami'. Some of these pages were from restaurants advertising umami food. Others dealt with the misconception that glutamate contained in food might be harmful. But foremost among them were pages reprinting newspaper articles about the discovery of umami receptors.

The discovery of umami receptors, taste receptors for L-glutamate, using methods of molecular biology is one of the recent highlights of taste research. In 2000, a modified glutamate receptor of the brain was found, the taste-mGluR4. It is a G protein-coupled (metabotropic) receptor. The taste variety of mGluR4 has a truncated N-terminal to which L-glutamate still binds, albeit with reduced affinity. Presumably, therefore, the truncation adapted the receptor to the high glutamate concentration in food ([Chaudhari et al., 2000](#)). More recently, another umami receptor was discovered. Interestingly, this one is a heteromere built of the G protein-coupled receptors T1R1 and T1R3. In mice this heteromere responds to many amino acids contained in food, but in humans its response is preferentially to L-glutamate and is enhanced by IMP ([Nelson et al., 2002](#)). Shortly after Nelson et al.'s publication, these results were strongly confirmed by another group ([Li et al., 2002](#)). The sequencing and functional expression of a human taste receptor for glutamate determined by these studies provides a first molecular basis for Ikeda's pioneering work.

Humans consume high-calory food as fat, polysaccharides and proteins. All of these are tasteless but elicit taste sensations through cleavage products. Sweet taste is the taste of mono- and disaccharides, and guides us to the consumption of starch. Umami taste is elicited by the most common amino acid, L-glutamate, a cleavage product of all proteins. Such argues Ikeda in his article.

An English translation of Ikeda's paper 'New seasonings' from 1909 is made available in this issue of *Chemical Senses*. We would like to thank the journal for this contribution to the history of our science. The publication of the translation, late though it may seem, is timely in view of the recent discovery of umami taste receptors.

Oxford University Press, aus:

<http://chemse.oxfordjournals.org/content/27/9/843.full>

zu186

Taktile Wahrnehmungsdoppelung

Eine bereits in der Antike bekannte taktile Wahrnehmungstäuschung lässt sich leicht „am eigenen Leib“ erleben, indem man zwei benachbarte Finger kreuzt und die zueinander zeigenden Seiten der Fingerkuppen gleichzeitig mit einem Objekt wie einem Bleistift berührt. Hierdurch stellt sich oftmals das Empfinden von Berührungen durch zwei getrennte Objekte ein. Benedetti (1985) konnte zeigen, dass diese empfundene Dopplung nicht an die Kreuzungsanordnung von Gliedmaßen gebunden ist, sondern auch bei nicht gekreuzten Fingern auftreten kann, wenn die simultane Berührung an Stellen vorgenommen wird, die üblicherweise keine gemeinsame Stimulation durch Kontakt mit einem Objekt erfahren. Wurden Versuchspersonen über einen längeren Zeitraum durch immobilisierende Bandagierung eines Fingers dazu gebracht, Objekte in ungewöhnlicher Weise zu handhaben – beispielsweise einen Schreibstift mit Daumen, Zeigefinger und Ring- statt Mittelfinger zu führen – und damit Finger in ungewöhnlichen Paarungen durch gemeinsame Objektberührung zu stimulieren, so trat im Anschluss die Täuschung für einige der Fingerpaare in geringerem Ausmaß auf (Benedetti, 1991).

Literatur:

Benedetti, F. (1985). Processing of tactile spatial information with crossed fingers. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 517-525.

Benedetti, F. (1991). Reorganization of tactile perception following the simulated amputation of one finger. *Perception*, 20, 687-692.

zu187

(1) Haptiklabor

Haptik-Forschungslabor

Johannisallee 34
04103 Leipzig
Universität Leipzig
Medizinische Fakultät
Paul-Flechsig-Institut für Hirnforschung

Aus: <http://haptiklabor.medizin.uni-leipzig.de/forschung/allgemeine-themenstellung/> (22.09.2017)

Allgemeine Themenstellungen

Wir verstehen, in Anlehnung an die erste Begriffseinführung durch den Berliner Psychologen Max Dessoir (1892), Haptik als die wissenschaftliche Lehre über das Tastsinnessystem des Menschen. Innerhalb dieses Wissensgebietes werden interdisziplinär sowohl aktive Tastwahrnehmungsprozesse (haptische Wahrnehmung) als auch passive Tastwahrnehmungsprozesse (taktile Wahrnehmung) untersucht. Teilprozesse der Haptik, die im Rahmen der haptischen Wahrnehmung multisensorisch integriert werden, sind die der Propriozeption, Exterozeption und der Interozeption.

Das Haptik-Labor der Universität Leipzig, das 1996 gegründet wurde, versteht sich als interdisziplinäre Forschungseinheit, die sowohl im Bereich experimental-psychologischer Grundlagenforschung, der klinischen Anwendungsforschung sowie der industriellen Anwendungsforschung arbeitet.

Nachfolgend werden allgemeine Themenbereiche des Haptik-Forschungslabors vorgestellt. Spezifische Projekte, aktuelle oder vergangene werden (hier) beschrieben.

Haptik-Schwellen-Test/Haptische Schwellenwertermittlung

Tesverfahren zur Ermittlung haptischer Schwellenwerte... (mehr)

Zeitstruktur explorativer Tastbewegungen

Haptische Wahrnehmungsprozesse sind häufig an explorative, also erkundende Bewegungen der Finger und Hände, gebunden... (mehr)

Körperschema und haptische Wahrnehmung

Schon seit längerer Zeit beschäftigen wir uns mit der Frage, ob und auf welcher neuronalen Grundlage Beziehungen zwischen dem Körperschema und der haptischen Wahrnehmung ... (mehr)

Kurzzeitspeicherprozesse während haptischer Wahrnehmungsprozesse

Während haptischer Wahrnehmungsprozesse müssen eine unendliche Vielzahl von Einzelinformationen selektiv verarbeitet werden... (mehr)

Haptische Steuer- und Regelprozesse von dynamischen Einheiten

Wenn wir Fahrrad- oder Auto fahren, Hubschrauber oder Flugzeug fliegen, erfasst unser haptisches System eine Vielzahl von Umgebungseigenschaften, ... (mehr)

Rezeptoren des haptischen Systems

Die biologische Grundlage der menschlichen Tastwahrnehmung bilden eine Vielzahl von spezialisierten und multifunktionalen Rezeptoren in den Muskeln, Sehnen, Gelenken und in der Haut. ... (mehr)

Online-Beratung von Patienten mit Essstörungen und deren Angehörige

(2) Die Welt begreifen

Aus: <http://dasgehirn.info/wahrnehmen/fuehlen-koerper/die-welt-begreifen-5523/>
(22.09.2017)

Stein auf Stein, bis der Turm aus Bauklötzen umfällt – durch die Berührung physischer Objekte lernen Kinder, ihre Welt zu sortieren und abstrakte Zusammenhänge zu begreifen. Doch der Tastsinn beeinflusst auch das Denken von Erwachsenen.



Copyright: Allen Donikowski/ Flickr / Getty Images

Die Finger gleiten über die raue Oberfläche aus Sandpapier, mit der sich die Kontinente auf der kleinen Weltkugel von den Ozeanen abheben. Wasser hingegen ist blau und glatt, der Globus aus Hartgummi und Plastik etwas kleiner als ein Fußball. So lernen Kinder in Montessori-Schulen die Welt kennen: mit allen Sinnen. Durch das Greifen von Gegenständen entwickeln sie Denkmuster, die es ihnen später erleichtern, auch abstrakte Ideen zu verstehen.

Lange bevor Kinder ihre ersten Wörter plappern, erforschen sie ihre Umgebung unermüdlich mit ihrem Tastsinn. Mit Vorliebe stecken die Kleinen Gegenstände in den Mund, krallen ihre Fäustchen in herabhängende Haare oder betasten stundenlang die eigenen Zehen. Dass diese haptischen Entdeckungstouren mehr als Spielerei sind, zeigten französische Forscher 2005: So interessierten sich Neugeborene bereits 16 Stunden nach ihrer Geburt besonders für geometrische Holzfiguren, die sie zum ersten Mal in den Händen hielten.

Das Wichtigste in Kürze

- Durch das Greifen von Gegenständen entwickeln Kinder komplexe Denkmuster, die ihnen später dabei helfen, abstrakte Inhalte zu verstehen.

- Die Wahrnehmung über den Tastsinn beeinflusst die Urteile von Menschen über ihre Umwelt und über andere Personen.
- Studien beweisen, dass Lernprozesse durch die Nutzung des Tastsinns unterstützt werden. Deshalb plädieren Experten dafür, das Sinnessystem mehr zu fordern – vor allem in der Schule.

Haptik-Design

Taktile Täuschung

Objekte hingegen, welche die Babys schon einmal in einer anderen Lage in den Händen gehabt hatten, sprachen sie offenbar weniger an – sie kannten sie schon. Die Wissenschaftler von der Universität René Descartes in Paris schlossen daraus, dass Säuglinge bereits in dieser frühen Lebensphase verschiedene Formen und Strukturen allein durch Berührung voneinander unterscheiden und auch wiedererkennen können. Das sind Fähigkeiten, die für viele lebenswichtige Aufgaben wie beispielsweise die Nahrungsaufnahme unabdingbar sind.

Berühren und berührt werden

Der Tastsinn ist eines der wichtigsten menschlichen Wahrnehmungssysteme, um Informationen über die Umwelt erhalten, einordnen und langfristig verarbeiten zu können. Über die Haut, das größte Sinnesorgan des Menschen, nimmt er physikalische Reize wie Druck, Vibration und Temperatur auf, und das permanent, wie [Martin Grunwald](#) betont: "Im Gegensatz zum Sehsinn, den wir nachts ausschalten, ist der Tastsinn immer 'on'", sagt der Leiter des [Haptik-Labors](#) an der Universität in Leipzig.

Der Begriff Haptik beschreibt alle Wahrnehmungen, die über den Tastsinn bei aktiver Bewegung des Körpers entstehen, wie zum Beispiel beim zarten Anfassen eines geliebten Menschen oder dem Zappen mit der Fernbedienung. Taktile Wahrnehmung bezeichnet hingegen die passive Aufnahme von Umweltreizen, die auf einen ruhenden Körper eintreffen. Oder anders gesagt: taktil ist Berührtwerden, haptisch etwas aktiv berühren. In der Haut von Lippen, Zunge, Fingerspitzen und Fußsohlen sind die so genannten Mechanorezeptoren – die Tastsinneszellen – am dichtesten gepackt. Daher stecken vor allem die ganz Kleinen, die mit den Händen noch ungeschickt sind, so gerne etwas in den Mund, um es genauer zu untersuchen. Mit der Zeit übernehmen dann die Finger die Hauptrolle bei der haptischen Erkundung.

Wissen bauen und erfüllen

Bis zu ihrem siebten Lebensjahr lernen Kinder hauptsächlich durch Imitation, Spiel und die Berührung von Objekten, schrieb der weltbekannte Entwicklungspsychologe Jean Piaget, der 1980 verstarb. Dass sie dadurch fürs Leben lernen, belegt eine Langzeitstudie von Wissenschaftlern der Universität Florida. Demnach erzielten Kinder, die früh mit Bauklötzen hantieren, später bessere Ergebnisse in Mathematik. Andere Studien machen deutlich, wie eng die Verbindung zwischen Tastsinn und Lernprozessen auch nach dem sechsten Geburtstag noch ist. So begreifen Schüler, die sich neu mit einem Thema wie Biologie beschäftigen, den Lernstoff tatsächlich besser, wenn sie entsprechenden, physischen Stoff zum Greifen haben - wie beispielsweise das Modell einer pflanzlichen Zelle.



Neue Dinge zu erlernen, fällt leichter, wenn auch der Tastsinn eingesetzt wird. Aus diesem Grund nutzen Montessori-Schulen bisweilen solche haptischen Globi, bei denen die Schüler die Kontinente im wahrsten Sinne "begreifen" können. Copyright: Leonie Seng

"Häufig sind die Hände schon einen Schritt voraus und offenbaren ein Wissen, das dem Bewusstsein noch nicht zugänglich ist", bestätigt auch Gesten-Forscherin [Susan Goldin-Meadow](#) von der Universität Chicago. In ihren 2010 veröffentlichten Mathematik-Experimenten demonstrierte die Forscherin, dass Kinder beim Lösen von mathematischen Gleichungen oft mit ihren Händen den richtigen Lösungsweg bereits anzeigten, während sie verbal noch nicht dazu in der Lage waren. Kinder sind die "Baumeister ihrer selbst", formulierte es Maria Montessori, eine italienische Ärztin und Pädagogin, nach deren Konzept heute Kindergärten und Schulen geführt werden. Rechnen lernen die Zöglinge dort mit Holzbrettern, farbigen Perlenstäben und quadratischen Kärtchen. Mathe zum Anfassen also.

"Sogar die Erwachsenen sind oft ganz aus dem Häuschen, wie einfach das geht", sagt Sabrina Witt-Herrmann, ehemalige Geschäftsführerin des Montessori Zentrums in Heidelberg. Hinzu kommt, dass die Kids sich beim Umgang mit 'fassbarem' Material besser konzentrieren können. Vor allem Schüler höherer Klassen müssen aber meistens still auf ihren Stühlen sitzen und Information größtenteils passiv auf sich einwirken lassen – also vor allem durch Zusehen und Zuhören. Was dem aktuellen Kenntnisstand der Hirn- und Lernforschung widerspricht, wie Martin Grunwald weiß. "Der Mensch ist insgesamt ein Lernorgan, das sich nicht auf einzelne Sinne reduzieren lässt", sagt der Haptik-Forscher. Daher müsse auch der Tastsinn gefordert sein: "Wir sind haptische Wesen, die ein Bedürfnis nach Interaktion mit der Umwelt haben." Durch den Einzug von Computern in Kindergärten verlören die Kinder nicht nur den Bezug zu natürlichen Objekten, sondern auch zu ihrem eigenen Körper, kritisiert Grunwald.

Tastempfinden beeinflusst Urteil

Dass Tastwahrnehmungen auch Auswirkungen auf den Denkinhalt von Erwachsenen haben, zeigte [Joshua Ackermann](#) vom Massachusetts Institut für Technologie in Cambridge 2010. In einem fiktiven Bewerbungsgespräch schätzten Probanden, die zwei Kilo schwere Klemmbretter in den Händen hielten, potentielle Job-Interessenten als höher qualifiziert ein. Darüber hinaus schrieben sie den Bewerbern größeres Interesse zu als die Vergleichsprobanden, die ihr Urteil mit einem leichten Klemmbrett in den Händen fällten. Das Gewicht der Klemmbretter hatte ihre Einschätzung offenbar beeinflusst und auch den Bewerbern mehr Gewicht verliehen.

In einer zweiten Testreihe mussten Probanden erst puzzeln und anschließend ein niedergeschriebenes Gespräch zweier Personen lesen. Eine Gruppe bekam dabei ein Puzzle mit glatten Einzelteilen, die andere mit Sandpapier umwickelte. Und auch hier wirkte sich die Tastempfindung auf die Bewertung aus. Die Teilnehmer, die das raue Puzzle gespielt hatten, beurteilten die anschließend gelesene Textpassage als eher schwierig und rau – entsprechend der Beschaffenheit des Puzzles.

Harter Sitz macht harte Verhandler

In Joshua Ackermanns drittem Experiment waren Personen, wenn sie auf harten Stühlen saßen, in simulierten Preisverhandlungsgesprächen weniger kompromissbereit als ihre Mitprobanden, die dazu in weichen Sesseln Platz genommen hatten. Durch die Berührungen entwickeln Menschen eine "haptische Denkweise", sagt Ackermann. "Eine gewichtige Meinung", ein "harter Verhandlungspartner", eine "glatt gelaufene Angelegenheit" – in solchen Redewendungen kommt schon lange zum Ausdruck, was die Wissenschaft inzwischen immer deutlicher erkennt: Tastempfindungen und kognitive Leistungen sind aufs engste miteinander verbunden. Und das nicht nur bei Kindern. Auch für Erwachsene gilt: Berühren lohnt sich. Denn der Tastsinn denkt mit.

zu191

Propriozeption

Aus: <http://www.nachinnen-nachausen.de/propriozeption.htm> (22.09.2017)

Leben ohne Propriozeption

Haben Sie schon einmal versucht, auf einem eingeschlafenen Fuß zu stehen? Diese Erfahrung hat Ihnen einen Eindruck davon vermittelt, was es bedeutet, wenn ein wichtiger Teil unserer Sinneswahrnehmung, nämlich die Propriozeption, ausfällt. Als Eigenwahrnehmung oder Propriozeption bezeichnet man die Fähigkeit, Muskel- und Gelenkbewegungen wahrzunehmen. Diese Fähigkeit ist von grundlegender Bedeutung für unsere Bewegungen. Bei einem eingeschlafenen Fuß wird die Propriozeption unterdrückt.

Ian Waterman verlor im Alter von 19 Jahren, aufgrund einer Vireninfektion, sowohl die Propriozeption, als auch den Tastsinn vom Hals bis zu den Füßen vollständig. Damit hatte er

auch seine Fähigkeit, sich zu bewegen eingebüßt, da jede Bewegung, sowohl vor als auch während ihrer Ausführung, auf Sinneswahrnehmungen aus dem Muskel- und Gelenksystem angewiesen ist. In einer bewundernswerten Anstrengung lernte Waterman im Laufe von vielen Monaten, sich auf eine völlig neue Art zu bewegen. Er konnte z.B. seinen Arm nur anheben, wenn er die Bewegung visuell kontrollierte. Selbst kleinste Bewegungen, aber auch das Stehen, erforderten eine genaue Planung und bewusste Kontrolle. Der Neurophysiologe Jonathan Cole hat Watermans ungewöhnlichen Lernweg in einer Biographie beschrieben.

Watermans Krankheit mit ihren extremen Ausprägungen ist sehr selten. Seine Geschichte macht uns jedoch in eindringlichster Weise die Bedeutung der Propriozeption klar. Gar nicht so selten ist dagegen die chronische Verkümmern der Eigenwahrnehmung. Diese äußert sich in vielfältigsten Störungen der Körperhaltung, Beweglichkeit und Koordination. Die Eigenwahrnehmung zu schulen ist daher eine wesentliche Methode der Alexander-Technik.

Jonathan Cole stellt in dem Text *Ein Leben ohne Propriozeption und Berührungssinn* seine Begegnung mit Ian Waterman und die sich daran anknüpfenden wissenschaftlichen Forschungen dar. Der Vortrag wurde im Jahre 2004 auf dem 7. Internationalen Kongress der F. M. Alexander-Technik in Oxford, England gehalten. Ich bedanke mich beim Autor für seine freundliche Genehmigung zur Übertragung ins Deutsche und zur Veröffentlichung seines Artikels.

Lesen Sie hier Jonathan Cole [Ein Leben ohne Propriozeption und Berührungssinn](#) (PDF), erschienen als Online-Artikel Nr. 3 in der Edition Sehen & Bewegen.

Auf der Grundlage von Jonathan Coles Buch „Pride and a daily marathon“ (1995) ist die BBC-Dokumentation *The Man Who Lost His Body* [Der Mann, der seinen Körper verlor] entstanden.

zu193

Wahrgenommene Gleichzeitigkeit von Reizereignissen aus unterschiedlicher Sinnesmodalität

Die Zeit, die benötigt wird, damit es nach einer Reizung eines Sinnesorgans zu einer bewussten Empfindung des Reizes bzw. zu einer mentalen Repräsentation des peripheren Ereignisses kommt, kann sich zwischen den Sinnesmodalitäten systematisch unterscheiden. Allein die unterschiedliche Länge afferenter Nervenbahnen, aber auch andere Faktoren spielen hierbei vielleicht eine Rolle. Nimmt man an, dass zwei Ereignisse als gleichzeitig wahrgenommen werden, wenn ihre mentalen Repräsentationen zum gleichen Zeitpunkt vorliegen, so sollten sich Verzerrungen hinsichtlich der Wahrnehmung der Reihenfolge sensorischer Stimulationen in Abhängigkeit davon ergeben, wie lange das Entstehen der mentalen Repräsentation jeweils benötigt. Derartige Verzerrungen werden angenommen, um ein seit langer Zeit bekanntes Phänomen der zeitlichen Handlungssteuerung zu erklären: Bittet man Versuchspersonen, synchron mit den Ausschlägen eines Metronoms eine Taste zu drücken, so geht die Handlung dem Ausschlag des Metronoms üblicherweise um mehr als eine Viertelsekunde voraus (Überblick bei Aschersleben, 2002). Trainiert man Versuchspersonen gezielt darauf, die Handlung gleichzeitig mit dem Führungssignal

auszuführen, so ergibt sich bei erfolgreicher Ausführung der subjektive Eindruck des „Hinterherhinkens“. Eine mögliche Erklärung dieser Effekte nimmt an, dass sich die subjektive Gleichzeitigkeit der Ereignisse bei simultanem Vorliegen der Repräsentationen des Klickgeräuschs des Metronoms und der durch den Druck auf die Taste hervorgerufenen Druckempfindung ergibt, und dass das Entstehen der Repräsentation der Druckempfindung mehr Zeit benötigte als das Entstehen der Repräsentation des Metronom-Klickens. Diese Annahme besitzt schon angesichts der längeren Nervenleitung vom Finger zum Gehirn als vom Ohr zum Gehirn eine gewisse Plausibilität. Sie wird von verschiedenen weiteren Befunden unterstützt. Beispielsweise erhöht sich der zeitliche Abstand zwischen Tastenreaktion und Metronomausschlag bei empfundener Gleichzeitigkeit, wenn die Tastenreaktion mit dem Fuß statt mit dem Finger auszuführen ist. Dies ist aufgrund der längeren Efferenz vom Fuß zum Gehirn zu erwarten. Allerdings müssen auch weitere Faktoren, die Einfluss auf die zeitliche Reihenfolge der Ereignisse nehmen können, betrachtet werden (Aschersleben, 2002).

Literatur:

Aschersleben, G. (2002). Temporal control of movements in sensorimotor synchronization. *Brain & Cognition*, 48, 66-79.

Weiterführende Literatur zu Kapitel 4

Der Bereich auditiver Wahrnehmung wird, wie erst recht die weiteren Wahrnehmungssysteme, in den Lehrbüchern der Wahrnehmung eher nachrangig dargestellt. Weitgehend physiologisch orientiert sind die Darstellungen in Birbaumer, N. & Schmidt, F. (2006, 2010), *Biologische Psychologie*, in Kapitel 18, *Hören und Gleichgewicht*, oder in Schmidt, F., Thews, G., & Lang, F. (Hrsg.) (2000), *Physiologie des Menschen*, in Kapitel 15, *Hören und Sprechen*. Psychologische und pathologische Aspekte werden miteinbezogen bei Hellbrück, J. (1993), *Hören – Physiologie, Psychologie und Pathologie*. Einen Einstieg in die Sprachwahrnehmung aus entwicklungspsychologischer Sicht bietet Miller, P. H. (1993), *Theorien der Entwicklungspsychologie*. In zwei gesonderten Kapiteln werden *Das Hören* und *Sprachwahrnehmung* gut verständlich dargestellt in Goldstein, E. B. (1997), *Wahrnehmungspsychologie*. Dort finden sich auch ausführliche Ausführungen zu *Geruchs- und Geschmackswahrnehmung* (Kapitel 12) sowie zum *haptisch-somatischen System* (Kapitel 11). Das *somatoviscerale sensorische System* wird dargestellt in Schmidt, Thews & Lang (siehe oben), Kapitel 3, sowie im Kapitel 14, *Gleichgewichtssinn und Bewegungs- und Lageempfindung*. Hervorragende Einführungen in die *Psychophysik der Raumwahrnehmung und die Stellungs-, Spannungs- und Lagewahrnehmung* (Propriozeption) gibt Bischof, N., in Metzger, W. (1966), *Handbuch der Psychologie*. Die Wahrnehmungssysteme von *Geschmack und Geruch* werden von Hatt, H. (2000), dargestellt, und in Birbaumer, N., & Schmidt, F. (siehe oben), ist ihnen ein eigenes Kapitel gewidmet.

Haftungsausschluss

Der Anbieter dieser Seite hat keinen Einfluss auf die Inhalte der verlinkten Seiten. Sie beinhalten zum Zeitpunkt der Verlinkung kein rechtlich-moralisch-kompromittierendes Material.

Für die Inhalte jeglicher Internetseiten die von dieser Web Seite aus erreichbar sind, sind ausschließlich deren Betreiber selbst verantwortlich.

Kein Teil des Inhalts dieser Webseite darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung in jeglicher Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet oder verbreitet werden.

C. Becker-Carus.