

## Sinnesorgane - Übersicht

### **Einführung - Auflösungsvermögen von Rezeptoren**

Definition des Begriffes als Fähigkeit, verschiedene Reize als räumlich und/oder zeitlich getrennt wahrzunehmen am Beispiel der räumlichen Auflösung des menschlichen Auges und der zeitlichen Tonauflösung des menschlichen Ohres. Erster Hinweis auf verschiedene Konzepte.

### **Auge**

Bildentstehung, Bau und Funktion des Auges, Bildverarbeitung, Täuschungen

### **Ohr**

Schall, Bau und Funktion Ohr, Lärm und Lärmschutz  
plötzliche Luftdruckschwankungen werden relativ genau empfunden

### **Gleichgewicht**

Komplexe Verarbeitung mehrerer Informationen, Bogengänge, Macula

### **Tastsinn**

Zelltypen, Schulung der Fähigkeiten, Blindenschrift, Täuschungen

### **Wärmesinn**

Zelltypen, Funktion, Regelkreise, Abstand der Rezeptoren in der Haut

### **Druckrezeptoren**

Zelltypen, Verteilung auf der Haut

### **Luftdruckmessungen**

neben Trommelfell wird vermutet, dass in der Gefäßwand der Halsschlagader Drucksensoren sitzen

### **Schmerzrezeptoren**

Zelltypen, Suchen von Schmerzpunkten

### **Geruch / Geschmack**

Testreihe Geruch und Geschmack

**Vorschau:** Suche eventuell für die eigenständige Arbeit im 2. Semester ein Sinnesorgan zur genaueren Weiterbehandlung aus !

siehe auch Chr. v. Campenhausen, "Die Sinne des Menschen", Thieme Verlag  
Spektrum 7 / 2003, S. 104  
[http://www.g-netz.de/Der\\_Mensch/sinnesorgane/index.shtml](http://www.g-netz.de/Der_Mensch/sinnesorgane/index.shtml)



## Auflösungsvermögen

**T** Grundsätzlich gibt es verschiedene Ansätze in der Natur zur Funktion und zum Auflösungsvermögen von Sinnesorganen ( d. h. welche Reizunterschiede erkannt und verarbeitet werden ) :

- a) Im gesamten "Messbereich" gleich gute Auflösung.
- b) Nur ein Teilbereich mit besonders hoher Auflösung und Einrichtungen, das Interesse im Bedarfsfall darauf zu konzentrieren bzw. das Sinnesorgan daran anzupassen. ( man schaut z. B. gezielt in bestimmte Richtung )
- c) Nur Wahrnehmung von Veränderungen

Zusätzlich zu diesen anatomischen Gegebenheiten verfügt unser Gehirn über enorme Fähigkeiten, die Vielzahl der ständig einlangenden Informationen unbewußt zu bewerten, zu selektieren und gezielt bestimmte Details herauszufiltern bzw. einen großen Teil der Informationen einfach so lange zu ignorieren, solange sie nicht von Interesse sind.

Nur sehr wenig Informationen dringen durch diese Filter und den letzten großen Filter namens „**Wahrnehmung**“ in unser Bewußtsein !

**F** Nenne 2 Beispiele für das Ignorieren von Informationen, die jedoch bei Bedarf oder Interesse sofort abrufbar sind :

.....  
 .....

**T a ) Gleich gute Auflösung im gesamten Bereich**

Dieser Ansatz erfordert große Hirnareale zur Verarbeitung, wenn die Auflösung im gesamten Bereich sehr gut sein soll. [ Würde unsere Netzhaut z. B. an allen Stellen gleich scharfe Bilder liefern - d.h. wäre die Sinneszellendichte und die Versorgung mit Nerven an allen Stellen gleich gut wie im "Gelben Fleck" ( fovea centralis ), müsste unser Kopf wegen der zusätzlichen Zellen, Nervenfasern und Hirnareale mindestens 50 mal so groß sein ! ]

Der Vorteil dabei ist, dass sämtliche, z. T. sehr komplexen Mechanismen zur "Ausrichtung auf interessante Reize" entfallen.

**b ) Nur teilweise hohe Auflösung und "Ausrichtungsmechanismen"**

Einem Teil des Sinnesorganes steht dabei besonders viel Verarbeitungskapazität zur Verfügung und es ist auch mit einem überproportional großen Hirnareal verbunden. Im Bedarfsfall ( bei "Interesse" ) erfolgt dann mit Hilfe zum Teil sehr komplizierter Mechanismen eine Konzentration auf diesen Bereich bzw. eine entsprechende Ausrichtung des Sinnesorganes.



### **c) Nur Wahrnehmung von Veränderungen**

Mit diesem Ansatz spart man "Hirnkapazitäten" wenn sich nichts ändert. Veränderungen gegenüber einem "eingespeichertem" Szenario sind für viele Beutetiere von entscheidender Wichtigkeit, vor allem bei der Bewegung von Beutetieren. [ Auch in der Technik, z.B. bei der Übertragung von Fernsehbildern etc. nutzt man diesen Ansatz und überträgt nur die Veränderung von Daten, um den Datenfluss wesentlich zu verringern ].  
Manche Sinnesorgane, wie die Omatiden von Insekten, sind auch in der Lage, richtungsabhängig auf Veränderungen zu reagieren.

**F** Diskutiere in der Gruppe und versuche, die vorne genannten Sinne in die oben genannten Kategorien einzuteilen :

- a ) .....
- b ) .....
- c ) .....

**T** Mehrere Sinneseindrücke hängen außerdem von der "Vorgeschichte" des betreffenden Sinnesorganes ab. Gründe dafür sind z.B. vorhergehende langfristige Belastungen, traumatische Überlastung, Schutzmechanismen, Verarbeitungsmechanismen im Hirn, etc.

**F** Versuche 2 Beispiele für diesen Sinnesorgantyp zu finden und eine kurze Beschreibung zu geben :

.....

.....

**E** Lehne dich seitlich an eine Wand und presse den Arm eine Minute fest an die Mauer. Entferne dich von der Wand, schließe die Augen und entspanne deinen Arm.

Was bemerkst du :

.....



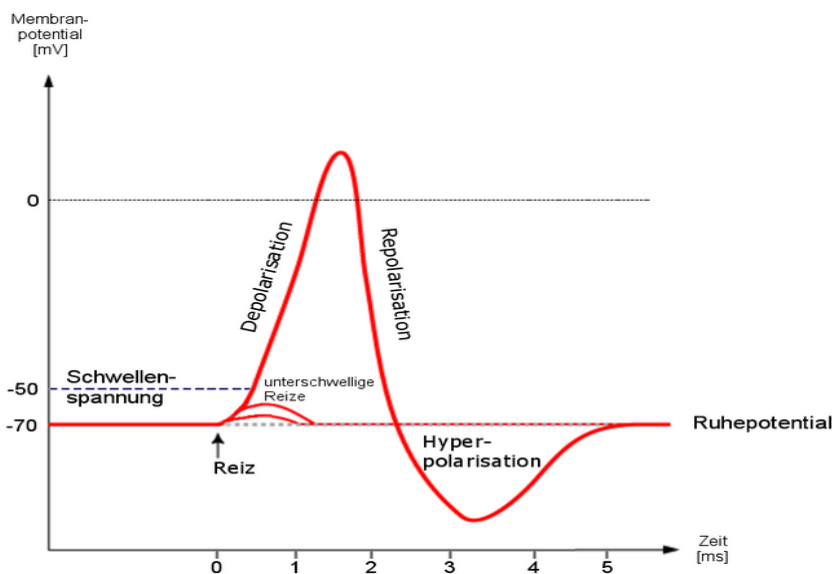
## Nervenleitung

### 1.) Bau und Funktion von Nerven

**T** Die wesentlichen Bestandteile einer Nervenzelle sind der Zellkern mit den Dendriten, das Axon und seine Endigungen, die Synapsen ( siehe Folie ). Ihre **wesentlichen Funktionen** sind die Weiterleitung und Bewertung ( Verarbeitung ) von Reizen sowie die Übermittlung von Signalen des Gehirnes z. B. an Muskeln. Synaptische Vorgänge werden im NWL BIU-CH näher behandelt! Synapsen bieten auch zahlreiche Möglichkeiten, über den Einsatz von sogenannten Neurotransmittern ( bzw. die Blockierung ihrer Bildung oder Aufnahme in der Synapse ) in die Vorgänge im Nervensystem und damit auch in das Gehirn einzugreifen. Kurz erwähnt seien hier nur die Möglichkeiten zur Schmerzbekämpfung sowie die Drogenproblematik !!

#### Aktionspotential - Zeitlicher Verlauf einer Nervenregung

Während bei üblichen Leitern eine Spannung zwischen den Enden anliegt und dadurch bewegliche Ladungsträger entlang der Längsachse in Bewegung gesetzt werden, ist für die Reizleitung entlang von Nerven ein komplexerer Ablauf verantwortlich : Wesentlich für die Leitvorgänge entlang eines Nerves ist die unterschiedliche und zeitlich veränderliche bzw. spannungsabhängige Durchlässigkeit der Zellmembran für bestimmte Ionen. Durch unterschiedliche Konzentrationen von besonders Na- und K-Ionen kommt es zu einer Potentialdifferenz zwischen dem Inneren und dem Außenraum des Nerven. Dieses „**Ruhepotential**“ (  $\sim -70\text{mV}$  Innen ) wird durch biochemische Prozesse wie z.B. der **Natrium-Kalium-Pumpe** aufrechterhalten. Löst ein ankommender Reiz eine Veränderung der Durchlässigkeit der Nervenmembran aus, kommt es durch Ein- bzw. Ausströmen von Ionen lokal zu einer völligen Veränderung dieser Situation und es entsteht ein „**Aktionspotential**“ mit umgekehrter Polarität (  $\sim +50\text{mV}$  Innen ).



Diese Änderung der Membran-Durchlässigkeit und die daraus resultierende Umkehr der Spannungsverhältnisse breitet sich entlang des Axons aus beziehungsweise das Aktionspotenzial springt von Schnürring zu Schnürring und stellt die Weiterleitung des Reizes dar. Anschließend werden durch aktive Vorgänge die ursprünglichen Verhältnisse ( Durchlässigkeit und Ionenverteilung ) wieder hergestellt und die Zelle ist erneut erregbar.

## **2.) Wirkung elektrischer Signale auf Muskeln**

**T** Elektrische Phänomene sind außer für die Reizleitung für eine Vielzahl anderer Vorgänge in unserem Körper verantwortlich. Viele dieser Signale sind von außen meßbar und dienen als wertvolle Diagnosehilfen in der Medizin ( EKG, EEG, ... ). Die elektrische Steuerung der Muskeln ist eindrucksvoll durch ein "overrulen" der Steuerung der Handmuskeln durch elektrische Signale von außen zu zeigen :

**Achtung: Bei bekannter Herzschwäche sollte dieses Experiment nicht durchgeführt werden !**

**E** Ergreife mit beiden Händen fest die beiden parallel zur Spule einer normalen Klingel geschalteten Metallkontakte und beschreibe was passiert, wenn der Kontakt zu einer 4,5 V Taschenlampenbatterie geschlossen wird.

Erweiterung:

Bildet verschieden lange Schülerketten im Stromkreis, um die Stärke der wirksamen elektrischen Signale zu verändern !

**Vorsicht:**

**Durch das dauernde Unterbrechen eines Stromes durch eine Spule ( Klingel ) werden ständig relativ hohe Spannungsspitzen erzeugt ( Elektromagnetische Induktion ).**

**Mache den Versuch auf keinen Fall mit höheren Spannungen als 4,5 Volt oder mit "besseren" Spulen.**

Siehe auch: Hofer, Reiter; „Biologie 6“, Dorner-Verlag 2006, S. 78 ff

Eventuell : Video-Film aus dem Spektrum-Verlag: "Gehirn und Nervensystem"  
( Dauer 31 Minuten )



## Anhang

### Auge :

Sinneszellendichte und Enervierung maximal in fovea centralis ( je Sinneszelle ein Nerv, in der Peripherie bis zu 1000 Zellen pro Nerv ), ebenso Hierarchie der Vorverarbeitung von Reizen sehr unterschiedlich.  
 Ausrichtungsmechanismen ( direkte Blickzuwendung ) werden durch verschiedenste Gründe ausgelöst, Hauptgrund ist noch immer Bewegung ( Mensch als Jäger ) !  
 Informationsverarbeitung sehr stark beeinflusst durch "Wissen" bzw. Erfahrungen und Zusammenarbeit mit anderen Sinnesorganen !

### Ohr :

Selektive Empfindlichkeit am höchsten im Bereich von 1000 bis 3000 ? Hz.  
 Ausrichtungsmechanismen ( Drehen des Kopfes, Hand ans Ohr, ... ) meist ausgelöst durch ( plötzliche ) Veränderungen bzw. gezieltem Interesse aus verschiedensten Gründen.  
 Informationsverarbeitung stark beeinflusst durch Erfahrungen ( bekannte Stimmen erkennt man auch bei starken "Hintergrundgeräuschen, siehe auch z.B. Pinguinkolonie ), Zusammenarbeit mit dem Auge ( Gesangsstimmen oder Instrumente bei Blickkontakt wesentlich besser erkennbar, teilweise auch "overrulen" durch Auge möglich )

Druckempfindlichkeit des Ohres ist enorm, vieles wird herausgefiltert.  
 Bsp.: Einfluß von Luftdruckschwankungen auf "Wetterfühligkeit" ist ungeklärt, da von der Messempfindlichkeit des Trommelfelles her bereits Kopfschütteln messbar wäre und die Fahrt mit einem Lift bezüglich Luftdruckänderung der Entstehung eines gewaltigen Sturmtiefes entspricht !

Vögel würden diese Druckschwankung mit ihrem "Vitali-Organ" im Mittelohr ebenso wie Fledermäuse deutlich merken !

### Gehör der Fledermaus :

Sie verschiebt die ausgesandten Frequenzen ständig, um den Dopplereffekt durch Flugbewegungen ( eigene, Beute ) auszugleichen und so die empfangenen Frequenzen im schärfsten Detektionsbereich zu halten.

### Nasententakel des Sternmulls :

2 besonders ausgeprägte Tentakel ( vergrößern sich erst im Laufe der Entwicklung des Tieres gemeinsam mit der Vergrößerung des zugeordneten Hirnareales ) werden gezielt bei besonderem Interesse eingesetzt. ( Spektrum 12/02, S. 54 ff ).

### Omatiden von Insekten :

Reagieren nur auf Veränderungen, sogar richtungsabhängig (Spektrum 11/02, S. 12 ff).



Froschauge :

Reagiert auf Fliege nur, wenn sie sich bewegt

Sinneseindrücke mit Vorgeschichte:

Wärmeeindrücke der Haut, negative Nachbilder, Nachklingen in den Ohren, längere Muskelanspannung - Entspannung, .....

**Besprechen :**

Wenn verschiedene Sinne einander widersprechende oder nicht zusammenpassende Sinneseindrücke liefern reagiert das Gehirn zunehmend irritiert. Es entstehen Schwindelgefühle, Kopfschmerz, Übelkeit.

⇒ Seekrankheit, Raumfahrerkrankheit, ...

