

2b

> **Ada**

**Wissen:
Sinnes-
organe**



Wir wissen von der Existenz eines Gegenstands nur deshalb, weil wir ihn sehen, hören, schmecken, riechen oder fühlen können. Ohne Sinnesorgane hätten wir keine Vorstellungen von unserer Umwelt. Auch Ada erfährt ihre Umgebung durch ihre Sinnesorgane.

Sie finden in diesem Kapitel:

- Informationen über die Sinnesorgane beim Menschen und bei Ada
- Illustrationen
- Empfehlungen für den Unterricht
- Arbeitsblatt
- Folie

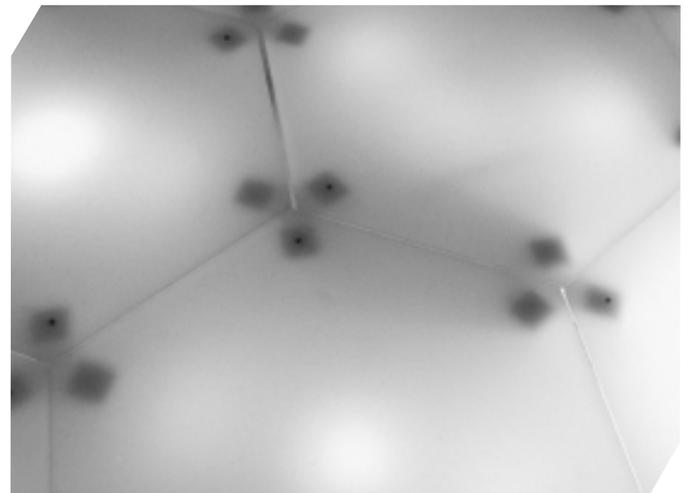
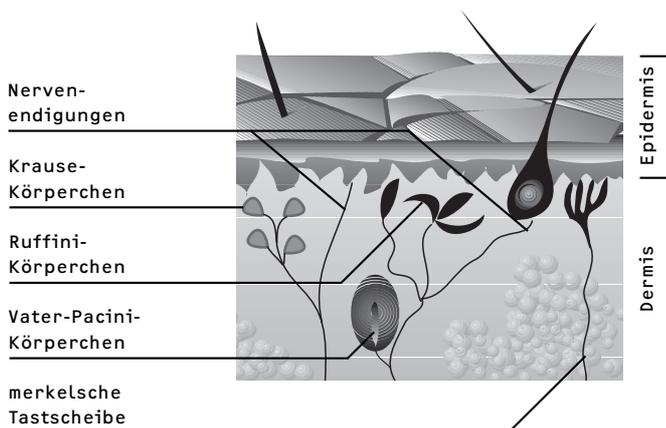
A: Sachinformationen**Sinnesorgane sind spezialisierte Erweiterungen des Zentralnervensystems**

Die Sinnesorgane ermöglichen es uns, Informationen aus unserer Umgebung aufzunehmen und in Nervenimpulse, in die «Sprache des Gehirns» umzuwandeln.

Die Informationen, die die Sinneszellen liefern, werden direkt an das Gehirn weitergeleitet. Dort werden sie miteinander verknüpft und verarbeitet und sorgen so für ein ständig wechselndes Bild von unserer Umwelt. Sie lösen bewusste, aber auch unbewusste Reaktionen aus.

Tasten beim Menschen

Die Haut ist mit rund zwei Quadratmetern bei einem Erwachsenen das grösste Organ des menschlichen Körpers. Über sie nehmen wir Druck, Temperatur, Vibration, Beschaffenheit und Schmerz wahr. Damit wir das können, befinden sich in der Lederhaut, der Dermis, verschiedene und unterschiedlich viele so genannte Rezeptoren. Für die Wahrnehmung von Druck und Vibration zum Beispiel, gibt es bis zu 170 Tastkörperchen pro Quadratzentimeter. So sind die Meissner-Körperchen empfindlich für Berührungen. Sie kommen am häufigsten auf den Fingerkuppen und der Zungenspitze vor. Druck nehmen wir mit den Vater-

Die menschliche Haut**Adas Bodenplatten**

Pacini-Körperchen und den merkelschen Tastscheiben wahr. Die Krause-Körperchen hingegen reagieren auf tiefe Temperaturen und die Ruffini-Körperchen auf Wärme.

Tasten bei Ada

Adas Haut ist der aktive Boden. Er setzt sich aus sechseckigen Bodenplatten zusammen, die mit Gewichtssensoren ausgestattet sind. Mit Hilfe dieser Sensoren stellt Ada fest, auf welcher Bodenplatte sich eine Person befindet. Mit einem entsprechenden Rechenverfahren kann Ada bestimmen, wo sich die Besucher im Raum befinden und in welche Richtung sie sich bewegen, selbst wenn sie dies mit Hilfe ihrer Kameras nicht «sehen» kann. Sie kann mit ihrem Tastsinn nur Druck «empfinden».

Die Bodenplatten funktionieren wie ein neuronales Netzwerk (vgl. **>Ada Wissen: Informationen verarbeiten**). Wenn eine Bodenplatte aufleuchtet, dann teilt sie das den jeweils umliegenden Bodenplatten mit. Auf Grund dessen, dass die einzelne Bodenplatte sowohl den Zustand des gesamten Systems als auch denjenigen ihrer Nachbarn kennt, kann sie dann entsprechend reagieren.

Adas Haut ist gleichzeitig auch ein Kommunikationsorgan (vgl. **>Ada Wissen: Interaktion**), über dessen Lichtspiel sich Ada «mitteilen» kann.

>Ada Wissen: Sinnesorgane

Sehen beim Menschen

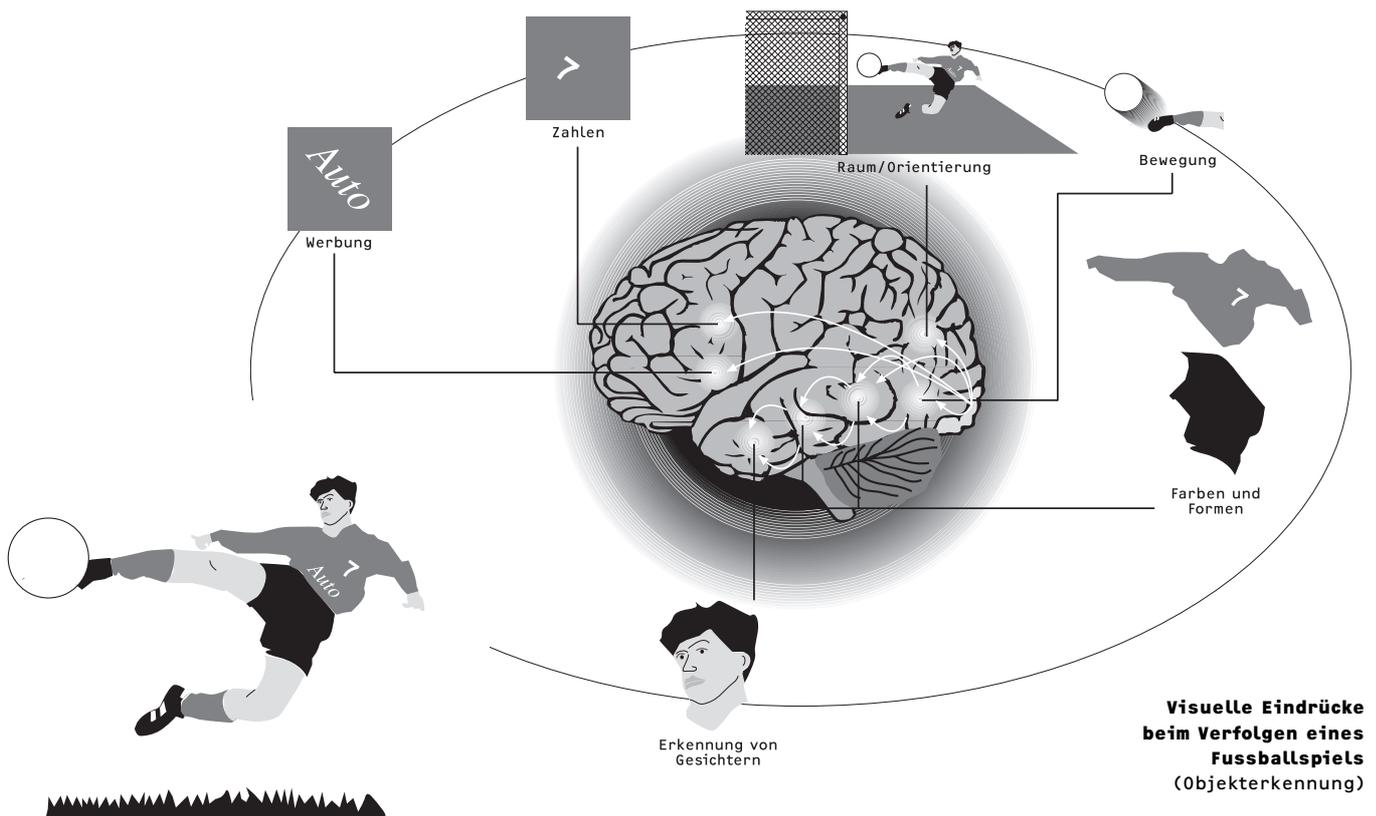
Mit Hilfe unserer Augen können wir unsere Umwelt in Form von Bildern wahrnehmen. Damit wir das können, befinden sich auf der Netzhaut der Augen Zellen, die auf Licht empfindlich reagieren. Die Zapfen der Netzhaut sind spezialisierte Zellen, die auf Lichtintensität und Farben reagieren, die so genannten Stäbchen reagieren auf Weiss und Schwarz und die verschiedenen Abstufungen der Grautöne. Die Sinneszellen übertragen die Information zum Gehirn, welches dann Form, Farbe, Lichtintensität und Bewegungsgeschwindigkeit eines Objekts daraus ableitet.

Damit wir immer ein scharfes Bild des betrachteten Objektes erhalten, kann sich die Pupille mit Hilfe der Muskeln in der Regenbogenhaut enger und weiter stellen, um die Lichtmenge, die ins Auge gelangt, zu regulieren; und die Linse verändert ihre Krümmung entsprechend der Entfernung zum Objekt, das man betrachtet. Das geschieht in der Regel automatisch und unbewusst. Die Lichtstrahlen, wel-

che die Linse durchdringen, rufen ein Bild auf der Netzhaut hervor, das in viele einzelne Punkte zerlegt wird. Jeder Punkt entspricht einem Zapfen oder einem Stäbchen. Die Impulse, die in diesen Zellen entstehen, übertragen sich über den Sehnerv auf das Sehzentrum beider Hirnhälften, das dann das Gesamtbild des betrachteten Objektes liefert. Und da wir zwei Augen besitzen, können wir unter anderem dreidimensional sehen und die Entfernung eines Gegenstandes abschätzen.

Objekterkennung

Objekte erkennen zu können, ist für uns so alltäglich, dass wir es in der Regel gar nicht mehr realisieren. So erkennen wir Freunde auch mit neuer Brille wieder, lösen eine Gruppe in verschiedene Einzelpersonen auf und schätzen deren Abstand zueinander ein. Wir erkennen von weitem einen Baum und bei genauerem Betrachten klassifizieren wir den Baum als Apfelbaum. Wir sind also in der Lage, Muster zu erkennen, auch wenn die konkreten Ausprägungen des Musters sehr verschieden sind.



>Ada Wissen: Sinnesorgane**Sehen bei Ada**

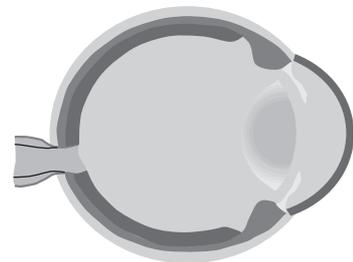
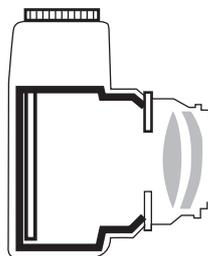
Adas Augen sind unbewegliche Deckenkameras und bewegliche Richtkameras. Mit Hilfe der Deckenkameras kann Ada den ganzen Raum «überblicken». Sie setzt die Bilder der einzelnen Kameras zu einem ganzen Bild zusammen und kann so feststellen, wo sich die Menschen im Raum befinden, wie viele es sind und wohin sie sich bewegen.

«Gazer» sind Adas Augen

Die beweglichen Richtkameras (Gazer) ermöglichen es Ada, Bewegungssignale und Farbhistogramme von Händen und Gesichtern aufzuschlüsseln. Interessant für Ada sind zum Beispiel Personen mit hellem Lichtwert (wie heller Kleidung), Personen, die sich schnell im Raum bewegen oder sich in relativer Bewegung zu anderen Personen befinden. Ada ist auch in der Lage, eine Gruppe von Personen in Einzelpersonen aufzulösen. Interessiert sich Ada für eine Person, dann kann sie diese mit Hilfe der beweglichen Richtkameras verfolgen und Nahaufnahmen machen. Ada erkennt zwar keine Gesichter, kann aber Personen zum Beispiel an der Farbe ihrer Kleider unterscheiden. Ada wird auch in der Lage sein, einfache Gesten wie zum Beispiel das Winken mit der Hand zu erkennen und entsprechend zu interpretieren.



Adas «Auge»

**Fotoapparat und Auge
im Vergleich****Gemeinsamkeiten
im Aufbau****Fotoapparat**

- Gehäuse
- dunkle Innenauskleidung
- Blende
- Objektiv mit mehreren Linsen
- Film
- Silbersalzkristalle

Auge

- feste Lederhaut
- Pigmentschicht
- Iris
- Linse
- Hornhaut/Netzhaut
- Sehzellen

**Unterschiede
in der Leistung**

- starre Linse
- ein Film kann nur einmal belichtet werden
- Fotos sind seitenverkehrt und stehen auf dem Kopf
- objektive Bilder

- elastische Linse
- die Netzhaut kann ständig neu belichtet werden
- das Gehirn dreht die Bilder um 180 Grad
- subjektive Bilder; entstehen im Gehirn und sind mit Erfahrungen verknüpft
- hohe Auflösung (im Vergleich mit dem Film)



Adas «Ohren»

Hören beim Menschen

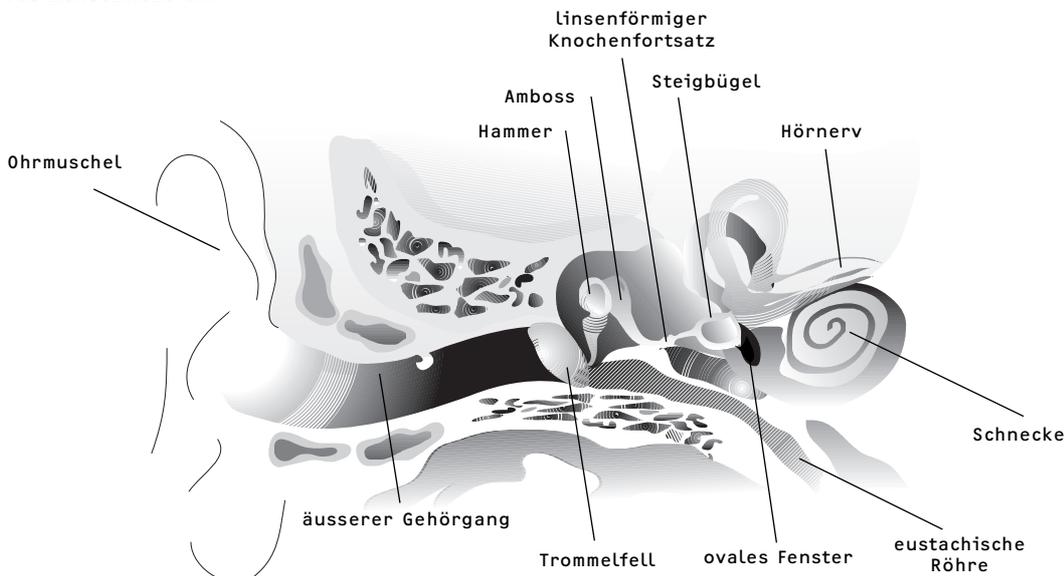
Mit Hilfe unserer Ohren sind wir in der Lage, Töne in einem bestimmten Frequenzbereich aus unserer Umgebung wahrzunehmen. Im Innenohr befindet sich ausserdem auch noch unser Gleichgewichtsorgan. Der Hörsinn ist für den Menschen sehr wesentlich, weil ohne ihn sprachliche Kommunikation nicht möglich wäre: Die Artikulation von Lauten wäre nutzlos, könnten sie nicht durch ein Sinnesorgan aufgenommen werden.

Sämtliche Geräusche erzeugen Schallwellen (Schwingungen der Luft), die das Ohr aufnimmt. Diese Schallwellen treffen auf das Trommelfell, das in der entsprechenden Frequenz und Intensität zu schwingen anfängt. Die Gehörknöchelchen des Mittelohrs verstärken diese Schwingungsbewegungen und übertragen sie auf das ovale Fenster. Vom ovalen Fenster aus werden die Schwingungen auf die Flüssigkeit, mit der das Innenohr gefüllt ist, übertragen. Die Schwingungen werden von so genannten Haarzellen aufgenommen und in elektrische Impulse umgewandelt. Diese werden an das Gehirn weitergeleitet und dort verarbeitet.

Hören nach dem Stereoprinzip

Die Hörschwelle für einen Ton steigt ganz erheblich, wenn gleichzeitig andere Töne erklingen. Menschen und Tiere haben deswegen die Fähigkeit, unerwartet starke Änderungen der Lautstärke festzustellen. Da wir zwei Ohren besitzen, ist es uns durch das Stereoprinzip möglich, die Quelle von Geräuschen zu lokalisieren.

Das menschliche Ohr



Hören bei Ada

Ada kann mit Hilfe von Decken- und Richtmikrofonen Geräusche lokalisieren, identifizieren und analysieren. Sie besitzt die Fähigkeit, aus einer lärmigen Umgebung einzelne interessante Geräusche herauszufiltern, indem sie starke Änderungen der Lautstärke feststellen kann. Ist einmal ein spezielles Geräusch entdeckt, muss Ada herausfinden, woher es stammt. Dazu benutzt sie Deckenmikrofone. Diese Mikrofone sind ständig damit beschäftigt, die Umgebung nach interessanten Geräuschen abzuhören. Wird ein solches registriert, werden die aufgenommenen Signale aller Mikrofone verglichen und so die wahrscheinlichste Quelle des Geräusches berechnet.

Hören bei hoher Geräuschkulisse

Da sich die Geräuschkulisse innerhalb des Raums stetig ändert, ändert sich auch Adas Fähigkeit, Geräusche zu entdecken und auf sie zu reagieren. Bei einer lauten Geräuschkulisse muss man in die Hände klatschen, um Adas Aufmerksamkeit zu erregen, bei einer leisen Geräuschkulisse genügen normal gesprochene Worte. Ada misst dabei die Frequenz, die Tonhöhe und die Dauer des Signals.

Die Richtmikrofone sind nur aktiv, wenn Adas Aufmerksamkeit sich auf einen Besucher richtet. Diese Mikrofone versuchen dann, akustische Informationen über diese Person zu sammeln. Bestimmte Klangmuster (zum Beispiel Händeklatschen oder der Name «Ada») können von Ada gelernt und mit bestimmten Verhaltensmustern in Verbindung gebracht werden.

Wenn Ada ein auffälliges Geräusch wahrnimmt, lokalisiert sie diese Person und richtet ihre Aufmerksamkeit auf sie. Sie zeigt dies an, indem sie zum Beispiel ein Spotlight auf sie lenkt (vgl. >Ada Wissen: Interaktion).

Ada ist nicht in der Lage, Wörter oder ganze Sätze dem Sinn nach zu verstehen.

Riechen und Schmecken beim Menschen und bei Ada

In der Riechschleimhaut des Menschen befinden sich ca. 30 Millionen Riechzellen, mit deren Hilfe wir ca. 1000 verschiedene Gruppen von Duftmolekülen unterscheiden können. Die gasförmigen Moleküle heften sich an die Sinneshaare der Riechzellen und lösen so einen Nervenimpuls aus. Der Geruchssinn des Menschen ist im Vergleich zum Geruchssinn einiger Tierarten sehr wenig entwickelt.

Die Geschmacksfunktion übernimmt beim Menschen die Zunge. Die Schleimhaut ihrer Oberseite enthält vier verschiedene Arten von Papillen, das sind chemische Rezeptoren für die Geschmacksreize. Der Mensch kann mindestens fünf Geschmacksrichtungen unterscheiden: süß, salzig, bitter, sauer und umami.

Riechsinn und Geschmackssinn sind bei Ada nicht realisiert.

Begriffserklärungen

•Histogramm

Grafische Darstellung einer Häufigkeitsverteilung in Form von Säulen. Die Höhe der Säulen entspricht der Häufigkeit des gemessenen Wertes.

•umami

Umami heisst «wohlschmeckend» auf Japanisch. Die entsprechenden Sinneszellen reagieren auf die Aminosäure Glutamat, die in proteinreichen natürlichen Lebensmitteln wie Fleisch, Meeresfrüchten und Käse, aber auch in Würzmischungen wie Aromat und Sojasauce vorkommt.

B: Empfehlungen für den Unterricht



Blätter mit Rahmen können kopiert und den SchülerInnen abgegeben werden.

Erläuterungen zum Arbeitsblatt 2b.8

Das Arbeitsblatt hat zum Ziel, dass sich die SchülerInnen der Bedeutung ihrer Sinne bewusst werden und ihr Wissen über Adas Sinne festigen. Eine umfangreiche Sammlung von weiteren Arbeitsblättern und Anregungen bietet Foster 1996 (vgl. Literaturhinweis).

Für Aufgaben im Bereich des Tastsinns und des Sehens kann über die unten stehenden Adressen unentgeltlich ein Braille-Alphabet und weiteres Unterrichtsmaterial bestellt werden.

Lösungen

1. Diese erste Aufgabe ergibt individuelle Lösungen. Der Sehsinn ist für die Bewältigung unseres Alltags sehr entscheidend, so dass wir Schwierigkeiten haben, uns zu orientieren, wenn wir nichts sehen.
2. Diese Aufgabe kann mit der Illustration/Folie **«Fotoapparat und Auge im Vergleich» (Blatt 2b.4)** gelöst werden.
3. Der menschliche Tastsinn ist differenzierter als derjenige von Ada. Ada kann «nur» auf Druck bzw. Gewicht reagieren, während die menschliche Haut Wärme, Kälte, Berührung, Druck und Vibration wahrnehmen kann. Allerdings kann Ada über die «Haut» auch kommunizieren, was beim Menschen nur begrenzt möglich ist (Erröten, Erbleichen).

Links und Adressen

Informationsseite der Präventionskampagne «Ganz Ohr» des Bundesamts für Gesundheit (BAG):
www.ganzohr.ch

Schweizerischer Zentralverein für das Blindenwesen SZB
Schützengasse 4
9000 St. Gallen
Tel. 071 223 36 36
www.szb.ch

Schweizerischer Blinden- und Sehbehindertenverband SBV
Laupenstrasse 4
3008 Bern
Tel. 031 390 88 00
www.blindenverband.ch

Literaturhinweis

- Foster, Jakob: **Menschenkunde**. Langnau am Albis 1996. (über www.sekzh.ch bestellbar)

>Ada Wissen: Sinnesorgane (Arbeitsblatt)**1.** Diese Aufgabe wird in Zweiergruppen gelöst:

Eine Person verbindet sich die Augen und führt die andere durch das Schulhaus. Versucht dabei, auch eine Strecke ohne Berührung zu führen. An einem Ziel angekommen, werden der «blinden» Person einige Gegenstände zum Ertasten gegeben. Dann werden die Rollen getauscht.

Überlegt euch, was ihr während des Blindseins gefühlt, gespürt und gehört habt, und protokolliert nach dem Experiment eure Erlebnisse. Welche Schlüsse kann man aus dem Erlebten in Bezug auf die drei Sinne Sehen, Hören und Tasten ziehen?

2. Finde Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem menschlichen Auge und einer Foto- oder Filmkamera.

3. Finde Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen der menschlichen Haut und Adas Boden.
