



Landesinstitut  
für Schule und Weiterbildung

Referat I/4

**Fächerübergreifender Unterricht Naturwissenschaft (FUN)**

**"Umwelt erkunden - Umwelt verstehen"**

**Baustein "Sinnesorgane erschließen die Umwelt"**



Kontaktadresse:  
Landesinstitut für Schule und Weiterbildung  
Referat I/4  
Paradieser Weg 64  
59494 Soest  
Tel.: 02921/683-257

Autoren:  
Armin Kremer, Soest/Marburg  
Lutz Stäudel, Kassel

Gestaltung:  
Heike Haverland  
Annette Romberg

Titelbild:  
Christine Marwedel

6. Auflage, August 1995

---

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
1. Stellung des Materialbausteins im Curriculum "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen"	2
2. Sach-/Problemstrukturskizze	4
3. Erfahrungsberichte	6
4. Materialien	7
4.1 Hören	10
4.2 Sehen	27
4.3 Schmecken und Riechen	46
4.4 Die Haut und ihre Sinne	47
5. Literatur	50
Anhang	51

## **1. Stellung des Materialbausteins im Curriculum "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen"**

Das Entwicklungskonzept "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" versteht sich als Fortführung und Erweiterung von Ansätzen zum fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht. Bewußt wird in dieser Konzeption die Tradition des "Koordinierten Naturwissenschaftlichen Unterrichts" (KoNaWi) aufgenommen mit der Perspektive neue Wege zu finden, naturwissenschaftlichen Unterricht so zu verändern, daß durch mehr Lebensbezug eine höhere Akzeptanz und Lerneffektivität erreicht wird.

"Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" bezieht sich vorläufig nur auf die Jahrgangsstufen 5-7 an Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen. In diesen Jahrgängen bestehen relativ große Freiräume, die eine Erprobung von "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" wesentlich erleichtern. Erst auf der Basis der gesammelten Erfahrungen aus der Schulpraxis kann eine Weiterentwicklung bzw. Ausdehnung der Konzeption auf weitere Jahrgänge erfolgen.

1989 begann am Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Soest) eine Arbeitsgruppe, die Konzeption eines offenen und fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts zu entwerfen. Begleitend entwickelte die Arbeitsgruppe erste Materialbausteine zu den Themenbereichen "Wasser", "Sinne", "Umgang mit Tieren", "Feuer", "Umgang mit Pflanzen" und "Wetterbeobachtung - Klima - Klimagefahren".

Die didaktische Konzeption für den Unterricht und die Entwicklung der Materialbausteine orientieren sich an fünf Strukturelementen (vgl. "Arbeitskonzept zur Entwicklung eines Curriculums für die Jahrgänge 5-7"):

- \* Lebenswelt
- \* Natur/ Technik/ Umwelt
- \* Offenheit
- \* Entgegenwirken ungünstiger Sozialisationseffekte und Förderung der Bedürfnisse und Interessen von Mädchen
- \* Pädagogisches Profil der Gesamtschule

Das Element Offenheit bestimmt zudem wesentlich die Materialstruktur der Materialbausteine, d.h. die angebotenen Materialien (Experimente, Texte, Spiele, Bastelanleitungen...) stellen weder Beschreibungen von Unterrichtsstunden dar, noch handelt es sich um die Vorstellung linearer Unterrichtseinheiten. Sie sind vielmehr als Vorschläge, Ideen und Anregungen zu verstehen, Unterricht zu planen. Die offene Form der Materialstruktur ergibt sich notwendig aus der Absicht, SchülerInneninteressen, regionale und aktuelle Bezüge als zentrale Entscheidungskriterien bei der individuellen Themenfindung und Unterrichtsgestaltung in den Vordergrund zu stellen.

Die Sach-/ und Problemstrukturskizze, die jeweils den Materialien vorangestellt ist, versteht sich als eine von mehreren Orientierungsmöglichkeiten für methodisch-didaktische Entscheidungen bei der Themenauswahl und konkreten Unterrichtsplanung.

"Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" soll kein Curriculum werden, das irgendwann detailliert naturwissenschaftlichen Unterricht beschreibt. Vielmehr wird ein offenes Curriculum angestrebt, das auf der Basis von Unterrichtspraxis Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten für Unterricht

aufzeigt. Nur unter der Beteiligung von Kolleginnen und Kollegen an den Schulen kann diese Zielsetzung verwirklicht werden. Wir hoffen daher, über die bereits vorgelegten Bausteine Kontakte zu interessierten LehrerInnen zu knüpfen, und so einen diskursiven Prozeß des Austausches und der Kooperation zwischen UnterrichtspraktikerInnen und der Arbeitsgruppe in Gang zu setzen. In diesem Sinne sind die von der Arbeitsgruppe bereits entwickelten Materialbausteine als Angebot zu verstehen, das durch Ihre Erfahrungen und Ideen verändert und ergänzt werden soll.

Wir möchten daher alle Lehrerinnen und Lehrer, die im Lernbereich Naturwissenschaften unterrichten, zur engagierten Mitarbeit einladen.

Ihre Erfahrungen und Ihre Themengestaltungen sind ein wichtiges Element der Materialstruktur. Sie werden als Umsetzungsbeispiele in die überarbeiteten Curriculumbausteine aufgenommen. Solche Beschreibungen in Form von Projektskizzen oder kurzen Berichten bündeln nicht nur Unterrichtserfahrungen, sondern relativieren, akzentuieren und verändern die Konzeption eines neuen naturwissenschaftlichen Unterrichts. Die Überarbeitung der Bausteine im Verlauf des diskursiven Prozeßes sichert nicht nur schulische Erfahrungen, sondern macht diese wiederum anderen LehrerInnen zugänglich.

Wir, die Arbeitsgruppe, würden uns freuen, wenn wir in Kooperation mit Ihnen einen dynamischen und offenen Prozeß der Curriculum- und Materialentwicklung für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Gang setzen können.

Wir sind daher gespannt auf jede Rückmeldung von Ihnen in Form von

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| * Erfahrungsberichten | * Projektskizzen |
| * Kritik              | * Wünschen       |
| * Meinungen           | * Lob            |
| * Materialien         | * Ideen          |
| * Vorschlägen         | * ....           |

Nehmen Sie Kontakt mit uns auf!

Landesinstitut für Schule und Weiterbildung  
Referat I/4  
Paradieser Weg 64  
59494 Soest  
Tel.: 02921/683-257

Ansprechpartnerin: Christine Marwedel  
Ansprechpartner: Dr. Armin Kremer

## 2. Sach-/Problemstrukturskizze

Die Sach-/Problemstrukturskizze zu "Sinnesorgane erschließen die Umwelt" ist im Unterschied etwa zu der zum Thema "Wasser" weniger analytisch (im funktionalistischen Sinne) entwickelt. Das hat folgenden Grund.

*Wir sehen, hören, riechen, schmecken, fühlen*, doch diese Vorgänge, die Welt um uns wahrzunehmen, werden erst interessant, wenn man dieses (nicht immer) so selbstverständliche Vermögen näher untersucht. Wenn man versucht, sich bewußt zu machen, was wir wahrnehmen und *wie* wir wahrnehmen. Insofern stehen in der Sach-/Problemstrukturskizze weniger die Sinnesorgane in ihrer herkömmlich naturwissenschaftlichen Betrachtungsweise im Vordergrund.

Es soll vielmehr im fächerübergreifenden ganzheitlichen Sinne die Aufmerksamkeit auf die Wahrnehmung durch die Sinnesorgane gelenkt werden:

- Der Mensch (und das Tier) ist zu Wahrnehmungen befähigt, die Wahrnehmungen sind unsere Verbindung zur Umwelt, wir gebrauchen dieses Vermögen, um uns zurechtzufinden.
- Wir lernen wahrnehmen, indem wir uns mit unserer Umwelt auseinandersetzen. Wahrnehmung ist ein Prozeß der Aneignung, der ständig stattfindet und der unser Wahrnehmungsvermögen ständig differenziert.
- Die Wahrnehmung ist festgelegt durch die physische und psychische Beschaffenheit der Sinne. Damit sind ihr natürliche Grenzen gesetzt; gewisse Phänomene (wie z. B. Radioaktivität) können wir nicht wahrnehmen, Behinderungen der Sinne schränken die Wahrnehmung ein.
- Wahrnehmungen haben eine die Umwelt entdeckende, erschließende und strukturierende Funktion. Bei diesen Vorgängen werden sie auch durch Vor-Bildung, durch Wahrnehmungsmuster beeinflusst.
- Wahrnehmungen sind darüber hinaus beeinflusst durch Erwartungen, Stimmungen, momentane Befindlichkeiten. Wahrnehmungen selektieren, sind eingeschränkt durch subjektive Interessen.

Daß sich die Materialien zu den Themen "Hören", "Sehen", "Schmecken und Riechen" und "Die Haut und ihre Sinne" unterschiedlich umfangreich darstellen, entspricht dem Ergebnis der fachdidaktischen Recherchen. Ebenso der Umstand, daß eine primär physikalische Betrachtungsweise vorherrscht.

Beim Einsatz der Materialien sollte im Vordergrund stehen, daß die SchülerInnen das gestellte Problem **spielerisch erkunden** können und Möglichkeiten haben, ihre Wahrnehmungen, Einsichten sowie Vermutungen und Überlegungen miteinander auszutauschen, um mit diesen gemeinsam weiterzuarbeiten.

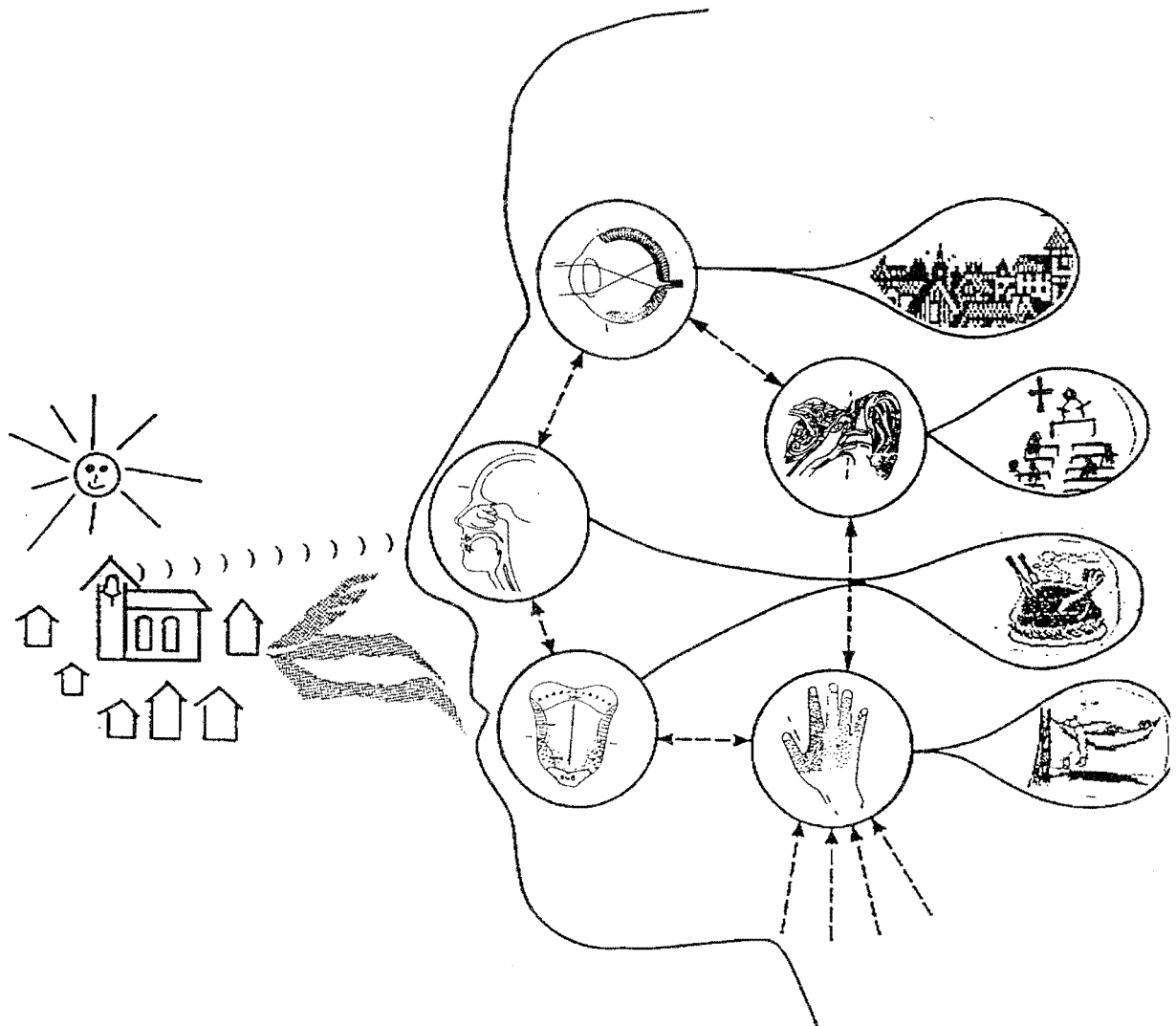
Relevante fächerübergreifende Aspekte:

- \* Kommunikation: Sprache und Bilder
- \* Umgang mit Medien
- \* Reize bewußt eingesetzt: z.B. Werbung
- \* Sinneskultur
- \* Bau einfacher Musikinstrumente
- \* Lärmbelästigung / Schäden / Auswirkungen
- \* Fotografieren



- \* Brillenoptik / Beim Optiker
- \* Vorgänge im Gehirn

### Sach-/Problemstrukturskizze



### **3. Erfahrungsberichte**

Aus der seit dem Herbst 1990 laufenden Erprobungsphase liegen Unterrichtserfahrungen zum Themenbaustein "Sinnesorgane erschließen die Umwelt" vor. Wir danken den Kolleginnen und Kollegen für ihre Anregungen.

Die genannten Verbesserungsvorschläge betreffen die Themen "Das Ohr" und "Lärm", die textlich völlig überarbeitet und grafisch neu gestaltet wurden.

Beim Versuch "Kann man Farbe hören"? (S. 22) sollte darauf geachtet werden, daß er mit einer kleinen Gruppe von Schülerinnen und Schülern in einem abgedunkelten Raum durchgeführt wird. Die Schülerinnen und Schüler (wie die Lehrkraft) sollten physisch und psychisch möglichst entspannt sein.

Der Wechsel der Farbfolien ist - wie in der Versuchsanleitung bereits hervorgehoben - wirklich sehr schnell und geräuschfrei durchzuführen.

Zahlreiche Nachfragen gab es nach Sachinformationen über die Funktionsweise von "Riechen", "Schmecken", "Tasten", "Hören" und "Sehen".

Schon bei der Entwicklung des Themenbausteins "Sinnesorgane erschließen die Umwelt" hat uns diese Frage beschäftigt.

Weder damals noch heute sind wir auf entsprechende Literatur gestoßen. Wir haben im Anhang einen Text aufgenommen, der - wie wir meinen - in recht verständlicher Weise erste Antworten auf die Klärung der "Geheimnisse der Sinne" gibt.



---

## 4. Materialien

### 4.1 Hören

#### A Versuche - Experimente - Untersuchungen - Basisinformationen (in Stichpunkten)

- \* Glockenspiel
- \* Trommel
- \* Die Nadel schnarrt
- \* Wie kommt der Schall ans Ohr?
- \* Leitet Holz den Schall?
- \* Fadentelefon
- \* Leitet Wasser den Schall?
- \* Wie schnell ist der Schall?
- \* Das Ohr
- \* Lärm und Lärmbelästigung
- \* Hörgrenze
- \* Echolot
- \* Morsen mit einer elektrischen Klingel: Bau eines "Klingeltelegraphen"
- \* Bau von Natur-Musikinstrumenten: Weidenpfeife, Klangstäbe, Wasserorchester
- \* Kann man Farbe hören?
- \* Lärmmessungen
- \* Richtungshören

#### B Bastelanleitungen - Spiele

- \* Morsen mit einer elektrischen Klingel (Anleitung siehe unter A)
- \* Bau von Natur-Musikinstrumenten: Weidenpfeife, Klangstäbe, Wasserorchester (Anleitung siehe unter A)

#### C Vorschläge für Aktivitäten

- \* Erkundungsspiel: "An der Straße stehen/sitzen mit verbundenen Augen und die vorbeifahrenden Automarken erraten"
- \* Spiel: Verschiedene Musikinstrumente erraten
- \* Einrichtung einer sogenannten "Hör-Bar": Musikinstrumente selberbauen, Cassetten mit Geräuschen/Stimmen erstellen, (mit Wasser gefüllte) Weingläser- oder Flaschensammlung zusammenstellen

### 4.2 Sehen

#### A Versuche - Experimente - Untersuchungen - Basisinformationen (in Stichpunkten)

- \* Wie sehen wir?
- \* Sehfehler: Kurz-, Weit- und Alterssichtigkeit
- \* Können wir unseren Augen trauen?
- \* Das Auge sieht das Unsichtbare
- \* Wie kann man kleine Dinge groß sehen?
- \* Bau eines Augenmodells
- \* Wie entsteht ein Regenbogen?

- \* Das Augenlid
- \* Wozu besitzen wir zwei Augen?
- \* Wahrnehmungen am Rande unseres Blickfeldes:
  - a) Eingrenzung des Blickfeldes
  - b) Wahrnehmung von Bewegung am Rande des Blickfeldes
- \* Sehtest
- \* Groß und klein oder gleichgroß?
- \* Optische Täuschungen

### **B Bastelanleitungen - Spiele**

- \* Vorschlag zum Bau einer begehbaren Camera obscura
- \* Schattenleinwand für Schattenspiele in Verbindung mit dem Diaprojektor und für Filmprojektionen
- \* Zusammentragen und -stellen von Farbskalen (von Goethe oder vom Farbenhändler)

### **C Vorschläge für Aktivitäten**

- \* Besuch beim Optiker/Gesundheitsamt bzw. Einladung von VertreterInnen
- \* Sammlung optischer Täuschungen und Gestaltung zu "Wandbildern"
- \* Sammlung verschiedener Spiegel (Konvex-, Konkav-, Zerr- und Normalspiegel)
- \* Die SchülerInnen erhalten den Auftrag, einzeln eine bestimmte Straße entlang zu gehen. Sie sprechen dabei auf ein Cassettengerät, was ihnen auffällt. Die Tonprotokolle werden nacheinander angehört und verglichen.
- \* Lärmpegelmessungen in Gewerbebetrieben / an befahrenen Straßen

## **4.3 Schmecken und Riechen**

### **A Versuche - Experimente - Untersuchungen - Basisinformationen (in Stichpunkten)**

- \* Schmecken und Riechen gehören zusammen
- \* Aufbau der Haut
- \* Sinneszellen der Haut

### **B Bastelanleitungen - Spiele**

- \* Aus verschiedenen Substanzen "Riechbäume" anlegen (nach Kükelhaus): In Fläschchen ohne Etikett, die sich leicht verschließen und öffnen lassen, sind Riechstoffe enthalten wie Essig, Eukalyptus, Kampfer, Terpentinöl, verschiedene künstliche Aromen und Essenzen
- \* "Teekesselspiel": Ratespiel nach Gegenständen mit charakteristischen Gerüchen (Mein T. riecht nach ...; es kommt vor in ...)

### **C Vorschläge für Aktivitäten**

- \* Schulrundgang mit verbundenen Augen: "Orte erriechen"
- \* Gespräch: "Was löst der Geruch von ... bei mir/dir aus?"

---

## 4.4 Die Haut und ihre Sinne

### A Versuche - Experimente - Untersuchungen - Basisinformationen (in Stichpunkten)

- \* Aufbau der Haut
- \* Sinneszellen der Haut

### B Bastelanleitungen - Spiele

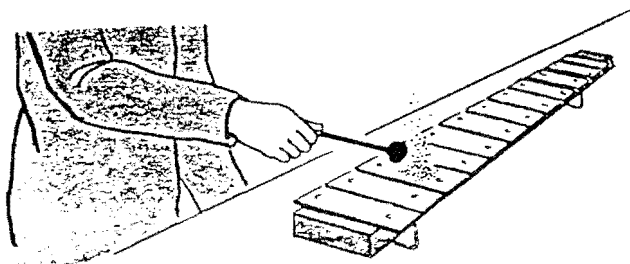
- \* Aus verschiedenen Substanzen "Tastgalerien" anlegen (nach Kükelhaus): In Behältern, in die man lediglich hineingreifen, nicht aber hineinblicken kann, liegen als Material für die suchenden Hände z.B. Hobelspäne, Reiskörner, Sand, Wollknäuel, Moos, Kastanien, Styroporkugeln ...
- \* Wer findet die Alufolie? Auf die Tischplatte wird ein Stück Alufolie (5x5 cm) gelegt. Der Spieler/die Spielerin bekommt die Augen verbunden und versucht, die Alufolie dadurch zu entdecken, daß er/sie die flache Hand mit der Innenseite nach unten etwa 2 cm hoch über die Tischplatte bewegt. (Rückstrahlung der Körperwärme)

### C Vorschläge für Aktivitäten

- \* Gehen durch Licht und Schatten (mit verbundenen Augen). Sinnliche Wahrnehmung von Wärmestrahlung

## 4.1 Hören

### Glockenspiel



Schlage ein Metallplättchen an und beobachte das klingende Plättchen genau.

Schlage die Plättchen nacheinander an. Welche geben einen hohen Ton ab, welche einen tiefen?

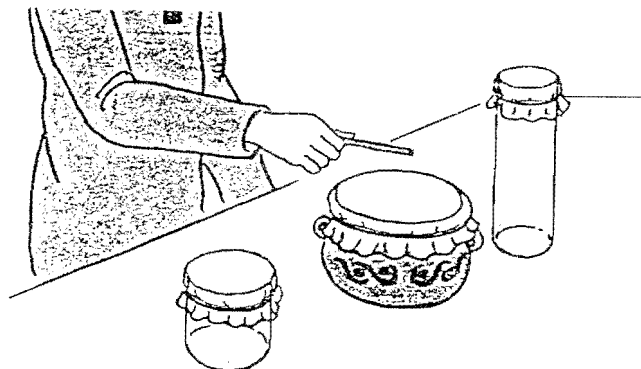
Streue etwas feinen Sand auf ein Plättchen und schlage es vorsichtig an. Was beobachtest Du?

Schlage ein Plättchen an und berühre es sogleich mit dem Finger. Spürst Du etwas? Warum verstummt der Ton nach dem Berühren?

### Trommel

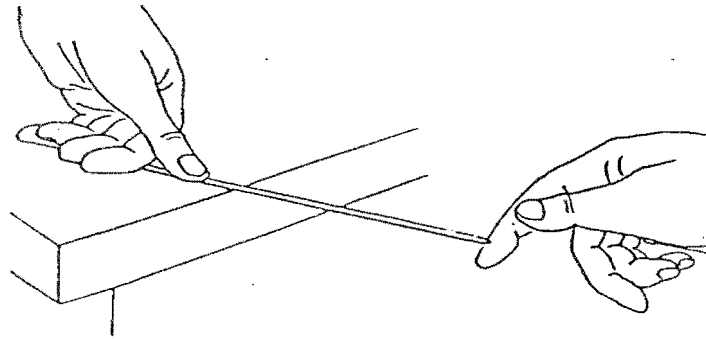
Schlage eine Trommel oder ein Tamburin mit einem Stock an und lausche auf den Ton. Streue ein wenig feinen Sand auf das Trommelfell und prüfe, ob es schwingt.

Stelle Gläser verschiedener Größe nebeneinander. Überspanne sie mit feuchtem Cellophanpapier und lege Gummiringe um. Laß das Cellophanpapier gut trocknen. Welche "Trommel" hat den tiefsten Ton?



### Die Nadel schnarrt

Lege eine Stricknadel aus Stahl so auf den Tisch, daß ein Ende über die Tischkante hinausragt. Drücke das andere Ende ganz fest mit dem Daumen auf den Tisch. Zupfe das freie Ende an. Wie kann man die Bewegung des freien Endes der Nadel beschreiben?

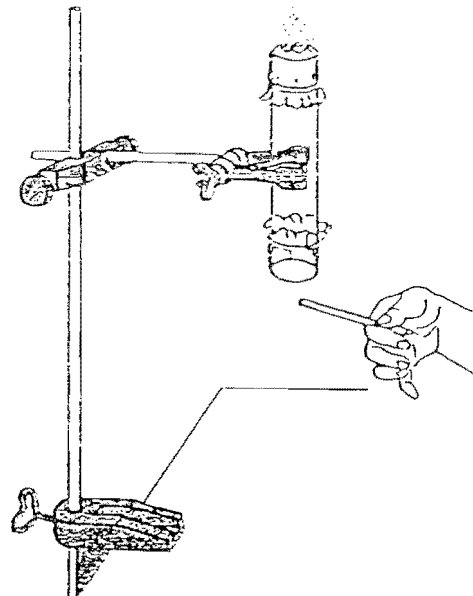


Verlängere die Länge des freien Endes. Ändert sich der Ton? Ändert sich die Bewegung der Nadel?

### Wie kommt der Schall ans Ohr?

Überspanne ein Glasrohr an beiden Enden mit angefeuchtem Cellophanpapier. Laß das Papier trocknen. Streue auf die obere Membran etwas feinen Sand. Klopfe mit einem Bleistift gegen die untere Membran.

Erkläre Deine Beobachtungen.



### Leitet Holz den Schall?

Lege ein Taschentuch auf den Tisch und Deine Uhr (mit Metallgehäuse) darauf. Tritt so weit zur Seite, bis Du das Ticken der Uhr nicht mehr vernimmst. Lege Dein Ohr in dieser Entfernung auf die Tischplatte und horche.

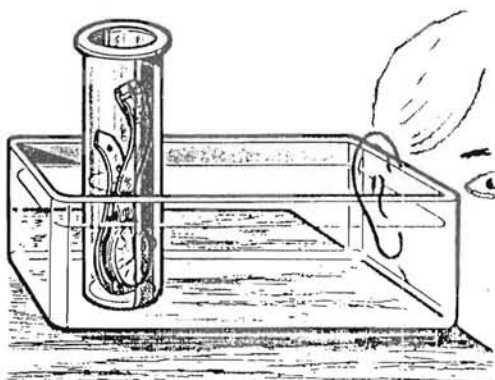
Ziehe das Taschentuch unter der Uhr weg. Horche wieder auf der Tischplatte.

### Fadentelefon

Verschließe zwei kurze Pappröhren an jedem Ende mit Pergamentpapier. Verbinde die Mitten der beiden Papierdeckel mit einer langen dünnen Schnur. Spannt die Schnur zu einem(r) Mitschüler(in) und telefoniert.



### Leitet Wasser den Schall?



Wenn wir nach der Abbildung das Ohr an die Wand des Wasserbeckens (z.B. Aquarium) legen, hören wir die Uhr ticken. Auch hier erfolgt die Übertragung des Schalls wie in Luft durch unsichtbare Verdichtungen und Verdünnungen.

Fehlt der Stoff zwischen Schallerreger und Schallempfänger (Ohr), so hören wir nichts.

### Wie schnell ist der Schall?

Zwei Schüler(innen) stellen sich mit Blickkontakt im Abstand von mehreren hundert Metern (mindestens 400 m) voneinander auf. Der/die eine schlägt mit einem schweren Hammer auf ein Eisenrohr, der/die andere startet die Stoppuhr, wenn der Hammer das Eisenrohr berührt; er/sie stoppt die Uhr, wenn er/sie den Schlag hört.

Ist dies bei 400 m Entfernung nach 1,2 sec der Fall, dann beträgt die Schallgeschwindigkeit

$$c = 400 \text{ m} / 1,2 \text{ sec} = 334 \text{ m/sec}$$

Schallgeschwindigkeit in m/sec (bei 20°C)

Luft	340
Wasser	1480
Eisen	5800
Holz	ca. 5500

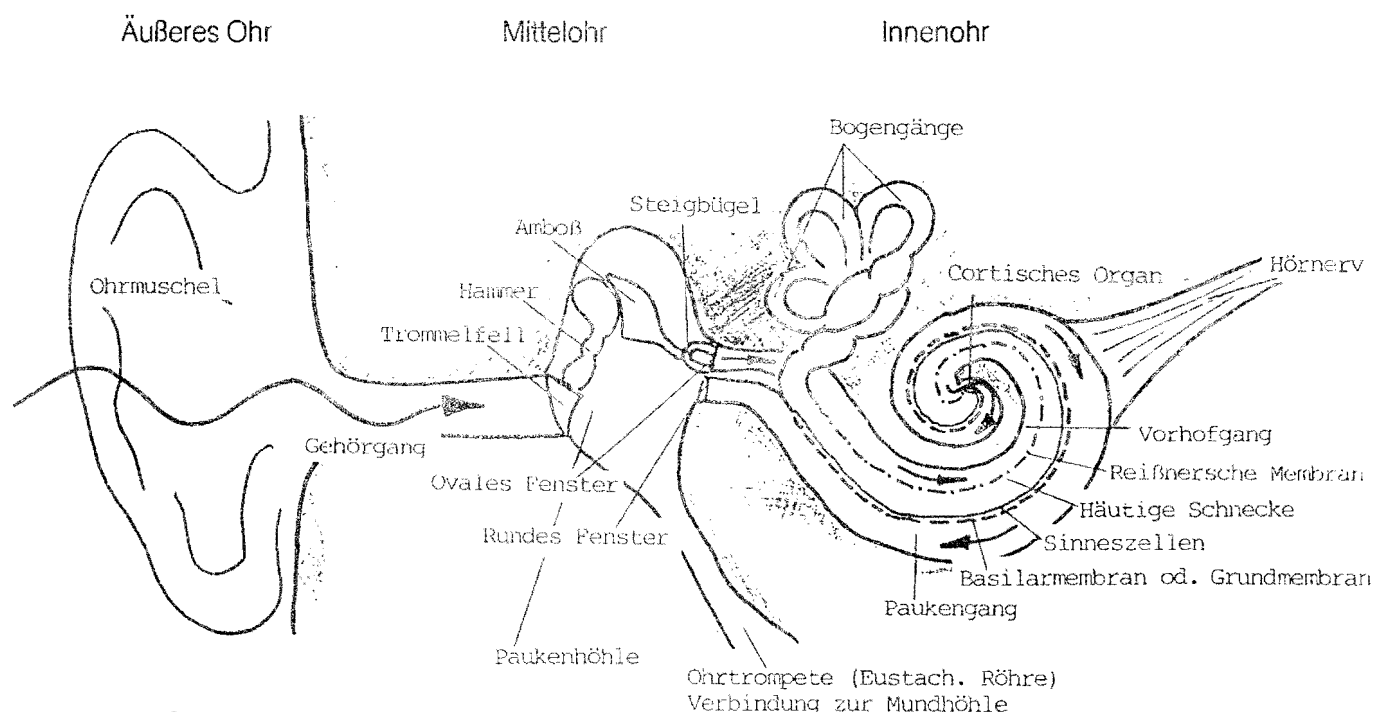
Bei niedrigen Temperaturen werden etwas kleinere Geschwindigkeitswerte gemessen. In Flüssigkeiten und in festen Stoffen ist die Schallgeschwindigkeit wesentlich größer als in Luft.

## Das Ohr

Das Ohr ist in der Lage, Schallwellen wahrzunehmen.

Vorstellung: Wirfst Du einen Stein in das ruhige Wasser eines Sees, schlägt die Wasseroberfläche an der Aufschlagstelle des Steines Wellen. Dadurch wird die benachbarte Wasseroberfläche ebenfalls zur Wellenbildung angeregt. Die Wasserwelle pflanzt sich über den ganzen See fort, allerdings wird die Bewegung mit zunehmender Entfernung vom Entstehungsort immer schwächer. Diesen Vorgang kannst Du sehen, weil die Wasseroberfläche das Sonnenlicht zurückwirft, also Licht von der Wasseroberfläche in Dein Auge gelangt. Gleichzeitig kannst Du das Aufschlagen des Steines auch hören, und zwar lauter, wenn der Stein ganz in Deiner Nähe ins Wasser fällt, und leiser, wenn er in größerer Entfernung auftrifft.

Der auf das Wasser auftreffende Stein hat nicht nur das Wasser zur Wellenbewegung angeregt, sondern in gleicher Weise auch die angrenzende Luft in Schwingungen versetzt. Diese Wellenbewegung der Luft trifft auf Dein Ohr. Es sind Schallwellen.



Das Hörorgan hat drei wichtige Teile: 1. das äußere Ohr mit Gehörgang, 2. das Mittelohr und 3. das Innenohr.

Die Ohrmuschel (das äußere Ohr) ist so geformt, daß sie als Schalltrichter den Schall nicht nur auffängt, sondern auch das Richtungshören ermöglicht (siehe "Freies Arbeiten Naturwissenschaften" II, S. 25). Bei der Wahrnehmung des Schalls registriert der Mensch meist drei unterschiedliche Empfindungen: die Tonhöhe (Frequenz), die Lautstärke und im Medium Luft die Richtung, aus der der Schall kommt.



Der von der Ohrmuschel aufgefangene Schall wird durch die Luft im Gehörgang an das Trommelfell geleitet. Diese Membran schließt den äußeren Gehörgang gegen die dahinterliegende luftgefüllte Paukenhöhle, **das Mittelohr**, ab. Diese ist durch Eustachische Röhre (Ohrtrumpete) mit dem Rachenraum verbunden. Das in Schwingung versetzte Trommelfell überträgt die Schallwellen nun auf drei winzige Gehörknöchelchen, die die Paukenhöhle überbrücken: Hammer, Amboß und Steigbügel.

Der Hammer liegt dem Trommelfell an, wobei der Hammergriff mit dem oberen Teil des Trommelfells verbunden ist und es trichterförmig in die Paukenhöhle einzieht, so daß eine flache Grube entsteht. Er ruht beweglich auf dem Amboß, dem zweiten Knöchelchen. Dieser ist gelenkig mit dem Steigbügel verbunden. Der Steigbügel sitzt mit seiner Fußplatte auf einer Membran, ein dünnes Häutchen, welches das Ovale Fenster (eine Öffnung im Felsenbein) überspannt. Hier ist die Grenze zu dem mit Flüssigkeit angefüllten Innenohr mit seinen Sinneszellen.

Eine komplizierte Reihe kleiner im Felsenbein eingebetteter Röhren und Kammern bildet das Innenohr. Dazu gehören die drei Bogengänge (Labyrinth), das obere und das untere Bläschen und die Schnecke.

Das **Innenohr** - ein Doppelorgan - enthält das Hör- und das Gleichgewichtsorgan.

Für das Gehör ist die Schnecke, ein spiralförmiger Kanal, der einem Schneckenhaus ähnelt, wichtig. Dies ist das eigentliche Hörorgan. Die anderen Teile dienen dem Gleichgewichtssinn. Der Kanal ist ca. 35 mm lang und hat bei seiner ersten Windung einen Durchmesser von 3 mm. In diesem knöchernen Gang liegt eine häutige Schnecke. Auf diese Weise entstehen in der Schnecke drei Gänge. Oben der **Vorhofsgang**, der mit dem Ovalen Fenster beginnt, sich bis zur Spitze zieht und dort, weil die **häutige Schnecke** in der Mitte die Spitze nicht ganz erreicht, in den unteren Gang, den **Paukengang**, umbiegt. Dieser endet wieder an der Wand der Paukenhöhle, nämlich an der Membran des Runden Fensters. Die obere Membran der häutigen Schnecke und die untere Grenzfläche, die Grundmembran, treffen an der Spitze zusammen. Hier liegt das **Cortische Organ**, der eigentliche Ort der Sinneswahrnehmung.

Wenn der Steigbügel in Schwingung versetzt wird, kommt es zu Druckveränderungen in der Innenohrflüssigkeit; vom Ovalen Fenster durch den Vorhofgang, in den Paukengang bis zur Spitze der Schnecke, wobei das Runde Fenster sich zum Druckausgleich in die Paukenhöhle hineinwölbt, wenn der Steigbügel auf das Ovale Fenster drückt.

Die Grundmembran und die darüberliegende Reißnersche Membran werden dabei verbogen und erregen so das Cortische Organ mit seinen über 30.000 hochempfindlichen Haarzellen, die die Informationen über den Hörnerv an die Hörzentren des Gehirns weiterleiten.

Der Druckausgleich in der luftgefüllten Paukenhöhle erfolgt über die Ohrtrumpete (Eustachische Röhre); wir haben dann einen unangenehmen Druck auf den Ohren, z. B. beim Tauchen oder beim schnellen Höhenunterschied im Flugzeug.

## Lärm und Lärmbelästigung

Das Gehör ist unser empfindlichster und wichtigster Warnmechanismus. Jederzeit empfängt es Eindrücke, ob wir wachen oder schlafen. Es ist ständig in Bereitschaft. es hat die Aufgabe, den Menschen akustisch zu orientieren, vor Gefahren zu warnen und gegebenenfalls in Alarmzustand zu versetzen.

Lärm - sowohl privat als auch am Arbeitsplatz - gehört zu den größten Bedrohungen des Menschen. Und die Lärmbelastung nimmt ständig zu. Fast jeder zweite Einwohner der alten Bundesländer fühlt sich - wie jüngst eine Umfrage ergab - durch Lärm gestört. Als Lärm bezeichnet man jede Art von Schall, der als störend empfunden wird. Dabei ist Lärmempfindlichkeit relativ unabhängig von Tonhöhe und Lautstärke. Jeder Mensch hat eine individuelle Grenze zum "Lärm". Krankheit, Probleme, Unausgeschlafenheit, Aufregung z. B. können diese Grenze herabsetzen. Schon bei Beeinträchtigung des Wohlbefindens - zumindest über längere Zeit - kann die Gesundheit des einzelnen in Mitleidenschaft gezogen werden. Starker und andauernder Lärm kann das Hörorgan in einem solchen Ausmaß schädigen, daß der Betroffene ganz oder teilweise von seiner Umwelt isoliert wird. Schäden sind unheilbar. Lärmschwerhörigkeit nimmt in Deutschland den Platz Nr. 1 unter den Berufskrankheiten ein. Es gibt viele Möglichkeiten, Lärm zu reduzieren oder sich vor Lärm zu schützen - am Arbeitsplatz und auch außerhalb des Berufslebens im privaten Bereich.

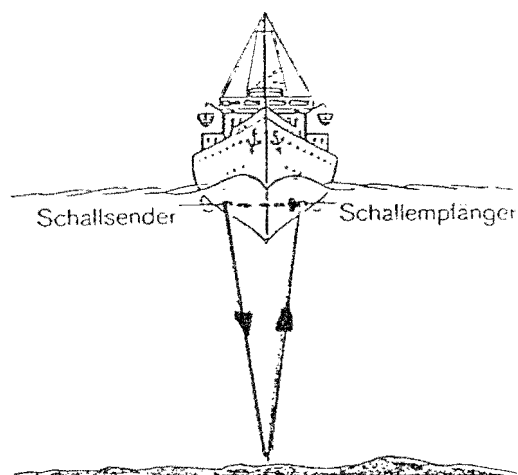
Wir hören nur einen geringen Teil der Geräusche, denen wir jeden Tag ausgesetzt sind. Wir können weder sehr schwache Geräusche noch Schallwellen mit Frequenzen ober- oder unterhalb bestimmter Grenzen wahrnehmen. Diese Grenzen sind von Mensch zu Mensch verschieden. In den sicheren Bereich von Geräuschen, die uns als angenehm erscheinen, gehören z. B. Blätterrauschen, Flüstern, leise Radiomusik. In den Belästigungsbereich fallen dann schon das normale Gespräch, das Geräusch von Personenwagen und starker Straßenverkehr. Zum Schädigungsbereich gehören unter anderem Lastkraftwagen, Metallverarbeitungsbetriebe, Bohrmaschinen und Propellermaschinen. Niethammer und Düsenmotore von Flugzeugen fallen in den Schmerzbereich. Sicher ist, daß wir sehr gewaltige Lautstärken wahrnehmen können - allerdings verursachen sie Unbehagen, ja sogar Schmerz.

Befaßt man sich mit den schädlichen Auswirkungen des Lärms, so müssen drei Faktoren berücksichtigt werden: Lärmqualität (Lautstärke, Frequenzzusammensetzung und Schwingungsmuster), Dauer der Lärmbelastung und Empfindlichkeit des einzelnen Hörers. Die Lärmempfindlichkeit des einzelnen kann vom Gesundheitszustand, Alter und Geschlecht, der Einwirkung von Drogen oder anderen Faktoren abhängen.

In Verbindung mit Lärm spricht man normalerweise von drei Arten der Auswirkung:

1. Ein **psychologische** oder **emotionelle Wirkung** zeigt sich in der Beeinträchtigung des allgemeinen Wohlbefindens oder in Form von Verärgerung über einen sich ständig wiederholenden Lärm (z. B. Verkehrsgeräusche, tropfender Wasserhahn, Zirpen einer Grille). Allgemein kann man sagen, daß die Verärgerung mit der Lautstärke des Lärms zunimmt. Seelische Erscheinungen können auch Aufregung oder Angst vor Lärm sein.

2. Eine **die Wahrnehmungsfähigkeit herabmindernde, verschleiende Wirkung**. Lärm, der alles überdeckt, hindert das Ohr daran, andere Laute wahrzunehmen, z. B. Gespräche oder Warnsignale. Dadurch erhöht sich das Unfallrisiko (Radfahren mit einem Walkman).
  
3. Eine **physiologische Wirkung** ist die Schädigung des Innenohres: die Überreizung und allmähliche Auflösung der Haarzellen des Cortischen Organs, entweder in akuter Form durch Geräusche von sehr großer Intensität wie z. B. Explosionen oder allmählich bei einem ständigen Aufenthalt in sehr starkem Industrielärm oder in Diskotheken.  
Aber auch erhöhter Blutdruck, Beschleunigung des Stoffwechsels, der Herz- und Atemfrequenz können Folgen von Lärm sein. Alle genannten Körperreaktionen können zu Kopfschmerzen, Übelkeit, Müdigkeit, Nervosität und Muskelverspannung führen, zu Erweiterung der Pupillen, Magenerkrankungen, Schlafstörungen und Schwerhörigkeit. Lärm vermindert die Arbeitsfähigkeit und die Arbeitsleistung. An Lärm kann man sich **nicht** gewöhnen.

**Echolot**

Schallwellen werden vom Boden des Schiffes ausgesandt und vom Meeresboden zurückgeworfen. Ein Empfänger fängt sie wieder auf.

Wie lange benötigt das Schallsignal zum Hin- und Rückweg bei 3200 m Meerestiefe (Atlantischer Ozean)?

Ein Wanderer hört sein Echo von einer Bergwand nach 3 Sekunden; wie weit ist die Bergwand entfernt?

Schallgeschwindigkeit in m/sec (bei 20°C)

Luft	340
Wasser	1480
Eisen	5800
Holz	ca. 5500

**Morsen mit einer elektrischen Klingel****Morsealphabet**

Buchstaben:

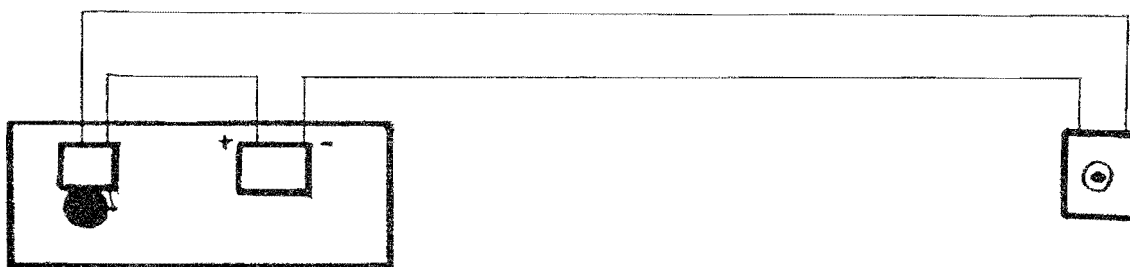
a ·-	g --	o ---	ü ..-
ä ··-	h ....	ö ---.	v ...-
b -..	i ..	p ··-	w ··-
c -.-.	j ···-	q ··-	x ·-
ch ----	k ·-	r ·.	y ··-
d -.	l ..	s ...	z --.
e .	m --	t -	
f ..	n -.	u ..-	

Zahlen:

1 ···-	9 ----.
2 ..--	0 ----
3 ...-	
4 ....-	
5 .....	
6 -....	
7 --...	
8 ---.	

### Bau eines "Klingeltelegraphen"

Material: elektrische Klingel für Batteriebetrieb  
 Klingelknopf  
 Flachbatterie  
 ca. 40 m Klingeldraht  
 zwei Sperrholzbrettchen  
 Schrauben, Klebeband



### Bau von Naturmusikinstrumenten

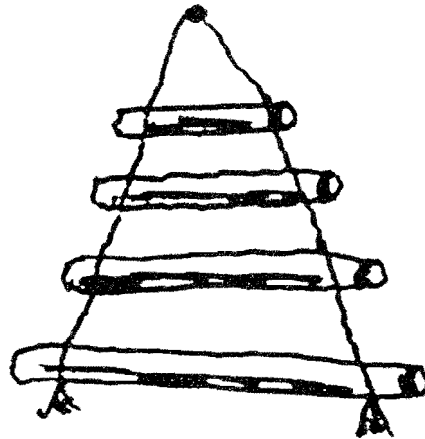
#### Weidenpfeife

Aus einer stärkeren, saftigen Rute schneidet ihr ein etwa 12 cm langes Stück heraus und macht mit einem Messer die gestrichelt angedeuteten Schnitte. Mit dem Messerrücken wird die Rinde ringsherum weichgeklopft und das Rindenröhrchen 1 vom Holzkern 2 abgezogen.



Von dem Holzkern wird ein etwa 1,5 cm langes Stück abgeschnitten und seitlich etwas abgeflacht, das wieder in die Röhre gesteckt wird. Dann wird die Röhre wieder auf das Kernholz geschoben. Mit dem beweglichen Kernholz kann die Tonhöhe verändert werden.



**Bau von "Klangstäben" aus verschieden langen dürren Asthölzern****Bau eines "Wasserorchesters"**

Material: mindestens 8 Weingläser, evtl. ein Instrument zum Stimmen der Gläser

Die Gläser werden unterschiedlich hoch mit Wasser gefüllt. Durch Anschlagen oder Kreisen des angefeuchteten Fingers auf dem Glasrand erklingen die Gläser in unterschiedlichen Tönen. Nun kann eine frei erfundene "Wassermusik" gespielt werden.

Das Orchester kann natürlich durch ein "Flaschophon" erweitert werden: Gefüllte Flaschen, gegen die man mit einem Löffel schlägt.

**Kann man Farbe hören?**

- Material:
- 1 Diaprojektor
  - je eine durchsichtige grüne und rote Folie (oder entsprechende Farbgläser) von der Größe des Objektivdurchmessers
  - eine weiße (Projektions-)Wand
  - ein Musikinstrument, mit dem man einen gleichmäßig andauernden Ton erzeugen kann (auch eine Stimmgabel ist geeignet)

*Versuch:*\*

Wir richten den Diaprojektor gegen die weiße Wand und halten vor das Objektiv die rote Folie. Dann schlagen wir kräftig einen Ton an, so daß er lange nachklingt. Jetzt vertauschen wir *schnell* die rote mit der grünen Folie. Dabei stellen wir fest, daß wir plötzlich einen anderen Ton hören. Wechseln wir wieder schnell zur roten Folie, so ist der ursprüngliche Ton zu hören. (Notfalls kann man das Experiment auch mit rotem und weißem Licht durchführen; damit ist der Effekt ebenfalls wahrzunehmen.)

## Erklärung?

Eine genaue Erklärung dieser Erscheinung ist (bislang) nicht möglich. Offensichtlich beeinflussen sich in unserem Gehirn gegenseitig die Nerven, welche die Seh- bzw. Tonempfindungen weiterleiten.

## Frage:

Was passiert, wenn einem Teil der SchülerInnen die Augen zugebunden werden?

---

\* Der Versuch gelingt am ehesten, wenn er mit einer kleinen Gruppe von Schülerinnen und Schülern durchgeführt wird. Die Schülerinnen und Schüler sollten physisch und psychisch möglichst entspannt sein. Der Raum sollte abgedunkelt sein.



**Aufgabenblatt I****Lärmmessungen**

*Material:*

- Schallpegelmeßgerät
- zwei Cassettenrecorder mit Musikcassetten

*1. Versuch:*

Stelle die Musik auf einem Cassettenrecorder auf "normale" Lautstärke ein (ca. 55 dB). Miß nun die Lautstärke in 1 m, 2 m und 4 m Entfernung.

Wie ändert sich die Lautstärke mit der Entfernung von der Schallquelle?

*2. Versuch:*

Stelle gleichzeitig zwei Cassettenrecorder, die nebeneinander auf dem Tisch stehen, auf die gleiche Lautstärke ein (ca. 55 dB). Miß nun die Lautstärke der beiden Recorder.

Welchen Wert ergeben zwei Cassettenrecorder je gleicher Lautstärke zusammen?

*3. Versuch:*

Miß wieder die Lautstärke von einem Recorder.

Wieviel lauter muß man einen Recorder aufdrehen, damit er doppelt so laut klingt?

**Kommentar I****Lärmmessungen***Zum 1. Versuch:*

Je weiter wir uns von einer Geräuschquelle entfernen, desto geringer wird die Lautstärke.

Werte bei 1 m: 85 dB  
bei 2 m: 80 dB  
bei 3 m: 74 dB

*Zum 2. Versuch:*

Die Addition zweier gleichlauter Schallquellen bewirkt die Erhöhung des Schalldruckpegels um etwa 3 dB. Mit anderen Worten, beträgt die Lautstärke zweier Recorder z.B. 70 dB, so entstehen 73 dB bei der Addition der beiden Schallquellen.

*Zum 3. Versuch:*

Eine Erhöhung um 10 dB entspricht einer Verdopplung der Lautheit des Geräusches.

**Aufgabenblatt II****Richtungshören**

Um Höhe und Lautstärke eines Tones zu erkennen, würde ein Ohr genügen. Mit beiden Ohren können wir die Richtung erkennen, aus welcher der Schall kommt.

**Versuch:**

Die Mitte eines 50 cm langen Gummischlauches wird mit einem Strich markiert, im Abstand von jeweils 1 cm zeichnest Du links und rechts von der Mitte je fünf Markierungsstriche. Nun hältst Du die beiden Enden des Schlauches an die Ohren, der Schlauch selbst hängt über Deinem Rücken. Dein(e) Mitschüler(in) steht hinter Dir. Er/sie ergreift den Schlauch und klopft mit einem Stift in unregelmäßiger Reihenfolge links und rechts von der Mitte auf den Schlauch.

Du sollst jeweils angeben, auf welche Seite geklopft wurde.

**Kommentar II****Richtungshören**

Durch die cm-Marken läßt sich zeigen, bis zu welchem Abstand von der Mitte die Seiten klar erkannt werden. Nicht bei jedem Menschen ist das Richtungshören gleich gut ausgeprägt. Häufig hört man auf einem Ohr besser als auf dem anderen. Dann kann es vorkommen, daß der Eindruck "Mitte" gehört wird, wenn Dein(e) Mitschüler(in) ein bis zwei cm neben der Mitte auf den Schlauch geklopft hat. Welches Ohr ist in diesem Fall geräuschempfindlicher?

Das Richtungshören kann man so erklären: Kommt der Schall von der Seite, treffen die Schallwellen das eine Ohr geringfügig früher als das andere. Dieser geringe Zeitunterschied kann wahrgenommen und im Gehirn entschlüsselt werden.

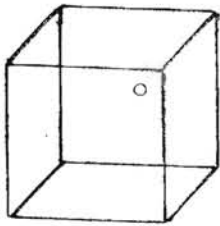
### Können wir unseren Augen trauen?

Die folgenden optischen Täuschungen zeigen, daß bei der optischen Wahrnehmung komplexere Verarbeitungsvorgänge am Werk sind als oft angenommen wird. In den traditionellen Wissenschaftsgebieten wird deshalb zwischen Gestaltpsychologen und Neurophysiologen um die richtige Erklärung gestritten. Die Vertreter der Gestalttheorie gehen von einer Reiz-Gedächtnis-Kopplung aus. Das würde bedeuten, daß der Reiz im Gedächtnis eine sequentielle oder parallele Suchfunktion auslöst, die den Reiz mit dem gefundenen Gedächtnisinhalt vergleicht.

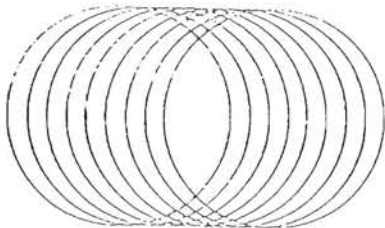
In diese Richtung deuten ebenfalls Versuche mit neugeborenen Katzen, die man in einer anderen Umwelt als normal aufwachsen ließ. Die Katzen waren bis zu drei Wochen nach ihrer Geburt in einem Raum mit waagrechten Streifen untergebracht. Danach konnten sie sich in Räumen mit senkrechten Streifen nicht mehr orientieren. Die Sehreize der ersten Lebensstunden entscheiden über die spätere Nutzung des Gesichtssinns. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Beobachtungen bei Kleinkindern.

Versuche, folgende Fragen zu beantworten:

1. Wo befindet sich das Loch? In der Vorder- oder Hinterwand?



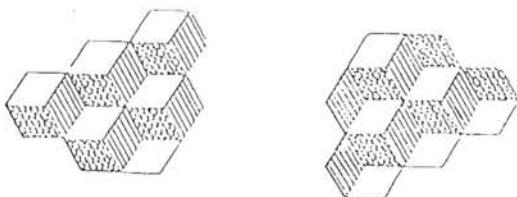
2. Wo ist der Eingang der Reifenröhre? Rechts oder links?



3. Steht der Aktendeckel oder liegt er?



4. Zähle die Würfel. Kehre das Blatt um und zähle die Würfel erneut. Fällt dir etwas auf?



## Das Auge sieht das Unsichtbare

Das "wissende Auge" kann formvollendend ergänzen, was es nicht sieht.



In der Abbildung 2 sind die Gegenstände der Abbildung 1 so dargestellt, wie sie jenseits ihres Gesehenseins als Projektionsformen beschaffen sein würden: Als Bruchstücke, als Torsen. Das Auge sieht sie als Teile eines zusammenhängenden Ganzen und dieses nicht etwa trotz, sondern vermöge des Umstandes, daß sie sich gegenseitig überdecken.

Folgende SchülerInnen-Arbeiten bieten sich an:

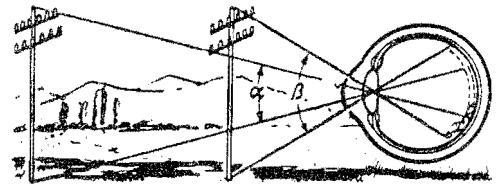
- Die SchülerInnen zeichnen das Stilleben, schneiden es aus, sagen, was sie sehen, und machen schließlich ein Puzzle daraus.
- Die SchülerInnen betrachten in der Stadt aus der Ferne eine Hausgruppe: Vorne stehende Häuser verdecken hinten stehende Häuser. Das Auge zeichnet, was es nicht sieht. Es vervollständigt die Bauwerke dank der Bewegung, die es vollführen und vollenden kann. Die SchülerInnen zeichnen die unsichtbaren Linien und Formen nach. Sie sollen hinter die vorderen Häuser gehen und ihre Bilder mit der Wirklichkeit vergleichen.

*Je nach Altersstufe oder Fähigkeiten der SchülerInnen können kleine Hilfen gegeben werden. Z. B. kann ein Foto oder eine Zeichnung der Häuser kopiert und in den Schnittstellen ausgeschnitten werden. Die SchülerInnen kleben die Häuserfragmente auf einen Karton oder zeichnen sie "fertig".*

- Den SchülerInnen werden großformatige Schriftzüge gezeigt, bei denen entweder die obere oder die untere Hälfte durch eine weiße Pappe abgedeckt sind. Die Aufgabe besteht darin, die Wörter zu erkennen. Gewöhnlich fällt es den SchülerInnen das Entziffern dann leichter, wenn die obere Hälfte abgedeckt ist.

## Wie kann man kleine Dinge groß sehen?

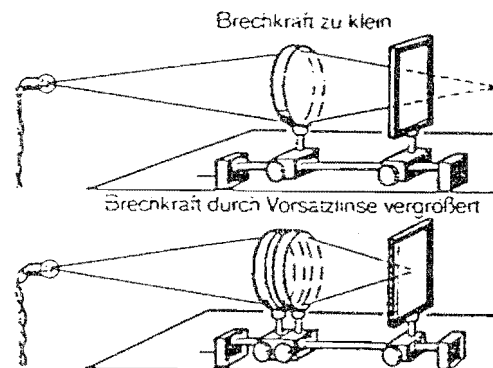
Wenn wir von einem kleinen Gegenstand, z. B. dem Kopf eines Käfers, möglichst viele Einzelheiten erkennen wollen, nähern wir den Gegenstand dem Auge. Das Bild des Gegenstandes auf der Netzhaut wird dann größer.



Dieses Heranbringen an das Auge (und damit die Vergrößerung) hat eine natürliche Grenze. Liegt der Gegenstand zu nahe, so wird das Bild auf der Netzhaut unscharf. Denn das von einem Gegenstandspunkt ins Auge fallende Lichtbündel kann auf der Netzhaut nicht mehr vereinigt werden: Die Brechkraft des Auges reicht trotz stark gekrümmter Linse nicht aus. Wenn wir den Gegenstand jetzt noch scharf sehen wollen, müssen wir das Auge unterstützen.

## Bau eines Augenmodells

Das Augenmodell besteht aus einer Linse und einem fest damit verbundenen Schirm. Dieser stellt die Netzhaut dar. Die Linse wird so eingestellt, daß sie von einer 20 cm entfernten Lampe ein scharfes Bild erzeugt. Wir nähern die Lampe dem Modellauge. Dabei wird das Bild unscharf, denn die Bildebene rückt hinter die Netzhaut. Durch eine Vorsatzlinse geeigneter Brennweite können wir sie wieder vorziehen und das Bild erneut scharf einstellen. Es ist jetzt größer als zuvor.



Erscheint es dreimal so hoch und dreimal so breit, so sagt man, die Vergrößerung sei dreifach. Es werden neunmal so viele Sehzellen gereizt, und neunmal so viele Einzelheiten können erkannt werden. Halten wir eine kurzbrennweitige Sammellinse vor unser Auge, so können wir einen kleinen Gegenstand näher heranrücken und ihn deshalb vergrößert sehen. Die Linse wird bei dieser Anwendung Lupe (Vergrößerungsglas) genannt.

## Wie entsteht ein Regenbogen?

Manchmal scheint kurz nach einem Regenschauer ein Regenbogen. Die in ihm sichtbaren Farben treten auch auf, wenn weißes Licht durch geschliffenes Glas fällt. In dem Regentropfen und im Glas wird das Licht gebrochen. Neben der Brechung tritt aber auch eine Zerlegung in Farben auf.

### Versuch:

Man bildet einen geraden, senkrecht stehenden Glühfaden mit Hilfe einer Linse ( $f = 20$  cm) auf einem einige Meter entfernten Schirm scharf ab. Unmittelbar hinter die abbildende Linse wird ein



Prisma in den Weg des Lichts gestellt. Durch das Prisma wird das Licht gebrochen. In der neuen Richtung des Lichtes sehen wir ein farbiges Band: das **Spektrum**.

Das Spektrum besteht aus einer kontinuierlichen Folge farbiger Bilder des Fadens. Wir können die Spektralfarben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett unterscheiden. Man sieht allerdings weit mehr Farbtöne und -übergänge.

Durch eine weitere Sammellinse, die hinter dem Prisma angeordnet ist, können wir die Farben des Spektrums wieder zu einem schmalen Strich vereinigen. Auf dem Schirm erhält man wieder weißes Licht.

Weißes Licht ist also ein Gemisch aus den Spektralfarben. Die Auflösung durch ein Prisma tritt deshalb ein, weil die verschiedenen Farben nicht gleich stark gebrochen werden. Rot wird am wenigsten, Violett am stärksten abgelenkt.

### **Regenbögen - selbstgemacht**

Die Düse eines Gartenschlauchs wird auf größtmögliche Zerstäubung des Wasserstrahls eingestellt und Wasser in die Luft gespritzt. Im Sonnenlicht (!) erscheint ein Regenbogen.

Frage: Wie muß die Sonne in Beziehung zum Beobachter stehen, damit der Regenbogen beobachtet werden kann?

**Aufgabenblatt III**

**Das Augenlid**

Blase die Augen Deines/Deiner Mitschülers/in an. Was beobachtest Du?

Laß Deine/n MitschülerIn ein Stück aus einem Text vorlesen und zähle, wie oft er/sie in drei Minuten seine/ihre Augenlider schließt.

Versuche mit mehreren Messungen herauszufinden, wie lange Du Deine Augen offen lassen kannst, ohne die Augenlider kurz zu schließen.

Welche Aufgaben hat das Augenlid?

### Kommentar III

#### Das Augenlid

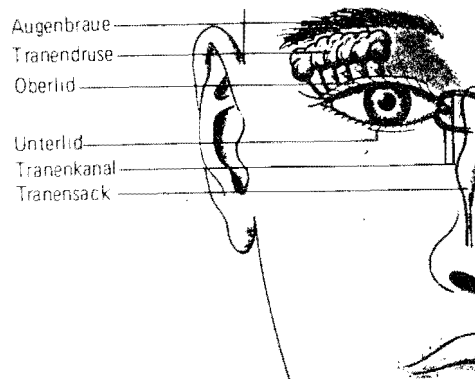
##### Die Aufgaben des Augenlids

Die durchsichtige Hornhaut des Auges muß ständig feucht gehalten werden. Das besorgt die Tränenflüssigkeit, die von der Tränendrüse gebildet und abgesondert wird.

Das Augenlid verteilt die Flüssigkeit über die Hornhaut. Die überschüssige Tränenflüssigkeit fließt über den Tränenkanal zur Nase ab. (Wenn wir weinen, faßt der feine Kanal die Flüssigkeitsmenge nicht mehr; das Auge "fließt über".)

Das Augenlid schützt das Auge auch vor Verletzungen. Bewegt man die Hand schnell auf das Auge zu oder bläst man das Auge an, so schließt sich das Lid automatisch. Eine solche automatische Reaktion nennt man Reflex. Er läßt sich durch den Willen fast nicht unterdrücken.

Staub und Schweiß werden außer durch das Augenlid durch Wimpern und Augenbraue von der empfindlichen Hornhaut ferngehalten.



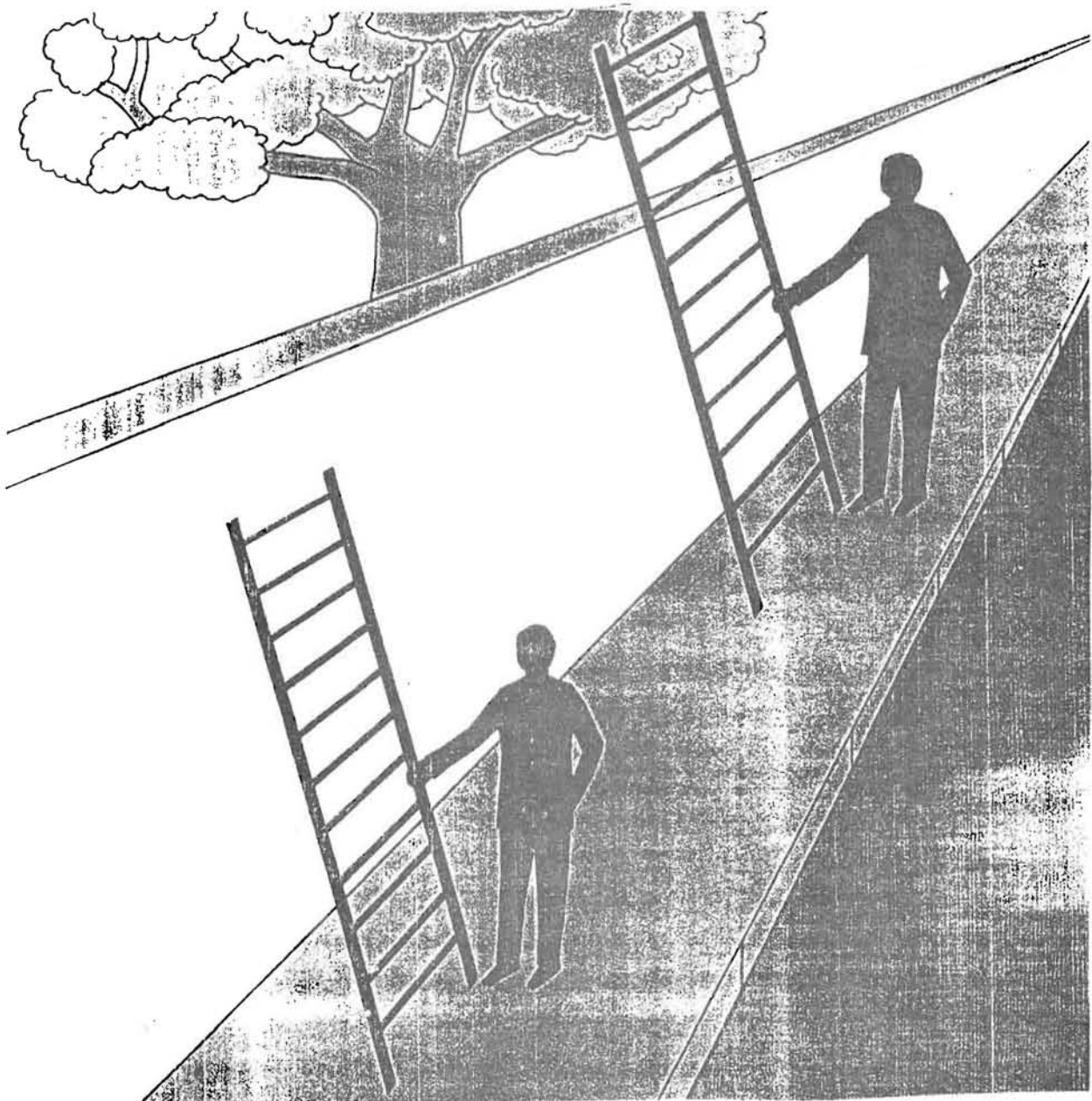
**Aufgabenblatt VII**

**Groß und klein oder gleichgroß?**

Betrachte die Abbildung nacheinander mit einem Auge und dann mit beiden Augen zugleich.

Beschreibe Deine Eindrücke über die Größe der Leitern, der abgebildeten Menschen und der Anordnung im Raum (näher, weiter).

Überprüfe erst danach durch Messen die Größen.



**Kommentar VII****Groß und klein oder gleichgroß?**

Natürlich hast Du sofort erkannt, daß beide Leitern und beide Menschen gleich groß sind.

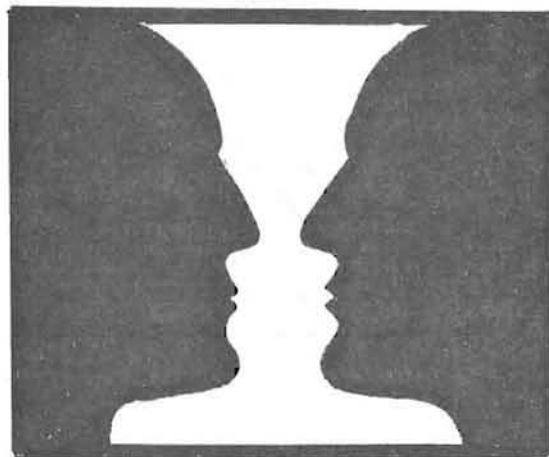
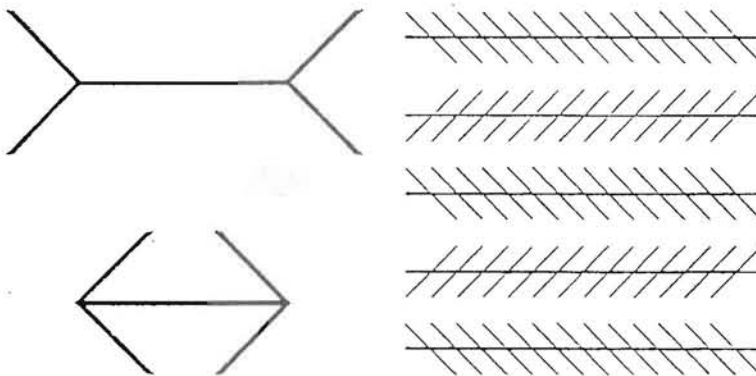
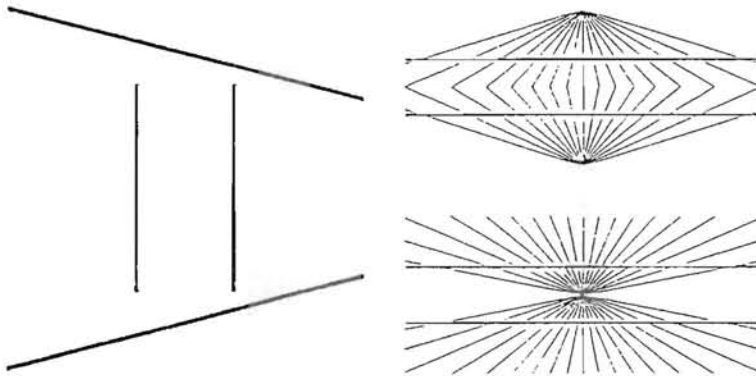
Wie kann man aber den Eindruck erklären, der vordere Mensch und seine Leiter seien kleiner?

Unser Gehirn vergleicht das Bild mit gespeicherten Erfahrungen. Jeder weiß, daß ein Gegenstand um so kleiner erscheint, je weiter er entfernt ist. Die perspektivisch dargestellte Mauer, der Bürgersteig und die Straße täuschen unserem Gehirn ein räumliches Bild vor. Da unser Auge auf dem Bild zwei Leitern erkennt, die gleich groß abgebildet werden, die aber zugleich in der Perspektive in unterschiedlicher Entfernung erscheinen, macht unser Gehirn daraus eine kleinere Leiter in der Nähe und eine große Leiter in der Ferne.

**Aufgabenblatt VIII a**

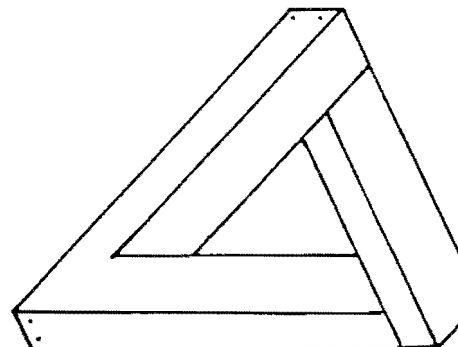
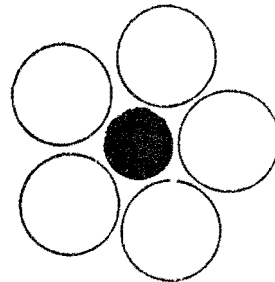
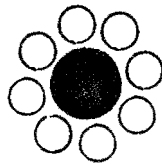
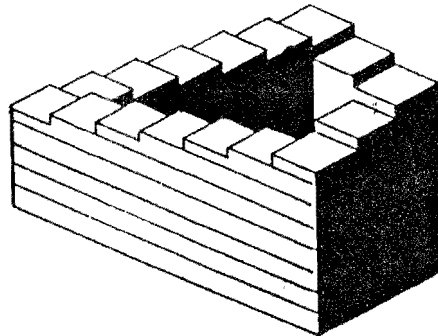
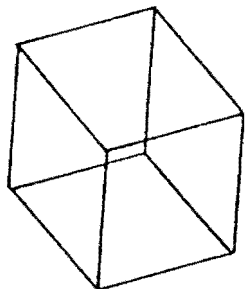
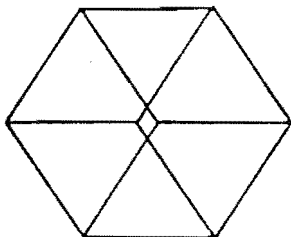
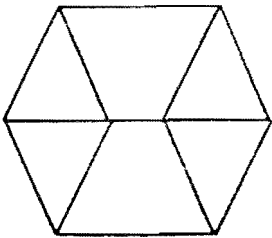
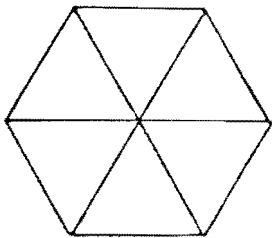
**Optische Täuschungen**

Betrachte die Abbildungen nacheinander und beschreibe Deine Eindrücke.



**Aufgabenblatt VIII b****Optische Täuschungen**

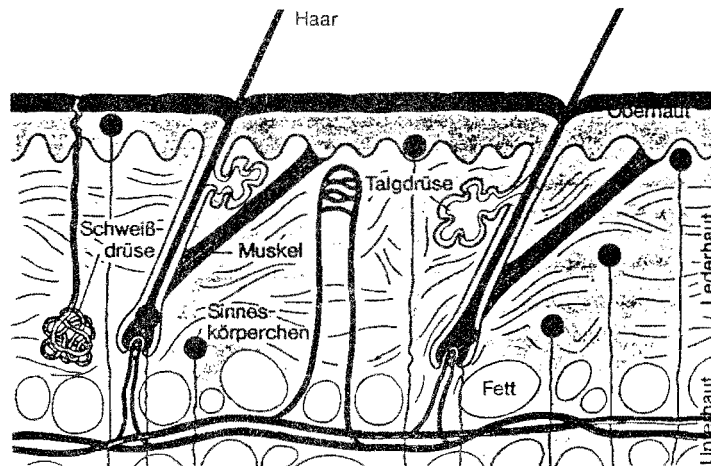
Betrachte die Abbildungen nacheinander und beschreibe Deine Eindrücke.





## 4.4 Die Haut und ihre Sinne

### Aufbau der Haut



Die Haut überzieht als 1 bis 10 mm dicke Schicht den ganzen Körper. Von außen nach innen folgen Oberhaut, Lederhaut und Unterhaut aufeinander.

Die **Oberhaut** ist etwa so dick wie ein Blatt Papier. An den Fußsohlen und an der Hand wird sie bis zu 1 mm dick. In ihrem unteren Teil bilden sich ständig neue Zellen. Die älteren Zellen werden nach außen geschoben. Dort verhornen sie.

Die **Lederhaut** ist dicker. Sie enthält viele kleine Muskeln, Blutgefäße, Sinneszellen und Nervenzellen. In ihr sind auch die Haare verankert.

Die **Unterhaut** wird bis zu 9 mm dick. In ihr ist vor allem Fett eingelagert.

Die Haut hat mehrere Aufgaben:

- Ihre Sinneszellen melden Berührung, Druck, Kälte, Wärme und Schmerz.
- Sie verhindert, daß der Körper austrocknet.
- Sie schützt den Körper vor Verletzungen und Krankheitserregern.
- Die Haut ist zudem an der Regelung der Körpertemperatur beteiligt: Sobald es heiß wird, erweitern sich die Blutadern in der Haut, mehr warmes Blut fließt hindurch. Ein Teil der Wärme wird nach außen abgegeben. Das bringt Kühlung.  
Bei Hitze liefern die Schweißdrüsen zudem viel Schweiß. Die Hautoberfläche ist dadurch ständig feucht und kühlt daher stark ab.  
Bei Kälte verengen sich die Blutadern. Jetzt wird nur wenig Wärme abgegeben.

**Aufgabenblatt IX****Sinneszellen der Haut**

Nimm ein Tuch und verbinde damit einem/einer Mitschüler/in die Augen. Dann soll er/sie Arm und Hand ausstrecken. Mit einer dünnen Borste, die Du in ein Stück Holz (z. B. Streichholz) eingeklemmt hast, drückst Du ganz leicht auf seinen/ihren Handrücken, so daß die Nadel die Haut eben berührt. Taste so Punkt für Punkt die ganze Haut auf dem Handrücken ab. Markiere jede Stelle, an der der/die Mitschüler/in den Druck bemerkt, mit einem feinen grünen Filzstift.

Nimm einen ungefähr 10 cm langen und mindestens 0,5 mm dicken Kupferdraht. Halte das eine Ende des Drahtes in eine Brennerflamme bis sich am Ende ein Kügelchen bildet. Laß den Draht abkühlen, und lege ihn dann für gut 10 Minuten in das Eisfach des Kühlschranks. Fahre anschließend mit dem Kugelende des "kalten Drahtes" über die Haut der Mitschülerin/des Mitschülers. Jede Hautstelle, an der der/die Mitschüler/in "kalt" sagt, bekommt einen blauen Punkt.

Vor dem nächsten Versuch tauchst Du die Nadel gut eine Minute in kochendes Wasser und trocknest sie danach rasch ab. Jede Stelle, an der Wärme gespürt wird, bekommt einen roten Punkt.

Mit einer spitzen Nadel kannst Du testen, wo die Hand Schmerzen wahrnimmt. Markiere diese Stellen gelb.

**Kommentar IX****Sinneszellen der Haut**

Du hast sicher bemerkt, daß nur ganz selten Punkte verschiedener Farbe zusammenfallen. Wahrscheinlich ist Dir auch aufgefallen, daß die Punkte für Schmerz am zahlreichsten sind. Wärmepunkte sind auf der Haut am seltensten.

Unter den grünen Punkten liegen Sinneskörperchen, die nur dann eine Meldung zum Gehirn schicken, wenn sie durch **Druck** gereizt werden.

Unter den blauen Punkten liegen Sinneskörperchen, die **Kälte** melden.

Unter den roten Punkten solche, die **Wärme** feststellen.

Wo gelbe Punkte eingetragen sind, liegen in der Haut Nervenendigungen, die **Schmerz** melden.

Der Versuch zeigt, daß Sinneskörperchen für Druck an den Fingerspitzen sehr zahlreich sind. Deshalb kann man mit den Fingerspitzen so gut tasten. Blinde lesen die Blindenschrift mit den Fingerspitzen!

Wärme- und Kältesinn wirken nicht wie ein Thermometer. Sie lassen sich leicht täuschen. Ein Versuch kann das zeigen.

Man taucht die rechte Hand in ein Gefäß mit 35°C heißem Wasser und die linke in eines mit 15°C kühlem Wasser. Nach etwa zwei Minuten steckt man beide Hände in ein Gefäß mit etwa 25°C warmem Wasser. Mit der rechten Hand empfindet man dieses Wasser als kühl, mit der linken als warm.

## 5. Literatur

D. Attenborough: Spiele des Lebens. Verhaltensweisen und Überlebenskampf der Tiere. Niedernhausen 1991

J. Beck, H. Wellershoff: SinnesWandel. Die Sinne und die Dinge im Unterricht. Frankfurt 1989

R. Braun u.a.: Wahrnehmen und Mitteilen. Stuttgart 1985

J. Downer: Die Supersinne der Tiere. Hamburg 1990

G. Falkenberg: Gefühl bis in die Fingerspitzen. Offenbach 1990

M. Hasenbeck: In die Augen, in den Sinn. Offenbach 1991

H. J. Heinz: Unterrichtsprojekt Lärmmessung. Wenn Bürger nicht mehr schlafen können. In: be-  
trifft:erziehung H.10/1985, S.55-59

G. Hermann u.a.: Das Auge schläft bis es der Geist mit einer Frage weckt. Berlin 1985<sup>2</sup> (Bezug:  
Fortbildungsinstitut für die Pädagogische Praxis, Roennebergstraße 3, 1000 Berlin 41)

H. Kükelhaus, R. zur Lippe: Entfaltung der Sinne. Frankfurt 1990

H. Kükelhaus: Hören und Sehen in Tätigkeit. Zug 1978

H. Kükelhaus: Fassen Fühlen Bilden. Köln 1978<sup>2</sup>

A. Maelicke (Hg.): Vom Reiz der Sinne. Weinheim 1990

R. und A. van der Meer: Zunge meldet: Sahne-Eis! 2. Auflage, Reinbek 1989

Trickkiste 1. Experimente, wie sie nicht im Physikbuch stehen. München 1983

Video: "Das magische Fenster. Geheimnisse des Sehens." Querschnitte vom 12. 09.1981 (ZDF)  
(Aspekte: Foto ist kein Auge und umgekehrt, optische Täuschungen, Gestaltwahrnehmung.  
45 min)

Video: "Illusionen zur Unterhaltung." Aus Forschung und Technik vom 22.11.1982 (ZDF)  
(Aspekte: Dreidimensionales Sehen, Rot-Grün-Brille, optische Täuschungen. 45 min)

(Bezug der Videos: Kontaktadresse: z. Hd. Dr. Armin Kremer)

## Das Geheimnis der Sinne<sup>\*</sup>

### Jean-Paul Dubois

•••

Wie die Sinne funktionieren, erfahren wir bei der Analyse ihrer Störfälle. Sie führt in ein Labyrinth von Krankheit und Forschung und wirft Fragen wie diese auf: Warum kann ein normaler Mensch mit seinen Millionen Geruchszellen 0,00000000000001 Gramm Moschus riechen, während jemand, der an Anosmie leidet, am Verlust des Geruchssinnes, auch ein Kilo Rosenextrakt nicht wahrnehmen kann?

Warum sind die zehntausend Geschmackspapillen eines Teenagers von einem Tag auf den nächsten eingeschlafen? Warum nimmt ein frühgeborenes Kind schneller zu, wenn man es nur häufig berührt? Wie konnte jener Mensch, der eben noch eine Haut wie andere hatte, waschbar, dehnbar, wasserdicht, mit Fühlern, die einen Stich mit dreißig Metern pro Sekunde, eine Verbrennung mit zwei Metern pro Sekunde und einen Schmerz im Bein mit 460 Stundenkilometern weitermelden, wie konnte er auf einen Schlag jeden Tastsinnes beraubt werden?

Warum wird ein „empfangnisverhütender Geruch“ erforscht? Warum verändern wir unseren Körpergeruch, wenn wir krank sind? Warum sehen wir unsere Nase nicht, wenn wir nach unten blicken, obwohl sie doch genau in unserem Gesichtsfeld liegt? Wenigstens die Antwort auf die letzte Frage kennen wir: Das Gehirn empfängt das Bild durch den Augenkanal als Ganzes, hat diesen reglosen Fleischkamm jedoch ein für allemal für uninteressant erklärt und zur Verbesserung unseres Komforts deshalb „vergessen“. Doch auf die meisten anderen Fragen, die heute in Laboratorien untersucht werden, wo alle Merkwürdigkeiten der Wahrnehmung Revue passieren, gibt es bisher keine so eindeutigen Antworten.

Im Monell Chemical Senses Center (CSC) in Philadelphia, 3500 Market Street, widmet man sich ausschließlich dem Studium von Geschmack und Geruch. Mark Friedman, der stellvertretende Direktor, öffnet mir eine Tür nach der anderen: „Hier ist die elektronische Nase. Sie ist imstande, die chemische Zusammensetzung eines Geruchs zu analysieren. Dort schnuppern menschliche Testpersonen Muttermilch, bevor und nachdem sie Bier getrunken haben, weil wir herausfinden wollen, ob das Kind beim Stillen Alkoholgeruch wahrnehmen kann. In diesem Raum wird die Luft alle vier Minuten vollständig erneuert. Kommen Sie, gehen wir nun zu den Katzenwelsen hinunter. Wir arbeiten viel mit ihnen. Ihr Körper ist über und über mit hochsensiblen Fühlern bedeckt.“

In diesem endlosen Gebäude unternahm Doktor Charles Wysocki in Zusammenarbeit mit *National Geographic* die größte Geruchsenquete, die je organisiert wurde: Der berühmten, internationalen Zeitschrift wurde ein Blatt beigelegt, das mit sechs Gerüchen imprägniert war (Urin, Blumen, Exkremente, Moschus, Gewürze und Früchte), die ihre Leser identifizieren sollten. 1 200 000 Antworten aus allen Kontinenten gingen im Forschungszentrum ein. „So fanden wir heraus, daß Frauen eine leistungsfähigere Nase haben als Männer. Jedoch auch, daß Franzosen sich stärker parfümieren als Amerikaner und leichter Urin und Moschus identifizierten als diese.“

Wysocki erzählt gern solche Anekdoten, aber seine Enquete lieferte ein enormes statistisches Material, das Auskunft gibt über die Eigentümlichkeiten des Riechens quer durch alle Kontinente. „Wir kommen nur langsam voran, doch wissen wir heute gewisse Dinge über den Geruchssinn: So hat etwa jeder Mensch einen eigenen Geruch, genau wie Fingerabdrücke. Nur echte Zwillinge kann man nicht unterscheiden. Es wäre also eine individuelle ‚Geruchserkennungskarte‘ denkbar. Die Amsterdamer Polizei arbeitet daran. Wir wissen auch, daß der Geruch der Umgebung die Gefühlslage beeinflussen und in manchen Fällen die Arbeit erleichtern kann. Wir beobachten, daß eine bestimmte Küche oder eine Krankheit unsere Ausdünstungen verändern kann. Heute ist es theoretisch möglich, sich einen ‚empfangnisverhütenden Geruch‘ vorzustellen. Lachen Sie nicht, bei Ratten funktioniert das bereits. Wenn man ein fruchtbares Weibchen den Geruch eines unbekanntes Männchens riechen läßt, erfährt dieses einen ‚Hormonschock‘, der die Befruchtung sofort abblockt.“

Wysocki glaubt, daß sich das Prinzip auch auf Menschen anwenden lasse. So entnimmt er in seinem Labor regelmäßig Schweißproben unter dem Arm eines Mannes. Dann läßt er eine Frau daran schnuppern, deren Blut alle zehn Minuten analysiert wird, um den Einfluß des Schweißes auf ihren Hormonspiegel zu messen. Wysocki ist äußerst be-

\* Aus: Die Zeit vom 26.07.1991, S. 60 (gekürzt)

scheiden. Er sagt häufig, daß er Dinge beobachte, die er nicht erklären könne, wie das Auftauchen oder Verschwinden mancher Anosmie oder Hyposmie (Verlust oder Teilverlust des Geruchssinnes), Dysosmie (Verzerrung dieses Sinnes: An Rosen riecht der Patient Benzin) oder Phantasmia (ein anhaltender, immer gleicher Geruch). Voller Bewunderung erklärt er: „Unsere Nase ist mit fünf Millionen Geruchszellen ausgekleidet. Wissen Sie, wieviel ein Hund besitzt? Zweihundertzwanzig Millionen.“ Auch weiß er, daß Geschmack und Geruch eng ineinandergreifen und daß, wenn man scharfen Käse mit verstopfter Nase ißt, neunzig Prozent des Genusses verlorengehen.

Die Patienten, mit denen die Doktoren Carroll und Mattes arbeiten, haben manchmal selbst die Erinnerung an den Käsegeschmack verloren. Und wenn sie ihn dann im Mund haben, finden sie, daß er etwas süßlich, sauer, ja sogar metallisch schmeckt. Sie leiden an Ageusie, Hypogeusie oder Dysgeusie. „Solche Störungen können spontan auftauchen“, erklärt Carroll, „oder durch ein Virus, ein Medikament, einen Schock, eine Sinusitis, eine chirurgische Verletzung oder einfach ein Zahnproblem verursacht sein. Dauert die Erkrankung an, wird der Betroffene sehr deprimiert, und seine erste Frage lautet immer: Bin ich der einzige, dem das passiert? Längerfristig stören solche Erkrankungen das gesellschaftliche Leben. Wir kennen einen Koch, der nach seinem Geschmacksverlust entlassen wurde. Einem Sicherheitsbeamten geschah das gleiche. Seitdem seine Papillen gelitten hatten, war er unfähig, Lösungsmittel oder Rauch wahrzunehmen.“

Mattes interessiert sich auch für die Ernährung von Kranken und die Aversionen, die sie bei einer Chemotherapie etwa gegen Fleisch, Kakao oder Kaffee entwickeln. Er untersucht auch den Abbau des Geschmacksgedächtnisses mit zunehmendem Alter. Empfindungen werden schwächer, Nuancen verschwinden. „Ich glaube auch, daß unser Geschmack sehr formbar ist. Sehen Sie die Vereinigten Staaten an. Wir, ein Volk der Steak- und Kartoffelesser, wenden uns langsam dem Sushi zu.“

Roher Fisch, eben danach roch der Atem einer etwa 35jährigen Frau. Als sie in die Sprechstunde von Doktor Pretti kam, dem Spezialisten für Körperausdünstungen im Monell CSC, machte der keine Umstände und ging vor wie gewöhnlich: Er bat seine Patientin, ihn anzuhuchen. „Ich kann Ihnen bestätigen, sie roch wirklich nach Fisch. Wir haben sie untersucht: Ihr fehlt jenes Enzym, welches das in Fisch, Bohnen und Huhn enthaltene Cholin zerstört. Mit einer einfachen Diät konnten wir ihr Problem lindern und dem *fish odor syndrome* ein Ende machen.“

Wenn Pretti und seine Mitarbeiter nicht nach Fischgeruch fahnden, stecken sie ihren Patienten die Nase unter die Achsel. „Es gibt keine andere Methode. Wie soll ich denn sonst feststellen, ob der Kranke wirklich einen sehr starken Körpergeruch ausströmt? Und der beste Apparat dafür ist eben immer noch die Nase.“ Doktor Prettis letzter Fall war eine sechzigjährige Frau. Als der Arzt sie fragte, ob sie verheiratet sei, antwortete sie: „Sie scherzen wohl. Wie soll ich denn einen Mann finden, ich rieche zu schlecht.“ An der Tür von Prettis Büro hängen zwei verschlossene Röhrchen. Wenn man sie öffnet, verströmt eines Schweiß- und das andere Uringeruch. „Gelingt es Ihnen, den Uringeruch aus diesem Surrogat herauszuriechen? Bravo. Die Hälfte aller Menschen schafft es nicht.“ Natürlich behalten die Deodorantfabrikanten Prettis Veröffentlichungen ständig im Auge. •••

Wie verwandelt sich ein Geruch in Empfindung? Der Autor Jacques Ninio beschrieb die Verarbeitung von Sinneseindrücken einmal so: „Der endlose Strom von Tönen, Bildern und Gerüchen reizt die Aufnahmeorgane Nase, Augen und Ohren unablässig, hinterläßt dort verschiedene Spuren, die in Neuronensignale übersetzt werden. Diese werden von Dutzenden von fleißigen Prozessoren, die parallel arbeiten, gesichtet. Die Ergebnisse ihrer zahlreichen Analysen werden an ein geheimes Zentralbüro weitergeleitet: ganz geheim, denn es ist bisher nicht gelungen, den genauen Ort des Bewußtseins zu lokalisieren.“

Was hält das Bewußtsein beispielsweise von der Musiktherapie? Seit langem schon bedienen sich Zahnärzte solcher Ablenkung zur Entspannung ihrer Patienten. Heute wird Krebs-, Herz- und Geisteskranken Musik vorgespielt, um Streß zu verringern. Doktor Tomatis behandelt Kinder mit Schulschwierigkeiten oder psychomotorischen Störungen durch Intensivsitzen unter dem Kopfhörer von Mozartkonzerten. Das Ohr wird als bevorzugter Ansprechpartner des Gehirns angesehen.

Doktor Tiffany Field leitet eine Pädiatrieabteilung der medizinischen Universität von Miami und beweist mit ihren Mitarbeitern jeden Tag, wie Massagen das Wachstum von Frühgeborenen beeinflussen. Doktor Frank Scafidi beschreibt die Therapie so: „Zwei Wochen lang massieren wir die Babys einfach dreimal täglich eine Viertelstunde lang. Auf Rücken und Glieder üben wir sanften Druck aus.“ Ergebnis: Die Kinder nahmen stärker zu als nicht-behandelte Kinder, sie blieben kürzere Zeit im Krankenhaus (3000 Dollar Ersparnis pro Säugling), und sie schliefen friedlicher. „Frühgeborene, die wir massieren, essen nicht mehr, sie setzen ihre Kalorien nur rationeller ein. Wir wissen noch nicht, warum.“

Ähnlich behandelt werden die Babys von Kokainsüchtigen, solche mit Immundefiziten und vergewaltigte oder geschlagene Jugendliche. „Nach Vergewaltigungen versuchen wir nur, das Opfer mit der Berührung auszusöhnen, bis es Hautkontakt mit anderen wieder ertragen kann.“ Scafidi ist

überzeugt, daß Massagen auch in der Geriatrie wohltuend wirken könnten, um Einsamkeit und Abkapselung zu durchbrechen, Krankheit vergessen zu machen und den Appetit anzuregen.

Doch was gibt es zu stimulieren, wenn man den Tastsinn verloren hat? Machen wir uns klar, daß jemand, der nicht mehr fühlt (wie manchmal bei Alzheimer-Patienten), seine Hände mit den Augen lenken muß. Will er seine Schlüssel suchen, muß er die Taschen umkehren und ihren Inhalt vor seinen Augen ausbreiten. Kann man da nicht gleich ein Stück Holz massieren? „Diese Krankheit ist so schwer, daß dieses Problem nur anekdotische Bedeutung hat.“

Im Mailman Center in Miami heißt Doktor Jeff Pickens mit Spitznamen „Sch-sch-Zug“, weil er Lokomotiven auf Bildschirmen zu Kindern vorbeifahren läßt. Tatsächlich begeistert sich Jeff Pickens für Neugeborene. Er stellt sich Fragen wie „Warum weinen Babys?“ oder „Wie kann ein Säugling uns seine Sicht von der Welt mitteilen?“ So hat sich Pickens Videoexperimente ausgedacht, die er mit seinen Schreihälsen durchführt. „Wenn ich sie filme und das Hin und Her ihrer Augen auf bestimmte Reize hin beobachte, erfahre ich mehr als aus einem Elektroenzephalogramm.“

Pickens Tests, die Tiffany Field überprüft, heißen „two screens intermodal preference“. Das Prinzip ist sehr einfach. Zwischen zwei Bildschirmen steht in der Mitte ein einziger Lautsprecher. Das Kind sitzt vor dem Lautsprecher. Auf den Bildschirmen sprechen zwei Frauen. Die Stimme der einen entspricht den Bildern, die der anderen nicht. Das Kleine läßt dann Augen und Ohren spielen. „Dieser Test ermöglicht uns, die Zurückgebliebenheit eines Kindes zu beurteilen. Ein sogenanntes normales Kind interessiert sich für das Gesicht der Frau, die wirklich spricht. Das Experiment beweist auch, daß die Weltsicht eines drei Monate alten Kindes weit weniger wirr ist, als man annimmt, und daß es eine eventuelle Depression seiner Mutter wahrnimmt. Sie können sich nicht vorstellen, wie sehr das Video ihre traurigen Augen enthüllt.“

Die Sinne sind das Beste, was wir haben. Gerade Künstler und andere Berühmtheiten haben das immer gewußt. Immer gierig auf volle Sinneskraft übten sie sich in raffinierten Erfahrungen. So dichtete Schiller niemals, ohne vorher lange am Vorrat verfaulten Äpfel gerochen zu haben, den er in der Schublade seines Sekretärs aufbewahrte. D.H. Lawrence liebte nichts so sehr, wie nackt auf Bäume zu klettern. Benjamin Franklin und Edmond Rostand schrieben in der Badewanne, und der Maler Joseph Mallord William Turner, englisches Akademiemitglied, berühmt unter anderem für sein Bild „Der Besuch am Grab“, schrie jedesmal seine Freude heraus, wenn er sich bei Sturm, an den Mast eines Segelschiffes gebunden, auspeitschen ließ.

Aus dem Französischen übersetzt von Verena Vannahme  
Copyright: Le Nouvel Observateur

*Zwei Frauen, die ihren Geruchs- und Geschmackssinn verloren haben, erzählen:*

### **Katherine, 34 Jahre**

Ich weiß nicht, warum ich den Geruchssinn verloren habe. Ich erlebe diesen Vorgang wie eine Art Menopause. Vielleicht können Sie es gar nicht begreifen, doch ich komme mir nun steril vor. Auch die anderen erscheinen mir steril. Ich bin unverheiratet, und seitdem ich die Erinnerung an Gerüche verloren habe, habe ich den Eindruck, als wäre ich in meinen Beziehungen zu Männern behindert. Ich rieche sie nicht mehr. Im wahrsten Sinne des Wortes. Sie erscheinen mir nun anders, aus einem anderen Stoff. Als ob sie künstlich, fade und geschlechtslos wären. Ich kann nicht mehr wahrnehmen, wie sie sind, unterscheide sie nicht mehr. Für mich ist ein Mann jemand, der sich morgens rasiert.

### **Tiffany, 61 Jahre**

Mein Leiden ist weder wahrnehmbar noch mitteilbar. Seitdem ich weder rieche noch schmecke, habe ich 25 Pfund verloren. Essen ist völlig uninteressant geworden. Vor drei Jahren hat mich diese Krankheit überfallen, und seither habe ich den Eindruck, daß das Licht ausgegangen ist. Da ich meinen Körper nicht mehr rieche, wasche ich mich und meine Kleider den ganzen Tag. Der Geruch meines Mannes fehlt mir. Er ist etwas von ihm, das ich nicht mehr habe. Mein Mund ist so fühllos, daß es mir vor kurzem bei einem Abendessen passierte, daß ich sehr scharfen Meerrettich aß in dem Glauben, es sei Kohlsalat. Nach einer Weile spürte ich, wie meine Kehle anfang zu brennen, und ich glaubte zu ersticken. Da ich anfang zu schwitzen und ich nicht mehr sprechen konnte, dachten alle, ich hätte einen Herzanfall. Ich lebe in einer Art chronischer, ergebener Depression. Wissen Sie, was Kaffee für mich ist? Eine warme Flüssigkeit. Und Kaffee und Milch? Eine warme Flüssigkeit, die etwas dickflüssiger ist.