

The IPN curriculum "Oscillations, sound and noise pollution (1982)"

Seminar at CRECIM

Universitat Autònoma de Barcelona, 2007-10-26



Hans Niedderer

Hans.Niedderer@mdh.se

<http://www.idn.uni-bremen.de>



MÄLARDALENS HÖGSKOLA

*Institutionen för Matematik
och Fysik*

Introduction

- ◆ **Old** teaching material (from 1982!), developed by teams of teachers and researchers
- ◆ **Good** teaching materials!
- ◆ **Similar** to what you intend to develop
 - Same age group 14-15 years old
 - Sound and materials - oscillations, sound and noise pollution
- ◆ **But**
 - Content **not really the same**
 - Needs to be **updated**
 - Needs to be **adapted** to the Spanish school

Table of contents

1. Introduction
2. General aims and structure
3. Texts for teachers
 - 3.1 Examples of conflicts about noise pollution
 - 3.2 Sound level L in dB(A)
 - 3.3 Average of noise levels
 - 3.4 Basics from biology and medicine
 - 3.5 Law and politics about noise pollution
 - 3.6 Basic physics for reducing noise technology
4. Design of instructional material
 - 4.1 Noise pollution in everyday world
 - 4.2 Amplitude and frequency of oscillations
 - 4.3 The human ear
 - 4.4 Noise level L in dB(A)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 5
2. Allgemeine Ziele und Aufbau der Unterrichtseinheit 8
 - 2.1 Leitideen 8
 - 2.2 Inhaltliche Konzeption, Sachstrukturüberblick 12
 - 2.3 Simulations-Rollen-Spiel 17
 - 2.4 Erkundungen 19
 - 2.5 Die Compact-Cassette zu dieser Unterrichtseinheit 19
 - 2.6 Verschiedene Durchführungsmöglichkeiten für diese Unterrichtseinheit 21
3. Lehrertexte zu einigen wichtigen Teilproblemen 23
 - 3.1 Beispiele für Lärmkonfliktfälle 23
 - 3.2 Der Schallpegel L , gemessen in dB (A) 28
 - 3.3 Der Mittelungspegel L_m 31
 - 3.4 Biologisch-medizinische Grundlagen 33
 - 3.5 Juristische und politische Grundlagen der Lärmgesetzgebung 40
 - 3.6 Physikalische Grundlagen der technischen Lärmbekämpfung 50
4. Entwürfe einzelner Unterrichtsabschnitte 60
 - 4.1 Erster Unterrichtsabschnitt:
Lärm in unserer Umwelt 60
 - 4.1.1 Sachstruktur 60
 - 4.1.2 Lernziel 60
 - 4.1.3 Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel 61
 - 4.1.4 Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts 61
 - 4.2 Zweiter Unterrichtsabschnitt:
Amplitude und Frequenz von Schwingungen 62
 - 4.2.1 Sachstruktur 62
 - 4.2.2 Lernziel 63
 - 4.2.3 Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel 63
 - 4.2.4 Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts 64
 - 4.2.5 Vorschlag für überblickmäßige Kurzbehandlung 64
 - 4.2.6 Versuche 65
 - 4.3 Dritter Unterrichtsabschnitt:
Schwingungen, Schall und menschliche Hörfähigkeit 73
 - 4.3.1 Sachstruktur 73
 - 4.3.2 Lernziele 74
 - 4.3.3 Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel 74
 - 4.3.4 Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts 74
 - 4.3.5 Vorschlag für eine überblickmäßige Kurzbehandlung 74
 - 4.3.6 Versuche 75
 - 4.4 Vierter Unterrichtsabschnitt:
Der Schallpegel L in dB (A) als wichtigste Meßgröße 78
 - 4.4.1 Sachstruktur 78
 - 4.4.2 Lernziel 79

Table of contents 2

4.5 Effects to health

4.6 Conflicts about noise pollution

4.7 Technical measures against noise

5. Texts for students

**6. Suggestions for test items
and some results**

7. List of apparatus

**8. Literature, materials,
addresses**

9. Cassette with noise examples

4.4.3	Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel	79
4.4.4	Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts	79
4.4.5	Vorschlag für eine überblickmäßige Kurzbehandlung	80
4.4.6	Versuche	80
4.5	Fünfter Unterrichtsabschnitt:	
	Gesundheitliche Schäden und Belastungen durch Lärm	84
4.5.1	Sachstruktur	84
4.5.2	Lernziel	85
4.5.3	Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel	85
4.5.4	Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts	85
4.5.5	Vorschlag für eine überblickmäßige Kurzbehandlung	86
4.5.6	Versuche	87
4.6	Sechster Unterrichtsabschnitt:	
	Lärmkonflikte – Verlauf, Institutionen, Richtwerte, Gesetze	89
4.6.1	Sachstruktur	89
4.6.2	Lernziele	90
4.6.3	Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel	91
4.6.4	Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts	91
4.6.5	Vorschlag für eine überblickmäßige Kurzbehandlung	91
4.7	Siebter Unterrichtsabschnitt:	
	Technische Lärmbekämpfung und physikalische Erklärungen	92
4.7.1	Sachstruktur	92
4.7.2	Lernziele	93
4.7.3	Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel	93
4.7.4	Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts	94
4.7.5	Vorschlag für eine überblickmäßige Kurzbehandlung	94
4.7.6	Versuche	95

5. Schülerheft 103

6. Vorschläge für Testaufgaben und Evaluationsergebnisse 152

7. Geräteliste 173

8. Literatur, Material, Adressen 175

Special ideas and materials

- ◆ Interdisciplinary approach: **Physics + biology/medicine + law/politics + technology**
- ◆ Pupils do a **role play** about a conflict with noise pollution
- ◆ There comes an **audio tape** with the material
- ◆ Examples of conflicts about noise pollution from **news papers**
- ◆ **Written material for pupils**
- ◆ **Test items**
- ◆ **List of apparatus**

Roles in a role play

- ◆ The person who produces the noise
- ◆ The person who suffers
- ◆ The police
- ◆ The judge
- ◆ The expert of measurements
- ◆ The expert of technical help
- ◆ The expert of help from administration

Informations for every role in the curriculum

Contents of my talk

1. Measurement of **sound level** in dB(A)
2. **Physics** background
3. Biological knowledge about ear and **deafness**
4. Knowledge about **law** and where to get help
5. Technical knowledge (**sound and materials**)

1. Measurement of sound level in dB(A)

a. Theoretical background for teachers

Definition of intensity

$$Intensity = \frac{Power}{Area} = \frac{Energy}{Time \times Area}$$

Definition and examples of levels

$$L = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0} \text{ dB}$$

$$J_0 = 10^{-16} \frac{\text{Watt}}{\text{cm}^2} = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

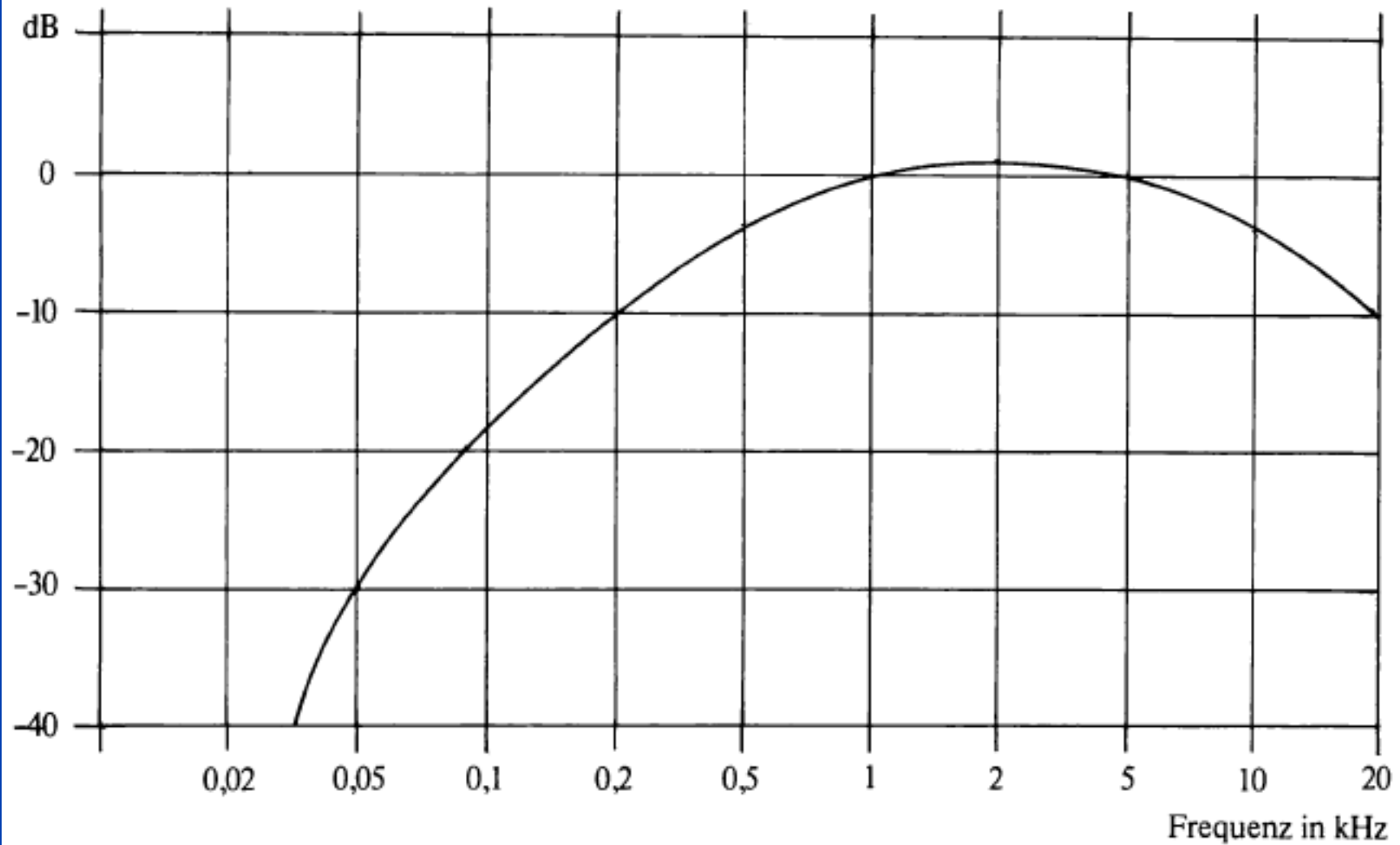
L in dB	J/J ₀	\hat{p}/\hat{p}_0
0	1:1	1:1
3	2:1	1,41:1
5	3,16:1	1,78:1
6	4:1	2:1
10	10:1	3,16:1
20	100:1	10:1
30	1000:1	31,6:1
40	10 000:1	100:1

The average noise level L_m

Dann gilt immer folgende hilfreiche Abschätzung

$$L_{\min} \leq \bar{L} \leq L_m \leq L_{\max}$$

The A-curve



So gemessene Schallpegelwerte werden in dB(A) angegeben.

1. Measurement of sound level in dB(A)

b. Using a level meter and several examples

Measuring noise level

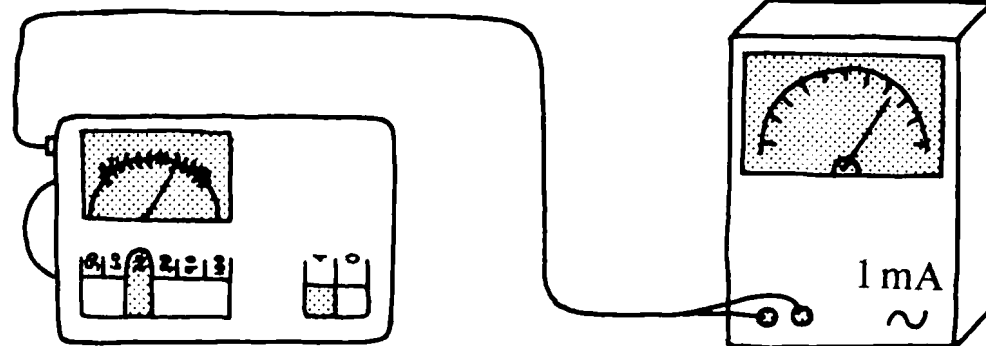
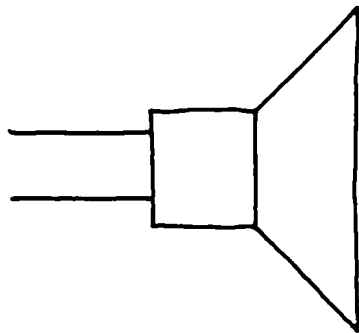
Versuch V 11

Beispiele von Lärmpegeln

G 1/DL/DS

Geräte:

- 1 Schallpegelanzeiger
- 1 Verbindungskabel (Klinkenstecker – 2 Bananenstecker)
- 1 Demonstrationsmeßinstrument
- Evtl. Cassetten-Rekorder mit Compact-Cassette



Sensibility of an A-level meter at different frequencies

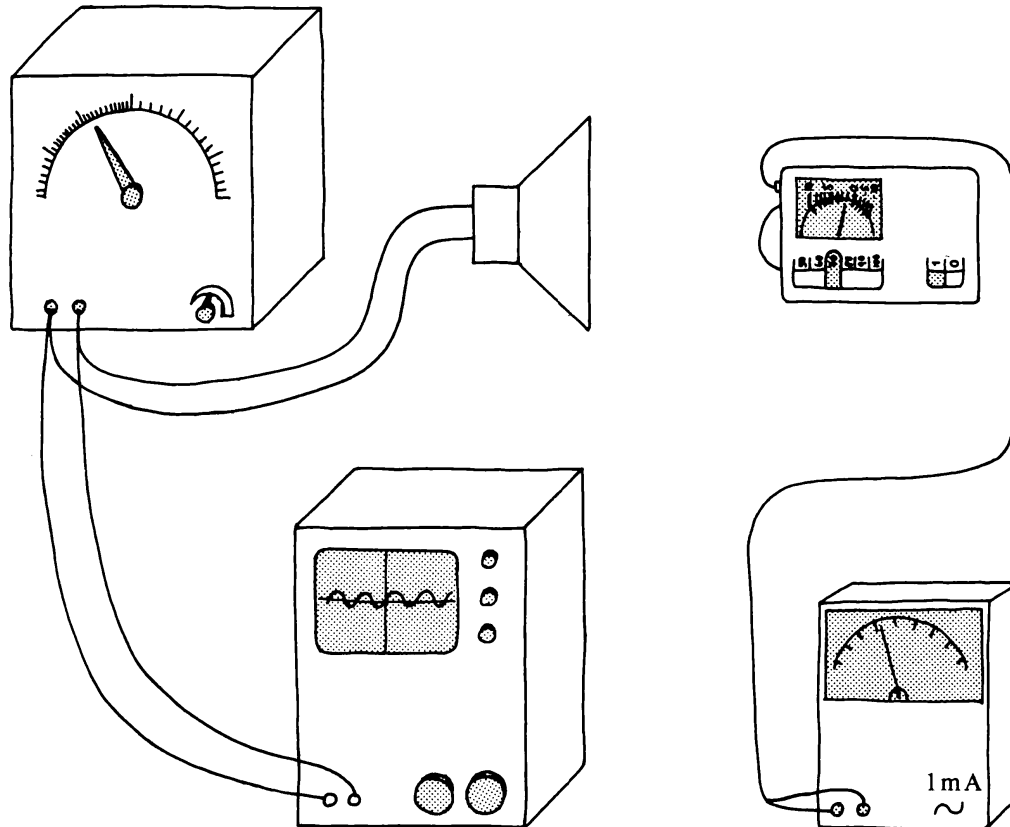
Versuch V 12

Frequenzabhängigkeit der Anzeige
des Schallpegelmessers

DL/DS

Geräte:

- 1 Schallpegelanzeiger (mit angeschl. Demonstrationsmeßinstrument)
- 1 Tongenerator mit Lautsprecher
- 1 Oszilloskop

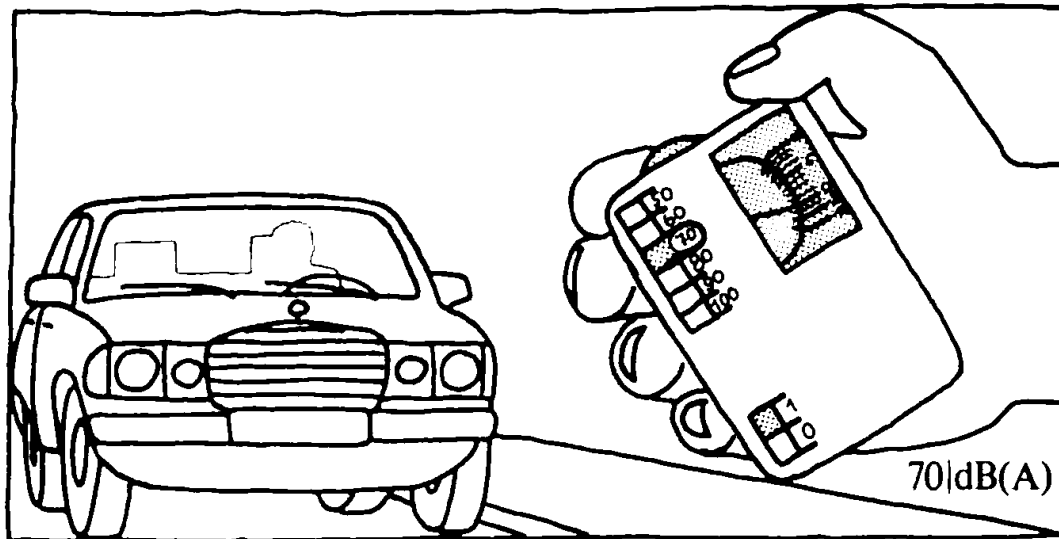


Measuring noise in our everyday life

Versuch V 14

Erkundungen mit Schallpegelanzeiger

Geräte: 1 (oder mehrere!) Schallpegelanzeiger
Compact-Cassette mit den Lärm-Beispielen
Cassetten-Abspielgerät



1. Measurement of sound level in dB(A)

c. Noise measurement of two equal sources

Two equal noise sources = +3 dB

Versuch V 13

Eigenschaften des Schallpegels L

DL/DS

Geräte:

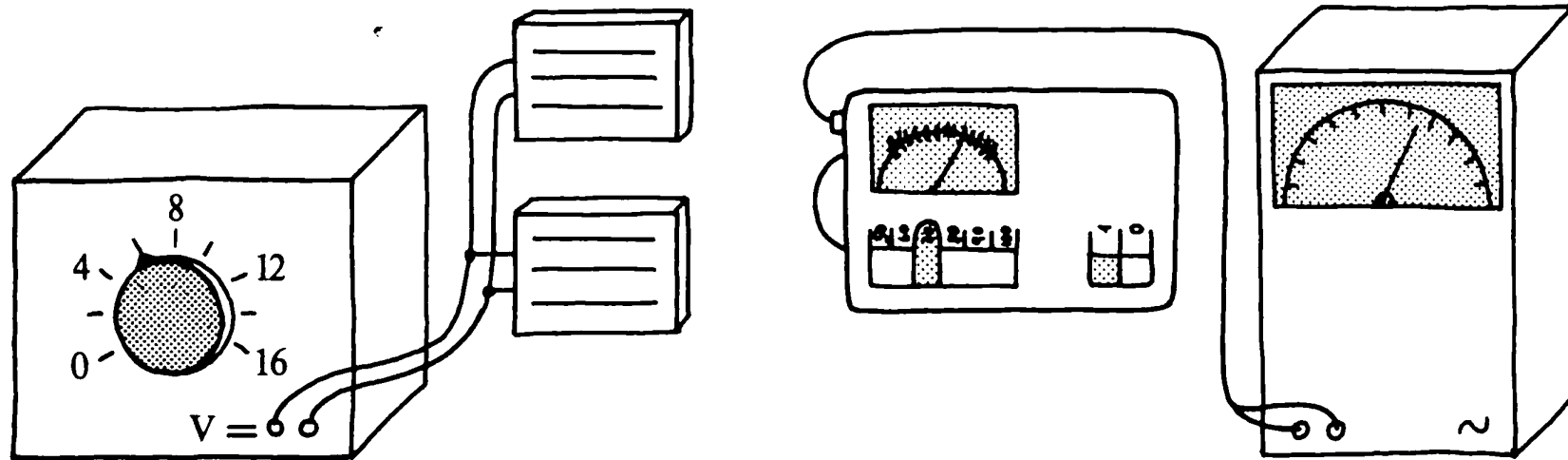
1 Schallpegelanzeiger (mit angeschl. Demonstrationsmeßinstrument)

1 Tongenerator mit Lautsprecher

1 Oszilloskop

Mehrere (mindestens 2) **gleiche** Schallquellen (z.B. Miniatursummer, Wecker, Bohrmaschinen o.ä.)

1 Gleichspannungsnetzgerät (f. Miniatursummer)



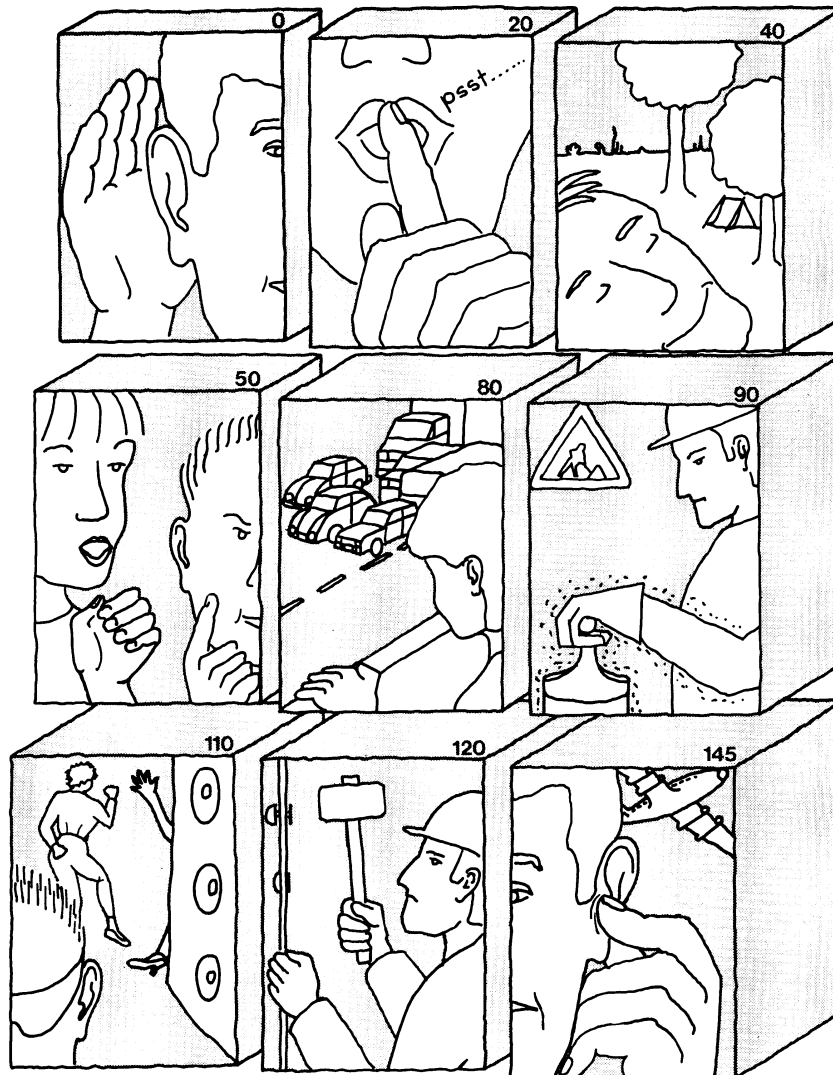
1. Measurement of sound level in dB(A)

d. A list of examples

A list of examples

Beispiele für Schallpegel in dB(A)

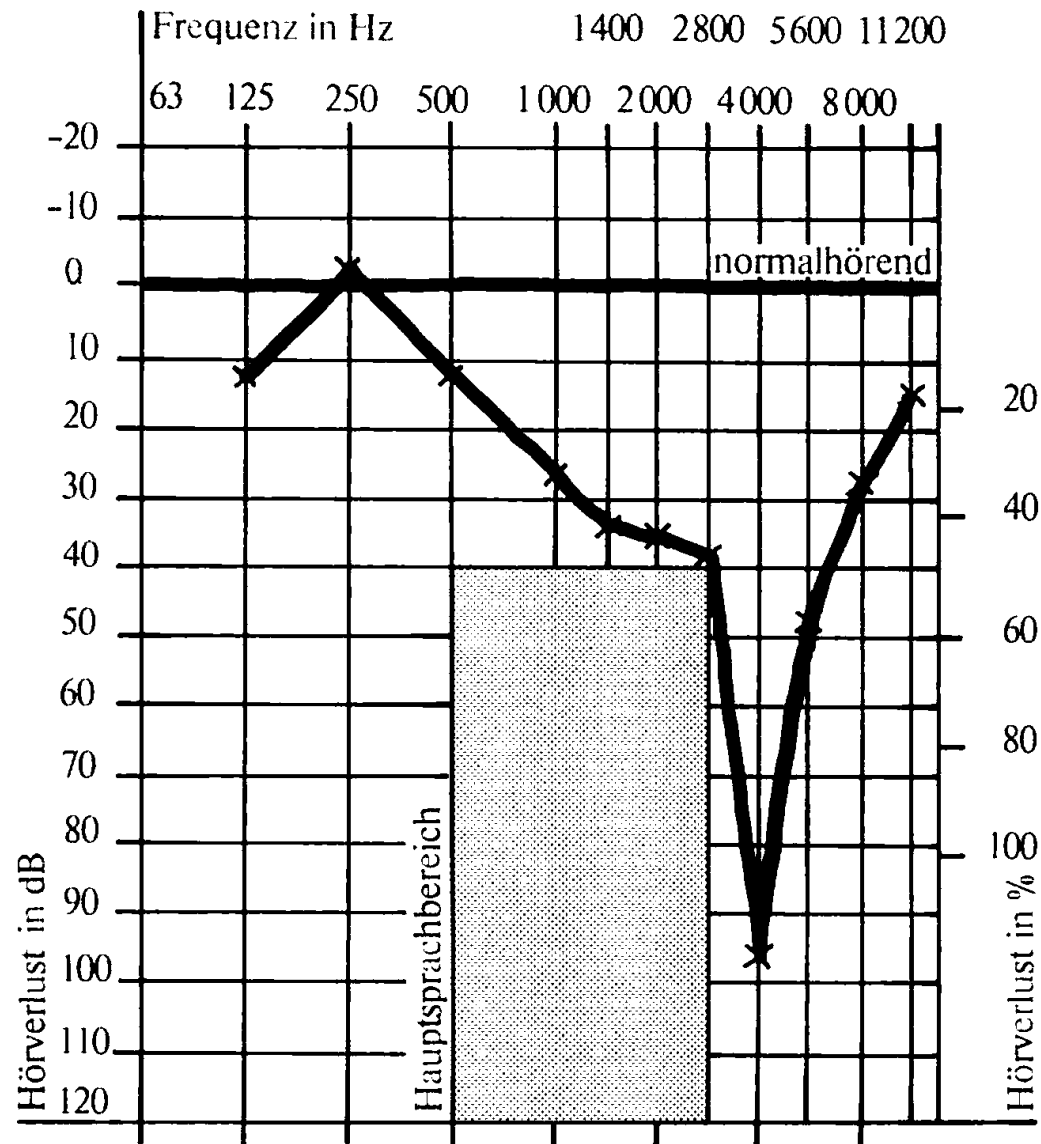
Die folgenden Beispiele sollen eine anschauliche Vorstellung von verschiedenen dB(A)-Werten vermitteln. Die hier angegebenen Werte sind nur grobe Angaben. Die genauen Werte hängen vom Einzelfall ab.



2. Physics background

Amplitude and frequency

Need of amplitude and frequency - audiogram

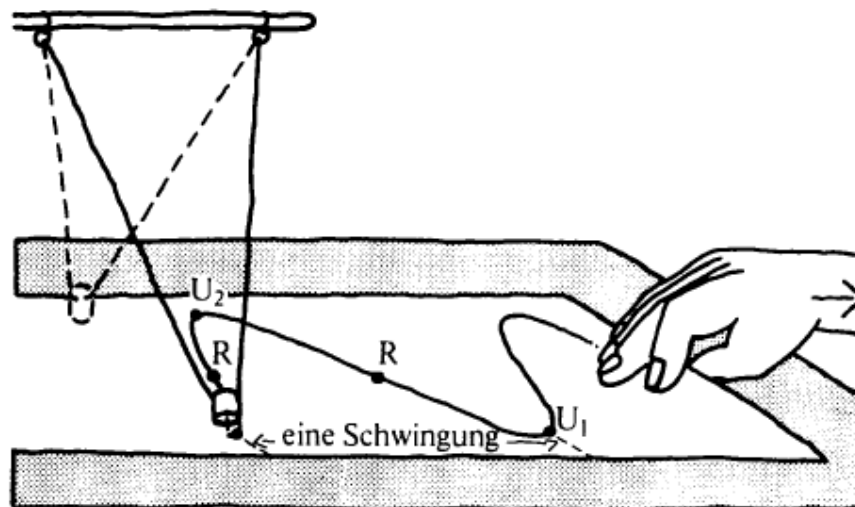


Measurement of amplitude

Versuch V 5

Das Schreibpendel

Geräte: ca. 4 m Perlongarn
1 Blechdose mit Düse (Loch)
1 Rolle Papier (ca. 1 m breit, z.B. von einer Zeitung)
1 Rolle Tesakrepp
1 dicker Filzschreiber
1 Schale oder Schüssel
bei fehlendem Deckenhaken Stativmaterial
1 Metronom oder 1 Stoppuhr

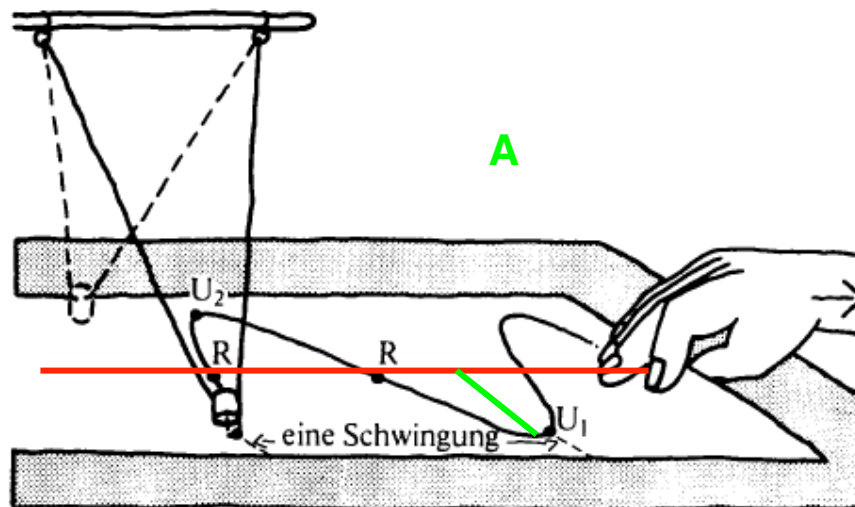


Measurement of amplitude

Versuch V 5

Das Schreibpendel

Geräte: ca. 4 m Perlongarn
1 Blechdose mit Düse (Loch)
1 Rolle Papier (ca. 1 m breit, z.B. von einer Zeitung)
1 Rolle Tesakrepp
1 dicker Filzschreiber
1 Schale oder Schüssel
bei fehlendem Deckenhaken Stativmaterial
1 Metronom oder 1 Stoppuhr



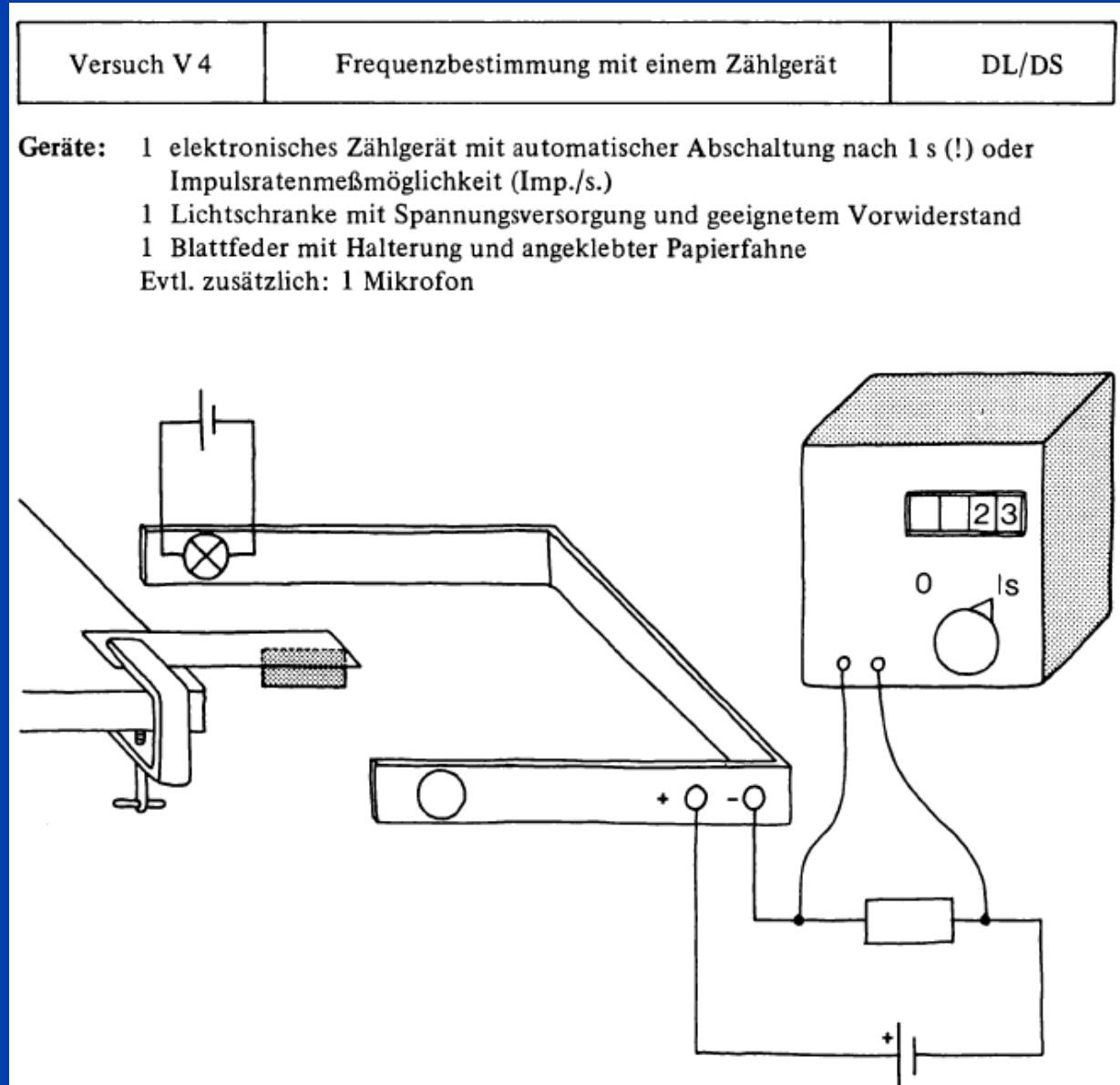
Definition and measurement of frequency

Definition

- ◆ **Frequency =**
number of
oscillations per
second

Measurement

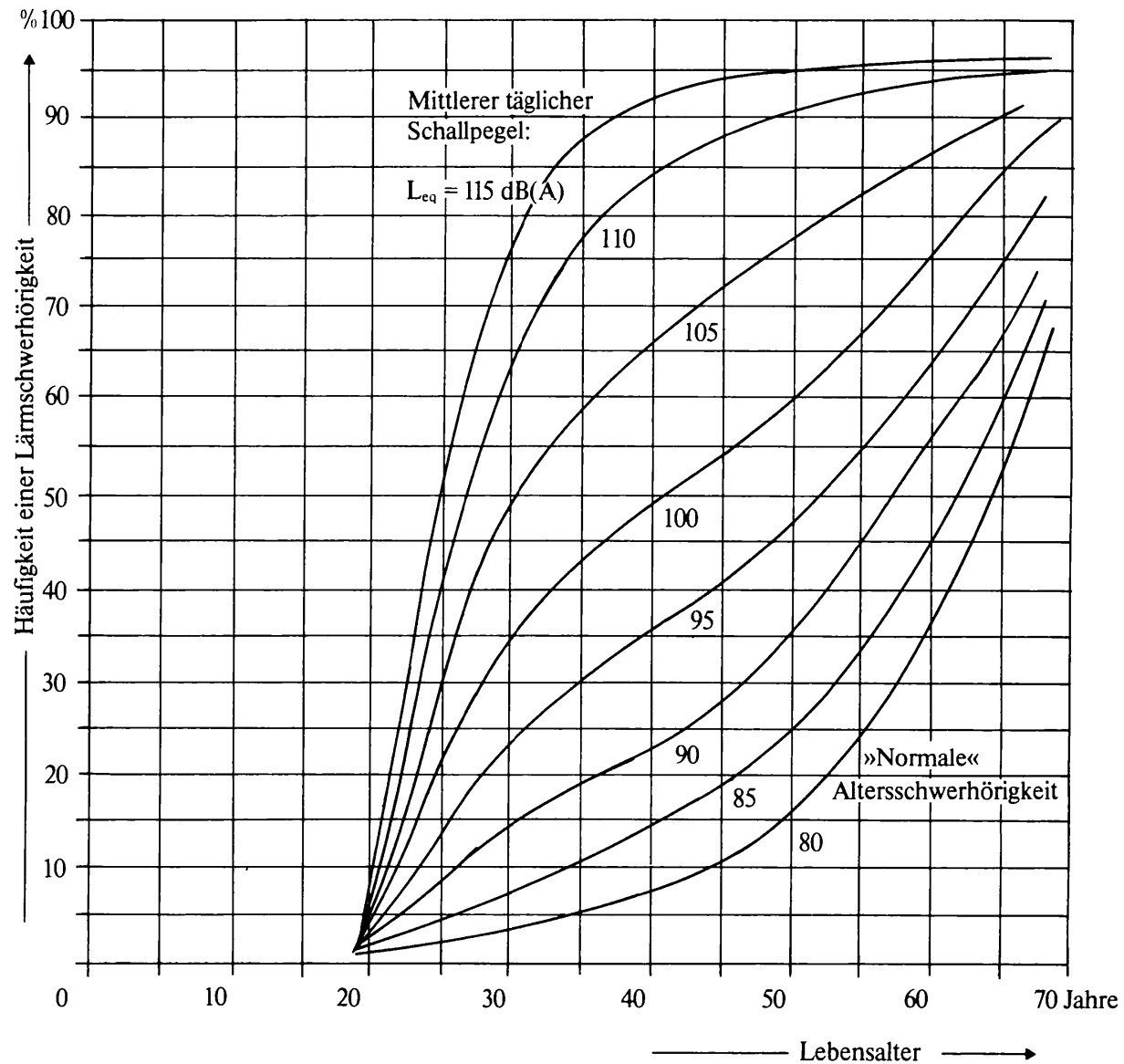
- ◆ **Counted by an
electronic
counter**



3. Biological knowledge about ear and deafness

a. Theoretical background for teachers

Probability of deafness

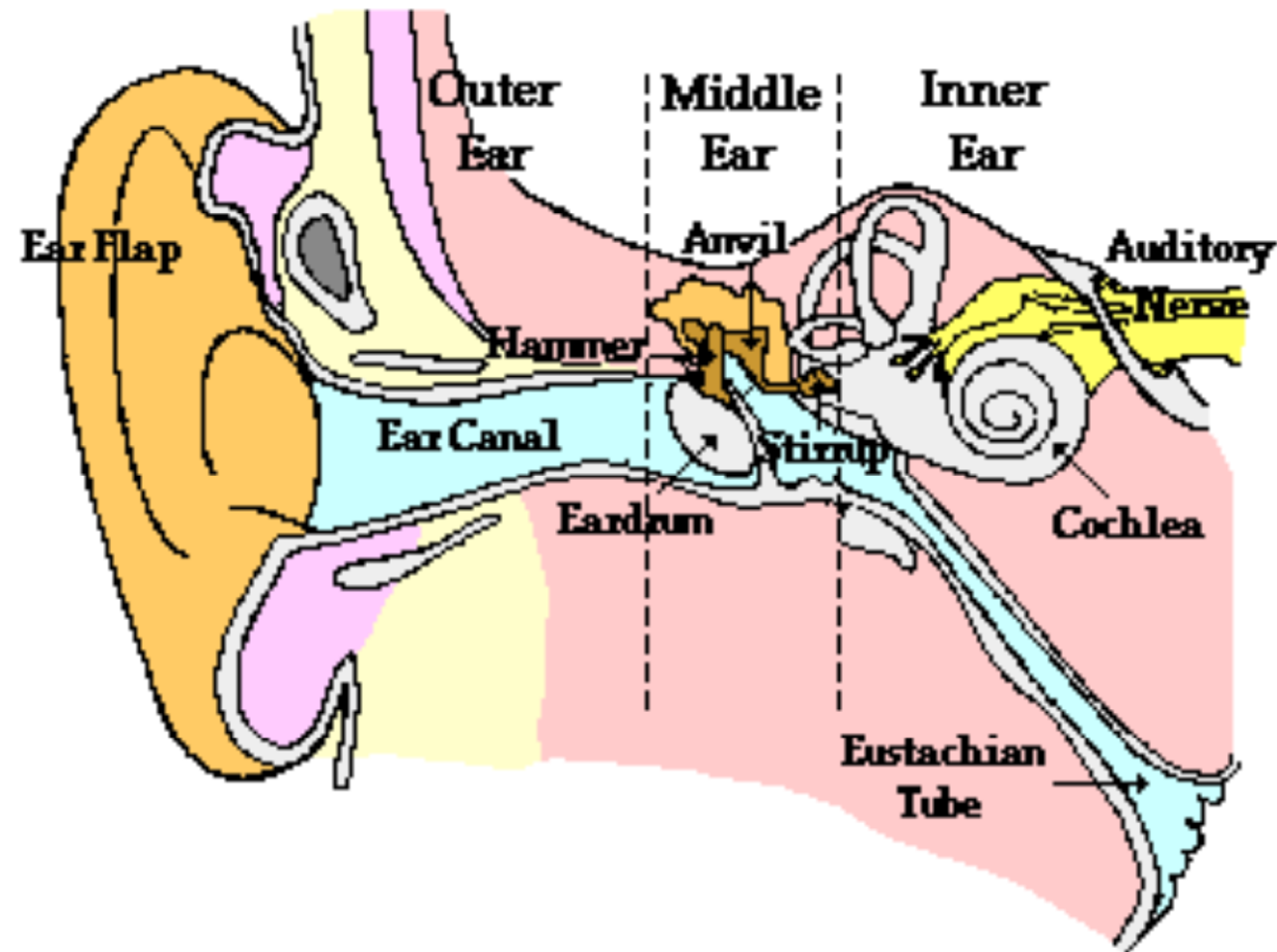


3. Biological knowledge about ear and deafness

b. The ear:

Permanent, incurable loss of hearing

The ear: Outer ear, middle ear, inner ear



The inner ear (cochlea)

Querschnitt durch eine Röhre der Schnecke (Cochlea)

Vorhofstreppe (= Hinweg des Schalls)

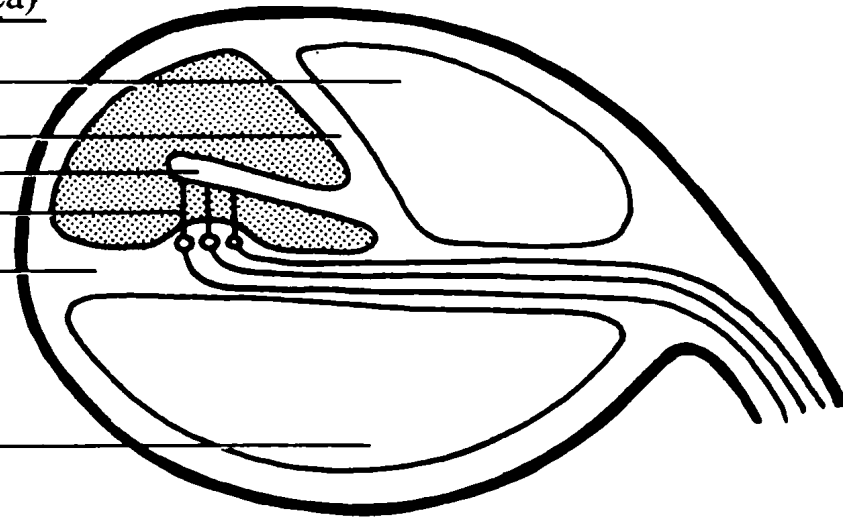
Reißner'sche Membran

Deckmembran

Haarzellen

Basilarmembran

Pankentreppe (= Rückweg des Schalls)



3. Biological knowledge about ear and deafness

c. Deafness and audiograms

Examples of real audiograms from a doctor

Dr. med. H.-A. Kluger

Facharzt für
Hals, Nasen, Ohren

Sebaldsbrücker Heerstr. 115 A

2800 BREMEN 44

Telefon 0421/453314



Datum: _____

Prüfer: _____

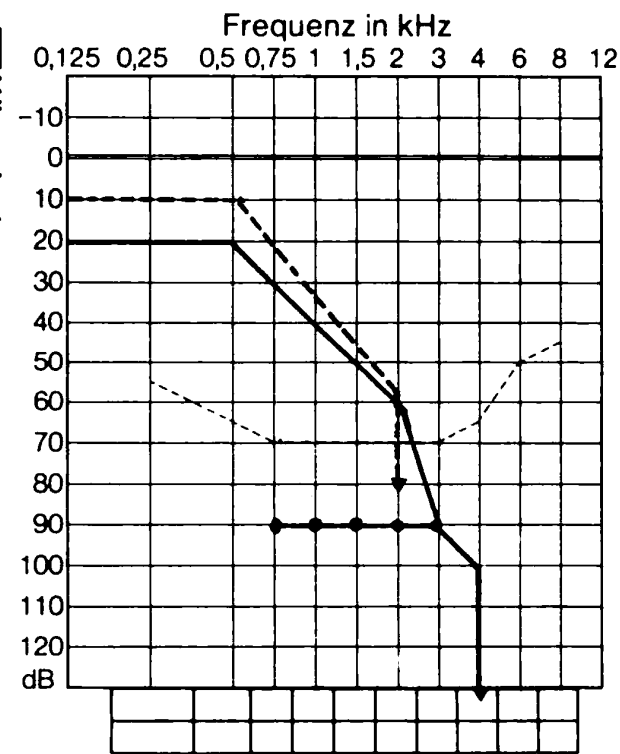
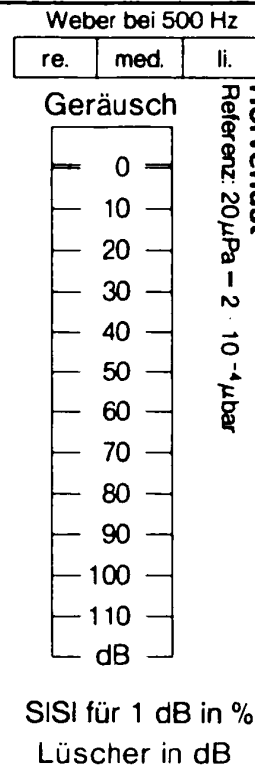
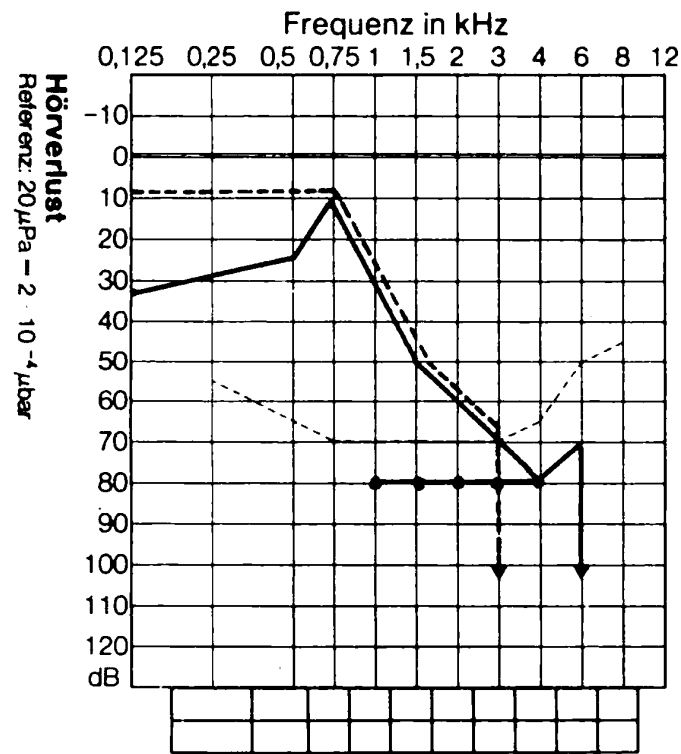
Name: _____

Vorname: _____

Beruf: _____

Tag Mon. Jahr

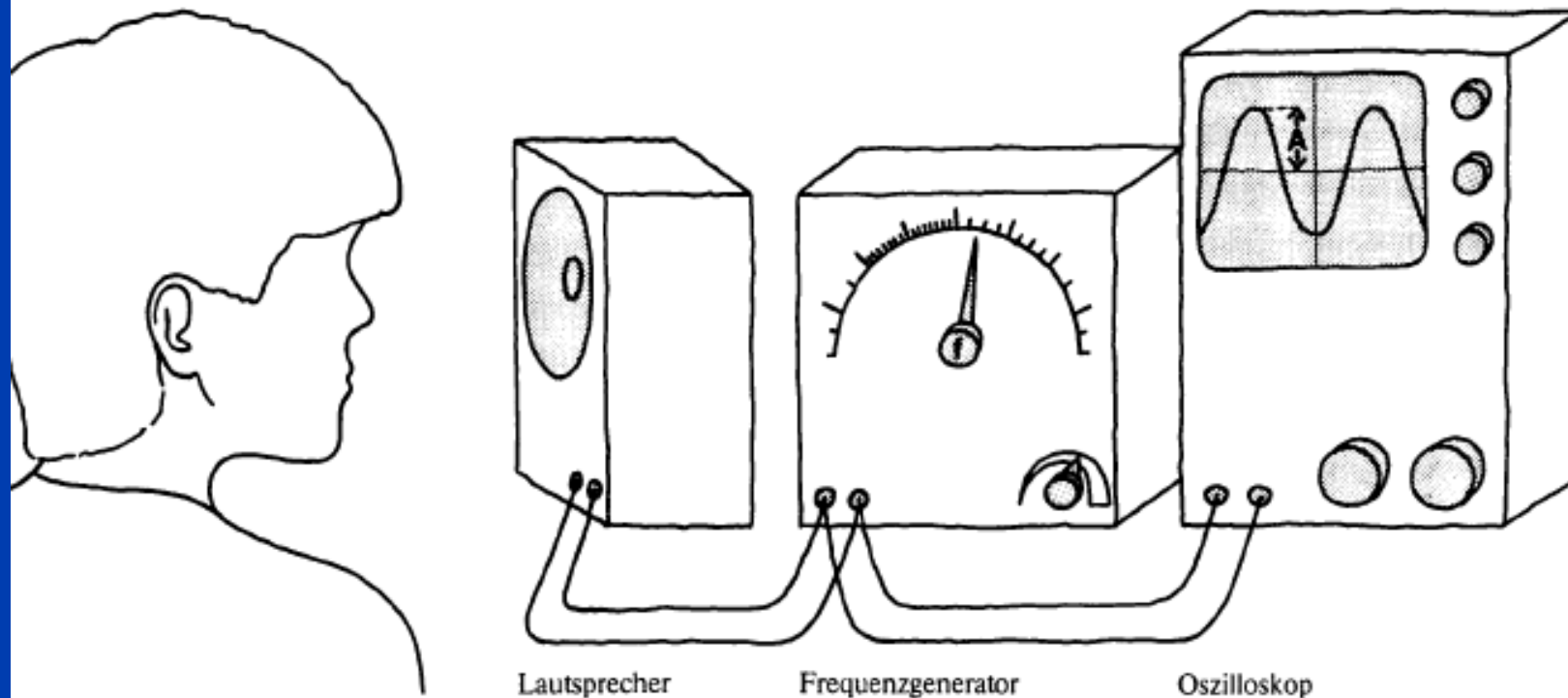
Wohnort: _____



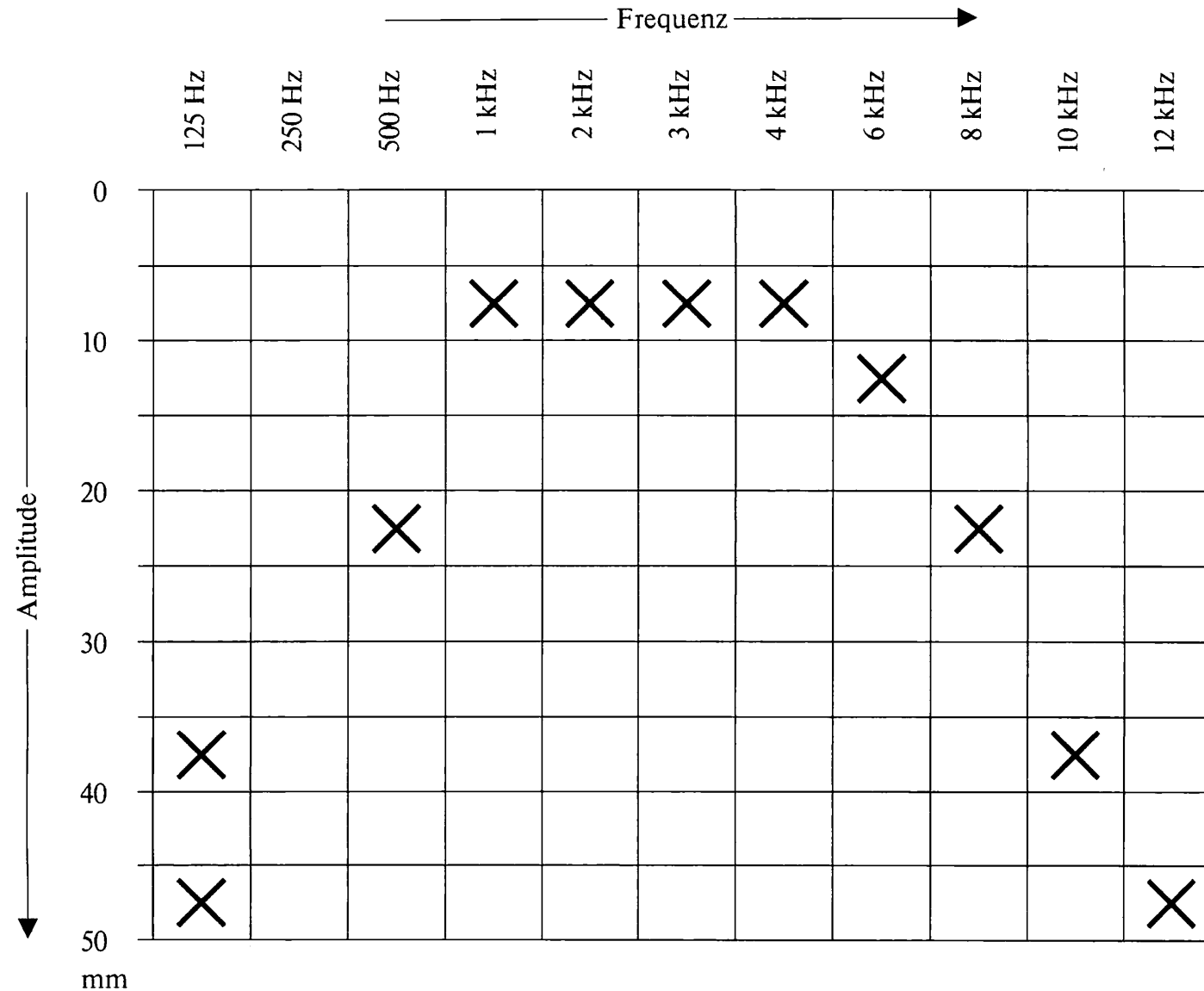
We take an audiogram ourselves

Versuch V 10	Frequenzabhängigkeit der Lautstärke Aufnahme eines (Schwellen-)Audiogramms	DL/DS
--------------	---	-------

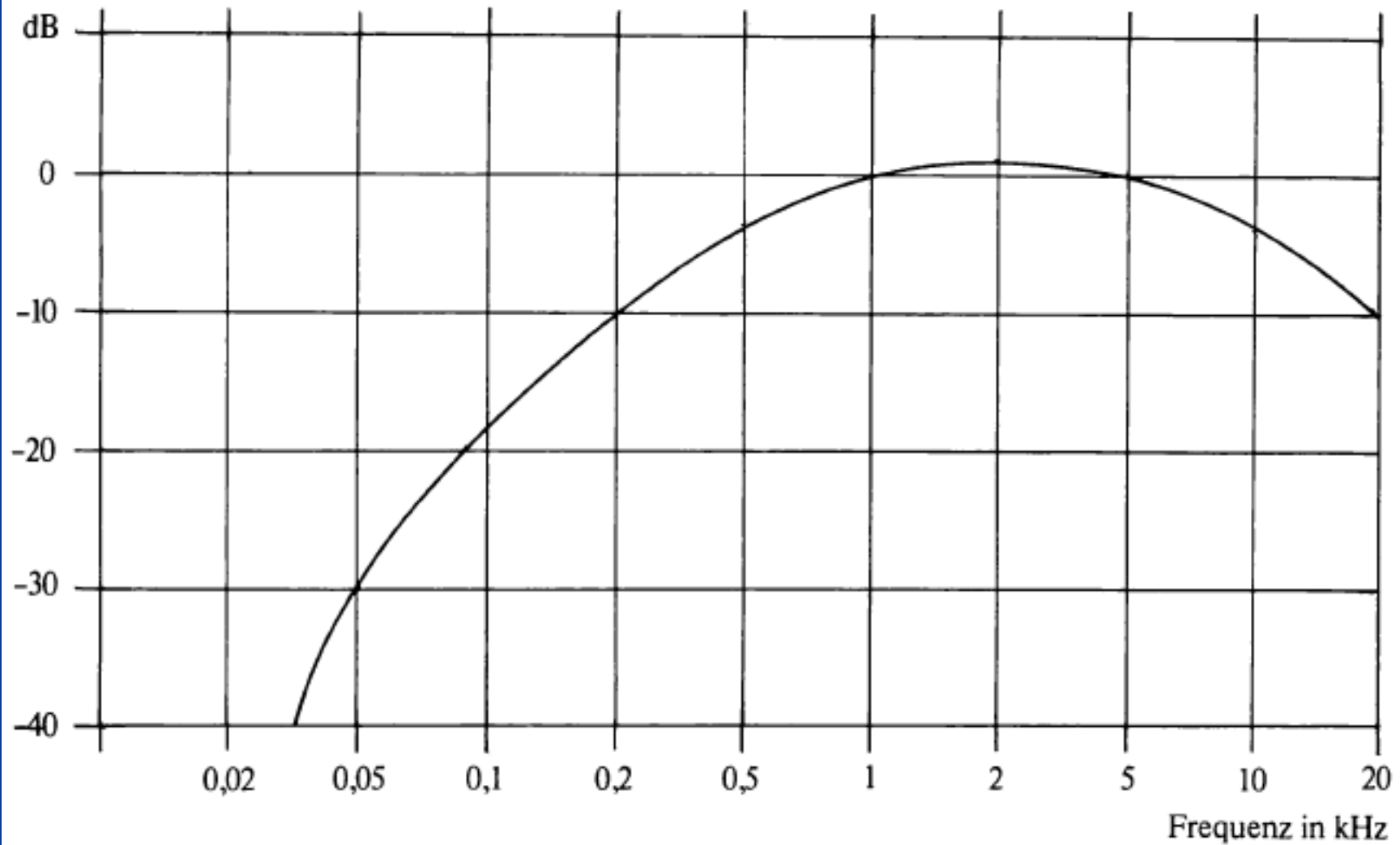
Geräte: 1 Tonfrequenzgenerator
1 Lautsprecher (möglichst breitbandig)
1 Oszilloskop
1 Vorwiderstand (z.B. $100\ \Omega$)



We take an audiogram ourselves



The A-curve



So gemessene Schallpegelwerte werden in dB(A) angegeben.

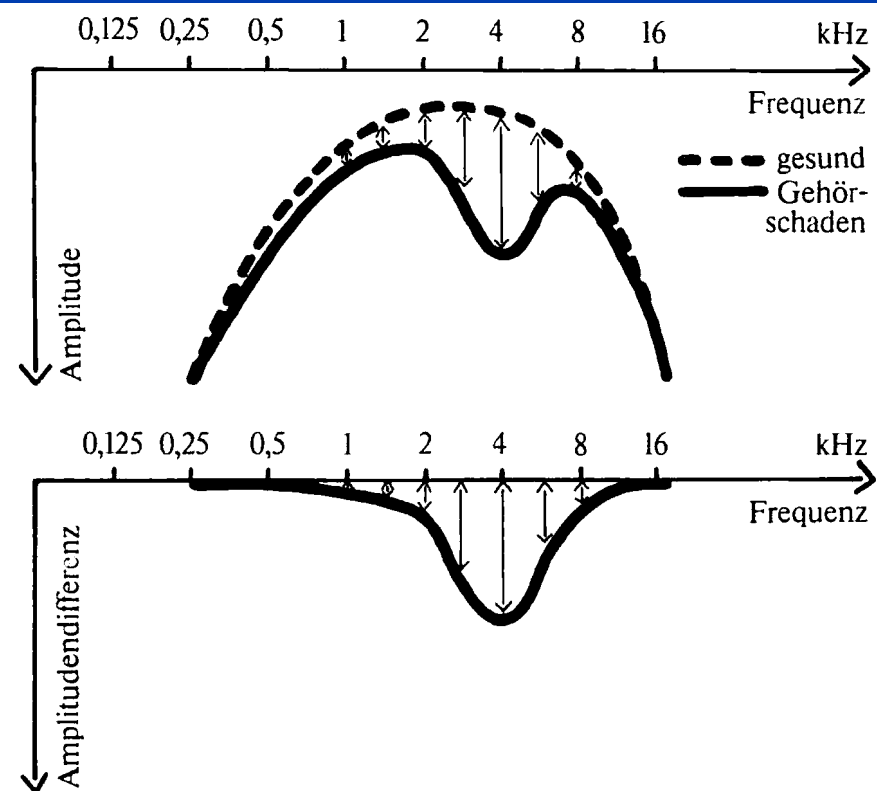
Audiogramm

Das Audiogramm eines Menschen mit einem Gehörschaden hat dann etwa das Aussehen, wie in dem nebenstehenden Diagramm. Die Doppelpfeile zeigen die **größeren** Amplituden im Vergleich zu einem normalhörenden Menschen an.

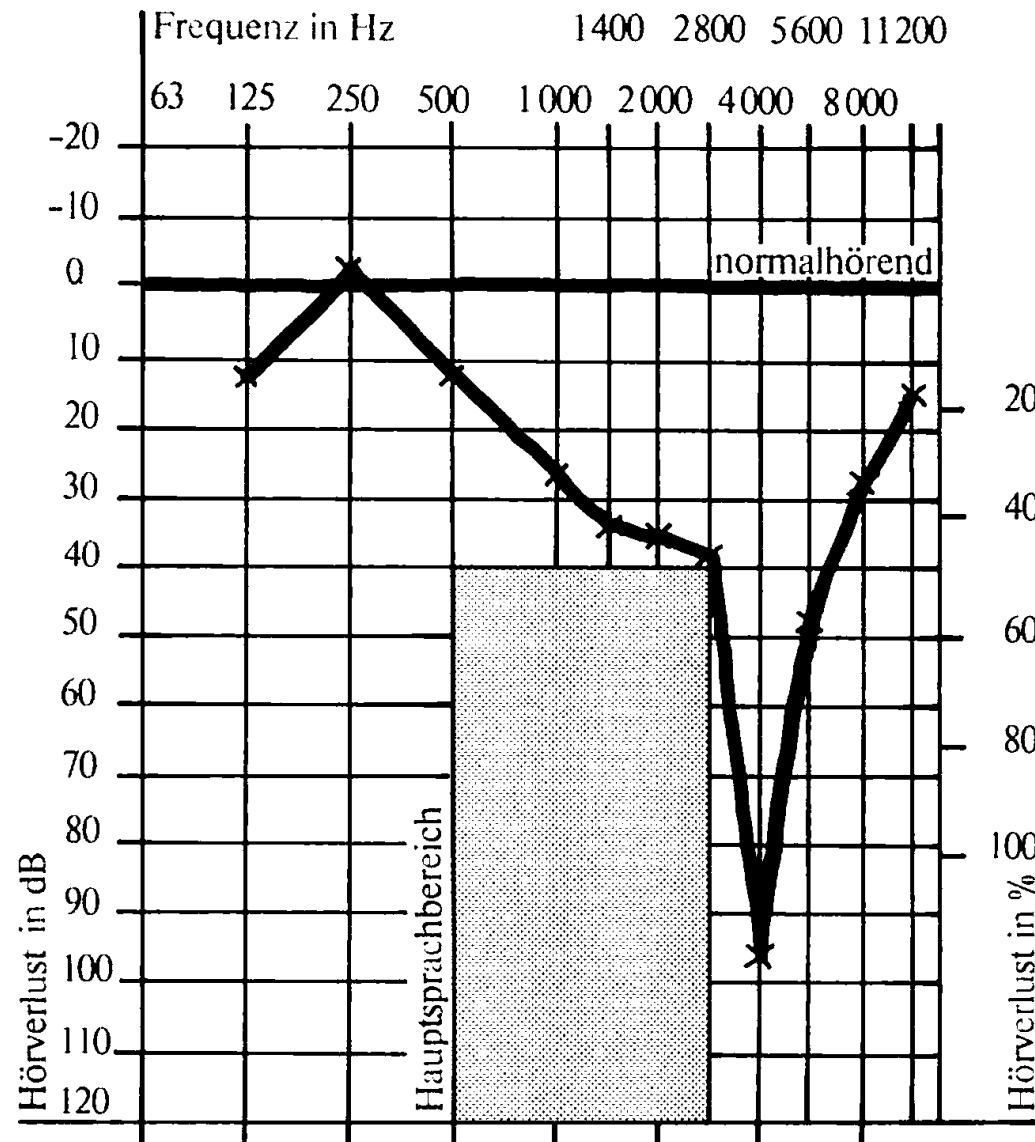
Trägt man diese Unterschiede **direkt** in ein Diagramm ein, so erhält man ein Audiogramm, wie es üblicherweise vom Ohrenarzt mit speziellen Geräten angefertigt wird. Dieses Audiogramm zeigt besonders klar, wo die Hörfähigkeit am schlechtesten ist. Hier im Beispiel ist dies bei etwa 4 kHz der Fall.

Die Kurve eines normal hörenden Menschen ist dann eine Gerade (die Frequenzachse).

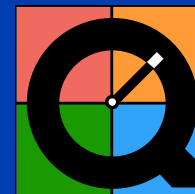
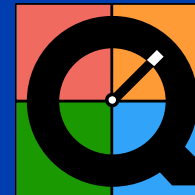
(vgl. das „richtige“ Audiogramm auf S. 34)



Permanent, incurable loss of hearing



In diesem Bereich liegen die für das Sprechen wichtigen Frequenzen. Wenn das Hörvermögen bei diesen Frequenzen um 40 dB oder mehr verschlechtert ist, so liegen die Meßpunkte des Audiogramms in dem schraffierten Rechteck. Erst dann ist mit einer Anerkennung des Gehörschadens und mit einer entsprechenden Entschädigung zu rechnen. 40 dB Verschlechterung bedeuten etwa 1/16 der ursprünglich empfundenen Lautstärke.



Probability to get deaf

Bedingungen	Wahrscheinlichkeit für einen Hörverlust von 25 dB(A)
Täglich im Mittel 85 dB(A), 15 Jahre lang	Jeder Zehnte (10%)
Täglich im Mittel 100 dB(A), 15 Jahre lang	Jeder Zweite (50%)
Täglich im Mittel 100 dB(A), 5 Jahre lang	Jeder Fünfte (20%)
Täglich im Mittel 115 dB(A), 5 Jahre lang	Jeder Zweite (50%)

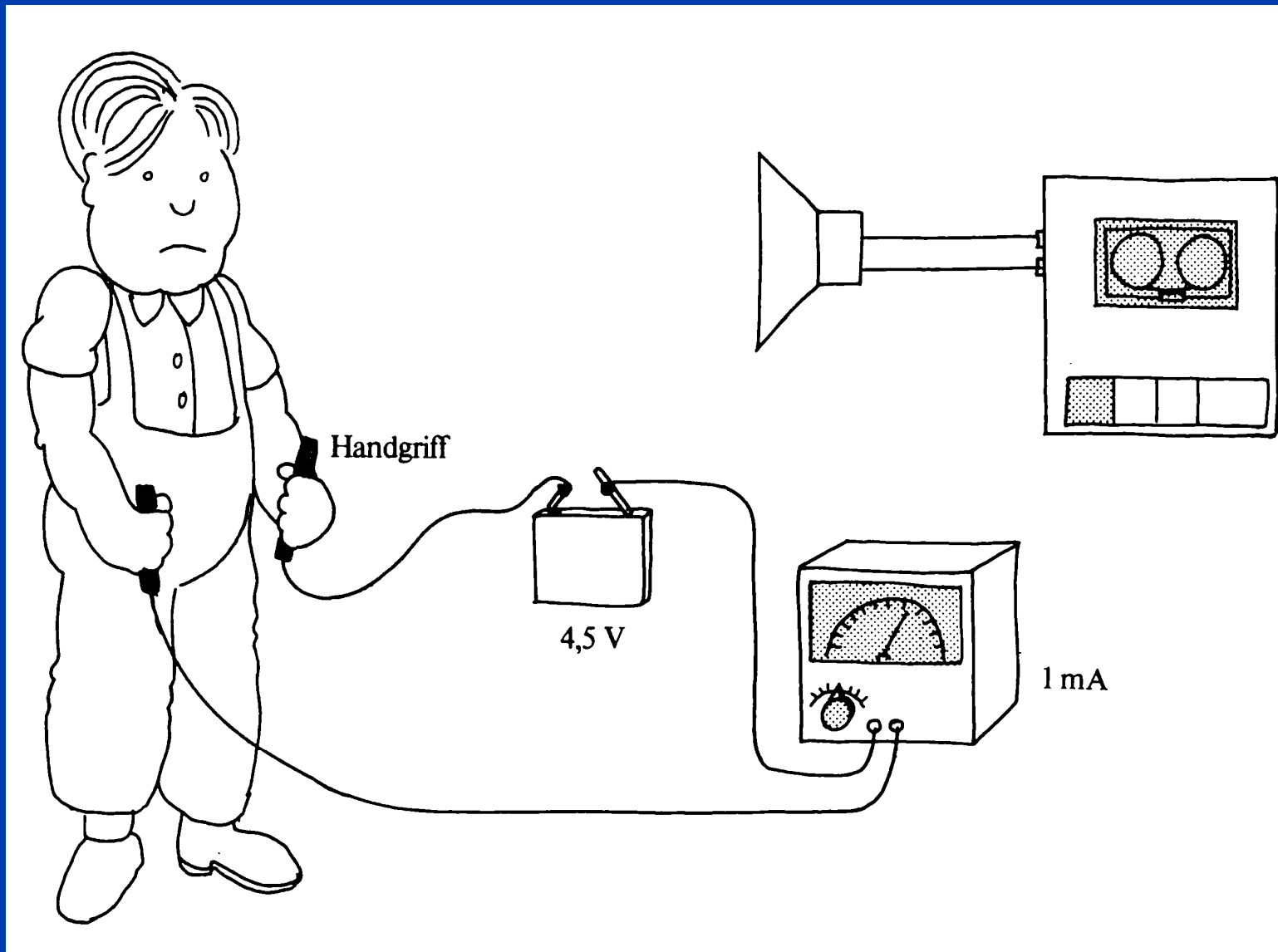
3. Biological knowledge about ear and deafness

d. Other effects of noise pollution

Other health damage from noise pollution

- ◆ **Increases blood pressure**
- ◆ **Has negative cardiovascular effects such as changing the way the heart beats**
- ◆ **Increases breathing rate**
- ◆ **Disturbs digestion**
- ◆ **Can negatively impact a developing fetus, perhaps contributing to premature birth**
- ◆ **Makes it difficult to sleep, even after the noise stops**
- ◆ **Intensifies the effects of factors like drugs, alcohol, aging and carbon monoxide**

Effect of noise on skin resistance

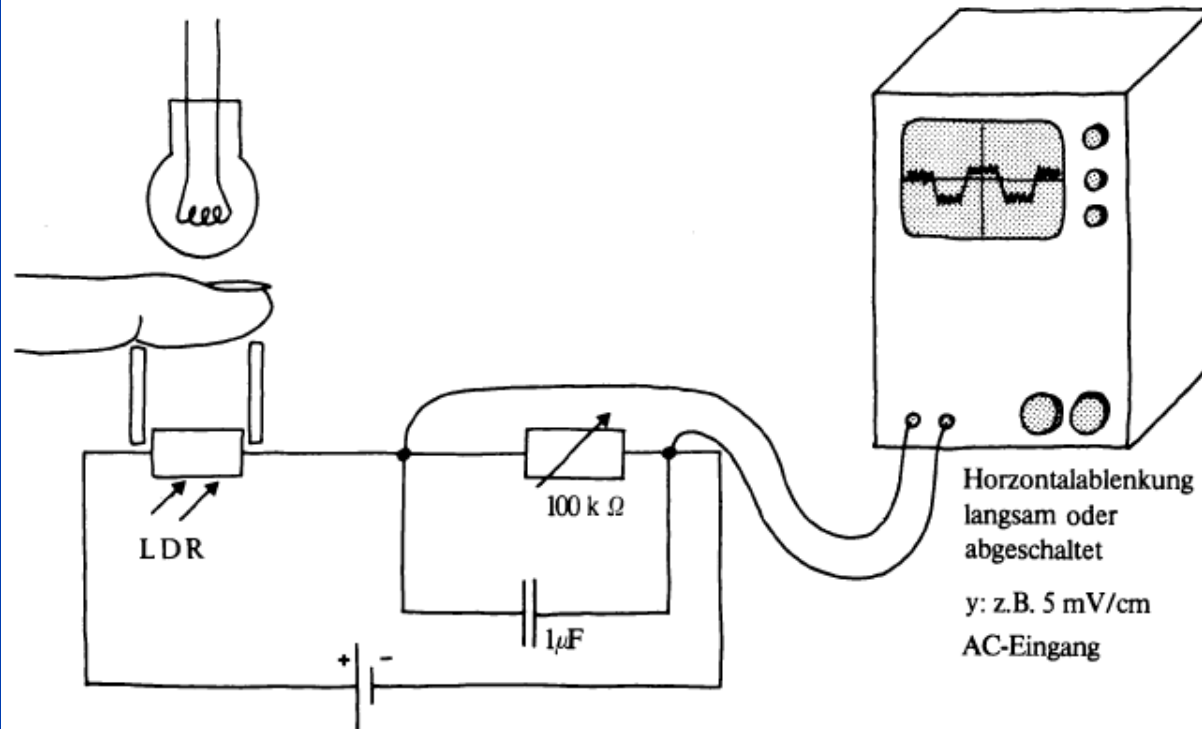


Effect of noise on increase of blod pressure

Versuch V 16	Veränderung des Blutdrucks (Fingerpulsamplitude) durch Lärm	DL/DS
--------------	--	-------

Geräte:

- 1 Fotowiderstand (LDR) mit Röhrchen zur Abschirmung von Seitenlicht
- 1 veränderlicher Widerstand (ca. $100\text{ k}\Omega$)
- 1 Lampe (z. B. Soffittenlampe $12\text{ V}/1,5\text{ A}$)
- 1 Oszilloskop (z. B. HM 312)
- 1 Spannungsquelle 12 V (geglättet!)
- 1 Lärmquelle (z. B. Compact-Cassette Nr. 5, 13, 17)



4. Knowledge about law and where to get help

Types of conflicts

Where can you get help?

◆ Excerpts from laws

- EU
- Own country (here from 1974, Germany)
- Communities

◆ Institutions

- Police
- Some community counsils

(1) Noise in the neighbourhood

Gesetzliche Bestimmungen und zuständige Institutionen in den vier wichtigsten Lärmbereichen

1. Nachbarschaftslärm



Lärm, der von Hausbewohnern erzeugt wird und die Nachbarn stört, z.B. Lärm von Radio, Fernseher oder Rasenmäher.

Excerpts from laws Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) § 900 u.a., Verordnungen und Gesetze einzelner Bundesländer (z.B. „Verordnung für die Bekämpfung des Lärms“ o.ä.).

Die wichtigsten Absätze dieser Gesetze sind:

a) **Verbot vermeidbaren Lärms**

Jeder hat sich so zu verhalten, daß andere nicht mehr als notwendig durch Lärm gefährdet bzw. belästigt werden.

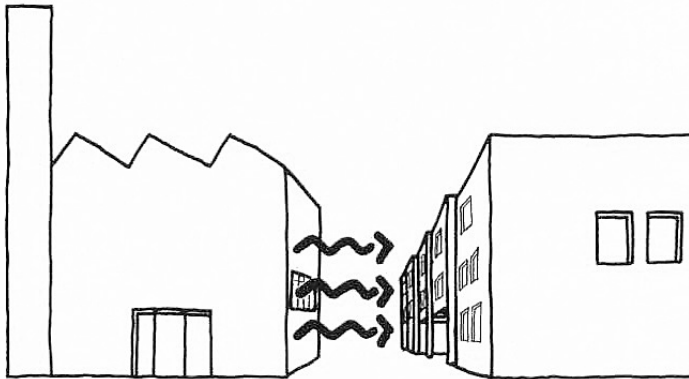
b) Benutzung von **Radios, Tonbändern, Plattenspielern und Musikinstrumenten** soll derart geschehen, daß niemand belästigt wird.

c) Während der **Nachtzeit** von 22.00–6.00 Uhr sind Belästigungen verboten, welche die Nachtruhe stören. Außer diesen allgemeinen Richtlinien wird manchmal auf die Richtwerte für den TA-Lärm hingewiesen (siehe nächste Seite).

Responsible institutions ministerium (evtl. mit „Beschwerdetelefon“), Polizei, Gericht.

(2) Industrial noise in the neighbourhood

2. Arbeitslärm in der Nachbarschaft



Richtwerte für Arbeitslärm in der Nachbarschaft
(TA-Lärm, VDI 2058)

Ort ¹⁾	bei Tag	bei Nacht ²⁾
Industriegebiet	70 dB(A)	70 dB(A)
vorwiegend gewerbliche Anlagen	65 dB(A)	50 dB(A)
Mischgebiet	60 dB(A)	45 dB(A)
Hauptsächlich Wohnungen	55 dB(A)	40 dB(A)
Reine Wohngebiete	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiete	45 dB(A)	35 dB(A)

Lärm von Fabriken oder anderen gewerblichen Anlagen, der Anwohner in der Nachbarschaft stört, z.B. eine Tischlerei in einem Wohnviertel.

Excerpts from laws Immissionschutzgesetze von 1974, Technische Anleitung (TA) Lärm von 1968 (allgemeine Verwaltungsvorschrift des Bundes), VDI-Richtlinien 2058, Blatt 1. Diese Bestimmungen enthalten Vorschriften über die Genehmigung von (neuen) Betrieben, über **Meßverfahren** und über die **Zuständigkeiten** verschiedener Institutionen.

Responsible institutions

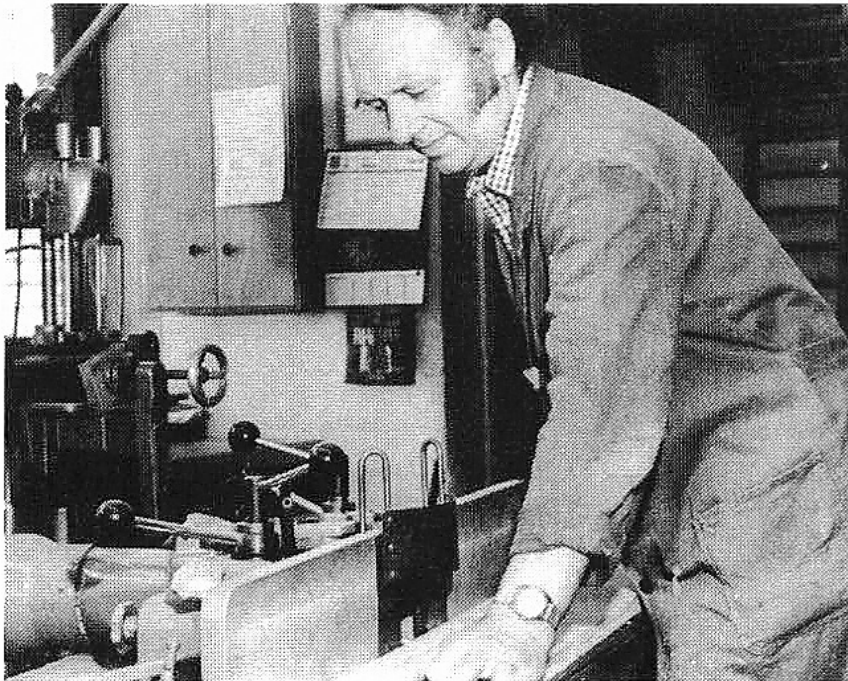
Umweltministerium (evtl. mit „Beschwerdetelefon“), Gewerbeaufsichtsamt (GWA), Gericht

¹⁾ Die Gebietsarten werden auf dem Stadtplanungsamt festgelegt

²⁾ Die Nachtzeit geht von 22.00 bis 6.00 Uhr

(3) Noise at the workplace

3. Lärm am Arbeitsplatz



Lärm von Maschinen, der auf Arbeiter oder Angestellte während ihrer Arbeitszeit im Betrieb einwirkt, z.B. von Preßlufthämmern, Sägen, Nietvorgängen und vielen anderen.

Responsible institutions

Excerpts from laws Arbeitsstättenverordnung (Bundesgesetzblatt 1975), Unfallverhütungsvorschrift (UVV) Lärm (erlassen von den Berufsgenossenschaften), VDI-Richtlinien 2058, Blatt 2. Diese gesetzlichen

(4) Traffic noise

4. Verkehrslärm



Der durch Fahrzeuge erzeugte Lärm auf den Verkehrswegen, welcher die Anwohner stört, z.B. Lärm von Autos u.a. auf Straßen oder Fluglärm in der Nähe eines Flughafens.

Excerpts from laws

Schutz gegen Verkehrslärm (Bundesgesetz 1980), DIN-Norm 18005 E, Straßenverkehrszulassungsordnung, Straßenverkehrsordnung, Fluglärmschutzgesetz. Diese Bestimmungen regeln einerseits allgemein die Vermeidung von unnötigem Lärm (z.B. unnützes Hin- und Herfahren) und die maximal zulässige Lautstärke für verschiedene Fahrzeugtypen. Außerdem sind darin folgende **Richtwerte** enthalten:

Maximal allowed noise level:

beschiedet, vom Bundesrat an den Vermittlungsausschuss überwiesen, vom Bundestag am 3. 7. 1980 abgelehnt)

Ort	bei neuen Straßen		bei bestehenden Straßen	
	b. Tag	b. Nacht	b. Tag	b. Nacht
In reinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	62 dB(A)	52 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)
In Kerngebieten, Dorfgemeinschaften Mischgebieten und besonderen Wohngebieten	67 dB(A)	57 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)
In Gewerbegebieten und Industriegebieten	72 dB(A)	62 dB(A)	75 dB(A)	65 dB(A)

Die Nachtzeit gilt von 22.00 bis 6.00 Uhr

Responsible institutions

ch höher als die entsprechenden Richtwerte für **Nachbar-**ke Benachteiligung aller Anwohner an verkehrsreichen Straßen, auch bei neuen, erst noch zu bauenden Straßen!

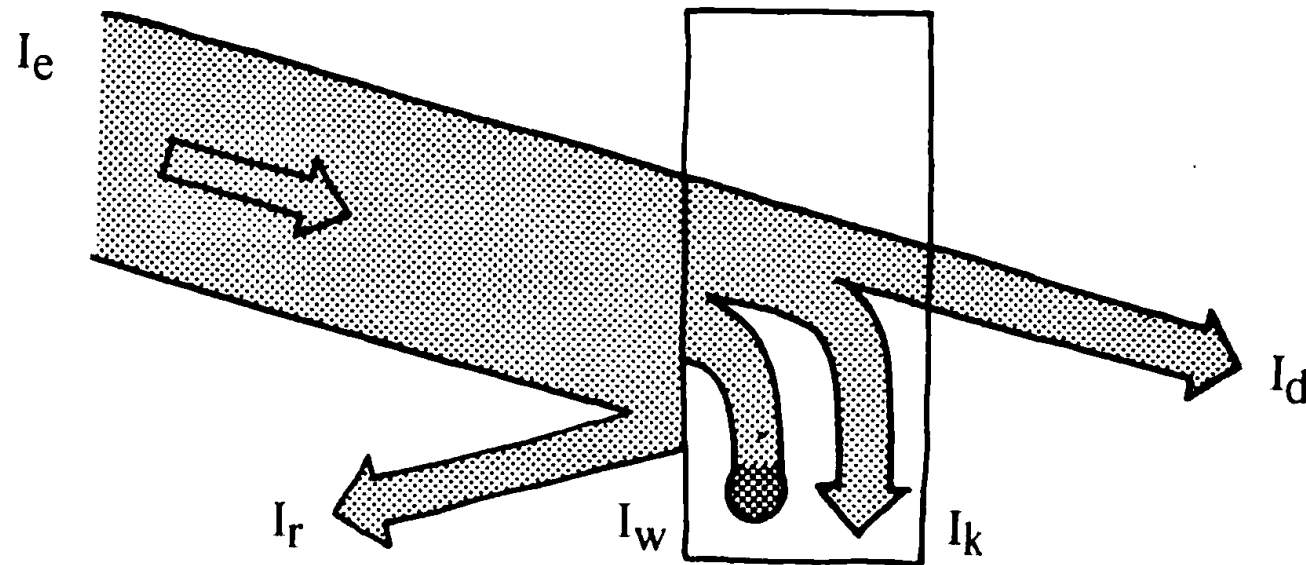
5. Technical knowledge (sound and materials)

a. Basic knowledge for teachers

Intensity J

$$Intensity = \frac{Power}{Area} = \frac{Energy}{Time \times Area}$$

Basic concepts



I_e : Intensity of entering sound

I_r : Intensity of reflected sound

I_w : Intensity of sound transformed into heat

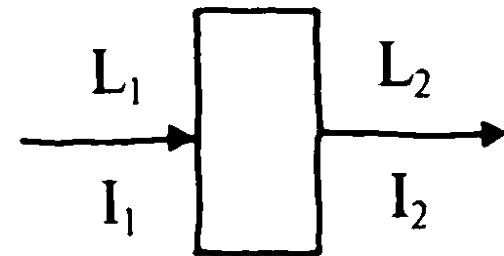
I_k : Intensity of sound going on in solid

I_d : Intensity of sound coming through

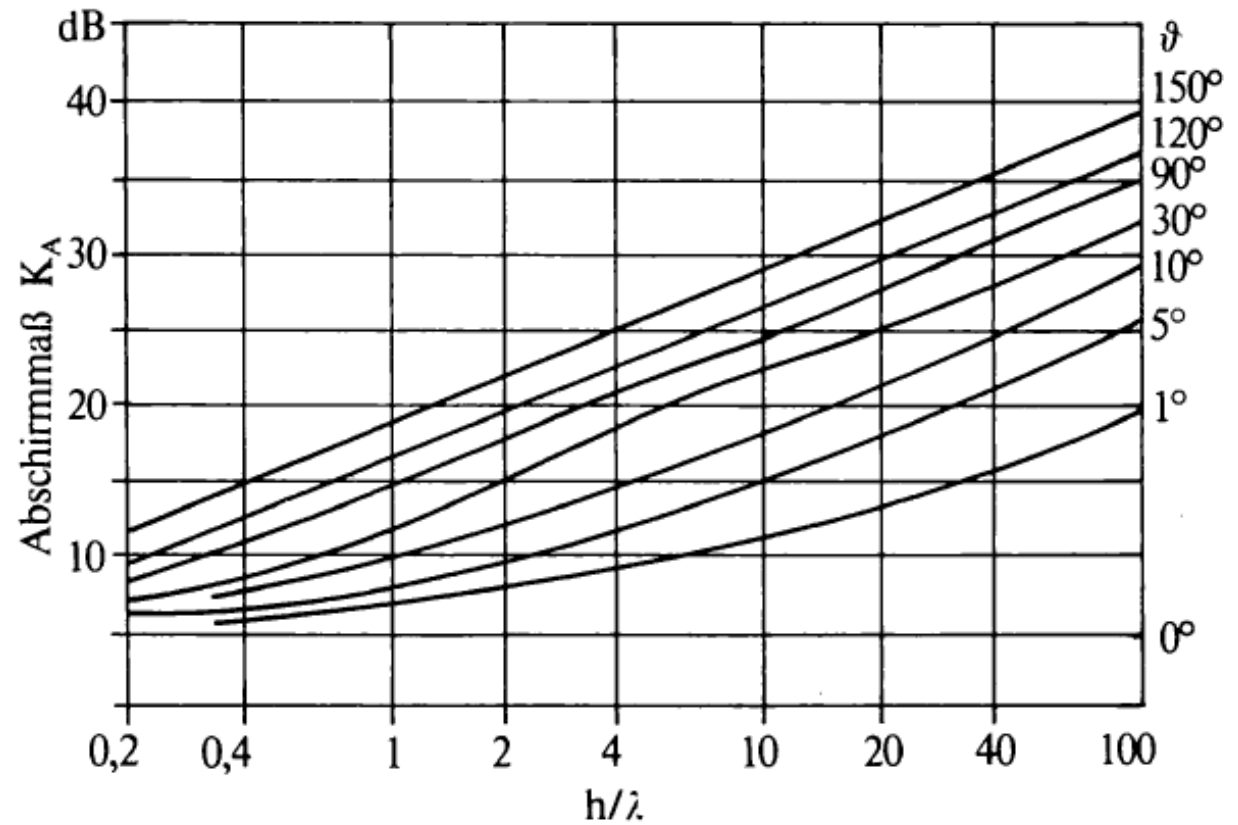
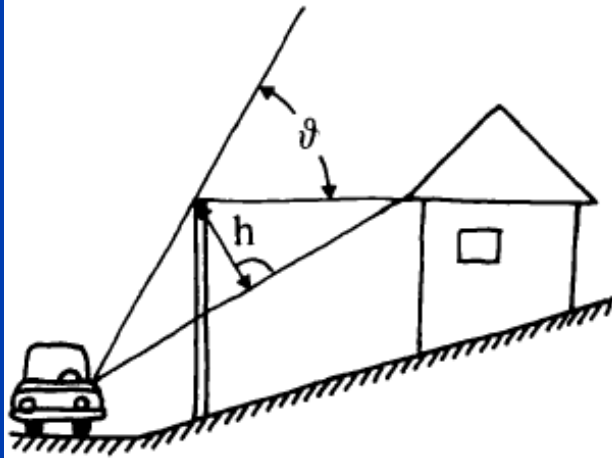
Definition of noise reduction

Als Schalldämm-Maß $R^{1)}$ wird definiert:

$$\begin{aligned} R &= L_1 - L_2 \\ &= 10 \lg \frac{J_1}{J_2} \end{aligned}$$



Noise reduction behind a wall



Noise reduction behind a window

Fenster

Einfachfenster, normal	17–25 dB
Doppelfenster, Isolierverglasung	35–42 dB
Verbundfenster	38–48 dB
Kastenfenster (großer Abstand)	48–55 dB

5. Technical knowledge (sound and materials)

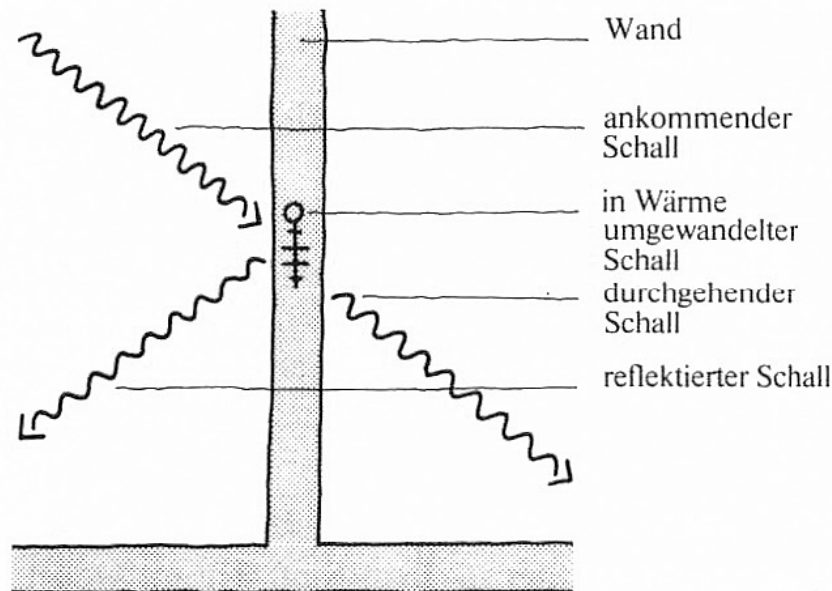
b. Properties of different materials/barriers

Foam and styrofoam

- ◆ Foam and styrofoam (?)
- ◆ More absorption in foam, because the wholes are open.

Noise reduction by walls (generalisation for pupils)

Die Verminderung des Schalls bei der Dämmung durch eine Wand entsteht durch **zwei** Vorgänge:



1. Ein Teil des ankommenden Schalls wird von der Wand zurückgeworfen, wie bei einem Echo (**Reflexion**).
2. Der in die Wand eindringende Schall wird in der Wand teilweise in Wärme umgewandelt (**Dämpfung**).

Die gesamte Verringerung (Dämmung) entsteht also durch Reflexion **und** Dämpfung.

Reduction = Reflection + Absorption

Gute **Dämpfung** erreicht man vor allem mit porösen Stoffen, z.B. Schaumstoff oder verschiedene Arten von Wolle (z.B. Stahlwolle im Auspufftopf). Durch solche Stoffe entsteht viel Reibung zwischen der schwingenden Luft und den Wänden. Dabei wird Schallenergie in Wärmeenergie umgewandelt.

Gute **Reflexion** erhält man vor allem an **glatten, geschlossenen** Oberflächen.

5. Technical knowledge (sound and materials)

c. Experiments with different barriers

Intuitive ideas how to reduce noise

Versuch V 19

Intuitive Lärmdämmung einer vorgegebenen
Lärmquelle

DS/DL

Geräte:

1 Lärmquelle, z. B. Bohrmaschine (Vorsicht, daß das Bohrfutter nicht abfliegt)

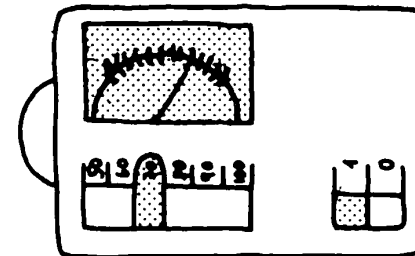
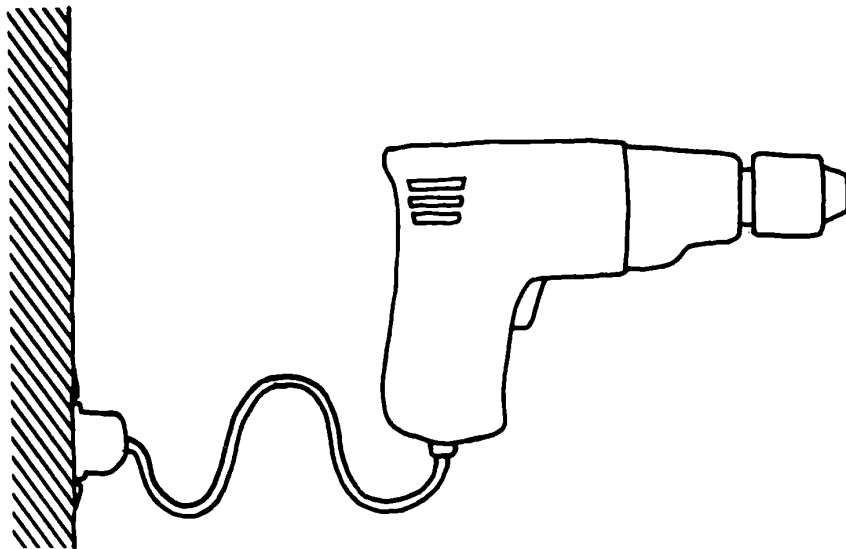
1 Schallpegelmesser mit angeschlossenem Demonstrationsmeßgerät

Verschiedene Materialien, z. B.

Filz- oder Schaumstoffunterlage

Styroporkasten, Pappkarton, Holzkasten, Plastikwanne (evtl. mehrere ineinanderpassend)

Styropor-, Holz-, Schaumstoffplatten.



Noise reduction at the source

Versuch V 17

Lärminderung an der Quelle

DS, DL

Geräte:

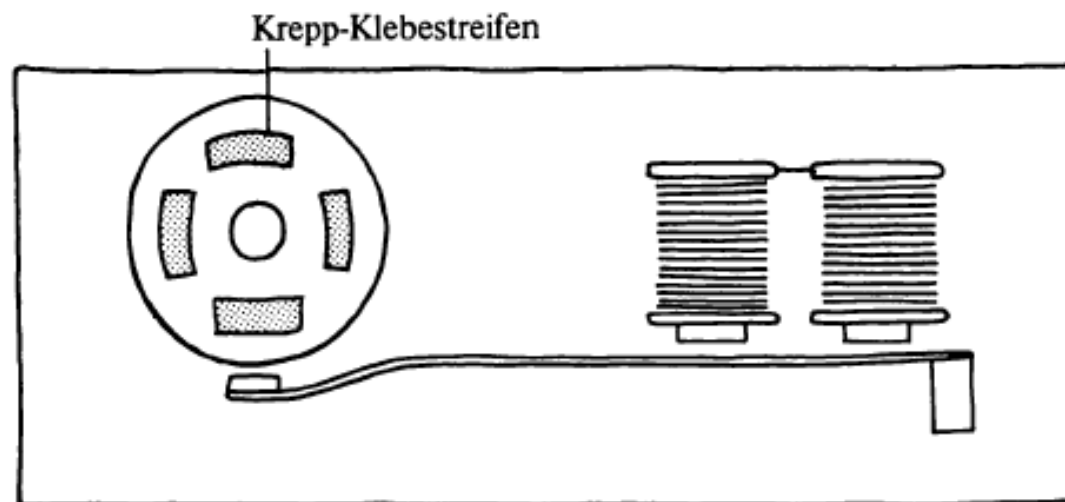
1 elektrische Klingel mit einstellbarer Spannungsquelle

1 Schallpegelmesser (mit angeschlossenem Demonstrationsmeßgerät)

1 Rolle Tesakrepp (oder/und Tesamoll)

Evtl. zusätzlich: Andere manipulierbare Lärmquellen, z. B.

- Bohrmaschine (mit Drehzahlregler)
- Papierkorb oder Kasten, mit und ohne dämpfende Auskleidung (als Modell-Glascontainer)
- Verformung eines Blechstückes durch Biegen, Hämmern, Pressen (Schraubstock)
- Heißluftmotor (evtl. Vergleich mit Benzinmotor von Modellflugzeug oder Moped).



Elektrische Klingel

Noise reduction at the receiver

Versuch V 18

Persönlicher Schallschutz
(Lärminderung beim Empfänger)

Geräte:

1 Lärmquelle (z. B. Bohrmaschine oder Beispiele der Compact-Cassette)

1 Paket Watte

1 Lärmschutzhelm (oder ersatzweise 1 Kopfhörer)

Falls vorhanden: 1 Pegelmesser mit abschraubbarem Mikrofon.



Noise reduction by a barrier of different materials

Versuch V 20	Schall trifft auf eine Wand	DL/DS
--------------	-----------------------------	-------

Geräte:

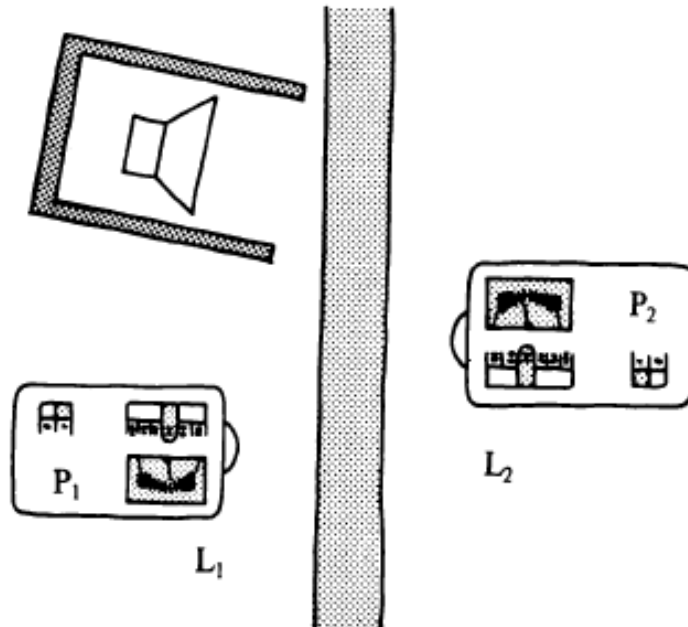
1 Schallquelle Q (z. B. Miniatursummer oder Lautsprecher mit Compact-Cassette Nr. 19)

1 Kasten K aus Pappe oder Holz

1 Schaumstoffunterlage für die Quelle im Kasten

1 (2) Schallpegelmesser P_1 bzw. P_2 mit angeschlossenem Demonstrationsmeßgerät

Verschiedene Wände aus Holz, Schaumstoff, Styropor; evtl. zusätzlich aus Pertinaxplatte gelocht und ungelocht, Blech u.a. (alle etwa gleiches Maß, z. B. 50 x 80 cm), evtl. verschiedene Dicken.



P_1, P_2 = Pegelmesser

K = Kasten aus Holz oder Metall

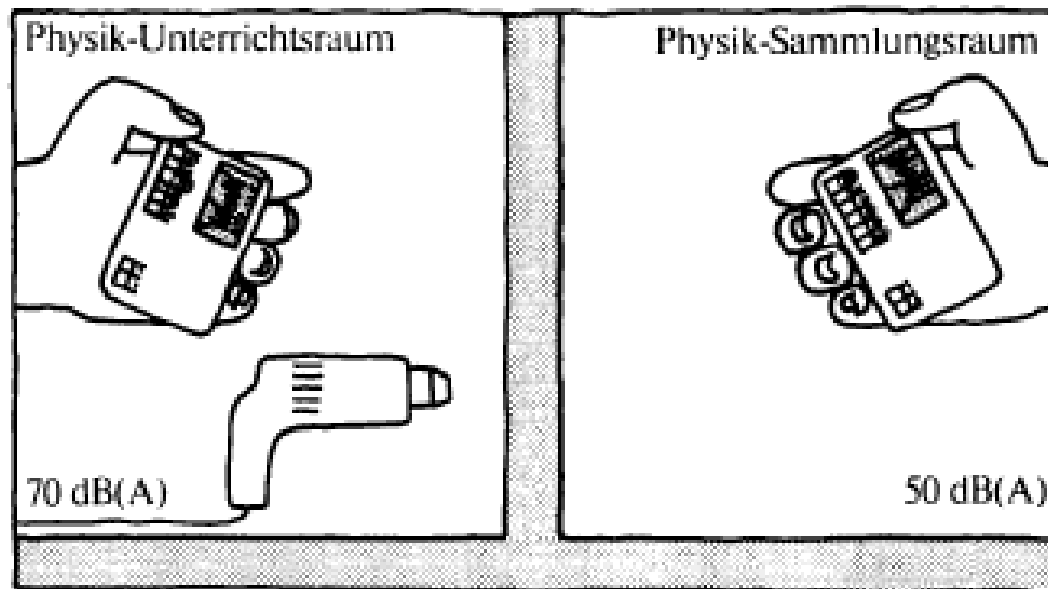
Noise reduction by a wall, window, ...

Versuch V 21

Schalldämmung von Fenster, Tür oder Wand

Geräte:

- 1 Schallquelle (z. B. Bohrmaschine oder Compact-Cassette)
- 1 Schallpegelmesser



Noise reduction by absorbing walls

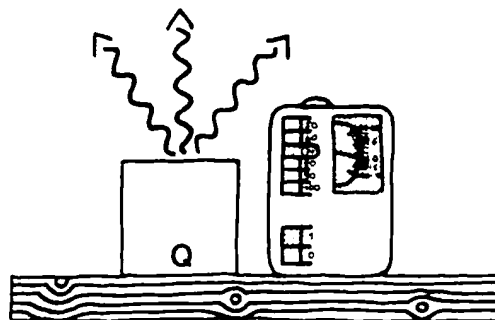
Versuch V 22

Lärminderung durch schallschluckende Wände

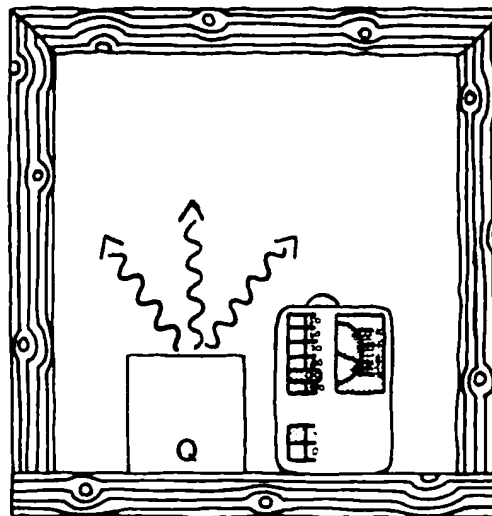
DL/DS

Geräte:

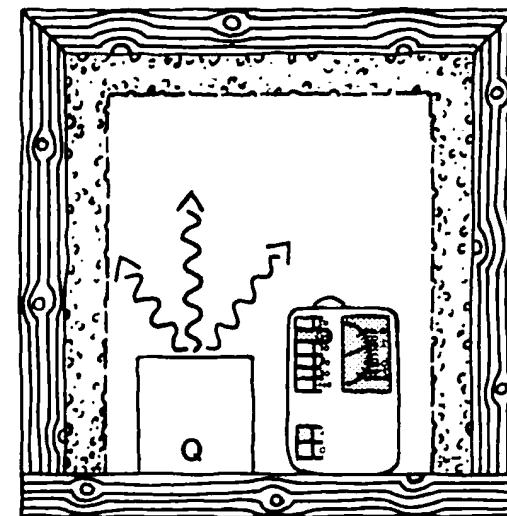
- 1 Schallquelle (z. B. Miniatursummer)
- 2 gleiche Kunststoffkästen (ca. 50 x 50 x 50 cm)
- 5 in den einen Kasten passende Schaumstoffwände zur Auskleidung (ca. 2–5 cm dick)
- 1 Schaumstoffunterlage (ca. 60 x 60 x 5 cm)
- 1 Schallpegelmesser mit angeschlossenem Demonstrationsmeßgerät.



70 dB(A)



90 dB(A)



65 dB(A)

Noise reduction by avoiding sound along solids

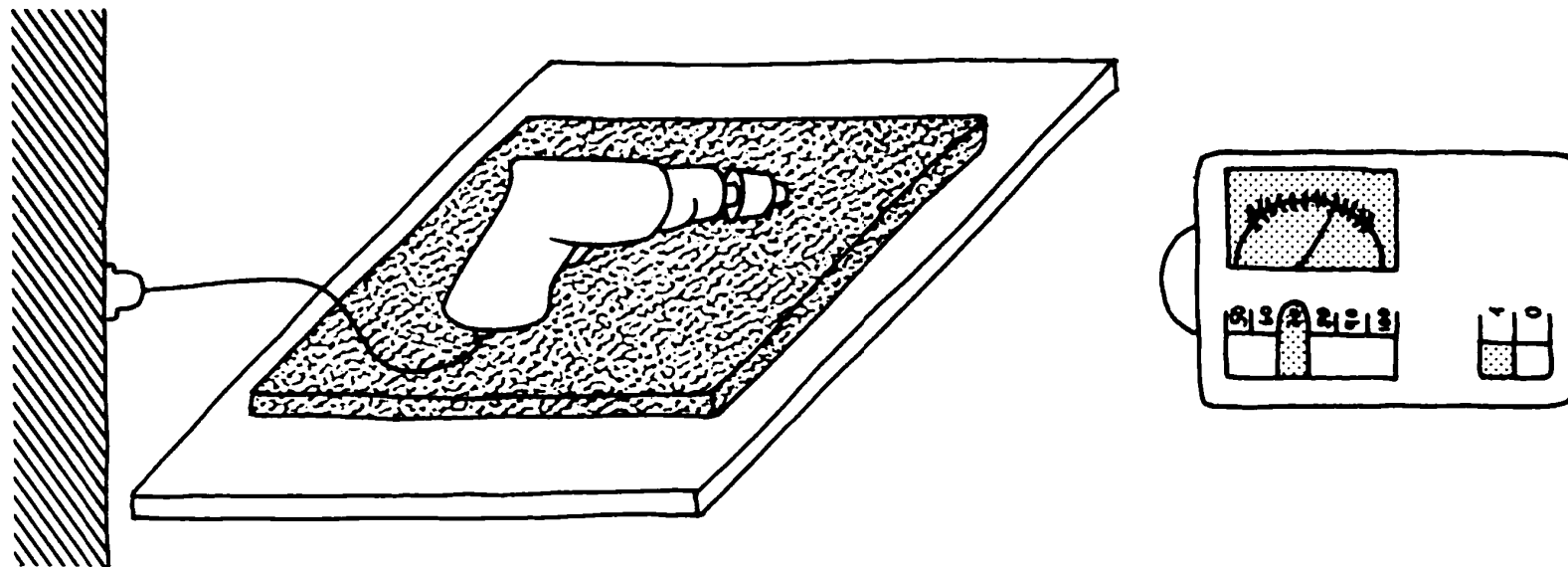
Versuch V 23	Lärminderung durch Verminderung des Körperschalls	DL/DS
--------------	---	-------

Geräte:

1 Schallquelle (z. B. Bohrmaschine)

1 Schallpegelmesser mit angeschlossenen Demonstrationsmeßgerät

Verschiedene Unterlagen zwischen Maschine und Tisch (z. B. Holz, Metall; Schaumstoff, Filz).



Noise reduction by avoiding sound along solids

Nr.	What we do	Effect noise reduction
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Noise reduction by avoiding sound along solids

Nr.	Beschreibung der Maßnahme	Verminderung des Pegels um
1	<i>Holzboxe darüber</i>	<i>15 dB(A)</i>
2	<i>Schaumstoffunterlage</i>	<i>10 dB(A)</i>
3	<i>Holzboxe und Schaumstoffunterlage</i>	<i>25 dB(A)</i>
4	<i>Holzboxe innen mit Schaumstoff ausgekleidet</i>	<i>30 dB(A)</i>
5	<i>Bohrmaschine langsamer</i>	<i>10 dB(A)</i>
6	4 + 5	<i>35 dB(A)</i>

5. Technical knowledge (sound and materials)

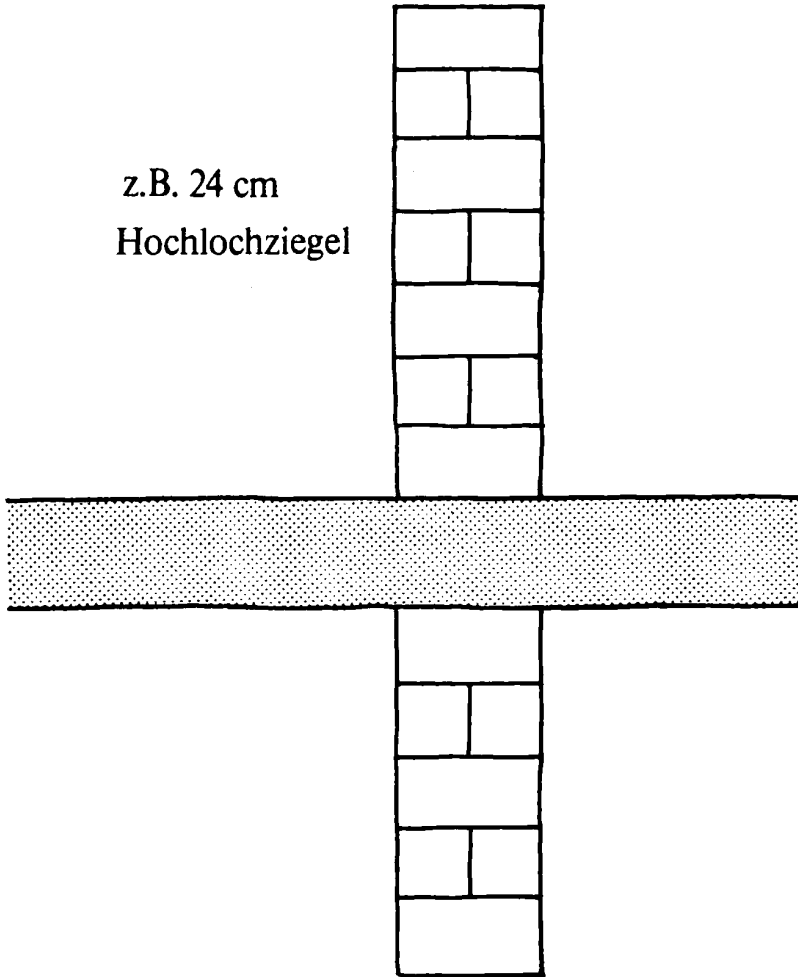
d. Examples from everyday life

Technical knowledge

- ◆ Workers in noisy places should wear **ear defenders**.
- ◆ **Barriers** such as lines of trees, or walls, can be used as barriers to reduce noise levels near sources such as motorways.
- ◆ Hard, glossy surfaces such as glass, bricks and ceramic tiles are efficient **reflectors**;
- ◆ porous surfaces such as carpets and curtains are good **absorbers**. These differences are important in the design of living rooms, recording studios and concert halls.

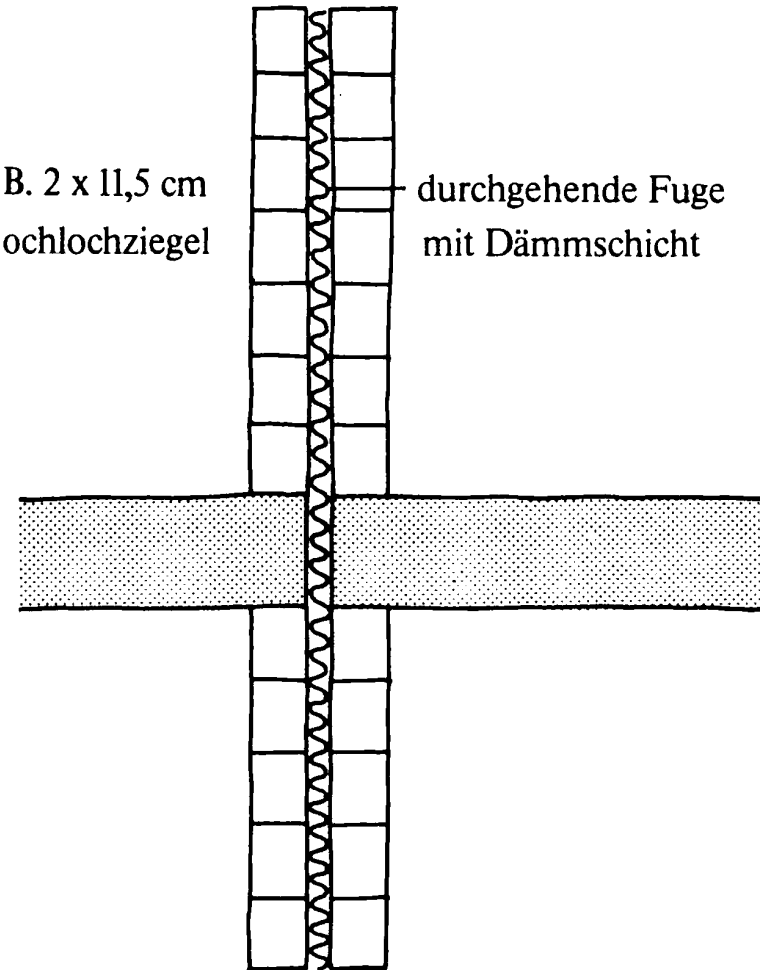
Different walls in houses

z.B. 24 cm
Hochlochziegel



Schalldämmmaß $R = 54 \text{ dB}$
nicht ausreichend

z.B. 2 x 11,5 cm
Hochlochziegel



Schalldämmmaß $R = 65 \text{ dB}$
gut ausreichend

A noise absorber in a motorbike

Versuch V 24

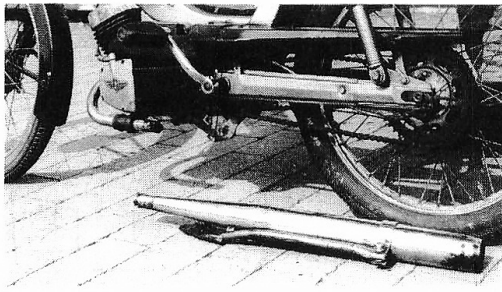
Der Schalldämpfer

DL/DS

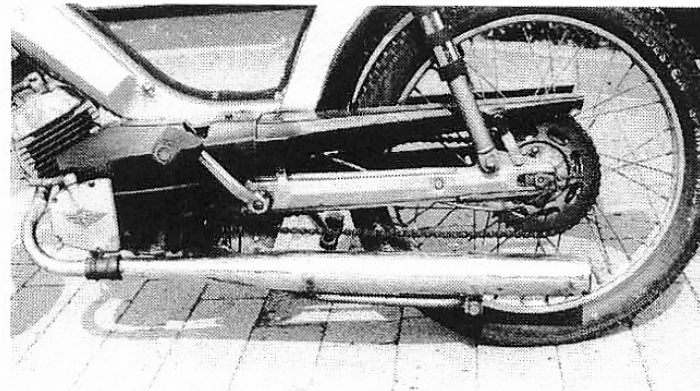
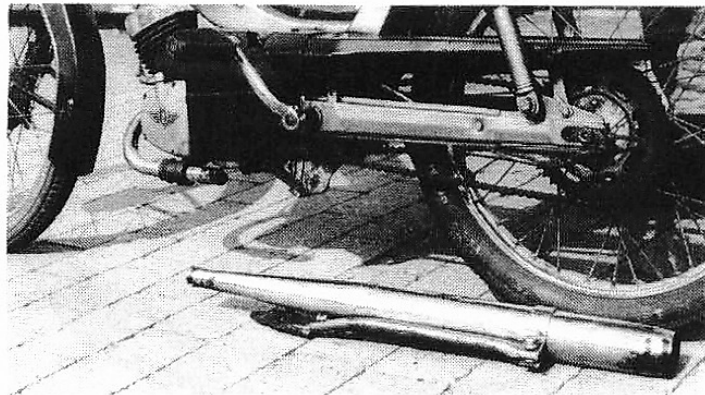
Geräte:

Entweder Compact-Cassette mit Aufnahmen von einem Moped mit/ohne Schalldämpfer
oder ein Moped mit abmontierbarem Schalldämpfer.

1 Schallpegelmesser.



Ein Beispiel für reine Dämpfung



Der Schalldämpfer (Auspuff) „verschluckt“ den Schall. Er wandelt Schallenergie in Wärmeenergie um.

IPN Curriculum Physik 8.2 Lärm

The whole curriculum material in German language

can be ordered as pdf-file by

Hans.Niedderer@mdh.se