

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**

## Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft

**Arbeitsschutz. Leben. Mit Sicherheit.**

Modul M21 an der  
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 1

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

## Wiederholung

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 2

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

## Gefährdungsbeurteilung

§7 GefStoffV ... Gefährdungsbeurteilung

↓

Schutzstufe 1: Tätigkeiten mit geringer Gefährdung

Schutzstufe 2: Grundmaßnahmen zum Schutz der Beschäftigten

Schutzstufe 3: Ergänzende Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit hoher Gefährdung

Schutzstufe 4: Ergänzende Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Gefahrstoffen

Ergänzende Schutzmaßnahmen gegen physikalisch-chemische Einwirkungen, insbesondere gegen Brand- und Explosionsgefahren

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 3

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

## Gefährdungsbeurteilung

§7 GefStoffV ... Gefährdungsbeurteilung

↓

Schutzstufe 1	Mindestmaßnahmen	
Schutzstufe 2	+ erweiterte Maßnahmen	
Schutzstufe 3	+ erweiterte Maßnahmen	+
Schutzstufe 4	+ erweiterte Maßnahmen	

Ergänzende Schutzmaßnahmen gegen physikalisch-chemische Einwirkungen, insbesondere gegen Brand- und Explosionsgefahren

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 4

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

## GHS – Gefahrstoffe weltweit

**Kennzeichnung gem. 67/548/EWG**

**Fristen der Umsetzung** Quelle: baua

Etikett	Alte Kennzeichnung	Neue Kennzeichnung
Stoffe	erlaubt bis 1.12.2010 (Lagerbestände: + 2 Jahre)	erlaubt ab 20.1.2009 zwingend ab 1.12.2010
Gemische	erlaubt bis 1.6.2015 (Lagerbestände: + 2 Jahre)	erlaubt ab 20.1.2009 zwingend ab 1.6.2015
Sicherheitsdatenblatt	Alte Einstufung	Neue Einstufung
Stoffe	zwingend bis 1.6.2015	erlaubt ab 20.1.2009 zwingend ab 1.12.2010
Gemische	zwingend bis 1.6.2015	erlaubt ab 20.1.2009 zwingend ab 1.6.2015

**Kennzeichnung**

**Einstufung, Gemischen**

**GHS – Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals**

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 5

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

## Warum brennt es?

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 6

## Brennstoff - Brandklassen

**A**

Brände fester Stoffe, hauptsächlich organischer Natur, die normalerweise unter Glutbildung verbrennen

z. B. Holz, Papier, Stroh, Kohle, Textilien, Autoreifen

**B**

Brände von flüssigen oder flüssigwerdenden Stoffen

z. B. Benzin, Öle, Fette, Lacke, Harze, Wachse, Teer, Äther, Alkohole, Kunststoffe

**C**

Brände von Gasen

z. B. Methan, Propan, Wasserstoff, Acetylen, Stadtgas

**D**

Brände von Metallen

z. B. Aluminium, Magnesium, Lithium, Natrium, Kalium und deren Legierungen

**F**

Fettbrände in Frittier- und Fettbackgeräten

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 7

## Vorbeugender Brandschutz

- Geeignete Stoffauswahl schließt Brände aus. Steht kein Brennstoff zur Verfügung, kann kein Brand entstehen.
- Wo sich Zündquellen ausschließen lassen, kann ein Brand nicht entstehen. Die notwendige Zündtemperatur wird nicht erreicht.  
**Vorsicht:** Auch physikalische bzw. chemische Reaktionen müssen berücksichtigt werden!
- Ein Brand wird durch ausreichende Sauerstoffzufuhr unterhalten. Wenn der Sauerstoffgehalt der umgebenden Atmosphäre abgesenkt wird, dann kann ein Brand nicht entstehen bzw. sich nur sehr langsam ausbreiten.  
**Vorsicht:** Bei Sauerstoffzufuhr droht eine plötzliche Durchzündung!

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 8

## Feuerwiderstandsklassen

Nach DIN 4102:

F – Wände, Decken, Stützen,  
T – Feuerschutzabschlüsse (Türen, Tore, Klappen),  
G – Brandschutzverglasungen,  
R – Rohrdurchführungen.

Feuerwiderstandsklasse	Feuerwiderstandsdauer in Minuten
F 30	→ 30
F 60	→ 60
F 90	→ 90
F 120	→ 120
F 180	→ 180

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 9

## Brandrauch

Brandrauch ist immer giftig

**Blausäure**

Entsteht beim Verbrennen von Polyurethan, Schaumstoffmatratzen, Polstermöbeln, Wolle, Seide, Daunen

Atemgifte mit Wirkung auf Blut und Nerven

**Ammoniak**

Entsteht beim Verschmelzen von Kunststofffasern, Wolle, Seide, Nylon

Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung

**Kohlenmonoxid**

Entsteht beim Verschmelzen fast aller organischen Produkte

**Kohlendioxid**

entsteht beim offenen Brand

Atemgifte mit erstickender Wirkung

Ca. 90 % aller Brandopfer werden durch eine Rauchvergiftung getötet!

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 10

## Frühdetektion

```

graph TD
    Brand[Brand] --> Rauch[Rauch]
    Brand --> Licht[Licht]
    Brand --> Waerme[Wärme]
    Rauch --> fluechtige[flüchtige Brandstoffe]
    fluechtige --> stoffliche[stoffliche Umsetzung]
    stoffliche --> Rauchmelder[Rauchmelder]
    Licht --> Strahlung[Strahlung]
    Waerme --> Waermeleitung[Wärmeleitung Konvektion]
    Strahlung --> energetische[energetische Umsetzung]
    Waermeleitung --> energetische
    energetische --> WaermeFlammen[Wärmemelder Flammenmelder]
    
```

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 11

## Weiter geht's ...

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 12



## Gesundheitsschutzkennzeichen

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting



F05 Feuerlöscher



F06 Brandmelde-telefon



F07 Mäkel und Geräte zur Brandbekämpfung



F08 Brandmelder (manuell)



F01 Richtungsangabe



F02 Richtungsangabe



F03 Löschschlauch



F04 Leiter

**Brandschutzzeichen gem. ASR 1.3**

\*) Dieser Richtungsfeld darf nur in Verbindung mit einem weiteren Brandschutzzeichen verwendet werden.

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 19

## Abwehrender Brandschutz

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

### Die Löscheffekte

- **Stickeffekt**  
Verdünnen, Abmagern, Trennen, Vermindern des Sauerstoffgehaltes auf weniger als 15 Vol.-%.
- **Inhibitionseffekt (Antikatalyse)**  
Verzögern der Oxidationsgeschwindigkeit durch reaktionshemmende Stoffe, z. B. Löschpulver.
- **Kühleffekt**  
Herabsetzen der Reaktionstemperatur, insbesondere durch Wasser.

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 20

## Löscheffekte

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Vorbedingungen des Brennens	Unterbrechung des Brennens	Löscheffekt
Brennbarer Stoff	Beseitigung des brennbaren Stoffes	Stickeffekt („Verdünnung“)
Sauerstoff	Beseitigung des Sauerstoffes	Stickeffekt
Richtiges Mengenverhältnis	Beseitigung reaktionsfähiger Mengenverhältnisse	Stickeffekt
Zündenergie Mindestbrenntemperatur	Verringerung der Reaktionstemperatur	Kühleffekt
Katalysatoren (z. B. Staubpartikel, Eisenrost)	Einfluss reaktionshemmender Stoffe	Inhibitionseffekt

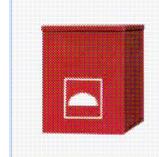
M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 21

## Selbsthilfeeinrichtungen

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting









M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 22

## Feuerlöscher

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Ein tragbarer Feuerlöscher ist ein tragbares Kleinlöschgerät mit einem Gesamtgewicht von maximal 20 Kilogramm. Er dient dem Ablöschen von Klein- und Entstehungsbränden. Er enthält Löschmittel, das durch gespeicherten oder bei Inbetriebnahme erzeugten Druck ausgestoßen wird.

Tragbare Feuerlöscher sind in der Europäischen Norm EN 3 geregelt.

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 23

## Bedienungsanleitung

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting





M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 24

### Eignung von Feuerlöschern

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

		A	B	C	D	F
<b>Pulverlöscher mit Glutbrandpulver</b>	<b>PG</b>	✓	✓	✓	✗	✗
<b>Pulverlöscher mit Metallbrandpulver</b>	<b>PM</b>	✗	✗	✗	✓	✗
<b>Pulverlöscher</b>	<b>P</b>	✗	✓	✓	✗	✗
<b>Kohlendioxidlöscher</b>	<b>K</b>	✗	✓	✗	✗	✗
<b>Wasserslöscher "B" nur mit spez. Zusätzen</b>	<b>W</b>	✓	✗	✗	✗	✗
<b>Schaumlöscher</b>	<b>S</b>	✓	✓	✗	✗	✗
<b>Fettbrandlöscher</b>	<b>F</b>	✗	✗	✗	✗	✓

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 25

### Brandgefährdung

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Beispielhafte Zuordnung von Betriebsbereichen zur Brandgefährdung		
gering	mittel	groß
<b>Verkauf, Handel, Lagerung</b> Lager mit nicht brennbaren Baustoffen, z. B. Fliesenkeramik mit geringem Verpackungsanteil; Verkaufsräume mit nicht brennbaren Artikeln, z. B. Getränke, Pflanzen und Frischblumen, Gärtnereien; Lager mit nicht brennbaren Stoffen und geringem Verpackungsanteil.	Lager mit brennbarem Material; Holzlager im Freien; Verkaufsräume mit brennbaren Artikeln, z. B. Buchhandel, Radio-Fernsehhandel, Lebensmittel, Textilien, Papier, Foto, Bau- u. Heimwerkermarkt, Bäckereien, Chemischreinigung; Ausstellung/Lager für Möbel; Lagerbereich für Leergut und Verpackungsmaterial; Reifenlager.	Lager mit leicht entzündlichen bzw. leicht entflammbaren Stoffen; Speditionslager; Lager mit Lacken und Lösemitteln; Altpapierlager; Baumwolllager, Holzlager, Schaumstofflager.

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 26

### Brandgefährdung

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Beispielhafte Zuordnung von Betriebsbereichen zur Brandgefährdung		
gering	mittel	groß
<b>Verwaltung, Dienstleistung</b> Eingangs- und Empfangshallen von Theatern, Verwaltungsgebäuden; Arztpraxen, Anwaltspraxen, EDV-Bereiche ohne Papier, Bürobereiche ohne Aktenlagerung, Büchereien.	EDV-Bereich mit Papier; Küchen, Gastbereiche mit Hotels, Pensionen; Bürobereiche mit Aktenlagerung, Archive.	Kinos, Diskotheken; Theater Bühnen; Abfallsammelräume.

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 27

### Brandgefährdung

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Beispielhafte Zuordnung von Betriebsbereichen zur Brandgefährdung		
gering	mittel	groß
<b>Industrie</b> Ziegelei, Betonwerk; Herstellung von Glas und Keramik; Papierherstellung im Nassbereich; Konservenfabrik; Herstellung elektrotechnischer Artikel/Geräte; Brauereien/Herstellung von Getränken; Stahlbau; Maschinenbau.	Brotfabrik; Leder- und Kunststoffverarbeitung; Herstellung von Gummiwaren; Kunststoff-Spritzgießerei; Kartonagen; Montage von Kfz/Haushaltsgeräten; Baustellen ohne Feuerarbeiten.	Möbelherstellung, Spanplattenherstellung, Webereien, Spinnereien, Herstellung von Papier im Trockenbereich, Verarbeitung von Papier, Getreidemöhlen und Futtermittel, Baustellen mit Feuerarbeiten, Schaumstoff-, Dachpappenherstellung, Verarbeitung von brennbaren Lacken und Klebern, Lackier- und Pulverbeschichtungsanlagen und -geräte, Raffinerien, Öl-Härtereien, Druckereien, petrochemische Anlagen, Verarbeitung von brennbaren Chemikalien.

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 28

### Brandgefährdung

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Beispielhafte Zuordnung von Betriebsbereichen zur Brandgefährdung		
gering	mittel	groß
<b>Handwerk</b> Gärtnerei, Galvanik, Dreherei, mechanische Metallbearbeitung, Fräserei, Bohrererei, Stanzererei.	Schlosserei, Vulkanisierung; Leder/Kunstleder und Textilverarbeitung, Backbetrieb, Elektrowerkstatt.	Kfz-Werkstatt; Tischlerei/Schreinerei; Polsterei.

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 29

### Anzahl der Feuerlöcher

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Grundfläche bis m <sup>2</sup>	Löschmitteleinheiten LE			Feuerlöscher nach DIN EN 3	
	geringe Brandgefährdung	mittlere Brandgefährdung	große Brandgefährdung	A	B
50	6	12	18	5 A	21 B
100	9	18	27	8 A	34 B
200	12	24	36	13 A	55 B
300	15	30	45		89 B
400	18	36	54	21 A	113 B
500	21	42	63	27 A	144 B
600	24	48	72	34 A	
700	27	54	81	43 A	183 B
800	30	60	90	55 A	233 B
900	33	66	99		
1000	36	72	108		
je weitere					
250	6	12	18		

Werden Feuerlöscher für die Brandklassen A und B eingesetzt und haben sie für die Brandklassen unterschiedliche Löschmitteleinheiten LE, ist der niedrigere Wert anzusetzen.

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11 30

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

## Berechnung eines Beispiels ...

**Szenario:**  
In Ihrem Betrieb existiert eine Schreinerei mit einer Grundfläche von 268m<sup>2</sup>.  
Wählen Sie die geeignete Art und Anzahl der Feuerlöscher gemäß der DIN EN 3 bzw. BGR 133 aus.  
Begründen Sie Ihre Wahl bzgl.

- Art der Feuerlöscher
- Anzahl der Feuerlöscher

Bezeichnung	für Brandklasse	Löschleistung	Preis
Pulver-Löscher „PD“ (6kg)	A, B, C	34 A, 183 B	66,-
Pulver-Löscher „PD“ (12kg)	A, B, C	55 A, 233 B	99,-
Wasser-Löscher „Wl“ (6l)	A	13 A	128,-
Schaum-Löscher „SKK“ (6l)	A, B	21 A, 233 B	171,-
Kohlendioxid-Löscher „KS“ (2kg)	B	34 B	139,-

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 31

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

## Erreichbarkeit

**Leichte Erreichbarkeit sicherstellen:**  
Griffhöhe ca. 0,6 bis 1,2 m über Bodenoberkante

- mindestens 1 pro Arbeitsstätte
- mindestens einer pro Etage
- mindestens ca. 6 kg Löscher, üblich 4-12 kg ABC oder Wasserlöscher 9 l und 2 kg CO<sub>2</sub>

**Wetterschutz**

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 32

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

## Unterweisung

**Ideal:**  
Theoretische Unterweisung in Verbindung mit praktischer Übung

**Mindestens:**  
Jährliche theoretische Unterweisung an Hand von Flucht- und Rettungsplänen, Betriebsanweisungen etc.

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 33

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

## Rechtsgrundlagen zum Nachschlagen

- TRBS 2152 „Gefährliche Explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“
- TRBS 2152 Teil 1 „Gefährliche Explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“
- TRBS 2152 Teil 2 „Gefährliche Explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung oder Einschränkung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre“
- TRBS 2152 Teil 3 „Gefährliche Explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“
- TRBS 2152 Teil 4 „Gefährliche Explosionsfähige Atmosphäre – Konstruktive Maßnahmen, welche die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken“ (Konstruktiver Explosionsschutz)
- TRBS 2154 „Explosionsschutzdokument“

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 34

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

## Rechtsgrundlagen zum Nachschlagen

- BGV/GUV-V A 1 „Grundsätze der Prävention“
- BGV/GUV-V D 34 „Verwendung von Flüssiggas“
- BGR/GUV-R 500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“
- BGR/ GUV-R 133 „Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“
- BGI/GUV-I 560 Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 35

**Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit**  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

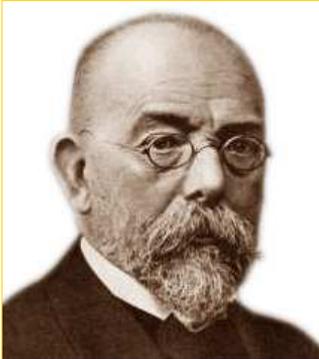
## ... weiter geht's

# Lärm

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 36

## Lärm

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting



„Eines Tages wird der Mensch den Lärm ebenso bekämpfen müssen wie Pest und Cholera“

Robert Koch

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11

37

## Schäden durch Lärm

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting



Häufigste Berufskrankheiten

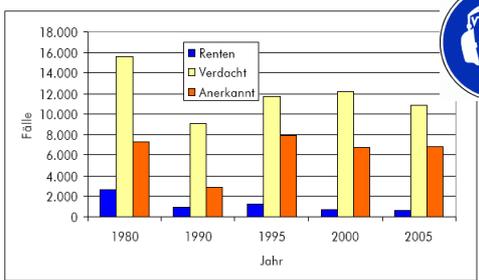
1. Lärmschwerhörigkeit
2. Infektionserkrankungen
3. Hauterkrankungen

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11

38

## Erkrankungen

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting



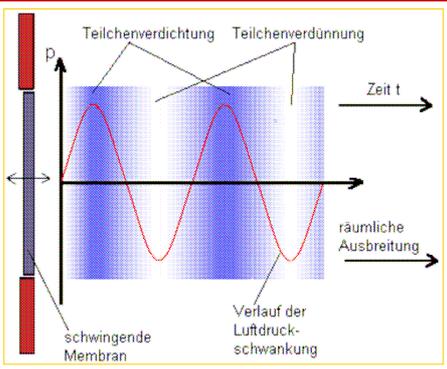

Jahr	Renteln	Verdacht	Anerkannt
1980	~2.500	~15.500	~7.500
1990	~1.500	~9.500	~3.500
1995	~1.500	~11.500	~8.500
2000	~1.500	~12.500	~7.500
2005	~1.500	~11.500	~7.500

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11

39

## Schall

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting



Teilchenverdichtung    Teilchenverdünnung

Zeit t

räumliche Ausbreitung

schwingende Membran

Verlauf der Luftdruckschwankung

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11

40

## Zeitbasis

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

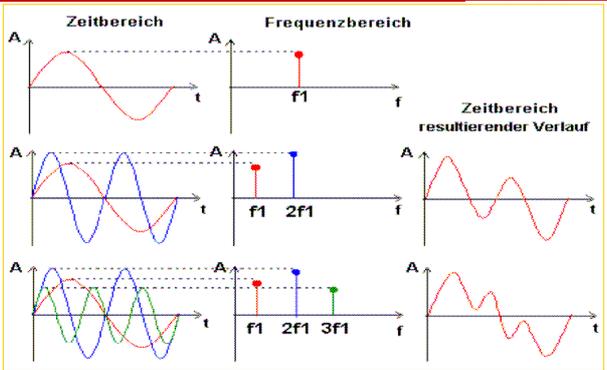
	Anstiegszeit	Abklingzeit
Fast	125 ms	125 ms
Slow	1000 ms	1000 ms
Impuls	35 ms	1500 ms
Peak	< 100 µs	

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11

41

## Frequenzen

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting



Zeitbereich    Frequenzbereich

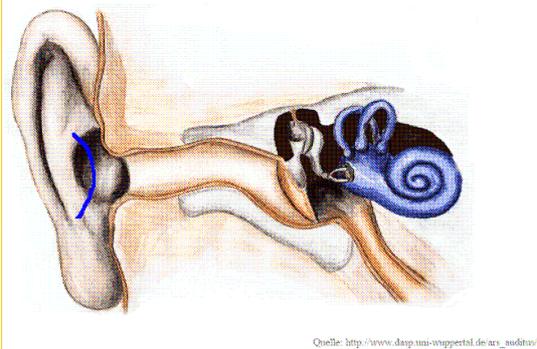
Zeitbereich resultierender Verlauf

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11

42

### Das Ohr

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

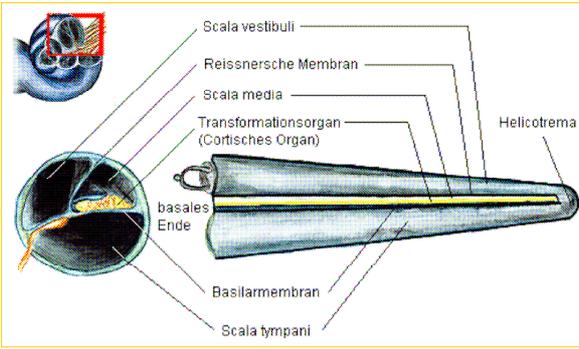


Quelle: [http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars\\_auditus](http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars_auditus)

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11
43

### Die Schnecke

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

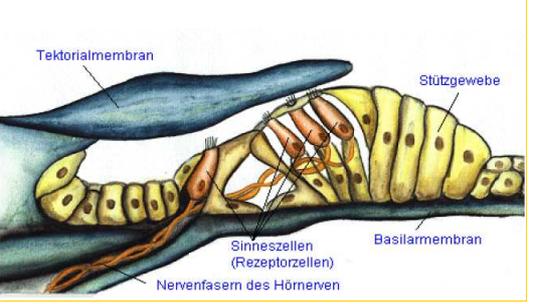


[http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars\\_auditus/index.html](http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars_auditus/index.html)

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11
44

### Vom Schall zum Nervenreiz

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

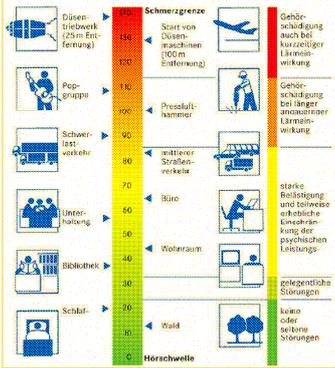


[http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars\\_auditus/index.html](http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars_auditus/index.html)

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11
45

### Was hört man wie?

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting



M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11
46

### Was hört man wie?

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

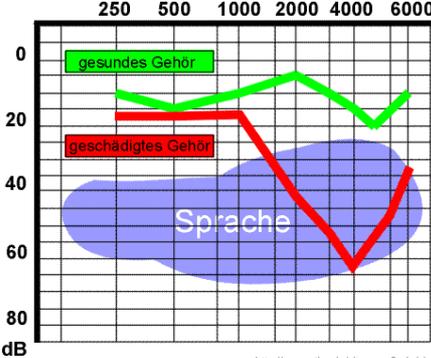
Situation bzw. Schallquelle	Entfernung von Schallquelle bzw. Messort	Schalldruck p in Pascal	Schalldruckpegel L <sub>p</sub> in dB re 20 µPa
Düsenflugzeug	30 Meter	630 Pa	150 dB (A)
Gewehrusschuss	1 m	200 Pa	140 dB (A)
Schmerzschwelle	am Ohr	100 Pa	134 dB (A)
Gehörschäden bei kurzfristiger Einwirkung	am Ohr	ab 20 Pa	120 dB (A)
Kampfflugzeug	100 Meter	6,3 - 200 Pa	110 - 140 dB (A)
Presslufthammer / Diskothek	1 m / am Ohr	2 Pa	100 dB (A)
Gehörschäden bei langfristiger Einwirkung	am Ohr	ab 0,63 Pa	90 dB (A)
Hauptverkehrsstraße	10 Meter	0,2 - 0,63 Pa	80 - 90 dB (A)
Pkw	10 Meter	0,02 - 0,2 Pa	60 - 80 dB (A)
Fernseher auf Zimmerlautstärke	1 m	0,02 Pa	ca. 60 dB (A)
Sprechender Mensch (normale Unterhaltung)	1 m	2 · 10 <sup>-3</sup> - 6,3 · 10 <sup>-3</sup> Pa	40 - 60 dB (A)
Sehr ruhiges Zimmer	am Ohr	2 · 10 <sup>-4</sup> - 6,3 · 10 <sup>-4</sup> Pa	20 - 30 dB (A)
Blätterrauschen, ruhiges Atmen	am Ohr	6,32 · 10 <sup>-5</sup> Pa	10 dB (A)
Hörschwelle bei 2 kHz	am Ohr	2 · 10 <sup>-5</sup> Pa (20 µPa)	0 dB (A)

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

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11
47

### Hörkurve

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting



[http://www.stbg.de/site.aspx?url=/sich\\_ges/taerm/taerm02.htm](http://www.stbg.de/site.aspx?url=/sich_ges/taerm/taerm02.htm)

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11
48

## Lautstärkeempfinden

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Das Phon ist die Maßeinheit der psychoakustischen Größe **Lautstärkepegel**.

Der Lautstärkepegel in Phon wird dazu benutzt, die **empfundene** Lautstärke zu beschreiben, mit der ein Mensch ein Hörereignis wahrnimmt.

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Akustik\_db2phon.jpg

49

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11

## Frequenzbewertung

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Frequenz-Bewertung

50

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11

## DeziBel

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Das Bel (B) ist eine nach Alexander Graham Bell benannte Hilfsmaßeinheit zur Kennzeichnung von Pegeln und Maßen. Sie stellt das Verhältnis gleichartiger Leistungs- bzw. Energiegrößen dar. Diese logarithmischen Größen finden ihre Anwendung unter anderem in der Akustik und allgemein in der Technik um Spannwerten von besonders kleinen zu besonders großen Zahlen gut darstellen zu können.

In der Praxis ist die Verwendung des zehnten Teils eines Bels (Dezibel, Einheitenzeichen dB) üblich.

$$L = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB} = 10 \times 10 \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB}$$

51

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11

## Schalldruckpegel

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

In linearen Systemen verhalten sich die Leistungs- bzw. Energiegrößen  $P$  proportional zu den Quadraten der einwirkenden Effektivwerte von Feldgrößen (z. B. Schalldruck  $p$ ).

Soll von Feldgrößen ausgehend ein Pegel (Schalldruckpegel) berechnet werden, geschieht dies über das Verhältnis der Quadrate dieser Größen.

$$P \sim p^2$$

52

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11

## Schalldruckpegel

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Es gilt:

$$p_x = \text{gemessener Schalldruck am Ort}$$

$$p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa (Hörschwelle)}$$

$$L_p = 10 \times 10 \lg \left( \frac{p_x^2}{p_0^2} \right) \text{ dB}$$

bzw. Entlogarithmierung:

$$\frac{p_x^2}{p_0^2} = 10^{\frac{L_p}{10}} \text{ dB}$$

53

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11

## Hörschwelle = 0 dB

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

An der Hörschwelle  $p_0$  gilt:

$$p_x = p_0$$

$$p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$$

$$L_{p_0} = 10 \times 10 \lg \left( \frac{p_0^2}{p_0^2} \right) \text{ dB}$$

$$L_{p_0} = 10 \times 10 \lg(1) \text{ dB}$$

$$L_{p_0} = 10 \times 0 \text{ dB}$$

$$L_{p_0} = 0 \text{ dB}$$

54

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft" Wintersemester 2010/11

### Schmerzgrenze = 120 dB

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

An der Schmerzgrenze p gilt:

$$p_x = 20\text{Pa}, p_0 = 2 \times 10^{-5}\text{Pa}$$

$$L_{p_x} = 10 \times \lg\left(\frac{20\text{Pa}^2}{0,00002\text{Pa}^2}\right) \text{dB}$$

$$L_{p_x} = 10 \times \lg\left(\frac{400}{4 \times 10^{-10}}\right) \text{dB}$$

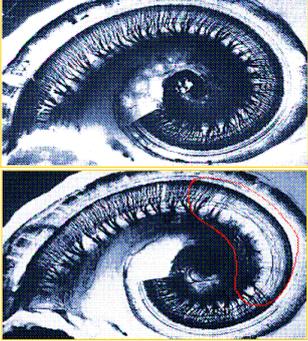
$$L_{p_x} = 10 \times \lg(1 \times 10^{12}) \text{dB} = 10 \times 12 \text{dB}$$

$$\underline{L_{p_x} = 120\text{dB}}$$

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 55

### ... und so sieht's aus:

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting



M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 56

### Grenzwerte

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Der **Tages-Lärmexpositionspegel** ( $L_{EX,8h}$ ) ist der über die Zeit gemittelte Lärmexpositionspegel bezogen auf eine Achtstundenschicht. Er umfasst alle am Arbeitsplatz auftretenden Schallereignisse.

$$L_{ges} = 10 \times \lg\left(\frac{1}{\sum_i t_i} \left(10^{\frac{L_1}{10}} \times t_1 + 10^{\frac{L_2}{10}} \times t_2 + \dots + 10^{\frac{L_i}{10}} \times t_i\right)\right) \text{dB}$$

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 57

### Grenzwerte

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Der **Wochen-Lärmexpositionspegel** ( $L_{EX,40h}$ ) ist der über die Zeit gemittelte Tages-Lärmexpositionspegel bezogen auf eine 40-Stundenwoche.

Der **Spitzenschalldruckpegel** ( $L_{pC,peak}$ ) ist der Höchstwert des momentanen Schalldruckpegels.

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 58

### Grenzwerte

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Auslösewerte und Expositionsgrenzwerte	Neue RL Lärm 2003/10/EG [1]	Bisherige Richtlinie Lärm 86/188/EWG [2]
unterer Auslösewert (Art. 3 (1 c))	$L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$	85 dB(A)
oberer Auslösewert (Art. 3 (1 b))	$L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$	90 dB(A)
Expositionsgrenzwert (Art. 3 (1 a) in Verbindung mit Art. 7: Dämmende Wirkung des persönlichen Gehörschutzes muss berücksichtigt werden (Art. 3 (2))	$L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$	nicht vorhanden
Wochen-Lärmexpositionspegel (Art. 3 (3))	unter begründeten Umständen zur Anwendung der Expositionsgrenzwerte/ Auslösewerte, sofern der Expositionsgrenzwert $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$ nicht überschritten wird und geeignete Maßnahmen getroffen werden, um Risiken auf Mindestmaß zu verringern	Ausnahme nach Art. 9(1)

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 59

### Grenzwerte

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Auslösewerte und Expositionsgrenzwerte	Neue RL Lärm 2003/10/EG [1]	Bisherige Richtlinie Lärm 86/188/EWG [2]
unterer Auslösewert (Art.3(1c))	$L_{C,peak} = 135 \text{ dB(C)}$	nicht bewerteter momentaner Schalldruck > 140 dB
oberer Auslösewert (Art.3(1b))	$L_{C,peak} = 137 \text{ dB(C)}$	nicht bewerteter momentaner Schalldruck > 140 dB
Expositionsgrenzwert (Art. 3 (1 a) in Verbindung mit Art. 7): Dämmende Wirkung des persönlichen Gehörschutzes muss berücksichtigt werden (Art. 3 (2))	$L_{C,peak} = 140 \text{ dB(C)}$	nicht vorhanden

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11 60

## Rechnen mit Schalldruckpegeln

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

0 + 0 = 3

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/1161

## Rechnen mit Schalldruckpegeln

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Für die Addition von Schalldruckpegeln gilt:

$$L_{ges} \neq L_1 + L_2 + \dots + L_x$$

$$L_{ges} = 10 \times \lg \left( \frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_x^2}{p_0^2} \right) \text{dB}$$

$$L_{ges} = 10 \times \lg \left( \frac{p_1^2}{p_0^2} + \frac{p_2^2}{p_0^2} + \dots + \frac{p_x^2}{p_0^2} \right) \text{dB}$$

$$L_{ges} = 10 \times \lg \left( 10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_x}{10}} \right) \text{dB}$$

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/1162

## Faustformeln

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

**Zwei gleiche Schalldruckpegel führen zu einer Erhöhung um 3 dB!**

**Bei einer Entfernungsverdopplung von einer punktförmigen Schallquelle nimmt der Schallpegel um 6 dB ab!**

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/1163

## Maßnahmen

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

**$L_{Ard} > 85 / 90 \text{ * dB(A)}$  oder  $L_{peak} > 140 \text{ dB}$**

- \*Aufstellen eines Lärminderungsprogramms
- \*Gehörschutzmittel sind zu benutzen
- \*Kennzeichnung des Lärmbereichs
- Information der Mitarbeiter (Unterweisung nach §9)
- Zur Verfügung stellen von Gehörschutzmitteln
- Vorsorgeuntersuchungen des Hörvermögens

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/1164

## Zeitliche Abhängigkeit ...

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

Exposure Time	Sound Pressure Level (dB(A))
8h	80dB(A)
4h	83dB(A)
2h	86dB(A)
1h	89dB(A)

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/1165

## Rechtsgrundlagen

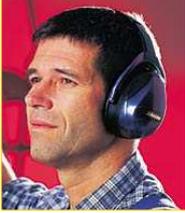
Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

- 89/391/EWG; Auswahl gefährdungsarmer Arbeitsmittel
- 86/188/EWG; Geräuschangaben müssen zur Verfügung gestellt bzw. ermittelt werden
- 89/392/EWG → ersetzt durch: 98/37/EG; Lärminderung bei der Konstruktion; Geräuschangabe zur Information des Käufers → 2006/42/EG Neufassung
- 2003/10/EG; Mindestvorschriften zum Schutz der AN vor Lärm (17. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)
- Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG; 1973)
- Berufsgenossenschaftliche Verordnungen (BGV; 1974)
- Arbeitsstättenverordnung (1975)
- Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG; 1992)
- Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrArbSchV 2007)

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/1166

**Schluss mit Lärm!**

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting



M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11

67

**Auf Wiedersehen!**

Arbeitsschutz  
Leben  
Mit Sicherheit  
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**  
**Ich wünsche Ihnen einen unfallfreien  
Heimweg!**  
**Bis zum nächsten Mal, am 15.12.2010.**

Diese Präsentation finden Sie auf:  
<http://www.fuettingberlin.de>

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"  
Wintersemester 2010/11

68