

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

Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft

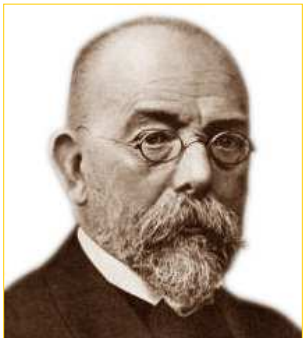
Arbeitsschutz. Leben. Mit Sicherheit.

Modul M21 an der
Beuth Hochschule für Technik Berlin

M21 "Arbeitsschutz und Arbeitswissenschaft"
Wintersemester 2013/2014

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

... weiter geht's: Lärm



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

Wintersemester 2013/2014

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

Schäden durch Lärm



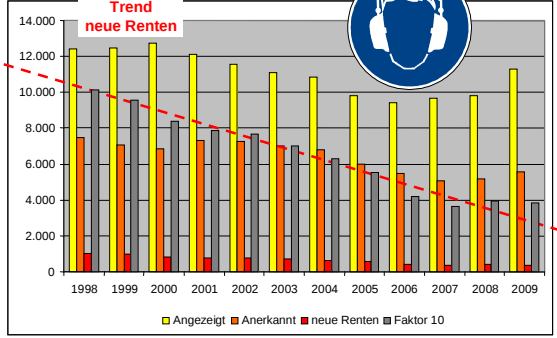
Häufigste angezeigte Berufskrankheiten im Jahr 2009:

1. Hauterkrankungen (BK 5101) 19.700
2. **Lärmschwerhörigkeit (BK 2301) 11.302**
3. Lendenwirbelsäule (BK 2108) 5.516
4. ...

Wintersemester 2013/2014

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

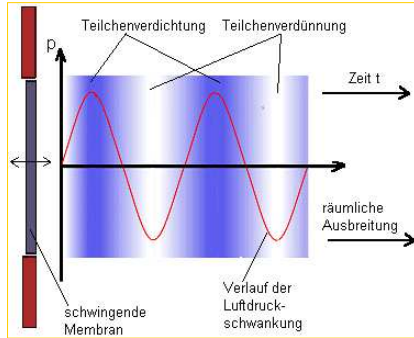
Erkrankungen BK2301

Wintersemester 2013/2014

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

Schall



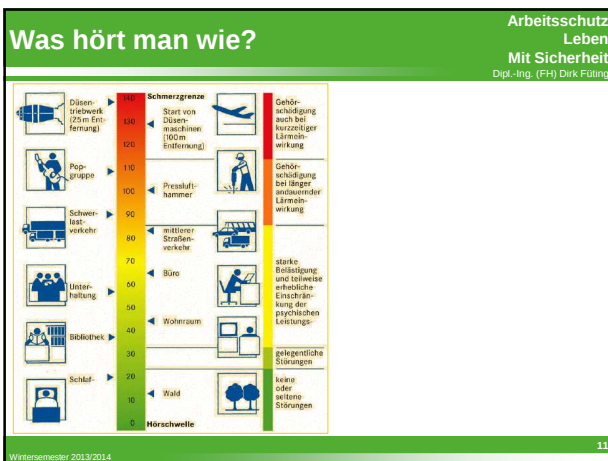
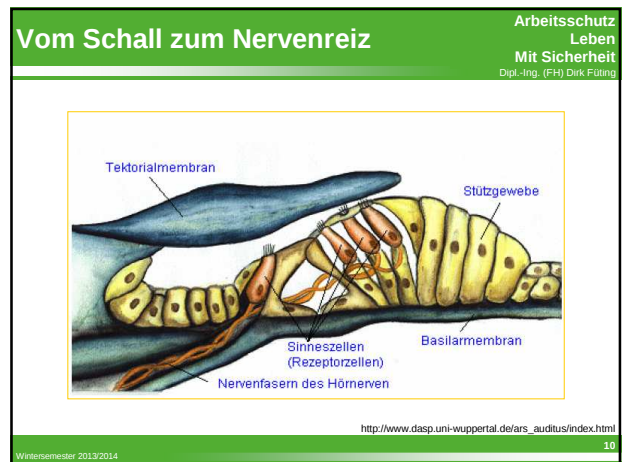
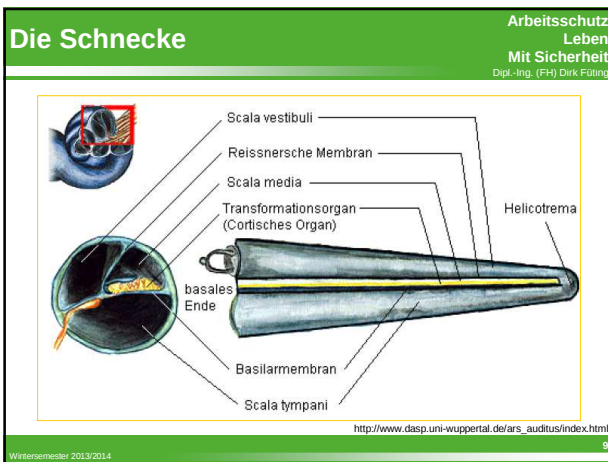
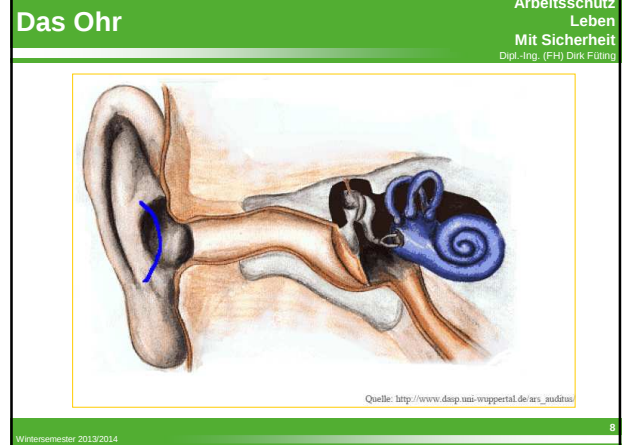
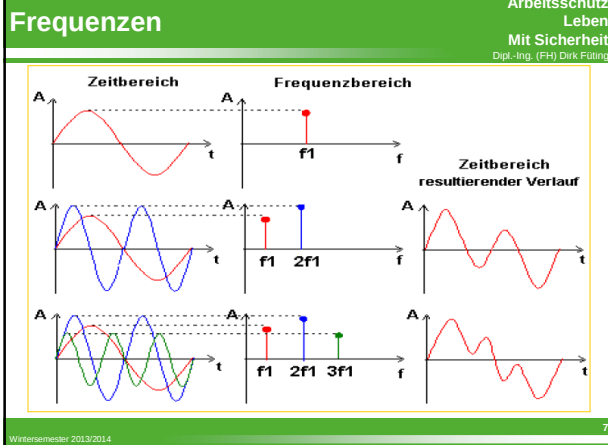
Wintersemester 2013/2014

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

Zeitbasis

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

Wintersemester 2013/2014



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_p in dB re 20 μ Pa
Düsenflugzeug	30 Meter	630 Pa	150 dB (A)
Gewehrschuss	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)
Platz	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	$2 \cdot 10^{-3} - 6,3 \cdot 10^{-3}$ Pa	40 - 60 dB (A)
Sehr ruhiges Zimmer	am Ohr	$2 \cdot 10^{-4} - 6,3 \cdot 10^{-4}$ Pa	20 - 30 dB (A)
Blätterrauschen, ruhiges Atmen	am Ohr	$6,32 \cdot 10^{-5}$ Pa	10 dB (A)
Hörschwelle bei 2 kHz	am Ohr	$2 \cdot 10^{-5}$ Pa (20 μ Pa)	0 dB (A)

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

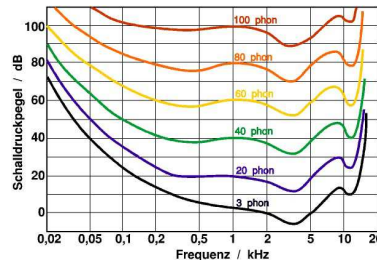
Wintsemester 2013/2014 12

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.



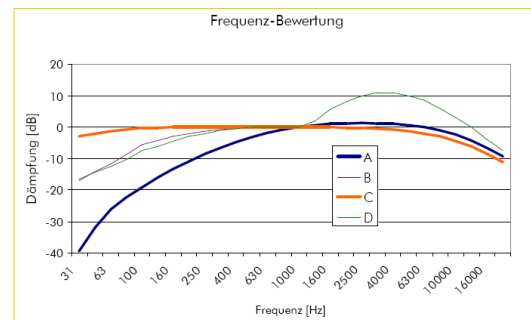
http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Akustik_db2phon.jpg

Wintersemester 2013/2014

13

Frequenzbewertung

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



Wintersemester 2013/2014

14

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).

$$P \sim p^2$$

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

$$L = \frac{p_1^2}{p_0^2}$$

Wintersemester 2013/2014

15

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 Spannungen 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.

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

Wintersemester 2013/2014

16

Schalldruckpegel

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

Es gilt:

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

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

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

bzw. Entlogarithmierung:

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

Wintersemester 2013/2014

17

Hörschwelle = 0 dB

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

An der Hörschwelle p_0 gilt:

$$p_x = p_0$$

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

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

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

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

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

Wintersemester 2013/2014

18

Schmerzgrenze = 120 dB

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

An der Schmerzgrenze p gilt:

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

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

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

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

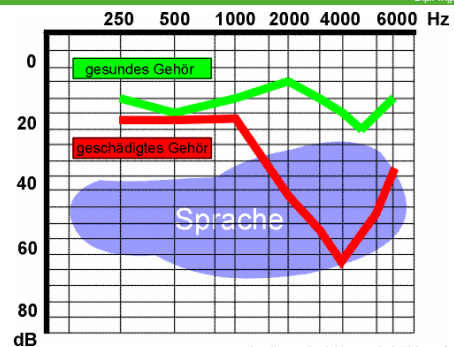
$$L_{p_x} = 120 \text{ dB}$$

Wintersemester 2013/2014

19

Hörkurve

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



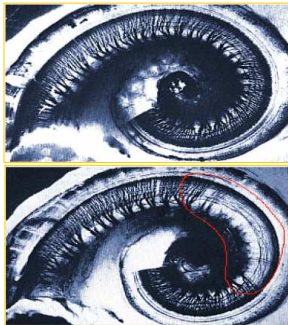
http://www.stbg.de/site.aspx?url=/sich_ges/laerm/laerm02.htm

Wintersemester 2013/2014

20

... und so sieht's aus:

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



Wintersemester 2013/2014

21

Expositionspegel

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

§ 2 LärmVibrationsArbSchV:

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

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

Wintersemester 2013/2014

22

Expositionspegel

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

§ 2 LärmVibrationsArbSchV:

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.

Wintersemester 2013/2014

23

Auslösewerte bei Lärm

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

§ 6 LärmVibrationsArbSchV

Die Auslösewerte in Bezug auf den Tages-Lärmexpositionspegel und den Spitzenschalldruckpegel betragen:

1. Obere Auslösewerte: $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$
beziehungsweise $L_{pC,peak} = 137 \text{ dB(C)}$,
2. Untere Auslösewerte: $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$
beziehungsweise $L_{pC,peak} = 135 \text{ dB(C)}$.

Bei der Anwendung der Auslösewerte wird die dämmende Wirkung eines persönlichen Gehörschutzes der Beschäftigten nicht berücksichtigt.

Wintersemester 2013/2014

24

Schutzziel	Arbeitsschutz Leben Mit Sicherheit Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting
§ 8 Gehörschutz ... 2) Der persönliche Gehörschutz ist vom Arbeitgeber so auszuwählen, dass ... der auf das Gehör des Beschäftigten einwirkende Lärm die maximal zulässigen Expositionswerte $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ beziehungsweise $L_{pC,peak} = 137 \text{ dB(C)}$ nicht überschreitet. ...	
25	
Wintersemester 2013/2014	

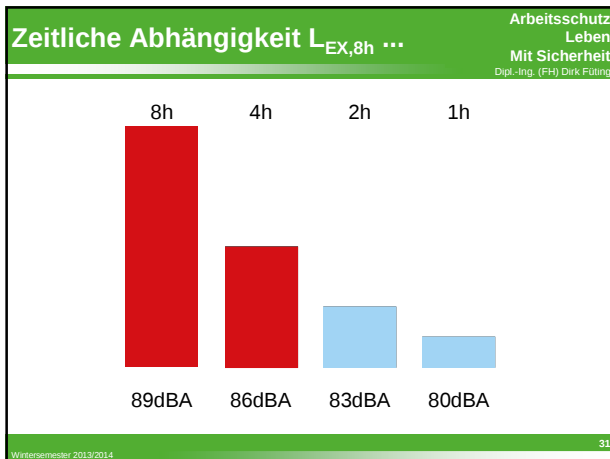
Maßnahmen	Arbeitsschutz Leben Mit Sicherheit Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting
§ 7 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Lärmexposition (1) Der Arbeitgeber hat ... Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik durchzuführen, um die Gefährdung der Beschäftigten auszuschließen oder so weit wie möglich zu verringern. Dabei ist folgende Rangfolge zu berücksichtigen: 1. Die Lärmemission muss am Entstehungsort verhindert oder so weit wie möglich verringert werden. Technische Maßnahmen haben Vorrang vor organisatorischen Maßnahmen. 2. Die Maßnahmen nach Nummer 1 haben Vorrang vor der Verwendung von Gehörschutz nach § 8. (2) ...	
26	
Wintersemester 2013/2014	

Maßnahmen	Arbeitsschutz Leben Mit Sicherheit Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting
§ 7 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Lärmexposition (2) Zu den Maßnahmen nach Absatz 1 gehören insbesondere: 1. alternative Arbeitsverfahren, ... 2. Auswahl und Einsatz neuer oder bereits vorhandener Arbeitsmittel ... 3. die lärmindernde Gestaltung und Einrichtung der Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, 4. technische Maßnahmen zur Luftschallminderung, beispielsweise durch Abschirmungen oder Kapselungen, ... Körperschallminderung, ... Körperschalldämpfung oder -dämmung oder durch Körperschallisolierung, 5. Wartungsprogramme für Arbeitsmittel, Arbeitsplätze und Anlagen, 6. arbeitsorganisatorische Maßnahmen ... Begrenzung von Dauer und Ausmaß der Exposition ...	
27	
Wintersemester 2013/2014	

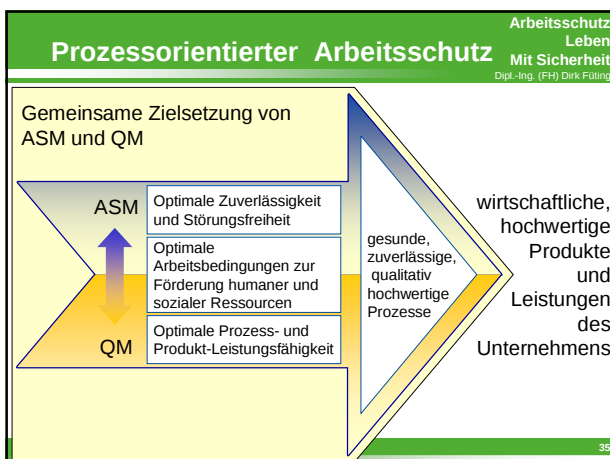
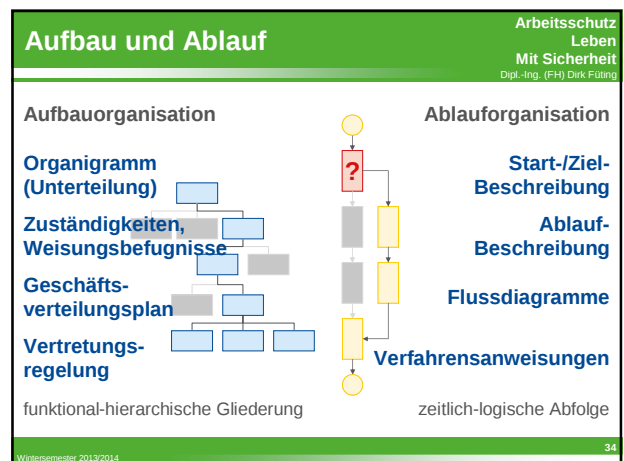
Rechnen mit Schalldruckpegeln	Arbeitsschutz Leben Mit Sicherheit Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting
$0 + 0 = 3$	
28	
Wintersemester 2013/2014	

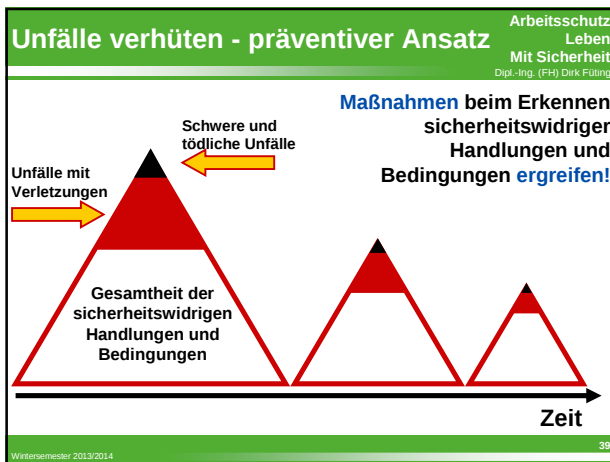
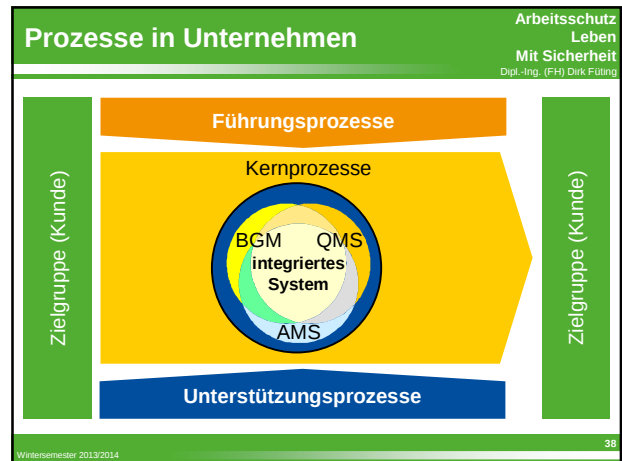
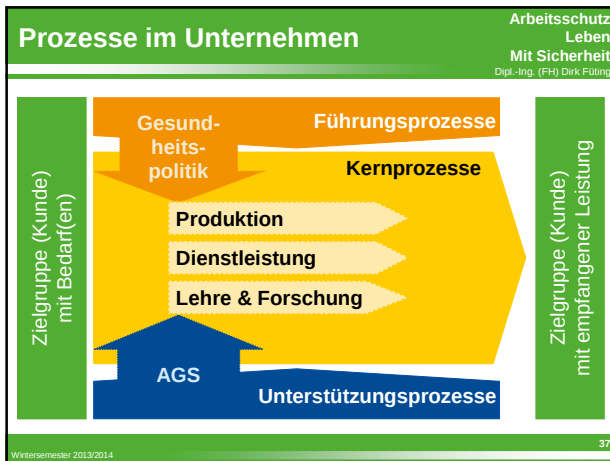
Rechnen mit Schalldruckpegeln	Arbeitsschutz Leben Mit Sicherheit Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting
Für die Addition von Schalldruckpegeln gilt: $L_{ges} \neq L_1 + L_2 + \dots + L_x$ $L_{ges} = 10 \times \lg \left(\frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_x^2}{p_0^2} \right) \text{dB}$ $L_{ges} = 10 \times \lg \left(\frac{p_1^2}{p_0^2} + \frac{p_2^2}{p_0^2} + \dots + \frac{p_x^2}{p_0^2} \right) \text{dB}$ $L_{ges} = 10 \times \lg \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_x}{10}} \right) \text{dB}$	
29	
Wintersemester 2013/2014	

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! (quadratisches Abstandsgesetz)	
30	
Wintersemester 2013/2014	



- ### Elemente für Sicherheit im Betrieb
- Arbeitsschutz
Leben
Mit Sicherheit
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Fütting
- Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz als ein Unternehmensziel
 - Unternehmer, der sein Aufgabe bewusst wahrnimmt und handelt.
 - Sichere Arbeitsverfahren und klar formulierte Arbeitsanweisungen.
 - Mitarbeiter einbeziehen und motivieren.
 - Sicherheit trainieren mit Hilfe von Unterweisungen
 - Unfälle und Beinaheunfälle untersuchen
 - Gefährdungsbeurteilung durchführen und wissen, „was los ist“.
- Wintersemester 2013/2014 33





Was ist Gesundheit?

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

Abwesenheit von Krankheit

- Da sich Gesundheit vor allem über organische Krankheiten definiert, ist sie den eigenen Gefühlen kaum zugänglich und wenig beeinflussbar.
- Gesundheit wird erst als Gut wahrgenommen, wenn sie durch Krankheit verloren geht.

Wintsemester 2013/2014 40

Was ist Gesundheit?

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

Körperliche und seelische Gleichgewichtslage

- Gesundheit wird bewusst wahrgenommen und angestrebt.
- Auf der positiven Seite äußert sich dieses Gleichgewicht als Lebensfreude und körperliche und seelische Ausgeglichenheit

Wintsemester 2013/2014 41

Was ist Gesundheit?

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

Gesundheit als funktionale Leistungsfähigkeit

- Gesundheit bewirkt, dass Anforderungen von sich selber und anderen in allen Lebenslagen erfüllt werden können.
- Rollenverpflichtungen in Familie, Freundeskreis und in der Arbeit können im erwarteten Ausmaß erbracht werden.

Wintsemester 2013/2014 42

Was ist Gesundheit?

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

Bezugssysteme der Gesundheit

Vorstellungen und Bedeutung von Gesundheit und Krankheit lassen sich auf drei Ebenen analysieren:

- Physiologische Ebene
- Individuelle Ebene
- Gesellschaftliche Ebene

Wintersemester 2013/2014 43

Gesundheit

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

„Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.“

„Die Gesundheit ist ein Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen.“

Verfassung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vom 22. Juli 1946

Wintersemester 2013/2014 44

Belastung = Beanspruchung???

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

Wintersemester 2013/2014 45

Belastungen-Beanspruchungen

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

Belastungen

- z. B.
 - Lärm
 - Klima
 - Gefahrstoffe
- z. B. körperlich
 - Einseitige Dauerbelastungen
 - Heben und Tragen
 - Zwangshaltungen
- z. B. psychisch, sozial
 - Monotonie
 - Intellektuelle Über-/Unterforderung
 - Informatrische Überlastung

persönliche Ressourcen

- Eigenschaften
- Fertigkeiten
- Fähigkeiten

Bewältigungsvermögen

- Bedürfnisse
- Situation
- Tagesform

Beanspruchungen

- positiv**
 - Förderung der Gesundheit
 - Leistungsfähigkeit
- negativ**
 - Krankheit
 - Beeinträchtigung des Wohlbefindens

Wintersemester 2013/2014 46

Gerechtigkeit ...

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

Wintersemester 2013/2014 47

Salutogenetischer Ansatz

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

nach Antonovsky

Handhabbarkeit

Kontrolle

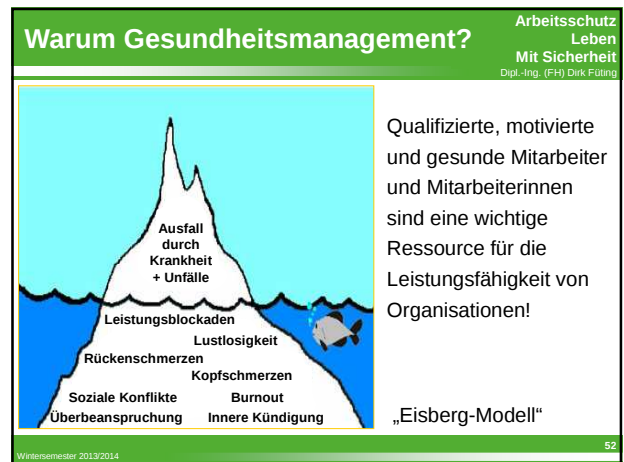
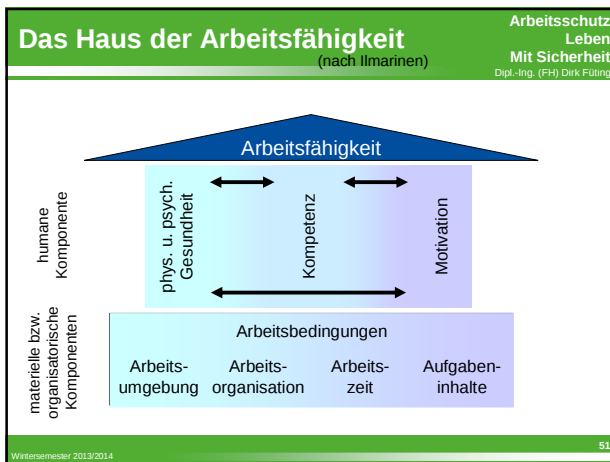
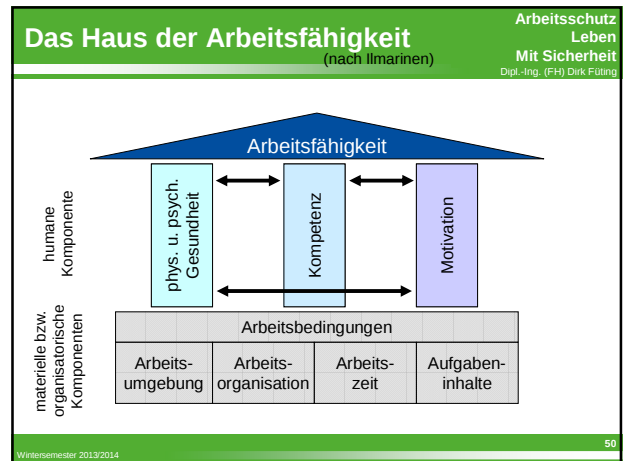
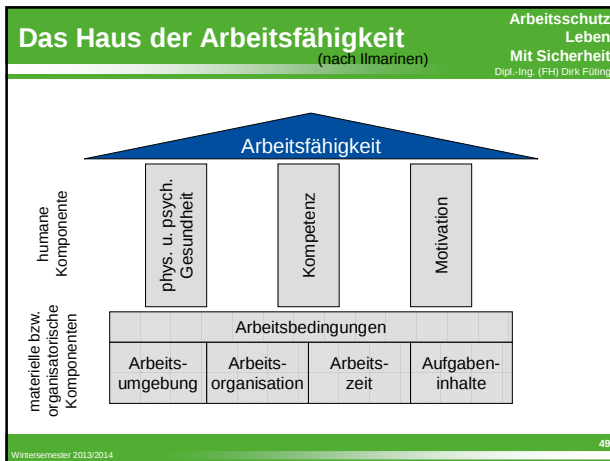
Bindung

Selbst-Wert

Sinnhaftigkeit

Verstehbarkeit

Wintersemester 2013/2014 48



Lernen, Wissen, Erfahrungen

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

Einfache Rechenaufgabe:

$$5 \times 8 = 40$$

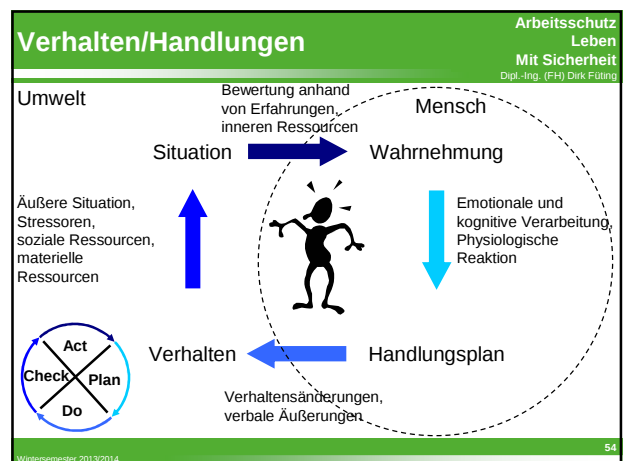
Ergebnis durch „Wissen“!

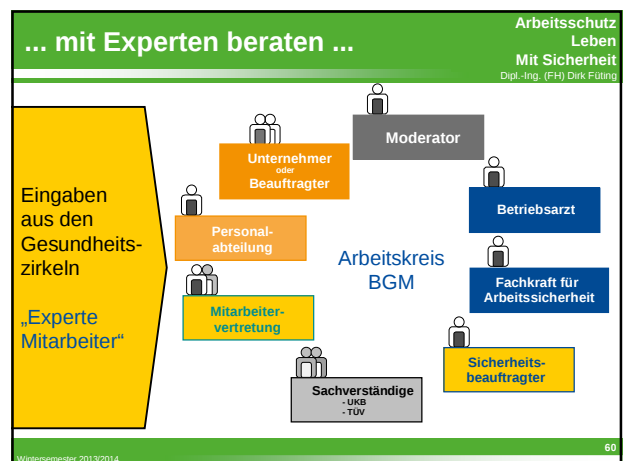
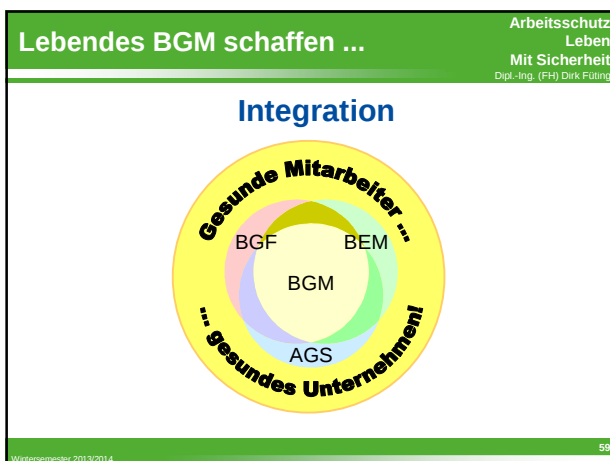
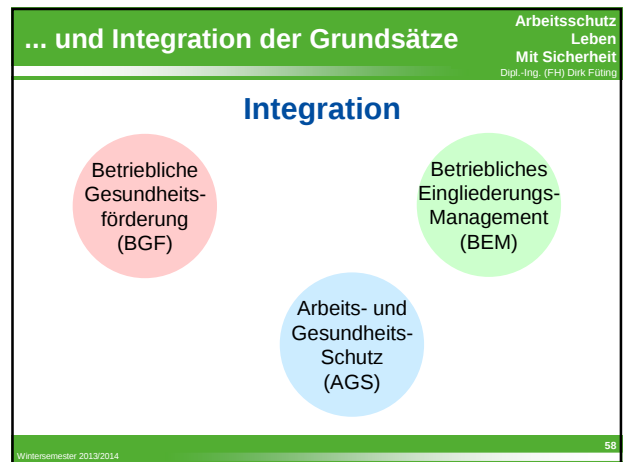
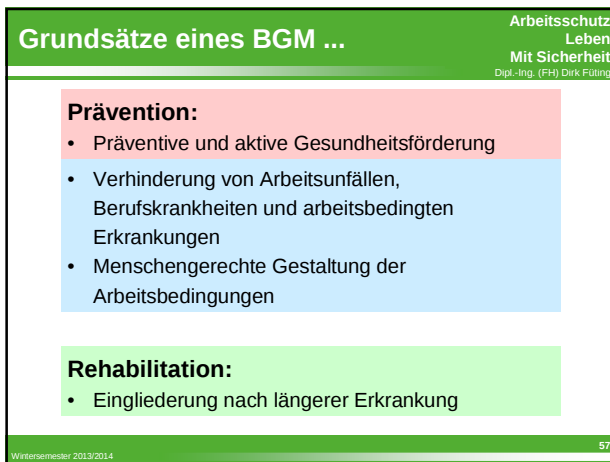
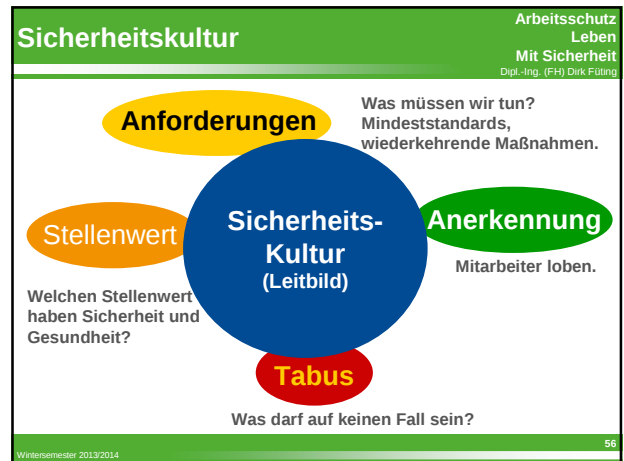
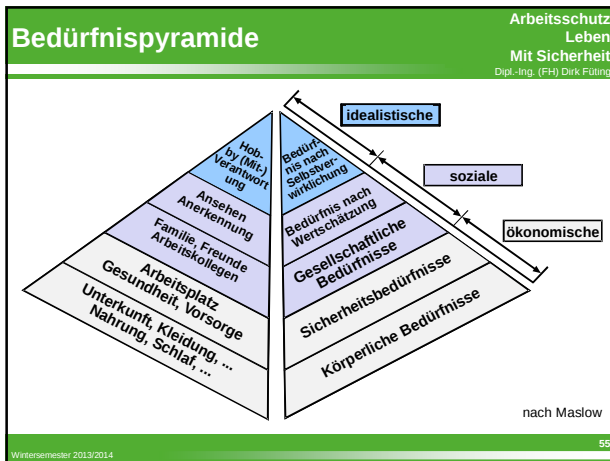
Kompliziertere Rechenaufgabe:

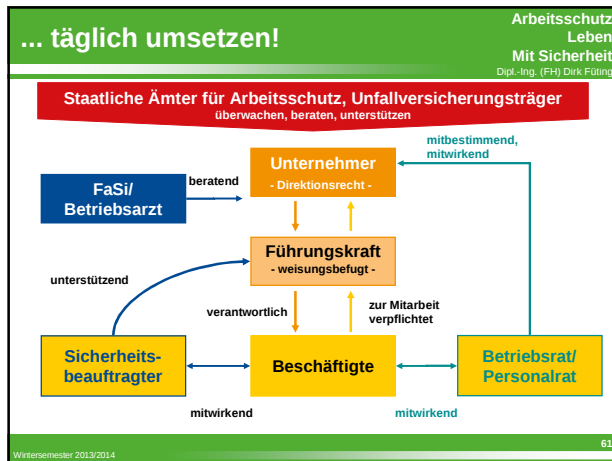
$$23 \times 17 = 391$$

Ergebnis durch Rechnen!

Wintsemester 2013/2014 53







Auf Wiedersehen!

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

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!
Ich wünsche Ihnen einen unfallfreien Heimweg
und eine gute Vorbereitung auf die
zweite Klausur, am **11.12.2013**, 16:00 Uhr,
im **Beuth-Saal (Haus C)**!
Bis zum nächsten Mal ...

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

Wintersemester 2013/2014 62