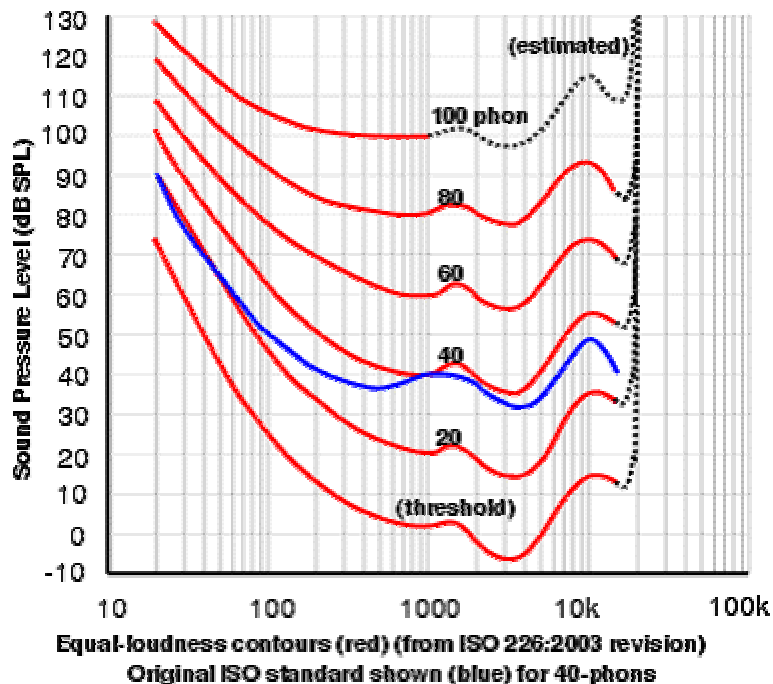


Aufgabe 1

Bei den Hörgeräteakustikern ist es verboten Töne mit einer Lautstärke von über 100 dB zu messen, weil Probanden Gehörschäden erlitten. Im Diagramm ISO 226:2003 sind deshalb die Werte für die 100 Phon Kurve nicht mehr gemessen, sondern nur geschätzt (estimated). Auch Frequenzen über 15 kHz sind gefährlich und werden deshalb nur geschätzt. Die geschätzten Werte sind als gestrichelte Linien eingetragen.

http://en.wikipedia.org/wiki/Equal-loudness_contour



- Ein Marderschreck hat eine Leistung von 130 dB und einen Frequenzbereich 16-23 kHz, ein anderes Gerät 120 dB und einen Frequenzbereich 19-26 kHz. Zeichne die beiden Geräte ins Diagramm ein. (Google: Marderschreck 130db)
- Markiere für ein MOSQUITO im Diagramm den Frequenzbereich 15 kHz bis 20 kHz für 108 dB .
- Beurteile, ob eine der drei eingezeichneten Linien als gefährlich beurteilt werden müsste.

Aufgabe 2

Prüftöne mit Lautstärken über 100 dB sind beim Menschen verboten. 120 dB entsprechen einer 100x höheren Schallstärke, 130 dB entsprechen einer 1000x höheren Schallstärke als die 100 dB. Hört ein Mensch z.B. einen 18 kHz Ton mit einer Lautstärke von 120 dB, so wird sein Gehör für den 18 KHz Ton zerstört. Der Mensch hat eventuell einen Tinnitus auf dieser Frequenz. Real hört er den Ton nicht mehr. Er hört nur noch die Töne mit tieferer oder höherer Frequenz.

Das Marderschreckgerät EXITER wird von den Tieren schon aus grosser Distanz wahrgenommen. Die Tiere machen einen grossen Bogen um den Garten.

Informationen dazu unter <http://praktikus.ch/Gartenwaechter-Exiter--27d1a129425.html>

- Was passiert mit den Tieren, die in der Nähe stehen? Ist es möglich, dass ein Tiergehör durch zu hohe Lautstärke geschädigt wird? Eventuell Tinnitus?
- Marderschreckgeräte mit fix eingestelltem Ton wurden nach kurzer Zeit wirkungslos. Wie wird dieser Effekt bezeichnet? Was könnte die Ursache sein?
- Was wird beim Marderschreckgerät EXITER gemacht, damit die Wirkung nicht verloren geht? (Tipp: Bei Google die Suchbegriffe **Marderschreck** und **sweep** eingeben. Auch andere Geräte behalten auf diese Weise ihre Wirkung)
- Tiere machen einen grossen Bogen um den Garten. Wer macht keinen Bogen?

Aufgabe 3

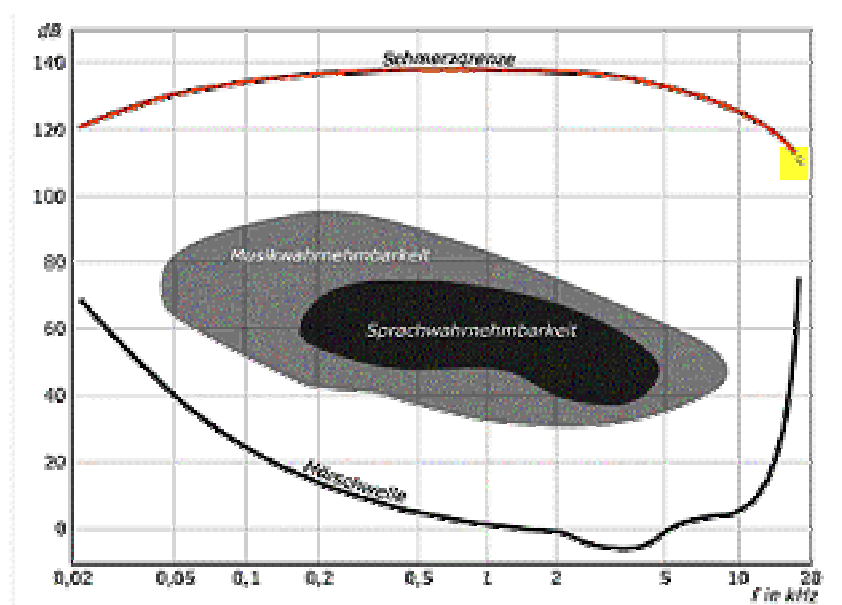
Kinder hören die hohen Töne besser als die Erwachsenen. Mit zunehmendem Alter nimmt diese Fähigkeit immer mehr ab. Mit hohen Tönen vertreibt man Tiere. Mit hohen Tönen vertreibt man Kinder.

Die Schmerzgrenze hängt beim menschlichen Gehör von verschiedenen Faktoren ab. Bei den hohen Frequenzen sind es die Flimmerhärchen. Die Flimmerhärchen werden durch einen Ton hin und her bewegt. Beim 1 kHz Ton sind das 1000x pro Sekunde, beim 18 kHz Ton 18'000x pro Sekunde. Beim 1kHz und 18kHz Ton werden nicht die gleichen Flimmerhärchen bewegt. Will man einen Ast abbrechen, muss man ihn mit der grössten Kraft möglichst oft hin und her bewegen. Für die Flimmerhärchen gilt das gleiche.

Lärm ist ein Gemisch von verschiedenen Tönen. Lärm belastet das Gehör. Damit die Gehörbelastung einfach ermittelt werden kann, wurden standardisierte Formeln entwickelt. Diese Formeln decken den Bereich der Musikwahrnehmbarkeit ab. In diesen Lärmformeln wird für das Gehör ein lineares Verhalten angenommen. Es wird nur der dB-Wert benötigt, die Frequenz existiert in diesen Formeln nirgends.

Hohe Frequenzen sind ausserhalb dieses "linearen" Lärmbereichs. Die Lärmformeln sind nicht brauchbar. Die **Schmerzgrenze (rot)** beträgt bei den Frequenzen um 18kHz (**gelb markiert**) ungefähr noch 110dB. Die Schmerzgrenze ist mehr als 30dB tiefer, als die Schmerzgrenze von Lärm, diese Frequenzen sind mehr als **1000x gefährlicher, als der "Lärm"**.

<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Hoerflaeche.png>



- Was passiert, wenn das Gehör Schalldrücken im Bereich der Schmerzschwelle ausgesetzt wird? Informationen dazu unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Schalldruckpegel>
- Informationen sind unter <http://www.globalgadgetuk.com/mosquito.htm> (allerdings in englisch) Das MOSQUITO mk4 arbeitet auf einer Frequenz von 17kHz. Zuunterst auf der Seite wird darauf hingewiesen, dass das Gerät auf 108dB eingestellt werden kann. **Dass dabei den Jugendlichen nichts passiert, wurde mit Lärmformeln berechnet!** Wie Nahe sind die 108 dB an der Schmerzgrenze? Die Lärmexperten rechnen mit der Schmerzgrenze von Lärm = 140 dB!
- Die Lärmexperten haben berechnet, dass ein 90 dB lauter Ton 2.5 Stunden lang keinen Schaden anrichtet. Der 17kHz Ton vom MOSQUITO mk4 ist mindestens 1000x gefährlicher. Wie lange darf ein 90 dB Ton vom MOSQUITO mk4 abgehört werden?
- Ein Marderschreckgerät sendet den Ton mit 120 dB. Das ist 1'000x stärker als die 90 dB. Wie lange darf man dem Marderschreckgerät ausgesetzt werden, ohne bleibenden Schaden zu nehmen?
- <http://www.spiegel.de/schulspiegel/leben/0.1518.549176.00.html> Unter was leiden Jugendliche, wenn sie sich zu lange dem Mosquito mk4 aussetzen?
- Für einzelne Töne sind die Hörgeräteakustiker die Experten.** Ist es sinnvoll, dass die Gefährlichkeit der Ultraschallgeräte durch Lärmexperten bestimmt wird, welche die Frequenzabhängigkeit des Gehörs nicht berücksichtigen?
- Ein Jugendlicher hat durch ein Mosquito Gerät Schaden genommen. Er kann die Frequenzen von 16 bis 18kHz nicht mehr hören. Wegen Tinnitus geht er zum HNO (Hals-Nasen-Ohrenarzt). Was stellt der HNO auf dem Reintonaudiogramm (frequenzabhängige Gehörprüfung) fest?

Aufgabe 4

Ein Kleinkind wird im Kinderwagen an einem parkierten Auto, mit eingebautem 130 dB Marderschreckgerät, vorbei gefahren. Kinder können hohe Töne besser hören als Erwachsene. Das Kleinkind in unserem Beispiel kann den Ton hören.

- a) Wieso passiert dem Kleinkind nichts, wenn die Mutter den Ton nicht hört?
- b) Falls dem Kleinkind doch etwas passiert, wieso erklärt es seiner Mutter nicht, was passiert ist?

Aufgabe 5

Ein Automechaniker öffnet die Motorhaube und setzt sein Gehör für mehrere Sekunden den vollen 130 dB aus. Erlaubt wären 0,0009 Sekunden ... Durch die Motorgeräusche wird der Ton ausmaskiert. Der Automechaniker hört den hohen Pfeifton nicht und bemerkt nichts von seinem Unfall. Sehr wahrscheinlich bekommt er wenige Stunden später leichte bis extreme Kopfschmerzen (Migräne). Eventuell ist ihm auch übel.

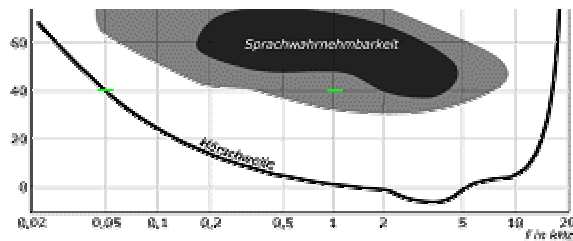
- a) Durch die enorme Belastung (100x bis 1000x über der Schmerzgrenze) wurden die Flimmerhärchen in der Gehörschnecke für den empfangenen Ton abgebrochen. Die Gehörschnecke ist mit einer Flüssigkeit gefüllt. Wohin gehen die abgebrochenen Flimmerhärchen?
- b) Wie gut kann der Automechaniker mit abgebrochenen Flimmerhärchen das Marderschreckgerät noch hören, wenn die Motorgeräusche wegfallen? Wie wird das bei den Tieren genannt?
- c) Der Automechaniker hat Glück gehabt und bekommt in der nächsten Zeit keinen Tinnitus. Trotzdem wurde sein Gehör schwer verletzt. Was passiert, wenn der Automechaniker sein Gehör Lautstärken aussetzt, die mit gesundem Gehör gerade noch unbeschadet überstanden würden?

Aufgabe 6

Wenn die Geräte tatsächlich so schädlich sein sollten, dann müsste es doch viele "Opfer" geben.

- a) Wie viel % der Bevölkerung leiden unter einem Tinnitus?
- b) Ein Kind leidet seit Jahren unter einem Tinnitus. Nimmt es diesen bewusst wahr?
- c) Ein Tinnitus bewirkt einen Grundstress. Die Konzentration lässt nach und behindert die Aufnahmefähigkeit beim Lernen. Still sitzen wird schwieriger. Wie viel Prozent der Schulkinder leiden unter Konzentrationsschwierigkeiten? Ist die Tendenz sinkend, oder steigend?
- d) Eine Person hat unbewusst einen Tinnitus. Dieser belastet das Gehirn. Das Gehirn muss ständig eine Information ausblenden. Wegen Stress hat das Gehirn kurzzeitig keine freie Kapazität mehr, diesen Tinnitus auszublenden. Was passiert dieser Person unter Stress?
- e) Zwei Personen haben Tinnitus. Eine Person erledigt dauernd Routinearbeiten. Die andere Person hat ständig neue Sachen zu lernen, der Kopf wird mehr belastet. Welche Person wird durch den Tinnitus mehr behindert? Welche Personengruppe hat am meisten zu lernen?
- f) Tinnitus, ob bewusst oder unbewusst, macht Stress. Werden Lebewesen, egal ob Mensch oder Tier, unter Stress friedlicher oder aggressiver? Jugendliche sind in der Ausbildung und müssen viel lernen. Wie ist die Tendenz? Hört man, dass die Jugendlichen immer friedlicher werden?

Aufgabe 7



Zwei Motoren haben unterschiedliche Drehzahlen. Beide Motoren erzeugen einen Ton von 40 dB. Ein Ton hat die Frequenz 1 kHz, der andere die Frequenz 50 Hz (0,05 kHz).

Nicht beide Töne werden vom Menschen als gleich laut empfunden. Der 50 Hz Ton liegt gerade auf der Hörschwelle und ist kaum hörbar, der 1 kHz Ton ist 40 Phon laut. Um das Lautstärkeempfinden des menschlichen Gehörs überhaupt erfassen zu können, wurde die ISO 226 mit den Kurven gleicher Lautstärke erstellt. Die Einheit ist Phon. Referenz ist die 1 kHz Frequenz. Für 1 kHz gilt: "x Phon = x dB". Die damals ermittelten Rohdaten wurden in zwei Expertengruppen weiterverarbeitet. Die Hörgeräteakustiker mit den Detailkenntnissen und die Lärmexperten fürs Grobe.

Es ist erwiesen, dass Lärm krank macht. Vor dreissig Jahren wurde mit der Erstellung von Lärmvorschriften begonnen. Die damaligen Experten haben Grossartiges geleistet und hatten die besten Detailkenntnisse. Lärm besteht aus einem Gemisch von verschiedenen Tönen. Damit die Lärmpegel der verschiedenen Geräusche einigermaßen verglichen werden konnten, haben die damaligen Experten den dB(A) Filter entwickelt. Die Lärmexperten messen die empfundenen Lautstärken heute in dB(A).

- Wenn man nur die Hörschwelle betrachtet, wie laut konnten hohe Frequenzen sein, damit ein Ton überhaupt als störender Lärm empfunden wurde?
- Für die hohen Frequenzen wurde die Berücksichtigung der tieferen Schmerzgrenze vergessen. Warum haben die damaligen Experten den Fehler nicht bemerkt?
- Hätten die heutigen Lärmexperten anhand der Beschwerden, die Jugendliche nach Beschallung durch MOSQUITO verspüren, etwas merken müssen?

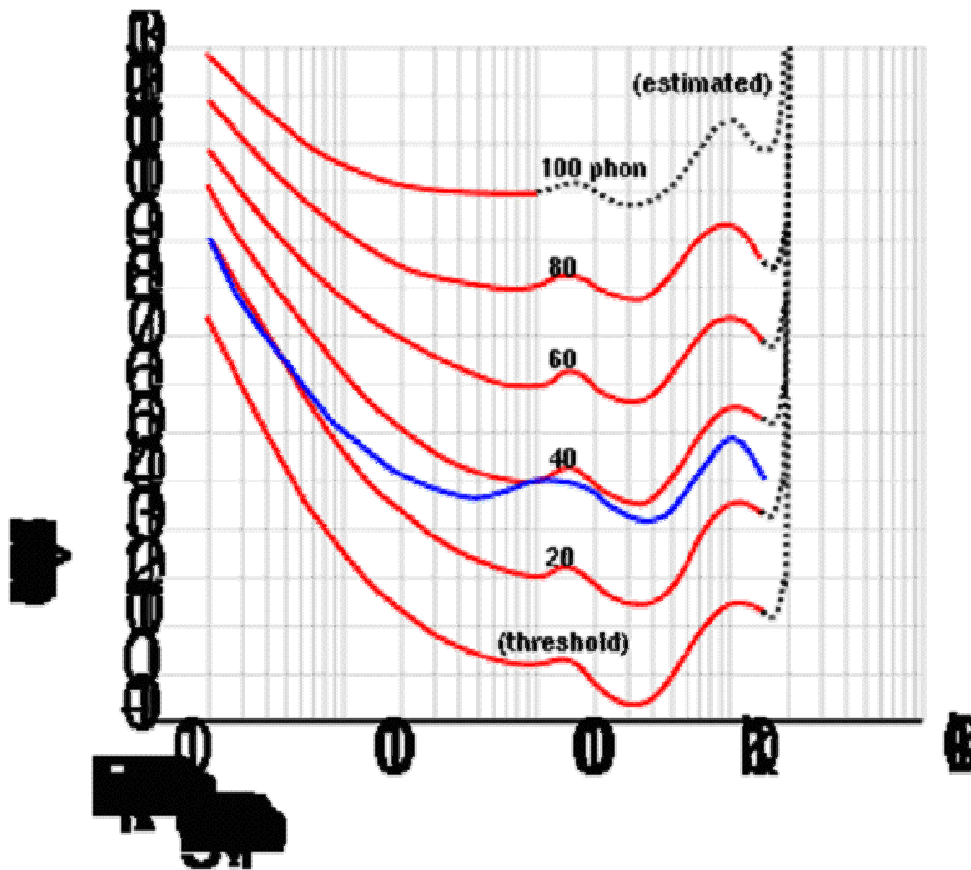
Aufgabe 8

Anfang Juli 2009 wurde die Behörde informiert, dass Marderschreckgeräte im verbotenen Bereich arbeiten und vor allem bei Kindern und Jugendlichen Gehörschäden verursachen. Es wurde auf die ISO 226:2003 verwiesen (siehe Aufgabe 1). Ab **Mitte Juli 2009** konnte die Graphik von Wikipedia nur noch zensuriert heruntergeladen werden.

Anfang August wurde Behörde und Presse informiert, dass die Gefährlichkeit auch andernorts erkannt wurde und die Information nur noch zensuriert zur Verfügung stehe. Seit dem 24.8.2009 wird die Graphik nun wieder normal angezeigt.

Es fragt sich, wie lange die "estimated" Werte noch gestrichelt angezeigt werden? Schliesslich ist Tinnitus eine Volkskrankheit geworden und man könnte normal messen. Die Schäden würden nicht mehr wie früher dieser Messung zugeordnet, als die Probanden mit ihrem Leiden ziemlich alleine dastanden.

Graphik aus Aufgabe 1, Mitte Juli bis 24.8.2009 aus Wikipedia



- Markiere im Diagramm die 120 dB und die 130 dB Linie für den Frequenzbereich 15 kHz bis 30 kHz.
- Wer hatte Interesse, dass Aufgabe a) nicht gelöst werden kann?
- Wer hatte Interesse, dass nicht erkannt wird, dass es sich um ISO 226:2003 handelt?
- Wer kann in Wikipedia ändern, ohne dass dies in der file history ersichtlich ist?
- Wird es in der neuen ISO 226:2010 noch "estimated" Werte geben?

Aufgabe 9

Durch Unfälle sind hauptsächlich Kinder und Tiere betroffen. Diese erbringen der Gesellschaft keine Leistung.

- a) Sieht man den Kindern oder Tieren eine Schädigung an?
- b) Ist das Hörvermögen der Kinder im Musik- und Sprachbereich eingeschränkt?
- c) Kann man feststellen, wie die Kinder ohne Schädigung wären?
- d) Wie gross ist die Gefahr, dass Kinder oder Tiere den Experten den Schaden nachweisen können?
- e) Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Experten einen Fehler zugeben, den sie bereits seit Jahren gemacht haben.
- f) Sind Kinder und Tiere überhaupt schützenswert ...

Links zu drei zufällig ausgewählten "Ultraschallgeräten"

Katzenschreck-, Hundeschreck- oder Marderschreck-Geräte findet man viele verschiedene Modelle. Sie haben 120 dB, einige 130 dB, es gibt sie auch schon mit 140 dB.

Sie arbeiten auf Frequenzen, welche die meisten Erwachsenen nicht hören können. Frequenzen, wo die Schmerzgrenze unter 100 dB sinkt. Frequenzen, bei denen niemand garantieren kann, dass sie die Kinder nicht hören können. Es gibt Kinder die behaupten, es täte in den Ohren weh. Bisher hatte noch niemand die wahnsinnige Idee gehabt, bei Kleinkindern zu prüfen, ob sie Töne von 25 kHz bei Lautstärken von 100 dB noch hören können. Es würde unmittelbar zu Gehörschäden führen. Wir bauen lieber 100x, 1000x oder gar 10'000x stärkere Geräte, schreiben diese "für Tiere" an und vergessen dabei, dass wir mit diesen Frequenzen auch unsere Kinder treffen ...

<http://www.praktikus.ch/Gartenwaechter-Exiter--27d1a129425.html>

<http://www.amazon.de/Hundeschreck-Katzenschreck-Katzenscheuche-Marderschreck-wirkungsvolle/dp/B000YBWTYK#moreAboutThisProduct>

<http://www.globalgadgetuk.com/mosquito.htm>

Darstellung der Lautstärken in dB

Verschiedene Schallstärken können wir problemlos unterscheiden, ein Vorstellungsvermögen von den unterschiedlichen Intensitäten haben wir aber nicht. Zum besseren Vorstellungsvermögen deshalb ein Grössenvergleich mit Metern.

Angenommen, die Lautstärken würden in Millimeter gemessen und 0 dB würde gerade einem Millimeter entsprechen. Ein Ton mit einer Lautstärke von 30 dB wäre dann 1 Meter hoch und wir könnten ihn leise hören.

Ein Ton von 40 dB wäre 10 Meter hoch, ein Ton von 50 dB 100 Meter hoch usw.!

Ein Ton von 100 dB hat dann eine Höhe von 10'000 km

Ein Ton von 110 dB ergibt 100'000 km, oder gut 2x um die Erde.

Ein Ton von 120 dB ergibt eine Million km, also gut 20x um die Erde.

Das Gehör hat eine logarithmische Wahrnehmung. Eine Erhöhung um 10 dB bedeutet 10x mehr und ist keine feste Strecke. Im nachfolgenden Vergleich bedeutet eine Erhöhung von 10 dB:

40 dB = 10 m, 50 dB = 100m ; +10 dB = 90 Meter

100 dB = 10'000 km, 110 dB = 100'000 km +10 dB = 90'000 km

In der Lärmmessung wird davon ausgegangen, dass 10 Sekunden lang Lärm von 100 dB das gleiche ist wie 1 Sekunde lang Lärm von 110 dB. Im Prinzip ist das richtig, nur irgendwo hat das Gehör seine Grenzen. Diese Grenze wird Schmerzgrenze genannt. Die Schmerzgrenze wird für die hohen Töne tiefer. Wird das Gehör in der Nähe der Schmerzgrenze belastet, dann entstehen irreversible Schäden.

Nicht bei jeder Person ist diese Schmerzgrenze am exakt gleichen Ort. Kleine Abweichungen sind möglich. Bei einigen ist sie etwas höher, bei anderen etwas tiefer. Den Hörgeräteakustikern ist dieser Umstand bekannt, sie verzichten auf Lautstärken über 100 dB.

Umrechnungsfaktoren:

dB	Faktor
+ 3 dB	2x
+ 6 dB	4x
+ 9 dB	8x
+ 10 dB	10x
+20 dB	100x
+30 dB	1000x
+40 dB	10'000x

Die dB und Faktoren können auch mit untenstehenden Formeln direkt umgerechnet werden:

DB zu Faktor:
$$\text{Faktor} = 10^{\frac{[\text{dB} / 10]}$$

Faktor zu dB
$$\text{dB} = 10 \times \log [\text{Faktor}]$$