



Technische Akustik

Kurze Einführung

Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

1. Was ist Akustik und was ist Lärm ?

Unter **Akustik** versteht man die Lehre vom Schall.







Die „technische Akustik“ ist ein Teilgebiet der Akustik und befaßt sich mit der Lärminderung bei Maschinen.

Unter Schall versteht man Druckwechsel in einem elastischen (festen, flüssigen oder gasförmigen) Medium, die einem statischen Druck überlagert sind.

Das menschliche Ohr empfängt Schalleindrücke durch Druckwechsel in der umgebenen Atmosphäre. Bei Anregung schwingen die Luftteilchen in Fortpflanzungsrichtung (Longitudinalwellen). Die Schallausbreitung geschieht dabei durch Übertragung von Schwingungen zwischen den Teilchen der Luft, jedes Teilchen schwingt um seine Ruhelage. Der Schall breitet sich also nicht durch Transport von Materie, sondern durch Energietransport aus.

Im Normalfall sind Druckwechsel von etwa 16 Hz – 16.000 Hz für den Menschen hörbar.

Der Schalleindruck wird durch die Art der Schwingung bestimmt, wobei folgender Zusammenhang gegeben ist:

Schwingung	Schalleindruck
 große Amplitude	große Lautstärke
 kleine Amplitude	kleine Lautstärke
 hohe Frequenz	hoher Ton
 tiefe Frequenz	tiefer Ton
 Schwingungsform	Einzelton
 Schwingungsform	Klang

Unter **Lärm** versteht man jede Art von Schall, durch den Menschen gestört, belästigt oder gar gesundheitlich geschädigt werden.

2. Größen des Schallfeldes

2.1 Schalldruck p und Schalldruckpegel L

Schalldruck p ist der durch die Schallschwingungen im Medium hervorgerufene effektive Wechseldruck.

Bei einer Frequenz von 1000 Hz liegt die Hörschwelle etwa bei einem Schalldruck von $20 \cdot 10^{-6} \text{ N/m}^2$; die Schmerzempfindung tritt etwa bei 20 N/m^2 ein. Der zwischen der Hörschwelle und der Schmerzgrenze bei 1000 Hz vorkommende Schalldruck p umfaßt damit einen Bereich von 6 Zehnerpotenzen. Die Angabe des Schalldruckes p zur Kennzeichnung eines Geräusches ist aufgrund dieses großen Bereiches unbequem. Zudem sollte ein Bezug zum menschlichen Empfinden gegeben sein. Es ist bekannt, daß eine Reizempfindung mit dem Logarithmus der Reizstärke ansteigt (Weber-Fechnersches-Gesetz). Zur Kennzeichnung des Schalls wird daher der Schalldruckpegel L verwendet:

Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

$$L = 10 \lg \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \lg \frac{p}{p_0}$$

L Schalldruckpegel in dB

p Schalldruck in N/m²

p_0 Bezugsschalldruck $20 \cdot 10^{-6}$ N/m² = $200 \cdot 10^{-6}$ μbar

2.2 Schall-Leistungsdichte (Schall-Intensität) J

Unter Schall-Leistungsdichte J versteht man die Schallenergie, die je Zeiteinheit durch eine senkrechte zur Strahlrichtung stehende Flächeneinheit hindurchtritt.

$$J = \frac{p^2}{\rho \cdot c}$$

J Schall-Leistungsdichte in W/m²

p Schalldruck in N/m²

ρ Dichte des Mediums in kg/m³

c Schallgeschwindigkeit in m/s

2.3 Schalleistung W und Schalleistungspegel L_W

Schalleistung W ist die von einem Schallstrahler als Luftschall abgegebene akustische Leistung. Sie kann nicht direkt gemessen werden, sondern wird aus dem Schalldruck p und der Meßfläche A ermittelt

Der Schalleistungspegel L_W gibt im logarithmischen Maß die gesamte von einem Schallstrahler ausgehende Schalleistung W an, bezogen auf die Bezugsgröße W_0 .

$$L_W = 10 \lg \frac{W}{W_0}$$

L_W Schalleistungspegel in dB

W Schalleistung in W

W_0 Bezugsschalleistung 10^{-12} W

Für eine halbkugelförmige Schallausbreitung (häufigster Fall bei Armaturen in Bodennähe) ist zwischen dem in 1 m Abstand gemessenen Schalldruckpegel L und dem Schalleistungspegel L_W folgender Zusammenhang gegeben:

$$L_W \approx L + 8 \text{ dB}$$

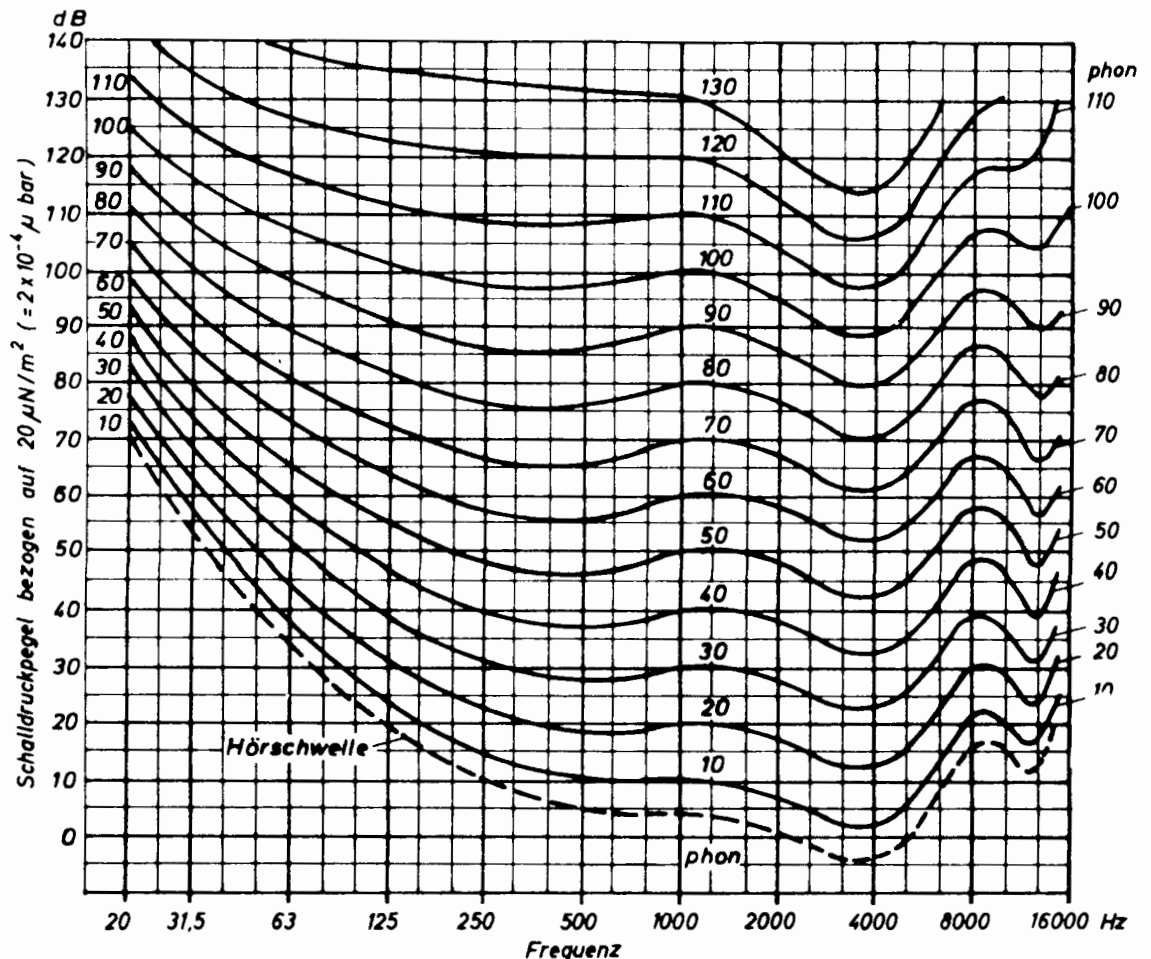
2.4 Lautstärkepegel L_S

Schalldruck bzw. Schalldruckpegel können zwar einen Schallvorgang physikalisch beschreiben, nicht aber als Maß für die menschliche Schallempfindung gelten. Dafür wurde der Lautstärkepegel L_S eingeführt, der ein Maß für die subjektive Schallempfindung des menschlichen Ohres ist. Die Einheit des Lautstärkepegels ist das Phon. Bei 1000 Hz stimmt die (subjektive) Phonskala mit der (objektiven) Dezibelskala überein. Bezugsfrequenz ist also 1000 Hz. Die Größe des Lautstärkepegels L_S bei einer beliebigen Frequenz wird durch

Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

subjektiven Vergleich (Hörvergleich) mit dem Schalldruckpegel bei der Bezugsfrequenz von 1000 Hz ermittelt. Man kann daher auch sagen, daß das Phon ein frequenzbewertetes Dezibel ist.



Hörschwelle und Kurven gleicher Lautstärkepegel für Sinustöne im freien Schallfeld bei zweiohrigem Hören.

3. Schalldruckpegel-Bewertung

Unter Bewertung des Schalldruckpegels versteht man eine in Normen festgelegte Korrektur von Meßwerten zur Berücksichtigung der von Frequenz, Intensität und Zeitdauer abhängigen Hörempfindung.

3.1 Schalldruckpegel L_A

Der A-bewertete Schalldruckpegel L_A kennzeichnet recht gut die Störwirkung oder Lästigkeit (Lautstärke) eines Schalles. Er wird deshalb heute fast ausschließlich für die Festlegung von Grenzwerten in Normen und Richtlinien und für die Kennzeichnung von Geräuschen im technischen Bereich verwendet. Die Richtlinien für die A-Bewertung sind in der DIN 45633 Bl. 1 festgelegt.

Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

3.2 Beurteilungspegel L_R

Der Beurteilungspegel L_R ist der Pegel eines zeitlich konstanten Geräusches, der dem zeitlich schwankenden Pegel eines Geräusches in seiner Wirkung auf den Menschen gleichgesetzt wird (DIN 45641, VDI 2058, Bl. 1). Mit ihm werden Geräuscheinwirkungen von Lärmquellen auf den Arbeitsplatz oder die Nachbarschaft beurteilt.

3.3 Lübcke Grenzkurve

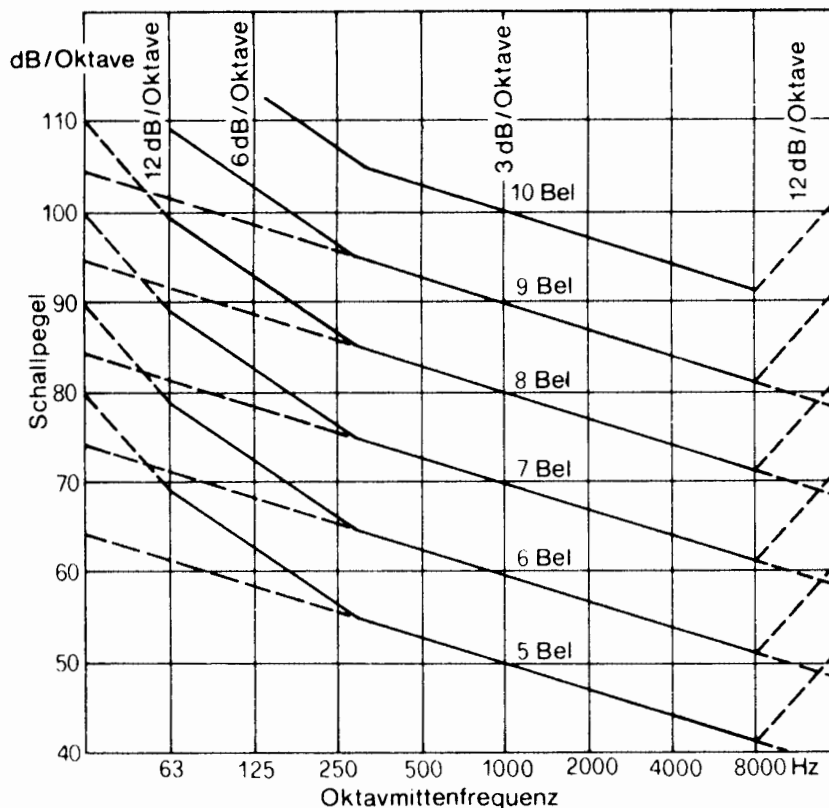
Die Lübcke-Kurven sind Beurteilungskurven im Schalldruckpegel-Frequenz-Diagramm für Lärm, bezogen auf den **Oktavpegel**. Sie fallen zwischen 300 Hz und 8.000 Hz um 3 dB je Oktave nach hohen Frequenzen hin ab.

Mit diesen Beurteilungskurven wird berücksichtigt, daß der gleiche Schalldruckpegel bei höheren Frequenzen lästiger empfunden wird. Die Grenzkurven werden nach ihrem Bel-Wert (1 Bel = 10 dB) bei 1.000 Hz benannt.

Werden **Terzpegel** mit den Beurteilungskurven verglichen, so entsprechen gleiche Zahlenwerte rd. 5 dB geringeren Forderungen.

Ein direkter Vergleich des A-bewerteten Schalldruckpegels mit der Lübcke-Kurve ist nicht möglich.

Lübcke- bzw. Cremer-Lübcke-Kurven für Oktavpegelgrenzwerte.



Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

4. Gesetzmäßigkeiten des Schalls**4.1 Allgemeines**

Eine Änderung des Schalldruckpegels um 1 dB wird vom Menschen gerade noch wahrgenommen.

Eine Änderung des Schalldruckpegels um 6 dB entspricht einer Halbierung oder Verdopplung des Schalldruckes.

Eine Verminderung des Schalldruckpegels um 10 dB wird vom Menschen als eine Halbierung der Lautstärke empfunden.

Um eine Reduzierung von 20 dB zu erzielen, muß der Schalldruck auf $1/10$ des Anfangswertes gesenkt werden.

4.2 Schallausbreitung**4.2.1 Kugelstrahler**

Im Kreisfeld (ungehinderte Schallausbreitung) nimmt der Schalldruckpegel L eines Kugelstrahlers proportional $1/r$ ab. Dabei ist r der Abstand zwischen Schallquelle und Hüllfläche.

$$\Delta L = 20 \lg \frac{r_2}{r_1}$$

ΔL Schalldruckpegelabnahme in dB

r_1 Abstand der 1. Hüllfläche in m

r_2 Abstand der 2. Hüllfläche in m

Pro Entfernungsverdoppelung ergibt sich damit eine Schalldruckpegelabnahme von $L = 20 \lg 2 \approx 6$ dB

Die Schalldruckpegelabnahme in Räumen ist bedingt durch Reflexionen kleiner. Man rechnet hier allgemein mit einer Reduzierung von 3 bis 4 dB je Entfernungsverdoppelung.

4.2.2 Linienstrahler (Rohrleitung)

Die Schallenergie eines Linienstrahlers durchfließt für $r \ll l$ einen Zylindermantel ($2 \cdot r \cdot \pi \cdot l$), d. h. die Schall-Leistungsdichte nimmt mit $1/r$, der Schalldruckpegel L mit $1/\sqrt{r}$ ab.

$$\Delta L = 10 \lg \frac{r_2}{r_1}$$

ΔL Schalldruckpegelabnahme in dB

r_1 Abstand der 1. Hüllfläche in m

r_2 Abstand der 2. Hüllfläche in m

Für den Linienstrahler fällt damit pro Entfernungsverdoppelung der Schalldruckpegel L um 3 dB ab.

4.3 Addition mehrerer Schallquellen

4.3.1 Addition gleichlauter Schallquellen

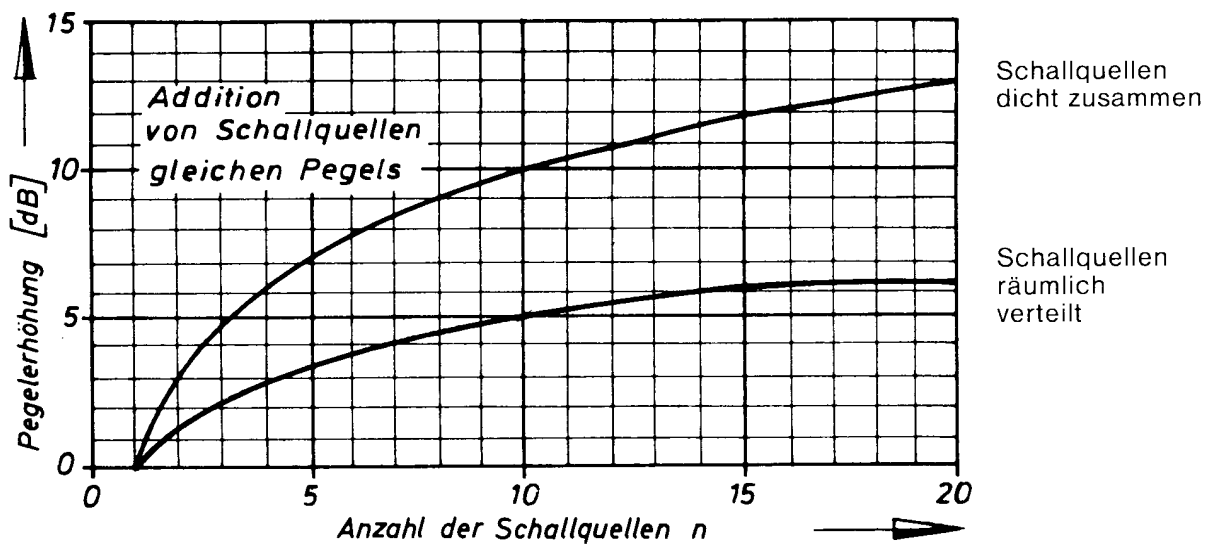
Treten mehrere Schallquellen gleichen Pegels auf, erhöht sich der Schalldruckpegel L_1 bei Schallquellen, die ganz dicht zusammenstehen, um

$$\Delta L = 10 \lg n$$

bei Schallquellen, die räumlich verteilt stehen, um

$$\Delta L = 5 \lg n$$

Nachfolgend ist der mathematische Zusammenhang zwischen der Schalldruckpegelzunahme ΔL und der Anzahl der Schallquellen gleichen Pegels graphisch dargestellt.



Der Gesamt-Schalldruckpegel wird dann

$$L = L_1 + \Delta L$$

L Gesamtschalldruckpegel in dB

L_1 Schalldruckpegel einer Schallquelle in dB

ΔL Schalldruckpegelzunahme in dB

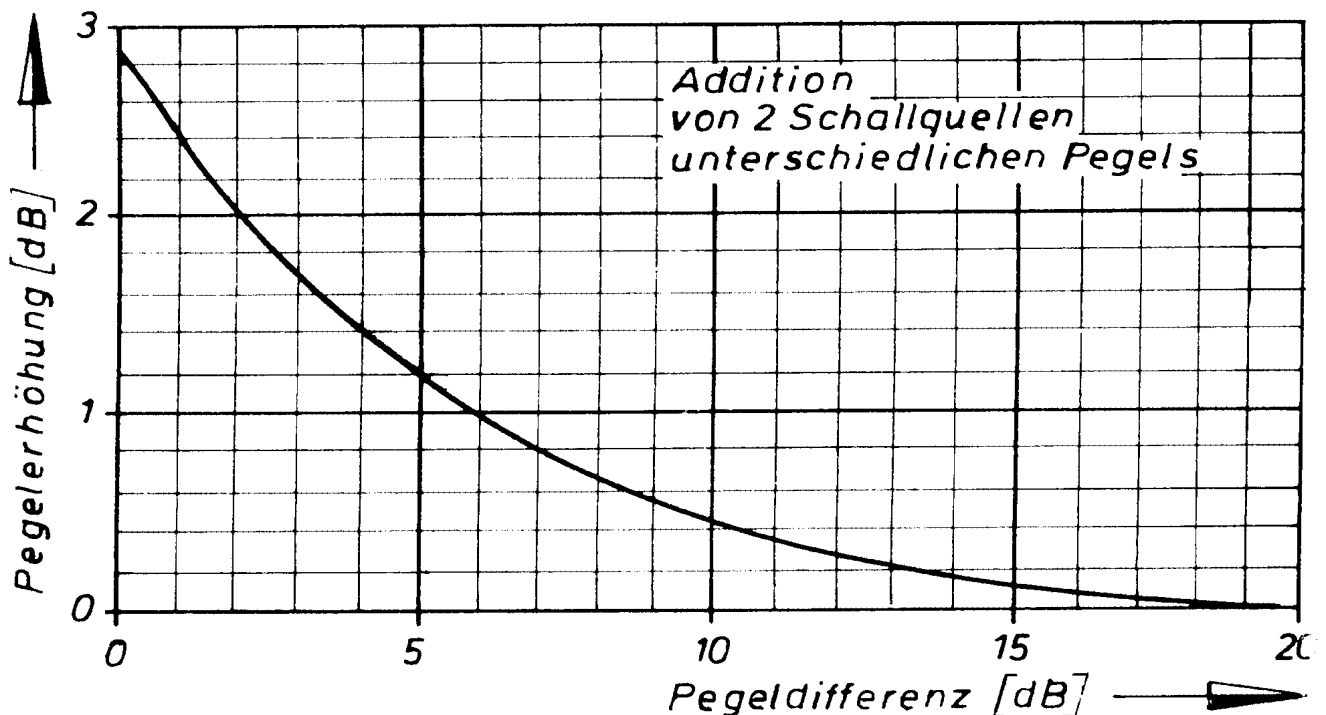
n Anzahl der Schallquellen

4.3.2 Addition von Schallquellen unterschiedlichen Pegels

Sind zwei Schallquellen mit unterschiedlichem Pegel vorhanden, erhöht sich der größere Schalldruckpegel um

$$\Delta L = 10 \lg \left(1 + 10^{\frac{L_2 - L_1}{10}} \right)$$

Nachfolgend ist der mathematische Zusammenhang zwischen der Schalldruckpegelzunahme ΔL und der Schalldruckpegeldifferenz $L_2 - L_1$ graphisch dargestellt.



Der Gesamtschalldruckpegel L ergibt sich dann mit

$$L = L_2 + \Delta L$$

L Gesamtschalldruckpegel in dB

L_1 Kleinerer Schalldruckpegel in dB

L_2 Größter Schalldruckpegel in dB

ΔL Schalldruckpegelzunahme in dB

Theoretische Grundlagen, Geräteauslegung, Tabellen, Veröffentlichungen

Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

5. Vorschriften zum Lärmschutz

5.1 Allgemeines

Immissionsrichtwerte kennzeichnen die zumutbare Stärke von Geräuschen und Schwingungen, bei der im allgemeinen keine Störung, Belästigung bzw. Gefährdung oder Schädigung erfolgt.

Immissionsrichtwerte werden meist als Beurteilungspegel L_R angegeben.

5.2 Grenzwerte am Arbeitsplatz

Aussagen über die am Arbeitsplatz zulässigen Immissionswerte sind in folgenden Richtlinien und Vorschriften enthalten:

VDI 2058 Bl. 2 „Beurteilung von Arbeitslärm am Arbeitsplatz hinsichtlich Gehörschäden“

Unfallverhütungsvorschrift Abschnitt 13 „Lärm“, VBG 121

Arbeitsstättenverordnung BGI. Teil I, Nr. 32, S. 729

Nach der Arbeitsstättenverordnung des BMA darf der Beurteilungspegel L_R am Arbeitsplatz, bezogen auf eine Arbeitsschicht, höchstens betragen:

bei überwiegend geistigen Tätigkeiten	55 dB (A)
bei einfachen oder überwiegend mechanisierten Bürotätigkeiten und vergleichbaren Tätigkeiten	70 dB (A)
bei allen sonstigen Tätigkeiten	85 dB (A)*)

*) In Ausnahmefällen ist eine Überschreitung bis zu 5 dB (A) erlaubt.

5.3 Grenzwerte für Arbeitslärm in der Nachbarschaft

Bezüglich der Immission von Arbeitslärm auf die Nachbarschaft sind die zulässigen Grenzwerte zusammengestellt in:

Richtlinie VDI 2058, Blatt 1 „Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft“

GewO, Allgemeine Verwaltungsvorschrift über genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 16 der Gewerbeordnung.

TA Lärm, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm.

Je nach Gebiet und Tageszeit gelten folgende Richtwerte des Beurteilungspegels L_R :

	bei Tag	bei Nacht
reine Industriegebiete	70 dB (A)	
Gebiete mit vorwiegend gewerblichen Anlagen	65 dB (A)	50 dB (A)
Gebiete mit gewerbl. Anlagen und Wohnungen	60 dB (A)	45 dB (A)
Gebiete mit vorwiegend Wohnungen	55 dB (A)	40 dB (A)
reine Wohngebiete	50 dB (A)	35 dB (A)
Kurgebiete, Krankenhäuser usw.	45 dB (A)	35 dB (A)

Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

6. Geräusentstehung in Gas-Druckregelanlagen

In einer Gas-Druckregelanlage sind zwei generelle Geräuschursachen zu unterscheiden:

- 1) Geräusche, die vom Entspannungsvorgang im Stellglied ausgehen (Entspannungsgeräusche).
- 2) Geräusche, die durch den Gastransport in den Anschlußleitungen entstehen (Strömungsgeräusche).

Für die Entspannungs- und die Strömungsgeräusche ist neben anderem eine starke Abhängigkeit von der Gasgeschwindigkeit gegeben. Da aber normalerweise in den Entspannungsstellen die weitaus höhere Geschwindigkeit vorliegt (diese Aussage gilt vornehmlich für überkritisches Druckgefälle), ist für gewöhnlich auch das Entspannungsgeräusch überwiegend und für den Schalldruckpegel der Anlage verantwortlich.

6.1 Entspannungsgeräusch

Entspannungsgeräusche haben ihren Ursprung im Stellglied. Es ist aber durchaus möglich, daß diese Geräusche über die Gassäule oder die Anschlußrohre weitergeleitet werden und an entfernter Stelle zur Abstrahlung gelangen.

6.1.1 Ursache

Die Entstehung der Entspannungsgeräusche kann durch die bei der Druckreduzierung ablaufenden Vorgänge erläutert werden:

Der aus der Drosselstelle des Stellgliedes in den Ausgangsraum tretende Gasstrahl (Freistrah) hat eine vom gegebenen Druckgefälle abhängige Geschwindigkeit, die bei überkritischem Druckverhältnis der Schallgeschwindigkeit (für Erdgas ca. 380 m/s) entspricht. Zwischen dem Freistrah und seiner Umgebung (Ausgangsraum) besteht somit eine beträchtliche Geschwindigkeitsdifferenz, die dazu führt, daß ständig unterschiedlich große Gasballen, sogenannte Turbulenzballen, aus dem Freistrah herausgerissen werden und er dadurch von seinen Randzonen her aufgelöst wird. Die Turbulenzballen selbst zerfallen infolge innerer und äußerer Reibung zu immer kleineren Einheiten, bis sie sich gänzlich aufgelöst haben. Der Zerfall des Freistrahls geschieht unter Ausbildung heftiger Turbulenzen. Die dabei auftretenden Druckschwingungen werden als sogenannter **Strahlärm** wahrgenommen.

Eine weitere Geräuschursache ist dadurch gegeben, daß bei überkritischem Druckverhältnis der Übergang vom Eingangs- auf den Ausgangsdruck unter Ausbildung instationärer Drucksprünge, sogenannter Verdichtungsstöße oder Schockwellen, geschieht. Die dadurch hervorgerufenen Geräusche werden als **Stoßwellen** bezeichnet.

Neben dem Lärm, den diese Verdichtungsstöße verursachen, können sie unter Umständen die Ventile zu Schwingungen und damit zu **mechanischen Vibrationsgeräuschen** anregen. Diese bei niedrigen Frequenzen liegenden Geräusche sind normalerweise untergeordnet, müssen aber trotzdem beachtet werden, da im Resonanzfall eine Zerstörung der Innenteile des Stellgliedes eintreten kann.

6.1.2 Berechnung

Die physikalischen Gesetzmäßigkeiten für die Entstehung der Entspannungsgeräusche sind heute so weit erforscht, daß für gegebene Betriebs- und Gerätedaten eine annähernde Berechnung des zu erwartenden Geräuschpegels möglich ist.

Alle bekannten Berechnungsverfahren gehen davon aus, daß ein bestimmter Teil der mechanischen Leistung des Drosselvorganges in Schalleistung umgesetzt wird. Die Höhe des

Theoretische Grundlagen, Geräteauslegung, Tabellen, Veröffentlichungen

Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

Anteils ist vom akustischen Wirkungsgrad und damit vom Druckverhältnis p_a/p_e und vom Ventiltyp (gekennzeichnet durch den kritischen Durchfluß-Koeffizienten C_f) abhängig. Die Berechnungen berücksichtigen die Schalldämmung des Ventilgehäuses und der nachgeschalteten Rohrleitung und sind normalerweise auf 1 m Seitenabstand vom Gas-Druckregelgerät normiert.

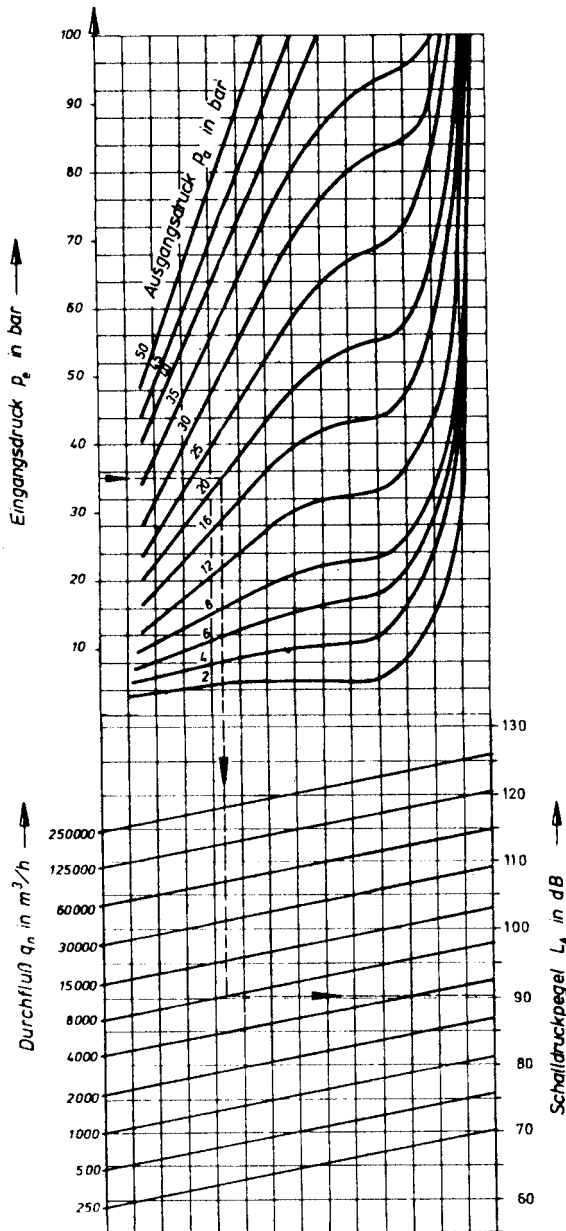
Das nachstehende Diagramm erlaubt für gegebene Betriebsdaten die grafische Ermittlung des in 1 m Seitenabstand vom Ausgang des Gas-Druckregelgerätes zu erwartenden Geräuschpegels. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß dieses Diagramm nur für **angenäherte** Bestimmungen des Geräuschpegels Anwendung finden kann, da es für ein „Normalgerät“ (einstufige Entspannung, keine besonderen Maßnahmen zur Geräuschreduzierung) und eine mittlere Wanddicke der nachgeschalteten Rohrleitung von $a \approx 7$ mm erstellt wurde. Abhängig von der Bauart und dem Gehäuse-Werkstoff des verwendeten Stellgliedes können sich Abweichungen bis zu ± 5 dB ergeben.

Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

Diagramm zur Ermittlung des Schalldruckpegels L_A für Gas-Druckregelgeräte

als Funktion: des Eingangsdruckes p_e in bar
 des Ausgangsdruckes p_a in bar
 des Durchflusses q_n in m^3/h
 für Erdgas



Die Diagrammwerte sind bezogen auf 1 m Seitenabstand vom Ausgang des Regelgerätes und gelten für Normalventile (einstufige Entspannung, keine besonderen Maßnahmen zur Geräuschreduzierung) und eine Wanddicke der nachgeschalteten Rohrleitung von ca. 7 mm. Mögliche Geräuschentwicklungen der vor- bzw. nachgeschalteten Anlagenteile erfassen die Kurven nicht.

Beispiel: $p_e = 34$ bar
 $p_a = 20$ bar
 $q_n = 8000$ m^3/h
 $L_A = 91$ dB

Für andere Gasarten ist der nachfolgende Korrekturwert ΔL_A zu addieren.

Korrekturwerte für einige Gase und Gasgemische	
Gas, Gasgemisch	ΔL_A
	dB
Ammoniak	-1
Azetylen	0
Erdgas	0
Helium	-5,5
Kohlendioxid	+2
Kohlenmonoxid	+1
Luft	+1
Methan	0
Propan	+2
Sauerstoff	+1,5
Stickstoff	+1
Wasserstoff	-9

Andere Rohrwanddicken als $a = 7$ mm siehe Diagramm zur Ermittlung des Schalldruckpegels von Strömungsgeräuschen

6.2 Strömungsgeräusche

Die Strömungsgeräusche in einer Gas-Druckregelanlage sind normalerweise untergeordnet, wenn in den Anschlußrohrleitungen der für die Gasfortleitung übliche Geschwindigkeits-Grenzwert von 20 m/s nicht überschritten wird. Liegen jedoch in der Anlage oder auch in partiellen Anlagenbereichen (z. B. in den Sicherheitsarmaturen) höhere Geschwindigkeiten vor, ist der Einfluß des Strömungsgeräusches auf das Gesamtgeräusch zu beachten.

6.2.1 Ursachen

Die Strömungsgeräusche haben ihre Ursache in Unstetigkeiten im Strömungsverlauf. Alle Umlenkungen, Querschnittsänderungen oder Einbauten aber auch das Strömungsverhalten im Grenzschichtbereich führen zu örtlichen Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeit und damit zu Instabilitäten, die Anlaß zur Geräuschabstrahlung geben.

6.2.2 Berechnung

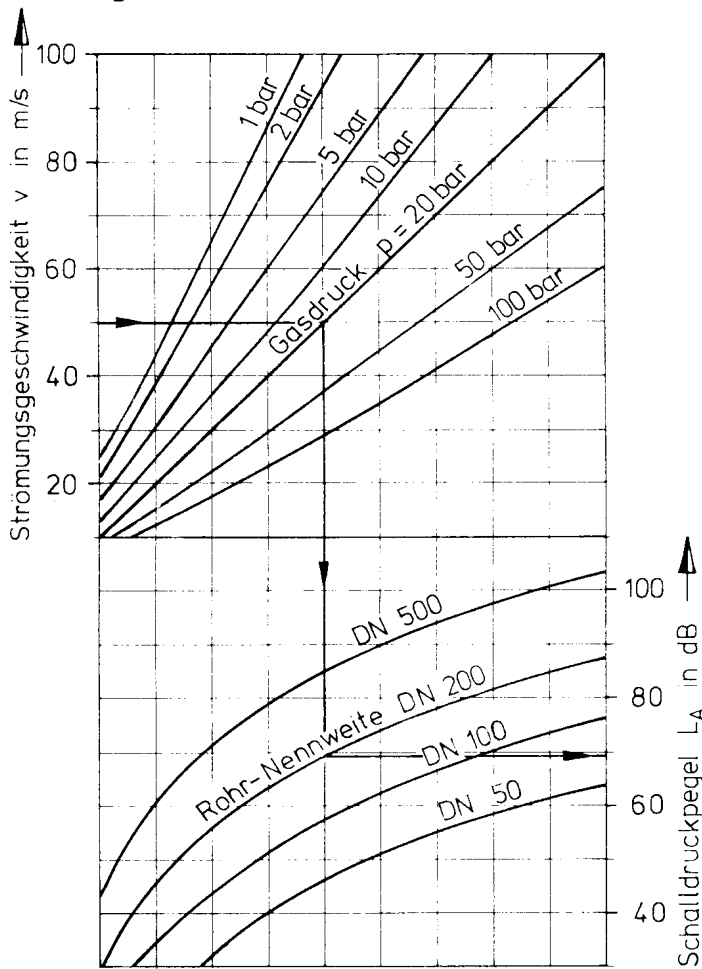
Ebenso wie für die Bestimmungen der Entspannungsgeräusche stehen heute auch für die Ermittlung der Strömungsgeräusche Berechnungsverfahren zur Verfügung. Auch hier sei darauf hingewiesen, daß das nachstehende Diagramm nur Anhaltswerte liefert.

Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

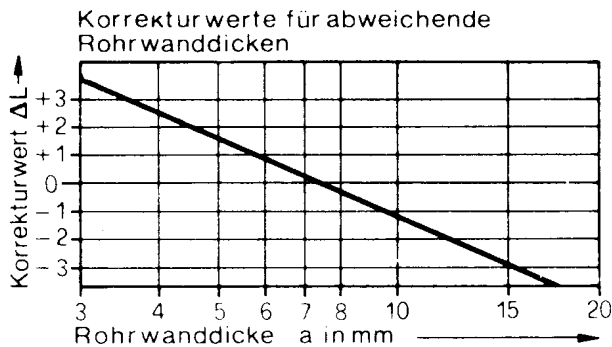
Diagramm zur Ermittlung des Schalldruckpegels von Strömungsgeräuschen

Schalldruckpegel L_A in 1 m Seitenabstand von der Rohrleitung
 als Funktion der Strömungsgeschwindigkeit v in m/s
 des Gasdrucks (Überdruck) p in bar
 der Rohrennweite DN in mm
 für Erdgas



Die Diagrammwerte dienen zur Abschätzung der Strömungsgeräusche in geraden Rohrleitungen. Bei Umlenkungen usw. ergibt sich eine entsprechende Erhöhung des Schalldruckpegels. Die Werte sind für eine Rohrwanddicke von 7,1 mm und das Durchflußmedium Erdgas berechnet. Für abweichende Rohrwanddicken ist der untenstehende Korrekturwert ΔL zu addieren.

Beispiel: $v = 50$ m/s
 $p = 20$ bar
 $DN = 200$ mm
 $L_A = 69$ dB



7. Geräuschreduzierung

Bei der Geräuschreduzierung wird zwischen primären und sekundären Schallschutzmaßnahmen unterschieden. Beim primären Schallschutz ist man bemüht, die Schallentstehung gänzlich zu vermeiden oder sie zumindest in vertretbaren Grenzen zu halten. Unter sekundärem Schallschutz verstehen wir alle Maßnahmen, durch die eine Ausbreitung vorhandener Geräusche verhindert, also ein Schallpegelgefälle zwischen Schallquelle und Schallempfänger gebracht wird.

Die wirksamste und damit zugleich befriedigendste Art der Herabsetzung von Geräuschen ist zweifellos, das Übel bei der Wurzel zu fassen und durch geeignete Primärmaßnahmen die Entstehung schallerzeugender Schwingungen soweit wie eben möglich zu unterbinden. Bei Entspannungsvorgängen im Gas-Druckregelgerät läßt sich eine wesentliche Verbesserung des Geräuschverhaltens durch Maßnahmen erreichen, die wie folgt klassifiziert werden können:

Mehrstufige Entspannung

Die Schalleistung nimmt mit Verringerung des Druckgefälles ab. Unterteilt man ein gegebenes Druckgefälle, wird ein insgesamt günstigeres Geräuschverhalten erreicht.

Strahlaufteilung

Bei gleichem Druckgefälle, aber geringerem Durchfluß, nimmt die Schalleistung ab. Wird der Gasstrahl mittels Lochplatten-Systemen in eine große Anzahl kleiner Teilströme unterteilt, ergibt sich ein günstigeres Geräuschverhalten.

Lokale Begrenzung des Entspannungsvorganges

Es ist anzustreben, den Entspannungsvorgang im Stellglied weitgehend abzuschließen und bereits im Ausgang des Gerätes für eine Vergleichmäßigung des Strömungsbildes zu sorgen. Jede Nachentspannung hinter dem Gas-Druckregelgerät entzieht sich der Kontrolle und kann eine verstärkte Schallabstrahlung in weiterführenden Anlagenteilen bewirken.

Um die lokale Begrenzung des Entspannungsvorganges zu erreichen, erweist sich die Strahlaufteilung als sehr positiv, da sie die Länge des turbulenten Vermischungsgebietes stark verkürzt. Zudem kann durch bewußte Förderung der Freistrahldissipation (Auflösung) mit Hilfe von Verwirbelungselementen diese Vermischungszone weiter eingeschränkt und eine Vergleichmäßigung des Abströmvorganges erreicht werden.

Unter Ausnutzung dieser Prinzipien, die direkten Einfluß auf den Entspannungsvorgang nehmen, wird heute die Gerätebaureihe RMG 408 und RMG 409 serienmäßig mit Elementen zur Geräuschreduzierung ausgerüstet. Bei allen anderen Gerätetypen besteht die Möglichkeit, durch geeignete Einbauten und/oder nachgeschaltete Elemente eine deutliche Reduzierung im Geräuschverhalten zu erreichen. Im Einzelfall ist diese Möglichkeit auch bei bereits eingebauten Geräten gegeben.

Bei optimaler Auslegung können Geräuschreduzierungen bis zu 25 dB (A) erzielt werden.

Theoretische Grundlagen

Technische Akustik

Schalldämmwerte in Betonfertiggebäuden und Schränken

Ausgangspunkt ist in den Gebäuden ein Geräuschpegel von ca. 95 dB (A) in dem Frequenzbereich der durch Regel- und Meßanlagen erzeugten Geräusche.

Gebäudeausführung	Dämmwert dB (A)	erreichbarer Schallpegel dB (A)
a. Wandstärke 10 cm Offene Be- und Entlüftung in den Wänden, Türen als Serientüren	35	60
b. Wandstärke 10 cm Be- und Entlüftung mit Kulissen schallgedämmt oder Entlüftung in der Decke. Türen mit Schaumstoffpyramidenplatten gedämmt.	45	50
c. Wandstärke 10 cm Wände und Türen auf der Innenseite zusätzlich schallgedämmt mit 30 mm Schaumstoffpyramiden- platten oder ähnlichem. Be- und Entlüftung wie unter b.	55	40