



# Laut ist teuer!

Tipps für den Einkauf leiser Maschinen

## Inhalt

<b>Vorwort</b>	2
<b>Leise ist preiswert(er)!</b>	5
Warum sich geräuscharme Maschinen lohnen	
<b>Dezibel &amp; Co ...</b>	15
Kleine Übersicht über wichtige Kenngrößen der Geräuschemission	
<b>In Ruhe investieren!</b>	37
Leise Maschinen finden und kaufen	
<b>Weiterführendes</b>	47
<b>Anhang</b>	49
<b>Impressum</b>	52

# Vorwort

Jahr für Jahr belegt die berufsbedingte Lärmschwerhörigkeit den Spitzenplatz bei den anerkannten Berufskrankheiten. Das ist nicht verwunderlich, gibt doch in Deutschland jeder vierte Beschäftigte an, häufig oder immer unter Lärm zu arbeiten, was jeder zweite der Betroffenen als Belastung erlebt.

Kaum erfasst – weil nicht als Berufskrankheiten anerkannt – sind die zahlreichen Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems und andere physiologische Erkrankungen wie z. B. des Magen-Darmtrakts, die ebenfalls zumindest teilweise auf das Konto von Lärm gehen und jedes Jahr tausende von Arbeitunfähigkeitstage verursachen. Und dass Lärm negativ auf Motivation und damit auch auf die Produktivität der Beschäftigten wirkt, ist bei Fachleuten kein großes Geheimnis.

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) forscht seit Jahren auf dem Gebiet des Lärmschutzes und gibt konkrete Handlungsanleitungen z. B. zum Thema „Lärmarm konstruieren“ heraus. Dahinter steht die Erkenntnis, dass der beste Lärm der ist, der erst gar nicht entsteht. Oder anders formuliert: Wenn der Lärmschutz bei der Konstruktion von Maschinen gleich mitbedacht wird, braucht hinterher keine teure Lärminderung durchgeführt werden.

So weit, so gut. Allerdings müssen die so konstruierten „leisen“ Maschinen auch den Weg in die Werkhalle finden, um dort für weniger Lärm sorgen zu können. Und das hat in der Vergangenheit nicht immer und überall geklappt. Nach wie vor scheint der von einer Maschine erzeugte Lärm kein entscheidender Mangel zu sein – sei es, weil der Maschinenkäufer selten der Maschinenbediener ist, sei es, weil sich in einigen Köpfen immer noch der Glaube hält, wonach eine laute auch eine leistungsfähige Maschine ist. Außerdem ist beim Maschinenkauf immer noch die Überzeugung verbreitet, dass leise Maschinen teurer sind als laute, sodass in betriebswirtschaftlicher Hinsicht die laute Maschine fälschlicherweise immer noch als die bessere Wahl erscheint. Schließlich kann man sich für mehr Ruhe am Arbeitsplatz nichts kaufen, oder?

Hier setzt die vorliegende Broschüre an. Sie zeigt, dass weniger Lärm am Arbeitsplatz im Gegenteil bares Geld ist und die Wettbewerbsfähigkeit eines jeden Unternehmens steigert. Und sie zeigt, wie teuer eine vermeintlich billige – und laute – Maschine ihren Besitzer wirklich zu stehen kommt. Darüber hinaus möchte die Broschüre aber nicht nur für leise Maschinen werben und Sie als Arbeitgeber und Maschinenkäufer von deren

ökonomischen Vorteilen überzeugen. Sie möchte Ihnen darüber hinaus helfen, diese Maschinen am Markt auch zu finden! Das ist gar nicht so einfach, wie Sie vielleicht glauben. Denn obgleich die Maschinenhersteller dazu verpflichtet sind, sachgerechte Angaben zur Geräuschemission ihrer Produkte zu machen – in der Praxis sind diese oft nicht oder in nicht korrekter Form zu finden. Damit Sie wissen, wonach Sie suchen und worauf Sie beim Maschinenkauf achten müssen, ist in dieser Broschüre das Wichtigste zusammengefasst – so kurz wie möglich und so ausführlich wie nötig!



*Zum besseren Verständnis wurden in dieser Broschüre einige physikalische Zusammenhänge vereinfacht dargestellt.*



CE

GREASE



Modell: 700 71/4  
U/min / RPM:

Betriebsdruck (pressure):  
Bajahr / Production Date:

Series: B  
6700  
6.3 BAR  
07 08 09

Sec  
10  
NSB  
1730

100

# Leise ist preiswert(er)!

## Warum sich geräuscharme Maschinen lohnen

### Leistung ist nicht alles

Wer heute ein Auto kauft, weiß in der Regel Bescheid über ASR, ESP, ABS und was es an weiteren aktuellen Extras so gibt. Selbstverständlich sind auch alle relevanten Eckdaten des künftigen Autos bekannt – wofür gibt es schließlich Hochglanz-Verkaufsprospekte? Hier finden sich alle Angaben über Zuladung, Maße, Beschleunigung, Drehmoment, Höchstgeschwindigkeit, Sicherheitsausstattung usw. Und weil niemand nach dem Kauf eine böse Überraschung bei den Folgekosten erleben möchte, schaut (fast) jeder und jede auf den Verbrauch, auf die Versicherungseinstufung, auf die Höhe der KFZ-Steuer sowie auf den Schadstoffausstoß. Insofern wird für die meisten von uns der Autokauf zunehmend zu einer Vernunftentscheidung – das Gesamtpaket aus Kosten und Nutzen muss stimmen, Fahrspaß und Prestige spielen hingegen beim Durchschnittskäufer, wenn auch häufig nur mangels Finanzkraft, eine eher untergeordnete Rolle.

So viel Vernunft und Weitsicht beim Kauf von technischem Gerät ist leider nicht immer und überall die Regel. So gehen jeden Tag Bohrmaschinen, Schwingschleifer oder auch Laubbläser über die Ladentheke, von denen der Käufer wenig weiß – und eigentlich auch wenig wissen will!

Meistens liefert ein niedriger Preis, eine in etwa passende Leistung und Umdrehungszahl genug Kaufargumente. Schadstoffemissionen oder gar die Geräuschentwicklung spielen hingegen meistens keine Rolle. Das mag insofern verzeihlich sein, weil diese Geräte in privater Hand (hoffentlich!) nur kurze Einsatzzeiten haben, die das eigene Gehör sowie die Nachbarschaft dann nur ebenso kurz belästigen.

### Die Kosten des Lärms

Weniger verzeihlich ist allerdings, wenn Unternehmen oder auch Handwerksbetriebe die gleiche „Einkaufspolitik“ verfolgen wie der private Konsument: Möglichst viel Leistung für möglichst wenig Geld. Zumal diese Rechnung oft nicht aufgeht. Denn ähnlich wie beim Auto beschreibt der Kaufpreis einer Maschine nicht die Kosten, die mit dem Kauf tatsächlich verbunden sein können. Und damit sind nicht nur Ersatzteile und Energieverbrauch angesprochen, die eine Maschine im Nachgang teuer werden lassen. Was viele Einkäufer überhaupt nicht auf der Rechnung haben, sind jene Kosten, die mittelbar oder unmittelbar vom Lärm einer Maschine verursacht werden. Hier lassen sich viel mehr Posten auflisten, als man gemeinhin annimmt – denn

Lärm ist auf ganz unterschiedlichen Ebenen teuer.

Da sind zunächst die Kosten für die Lärmschwerhörigkeit, die seit Jahren zu den am häufigsten anerkannten Berufskrankheiten zählt. Nach Berechnungen von Fachleuten kostet die Berufskrankheit Lärmschwerhörigkeit im Jahr 170 Millionen Euro. Kosten, die letztlich von den versicherten Unternehmen über den Umweg der Beiträge zur Berufgenossenschaft bezahlt werden müssen. Somit sorgt viel Lärm in den Betrieben auch für viele Lärmschwerhörigkeitsfälle unter den Beschäftigten – und damit für steigende Beiträge zur Unfallversicherung.

Nun könnten Unternehmen argumentieren, dass diese Kosten nicht die eigene Wettbewerbsfähigkeit gefährden, da sie auf alle versicherten Betriebe umgelegt werden – auch auf diejenigen, die sich bemühen, geräuschärmer zu produzieren. Ist also der Leise der Dumme? Mitnichten! Einerseits werden die Kosten nur auf deutsche Unternehmen umgelegt – der ausländische Mitbewerber bleibt davon unberührt. Andererseits – und das wiegt schwerer – verursacht Lärm auch unmittelbare Kosten, die von „lauten“ Betrieben direkt getragen werden müssen. Denn entgegen weitverbreiteter Meinung geht Lärm eben nicht nur auf die Ohren, sondern schädigt den gesamten Organismus. Die Arbeitsmedizin spricht hier von extra-auralen Wirkungen, also über das Gehör hinaus den ganzen Körper betreffend. So beeinträchtigt Lärm den Menschen in verschiedenen Bereichen. Auf physiologischer Ebene sorgt Lärm dafür, dass vermehrt Stresshormone ausgeschüttet werden, der Blutdruck ansteigt und das Magen-Darm-System

in seiner Funktion beeinträchtigt wird. Im Bereich der Psyche kann Lärm Ärger, Anspannung, Angst oder auch Nervosität auslösen. Beides beeinflusst die Leistungsfähigkeit und die Kreativität – die Konzentration lässt nach, die Aufmerksamkeit schwindet und letztlich erhöht sich auch die Fehlerhäufigkeit. Also nichts, was in Ihrem Interesse als Arbeitgeber liegt! Darüber hinaus müssen Sie neben den Qualitätseinbußen mittel- und langfristig auch mit mehr Arbeitsausfalltagen bei lärmgeplagten Beschäftigten rechnen. Studien belegen, dass lärmbelastete Arbeitsplätze das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie für Erkrankungen des Magen-Darm-Systems durchaus nennenswert erhöhen.

Darüber hinaus bleibt natürlich auch die akustische Kommunikation vom Lärm nicht unberührt. So führt das erschwerte Verstehen von Sprache zu Missverständnissen und Fehlhandlungen, was für die Beschäftigten belastend ist sowie für das Unternehmen mit ökonomischen Nachteilen verbunden ist. Gerade mit Blick auf ältere Beschäftigte mit bereits eingeschränktem Hörvermögen sowie Beschäftigte mit Migrationshintergrund und eventuell eingeschränktem Sprachvermögen ist es wichtig, für möglichst optimale akustische Rahmenbedingungen zu sorgen, um so die Kommunikation zu erleichtern bzw. zu ermöglichen.

Aber Lärm verursacht nicht nur langfristig die verschiedensten Erkrankungen und stört die Kommunikation, leider kann er auch für den plötzlichen Verlust der Gesundheit sorgen. Denn Lärm behindert die Wahrnehmung von Warnsignalen und die akustische Orientierung. Die Folge sind

Unfälle – der Warnruf wird dann ebenso überhört wie der heranraschende Gabelstapler.

Darüber hinaus fallen weitere Kosten für Präventionsmaßnahmen an, die nicht entstehen würden, wenn es im Betrieb entsprechend weniger laut zugehen würde. Angesprochen sind hier z. B. Lärmunterweisungen im Betrieb, arbeitsmedizinische Untersuchungen zur Gehörvorsorge sowie die Kosten für den von Ihnen als Arbeitgeber zu stellenden persönlichen Gehörschutz für Ihre Beschäftigten. Alles Dinge, die allein betrachtet nicht wirklich teuer sind, die sich aber addieren!

Wirklich teuer sind hingegen oft nachträgliche Lärminderungsmaßnahmen, wie z. B. das Kapiteln einer Maschine. Solche Maßnahmen werden fällig, wenn sich nach dem Kauf einer Maschine herausstellt, dass es dann für die Beschäftigten lauter wird, als der Gesetzgeber erlaubt. Dann müssen Lärminderungsprogramme geplant und durchgeführt werden – alles auf Ihre Kosten!

Wenn es ganz schlecht läuft, sind sogar noch zusätzliche Maßnahmen für den Immissionschutz fällig, also für die Lärminderung in der Nachbarschaft, wobei sogar Betriebsbeschränkungen bis hin zu Untersagungen möglich sind.

### Das kostet ein Ausfalltag

Nach Berechnungen der BAuA liegen die Gesamtkosten für einen AU-Tag z. B. im „Produzierenden Gewerbe ohne Baugewerbe“ bei 325 Euro. Diese Summe addiert sich aus den Kosten für den Produktionsausfall (127 Euro) sowie dem Ausfall der Bruttowertschöpfung (198 Euro). Werden zusätzlich noch die Kosten für die Ersatzarbeitskraft sowie entstandene Qualitäts- und Servicemängel mit in die Kalkulation einbezogen, kostet ein AU-Tag je nach Branche zwischen 400 und 500 Euro.

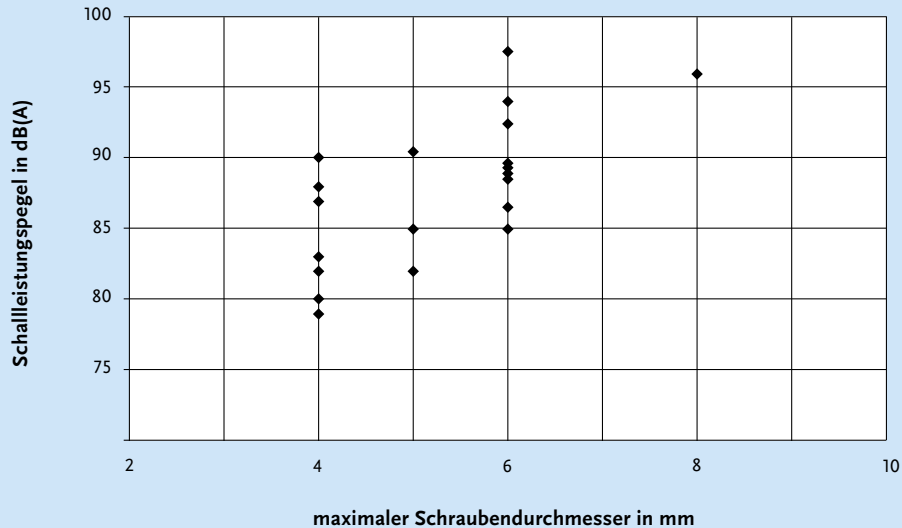


### Es geht auch leiser!

Wer all diesen Kosten aus dem Weg gehen möchte, der macht sich am besten **vor** dem Maschinenkauf ein paar Gedanken zum Thema Lärmemission.

Ziel sollte sein, die leiseste oder zumindest eine leise Vertreterin innerhalb einer Maschinengruppe zu finden und diese zu kaufen. Zumal leise Maschinen in der Anschaffung nicht unbedingt teurer sein müssen als laute – hier hat die Person, welche die Maschine konstruiert hat, einfach nur gute Arbeit geleistet und die Grundregeln der

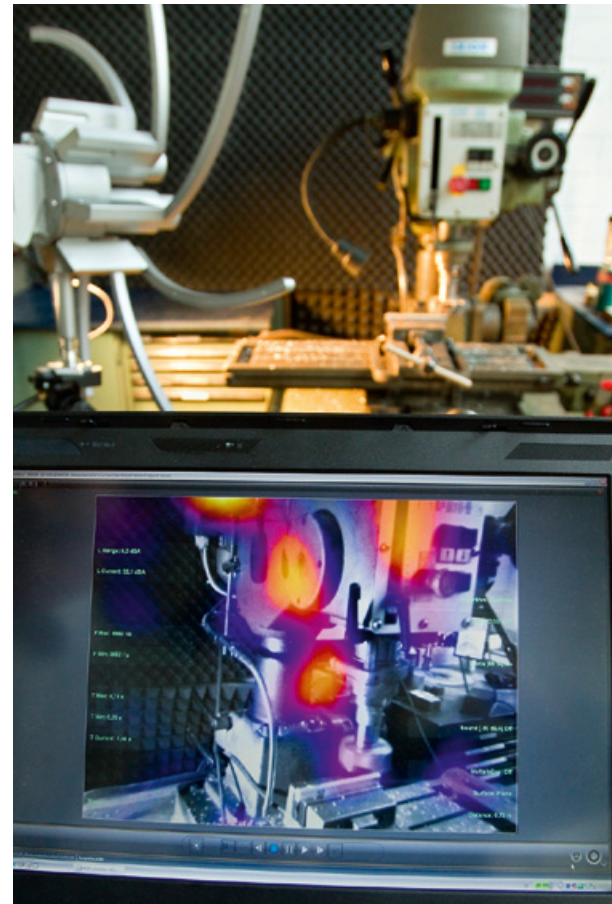
Maschinenakustik für eine Lärminderung an der Quelle beachtet und umgesetzt. Und das kann sehr wirksam sein! Untersuchungen belegen, dass bei vielen Maschinengruppen ein hörbarer Unterschied zwischen der leisesten und der lautesten Maschine existiert. So sind Spannen von mehr als 10 Dezibel (dB) für den A-bewerteten Schalleistungspegel oder auch Emissions-Schalldruckpegel durchaus üblich – und das, obgleich sich die Maschinen von den übrigen Leistungsdaten kaum oder gar nicht unterscheiden!



Schalleistungspegel von 24 verschiedenen pneumatisch angetriebenen Schraubern.

Deutlich zu erkennen: Es gibt laute und leise – Sie haben die Wahl! (Abbildung nach: Jacques, Lacore)

Was ein A-bewerteter Schallleistungspegel oder ein A-bewerteter Emissions-Schalldruckpegel genau ist, braucht Sie jetzt (noch) nicht zu interessieren. Hier nur so viel: 10 dB oder auch 10 dB(A) weniger ist sehr viel leiser, als so mancher vermuten würde – es ist dann nämlich nur noch halb so laut! Oder noch beeindruckender: Von einer um 10 dB leiseren Maschine können Sie in der gleichen Umgebung zehn Stück aufstellen – erst dann liegt der Schalldruckpegel in der Umgebung so hoch wie bei einer einzigen lauten Maschine. Bis Sie eine solche Lärminderung nachträglich z. B. durch Schall absorbierende Deckenverkleidungen oder Schallschirme erreichen, müssen Sie schon ziemlich viel Geld in die Hand nehmen – wenn sich eine Halbierung der Lautstärke auf diesem Wege und ohne Produktionseinschränkungen überhaupt erzielen lässt. Darüber hinaus hat der Beschäftigte, der direkt an der Maschine z. B. als Bediener arbeitet, von diesen Lärminderungsmaßnahmen so gut wie nichts, da er im direkten Schallfeld der Maschine steht. Deshalb gilt: Die oft preiswerteste und immer beste Lösung in Sachen Lärminderung sind leise Maschinen! Diese mindern unmittelbar die Lärmbelastung für den Mitarbeiter an der Maschine selbst, aber auch die Lärmbelastung für Mitarbeiter an weiter entfernten Arbeitsplätzen.



Mittels akustischer Kameras kann man Lärm sichtbar machen.

## Ein Beispiel schlechter Praxis

Dass es beim Kauf von Maschinen richtig schlecht laufen kann, war eine Erkenntnis aus dem von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin geförderten Projekt „Entwicklung wirksamer Strukturen zur Lärminderung in KMU“ (kleine und mittlere Unternehmen). Ziel war dabei die Erprobung eines Präventionsansatzes zur Lärminderung in KMU, der auf Beratung und Unterstützung bereits bei der Planung von Investitionen setzte. In dem konkreten Unternehmen, einem familiengeführten Steinmetz-Betrieb mit vier Beschäftigten, standen mehrere größere Investitionen an, darunter auch die Anschaffung eines neuen leistungsfähigen Universalbearbeitungszentrums. Dieser Investitionsprozess war zu Beginn der Prozessbegleitung bereits weitgehend abgeschlossen – und das erwies sich im Nachgang als ziemlich verheerend. Der Unternehmer hatte die leistungsschwächeren Tischgeräte verworfen, sodass letztlich zwei Maschinen zur Wahl standen: Modell A und Modell B. Er entschied sich für Modell B, nicht zuletzt aufgrund der Beratung durch ein bekanntes, bundesweit tätiges Vertriebsunternehmen für Maschinen und Bearbeitungszentren für die Steinbearbeitung. Der Kauf erfolgte ohne Einbeziehung des Beraters aus dem BAuA-Projekt, sodass wichtige präventive Lärmschutzaktivitäten aus Unkenntnis unterblieben. Nicht stattgefunden haben:

- der Abruf der Geräuschemissionsdaten von den potenziellen Anbietern
- die vorausschauende Gefährdungsbeurteilung mit Substitutionsprüfung
- die Lärmprognose über die zu erwartende Lärmbelastung

- die Ableitung von Anforderungen des Arbeitsschutzes, speziell des Lärmschutzes
- die Abschätzung von Aufwand und Kosten für präventive Gestaltungsmaßnahmen bzw. korrigierende Nachbesserungen

Da alle diese Informationen dem Unternehmer nicht vorlagen, wurden

- Lösungsalternativen nicht nach Arbeitsschutzkriterien, insbesondere der Geräuschemission bewertet und ausgewählt, und
- bei der Bestellung Anforderungen des Arbeitsschutzes, insbesondere die Unterschreitung bestimmter Geräuschemissionswerte, vertraglich nicht fixiert.

Und dann stand die Maschine in der Halle. Ebenfalls aus Unkenntnis wurde keine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt, sondern der Arbeitsstätte wurde pauschal und ohne Messung das Gebotszeichen für das Tragen von Gehörschutz verpasst. Das hat sich der Gesetzgeber allerdings ein wenig anders vorgestellt – er fordert vom Arbeitgeber:

- eine Gefährdungsbeurteilung
- im Zweifelsfall eine Lärmmessung
- bei Überschreiten der in der „Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen“ festgelegten Auslösewerte Maßnahmen zur Lärminderung

Es ist also keineswegs ausreichend, einfach nur Gehörschutz vorzuschreiben! Wer sich laute Maschinen ins Unternehmen holt, muss sich hinterher um deren

Lärminderung kümmern. Diese teure Erfahrung musste auch der Unternehmer in unserem Steinmetz-Betrieb machen. Hier hatte das Bearbeitungszentrum den ersten Probelauf absolviert und war durch ohrenbetäubenden Lärm aufgefallen. Orientierende Messungen ergaben bei Vollastbetrieb einen Lärmpegel am Bedienerarbeitsplatz von gut 96 dB(A)! Damit handelte es sich, bei Annahme einer intensiven Nutzung der Maschine, eindeutig um einen Lärmbereich. Und mit dieser Einstufung war dann viel Aufwand verbunden: Ergreifung von weiteren Schutzmaßnahmen, insbesondere Kennzeichnung und Abgrenzung des Lärmbereichs, Aufstellen und Umsetzen eines Lärminderungsprogramms, Sicherstellung, dass sich nur arbeitsmedizinisch untersuchte und unterwiesene Beschäftigte mit geeignetem persönlichen Gehörschutz im Lärmbereich aufhalten etc.

Sparen können sich diesen Aufwand diejenigen Arbeitgeber, die sich vorher kundig machen und die Finger von lauten Maschinen lassen. Dazu muss man z. B. die technischen Informationsbroschüren der Maschinen lesen – und verstehen! Im genannten Fall fand sich in den Maschinenunterlagen der Hinweis 84 dB(A) bei 3000 U/min. An anderer Stelle wirbt der Hersteller allerdings mit „einer stufenlosen Drehzahlregulierung von 250 bis 10 000 U/min“. Klar, dass die 84 dB(A) dann bei weitem übertroffen werden. Und wer möchte seine Maschine z. B. mit nur rund 30 % Leistung fahren, um den maximal zulässigen Tages-Lärmexpositionspegel der LärmVibrationsArbSchV nicht zu überschreiten?



Auf Nachfrage beim Hersteller gab es dann die Information, dass inzwischen neue, lärmärmere Fräswerkzeuge eingesetzt werden können. Diese Nachrüstung muss der Unternehmer allerdings allein tragen. Anspruch auf Gewährleistung und Unterschreitung vorgegebener Geräuschemissionswerte hätte er nur, wenn konkrete Anforderungen an die Geräuschentwicklung als Bestandteil in den Kaufvertrag aufgenommen worden wären. Eine Wahl hat der Unternehmer nicht – Unwissenheit schützt auch hier vor Schaden nicht. Unterlässt er die Nachrüstung zur Lärminderung, läuft er Gefahr, dass die zuständige Behörde eine Auflage für einen eingeschränkten Betrieb oder sogar eine Stilllegungsverfügung erteilt.

### Die Lösung: einfach leise Maschinen kaufen!

Das Beispiel zeigt: Es spricht alles dafür, in die leiseste Vertreterin einer Maschinengruppe zu investieren! Das spart nicht nur Ärger, sondern auch bares Geld – teure Nachrüstungen sind meist ebenso überflüssig wie andere Lärminderungsmaßnahmen. Bleibt die Frage: Warum werden eigentlich laute Maschinen überhaupt noch gekauft? Es kann doch nicht so schwierig sein, die leiseste und damit letztlich die wirtschaftlichste Maschine am Markt zu finden. Vermutlich gibt es doch analog zur Einstufung von Effizienzklassen bei Haushaltsgeräten eine Klassifizierung von Maschinen nach ihrer Geräuschemission. Oder eine Art Gütesiegel, woran man auf einen Blick erkennen kann, ob die Geräuschabstrahlung im grünen, gelben oder roten Bereich angesiedelt ist. Oder wenigstens eine Kennzahl, die einem weiterhilft ...

Die gute Nachricht für alle Maschineneinkäufer lautet: Ja, die Maschinenhersteller sind verpflichtet, konkrete Aussagen über die Geräuschemission (Lärmerzeugung) ihrer Maschine zu machen. Die schlechte Nachricht: Nein, es gibt weder eine Art Gütesiegel noch eine Einstufung analog zu den Haushaltsgeräten, die Ihnen als Maschineneinkäufer **auf einen Blick** sagt, ob Sie diese Maschine unter Berücksichtigung der Geräuschemission unbedenklich kaufen können. Und die ganz schlechte Nachricht: Die Betriebsunterlagen und Prospekte sind nicht immer hilfreich. Da wird beispielsweise auf die geforderten Angaben ganz verzichtet oder es wird etwas angegeben, was niemandem weiterhilft oder – noch schlimmer – in die Irre führt. So etwa, wenn die Geräusch-

emission nach Herstellerangabe 84 dB(A) bei 3000 U/min beträgt, die Maschine Volllast jedoch erst bei 10 000 U/min erreicht. Zu finden sind auch häufig Angaben über Geräuschemissionen, ohne dass das Messverfahren genannt wird. Oder es werden Dinge angegeben, die weder in der Akustik bekannt noch vom Gesetzgeber gefordert werden. Das Problem: Solange Sie als Käufer von Maschinen solche Angaben aus mangelnder Sachkenntnis akzeptieren, wird sich nichts ändern! Sie werden Ihre Maschine weiterhin in erster Linie nach den übrigen Leistungsdaten auswählen und damit immer Gefahr laufen, die Zeche im Nachhinein bezahlen zu müssen.

Was also tun? Keinesfalls resignieren! Wenn Sie vermeiden wollen, dass Sie beim Maschinenkauf in Sachen Lärmemission über den Tisch gezogen werden, bleibt nur eins – Sie müssen sich sachkundig machen. Dabei kann Ihnen diese Broschüre helfen. Sie gibt Ihnen jene Informationen an die Hand, die Sie beim Kauf von leisen Maschinen brauchen. Im folgenden Kapitel werden die wichtigsten Geräuschkenntgrößen leichtverständlich vorgestellt und erläutert. Nach Lektüre dieser Broschüre werden Sie in der Lage sein, die Angaben des Maschinenherstellers zur Geräuschemission seiner Maschine richtig einzuordnen, akustischen Unsinn als solchen zu entlarven und dem Anbieter die richtigen Fragen zu stellen. Kurz: Sie werden in Sachen Kauf von leisen Maschinen ein mündiger Konsument sein, der auf Augenhöhe mit dem Verkäufer verhandelt. Schließlich lassen Sie sich anderswo ja auch kein X für ein U vormachen.



Vorsicht, Verwechslungsgefahr! dB ist nicht gleich dB, häufig ist bei ähnlichen Begriffen völlig anderes gemeint.



# Dezibel & Co ...

## Kleine Übersicht über wichtige Kenngrößen der Geräuschemission

### Das will der Gesetzgeber

Laute Maschinen sind ebenso wenig ein deutsches Problem wie berufsbedingte Lärmschwerhörigkeit. Deshalb nimmt sich eine europäische Regelung des Problems an: die Maschinenrichtlinie. Die verpflichtet die Maschinenhersteller, ihre Produkte so zu konstruieren und zu bauen, dass sie möglichst wenig Lärm erzeugen. Wie erfolgreich die Maschinenhersteller diese Forderung umsetzen, können Sie als Maschinenkäufer überprüfen. Die Maschinenrichtlinie schreibt den Herstellern nämlich zusätzlich vor, dass sie sachgerechte Angaben über den von einer Maschine ausgehenden Lärm (Geräuschemission) machen müssen. Damit haben Sie die Möglichkeit, unter einer Reihe ähnlicher Maschinen diejenige mit der niedrigsten Geräuschemission und damit die leiseste zu identifizieren. Mit dieser Angabe sind Sie als Arbeitgeber wiederum in der Lage, ihrer gesetzlichen Pflicht als Maschinenbetreiber nachzukommen, die u. a. in der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung festgelegt ist. Hier fordert der § 7 von Ihnen, dass Sie bei der Auswahl und beim Einsatz neuer oder auch bereits vorhandener Maschinen und Werkzeuge – also: Arbeitsmittel – den Gesichtspunkt Lärminderung vorrangig berücksichtigen sollen.

Auch an anderer Stelle sind Sie als Arbeitgeber auf die richtigen Angaben der Maschinenhersteller hinsichtlich der Lärmemission ihrer Produkte angewiesen. So können Sie ohne diese Angaben kaum die vom Arbeitsschutzgesetz vorgeschriebene Gefährdungsbeurteilung durchführen. Die wiederum ist Grundlage für die Bewertung der Lärmsituation an den von Ihnen angebotenen Arbeitsplätzen und notwendig für ggf. einzuleitende Lärminderungsmaßnahmen, falls die zulässigen Lärmauslösewerte an den Arbeitsplätzen überschritten werden – siehe Info-Box S. 18! Darüber hinaus wird auch die rechnerische Prognose von Schalldruckpegeln für geplante Arbeitsplätze unmöglich, wenn die entsprechenden Angaben der Maschinenhersteller nicht auf dem Tisch liegen.



### Was muss der Maschinenhersteller angeben?

Jeder Maschinenhersteller muss schriftlich Auskunft geben über den von seiner Maschine ausgehenden Lärm, der sogenannten Geräuschemission. So hat es der Gesetzgeber in der europäischen Maschinenrichtlinie sowie in der nationalen Umsetzung, dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG), festgelegt. Sie sollten auch nicht lange im Kleingedruckten suchen müssen – nach dem GPSG sind die Hersteller verpflichtet, die entsprechenden Angaben in der Betriebsanleitung und in den Verkaufsprospekten zu machen, also dort, wo Sie auch die übrigen technischen Daten finden. Die Forderung, die Angaben auch in den Prospekten und Katalogen zu veröffentlichen, ist dabei den Erfahrungen aus der Praxis geschuldet. So bildet in der Regel der Katalog für die meisten Einkäufer die wesentliche und oftmals einzige Entscheidungsgrundlage beim Kauf einer Maschine. Denn wer schon mal eine Maschine gekauft hat, weiß, dass er die Betriebsanleitung erst mit Lieferung der Maschine erhält – und dann ist es eben schon zu spät für den Lärm-Emissions-Check! Insofern gilt: Wenn Sie die entsprechenden Angaben im Prospekt vermissen – bestehen Sie auf Ihrem guten Recht und auf die entsprechenden Angaben. Fragen Sie nach!

Sie wissen jetzt, dass Angaben zur Geräuschemission zum Steckbrief einer jeden Maschine gehören. Sie wissen allerdings noch nicht, was genau der Hersteller in welcher Form angeben muss. Und was Sie jetzt auch noch nicht wissen: Sie werden vermutlich zunächst mit diesen Angaben wenig anfangen können – es sei denn, Sie haben sich bereits ein wenig mit der Materie

befasst. Aber der Reihe nach, hier zunächst einmal die Angaben, die der Hersteller machen muss und die Sie – falls nicht vorhanden – einfordern sollten:

- Angegeben sein muss der A-bewertete Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA}$  an den der Maschine zugeordneten Arbeitsplätzen, sofern er 70 dB(A) übersteigt. Wenn dieser Pegel kleiner oder gleich 70 dB(A) ist, so ist das auch anzugeben, z. B. so:  $L_{pA} \leq 70 \text{ dB(A)}$ ,
- Zusätzlich muss der A-bewertete Schallleistungspegel  $L_{WA}$  der Maschine angegeben werden, wenn der A-bewertete Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA}$  an den zugeordneten Arbeitsplätzen 80 dB(A) übersteigt,
- Darüber hinaus muss der Hersteller den C-bewerteten Emissions-Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  an den zugeordneten Arbeitsplätzen angeben, wenn dieser 130 dB(C) übersteigt.

Was ist damit gemeint? Hinter den Begriffen Schallleistungspegel und Emissions-Schalldruckpegel stehen unterschiedlich definierte Kenngrößen, die Ihnen Aufschluss über die „Lärmeigenschaften“ der von Ihnen vorläufig ausgesuchten Maschine geben können. Mit Hilfe dieser Kenngrößen können Sie

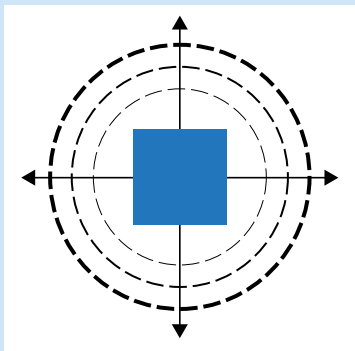
- Maschinen einer Maschinengruppe in Sachen Geräuschentwicklung vergleichen und die leiseste auswählen
- die Lärmbelastung am Arbeitsplatz im Vorfeld abschätzen oder berechnen lassen (siehe Info-Box)

## Emission – Immission – Exposition: Was ist was?

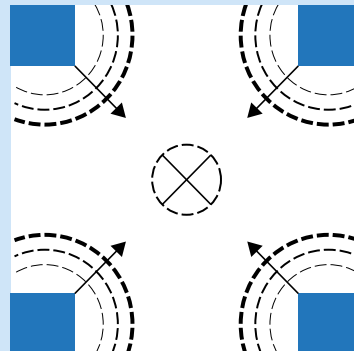
Wenn Sie sich mit Lärm bzw. lauten und leisen Maschinen beschäftigen, werden Ihnen immer wieder die drei Begriffe Emission, Immission und Exposition unterkommen, die leicht verwechselt werden können. Deshalb hier eine kleine Erläuterung nebst Grafik! Unter **Emission** wird die Abstrahlung von Schall in die Umwelt z. B. von einer Maschine verstanden – anders formuliert: Es handelt sich um den Lärm, der von einer Maschine in den Raum „herausgelassen“ wird (von lateinisch emittere: heraus schicken, herauslassen). Anders die **Immission** – darunter versteht man die Einwirkung des gesamten Schalls (Direktschall, Reflexionsschall, Schallemissionen anderer Maschinen)

an einem Punkt im Raum (von lateinisch immittere: hinein geben, hineinleiten). Dieser Punkt ist unserem Zusammenhang fast immer ein Arbeitsplatz, an dem ein Mensch arbeitet. Und der ist dann dem Lärm über eine Zeit lang ausgesetzt bzw. exponiert. Exposition (lateinisch expositio: Aussetzung) meint also die Einwirkung auf den Menschen, bei deren Bewertung immer auch die Expositionszeit eine Rolle spielt. Man spricht dann auch von Lärmdosis. Einfach ausgedrückt: Exposition ist Immission mit Mensch!

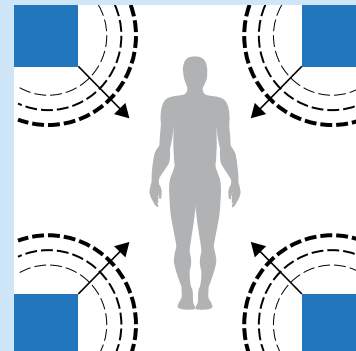
### Emission



### Immission



### Exposition



## So laut darf es am Arbeitsplatz sein

Mit Blick auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit hat der Gesetzgeber Lärmgrenzen am Arbeitsplatz gezogen, die nicht überschritten werden dürfen. Zu finden sind die in der bereits erwähnten Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – kurz: LärmVibrationsArbSchV. Hier sind Auslösewerte definiert, die so heißen, weil Sie bei Ihnen als Arbeitgeber Aktivitäten auslösen sollen, sobald sie erreicht bzw. überschritten werden. Genannt werden jeweils ein unterer und ein oberer Auslösewert für den Tages-Lärmexpositionspegel und den C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel. Dabei meint der Tages-Lärmexpositionspegel  $L_{EX,8h}$  die gesamte durchschnittliche Lärmdosis, die ein Beschäftigter im Verlauf einer Schicht, also in acht Stunden, abbekommt. Dabei kann es durchaus mal lauter und mal leiser zugehen – entscheidend ist der auf eine achtstündige Arbeitsschicht bezogene zeitliche Mittelwert des Schalldruckpegels am Ohr des Beschäftigten, der einen bestimmten Wert nicht überschreiten darf. Dieser Mittelwert lässt sich berechnen, bzw. messen. Der Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  beschreibt dagegen den absoluten Spitzenwert, der nur ganz kurz erreicht wird, wie bei einem Schallimpuls, z. B. wenn ein Hammer auf einen Amboss fällt.

Die in der Verordnung definierten Auslösewerte dieser beiden Pegel betragen:

### Untere Auslösewerte:

$L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$  beziehungsweise  $L_{pC,peak} = 135 \text{ dB(C)}$

### Obere Auslösewerte:

$L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$  beziehungsweise  $L_{pC,peak} = 137 \text{ dB(C)}$

Was bedeutet das konkret? Wenn die untere Auslöseschwelle überschritten wird, müssen Sie als Arbeitgeber für mehr Ruhe im Betrieb sorgen. Dafür haben Sie die Wahl zwischen verschiedenen Möglichkeiten z. B. schallisolierende Maßnahmen, andere Arbeitsverfahren oder eben leisere Maschinen; die Verordnung selbst nennt noch weitere Alternativen. Wichtig für Sie als Arbeitgeber ist zu wissen, dass die Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten dem Stand der Technik entsprechen und in einer vom Gesetzgeber vorgeschriebene Rangfolge zum Einsatz kommen müssen. Wörtlich steht dazu in der Verordnung:

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 der Verordnung.

Damit ist klar: Einfach nur Gehörschutz verteilen ist nicht ausreichend im Sinne der Verordnung!

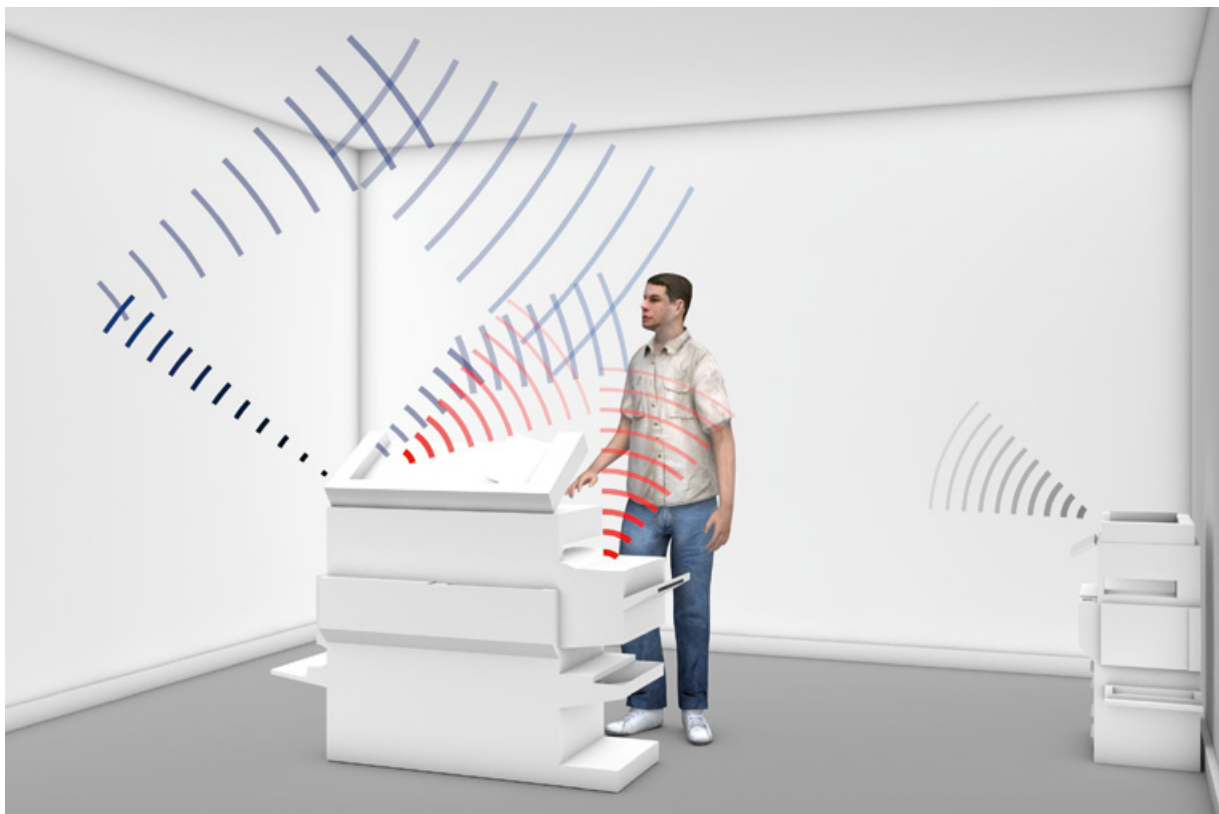
Wenn in Arbeitsbereichen einer der oberen Auslösewerte überschritten werden kann, müssen Sie als Arbeitgeber nicht nur für mehr Lärmschutz sorgen – siehe oben – sondern diesen Bereich auch noch als Lärmbereich kennzeichnen. Hier dürfen sich Beschäftigte nur noch aufhalten, wenn es das Arbeitsverfahren erfordert, wobei sie dann persönliche Schutzausrüstung tragen müssen. Und schließlich: Wenn einer der oberen Auslösewerte überschritten wird, müssen Sie als Arbeitgeber ein Programm mit technischen und organisatorischen Maßnahmen ausarbeiten und durchführen, dass die Mitarbeiter wirksam vor Lärm schützt. Erst wenn hier alles ausgereizt ist, kommt der Gehörschutz ins Spiel.

Die komplette Verordnung finden Sie im Netz unter [www.baua.de](http://www.baua.de), Suchwort: LärmVibrationsArbSchV

Damit das auch funktioniert, sollten Sie sich selbstverständlich auf diese Angaben verlassen können. Deshalb müssen diese Werte entweder an der betreffenden Maschine tatsächlich gemessen oder durch Messung an einer technisch vergleichbaren, für die geplante Fertigung repräsentativen Maschine ermittelt worden sein. Bei Maschinen mit sehr großen Abmessungen kann es technisch sehr aufwendig sein, den A-bewerteten Schallleistungspegel zu ermitteln. Deshalb kann in solchen Fällen stattdessen der A-bewertete Emissions-Schalldruckpegel, gemessen an bestimmten Stellen um die Maschine herum, angegeben werden. Einerlei, welcher Pegel angegeben wird, für beide gilt: Bei jeder Angabe von Geräuschemissionswerten ist die für diese Werte bestehende Unsicherheit K mit anzugeben. Ebenfalls müssen die Betriebsbedingungen der Maschine während der Messung und die Messmethode beschrieben werden. Denn ein Vergleich von Geräuschemissionswerten von Maschinen ist nur sinnvoll, wenn diese unter denselben, möglichst typischen und lauten Betriebs- und Aufstellungsbedingungen gemessen wurden. Hier spielen die europäischen Maschinensicherheitsnormen eine wichtige Rolle, denn sie legen im Detail die für die Geräuschemissionsmessung relevante Vorgehensweise fest.

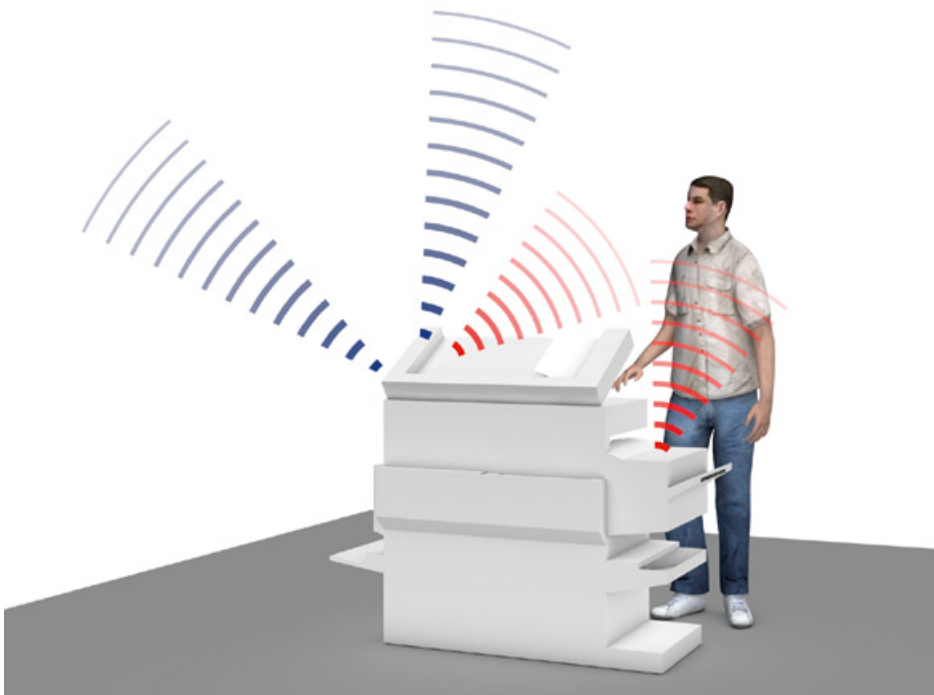
Die drei genannten Kenngrößen sind grundsätzlich unabhängig davon, wo die Maschine aufgestellt wird, da sie eine Eigenschaft der Maschine beschreiben, nämlich die, Schall (= Geräusche) zu erzeugen. Und das tut sie zumindest auf der Erde und unter genormten Bedingungen überall gleich, unabhängig davon, ob sie im Freien oder einer Halle steht. Auf den folgenden Seiten erfahren Sie, was die genannten Kenngrößen genau bedeuten.





Der **Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA}$**  ist die kennzeichnende Emissionsgröße für den der Maschine zugeordneten Arbeitsplatz. Dieser Pegel ist eine rein maschinenbezogene Geräuschemissionskenngröße. Er ist der A-bewertete Schalldruckpegel, der sich direkt durch die Geräuschabstrahlung dieser einen Maschine auf den zugeordneten Arbeitsplatz ergibt. Nebengeräusche, wie z. B. der Lärm anderer Maschinen im Raum oder auch Reflexionsschall von Decken und Wänden, werden

vom  $L_{pA}$  nicht erfasst. Gemessen wird der  $L_{pA}$  idealer Weise in sogenannten schalltoten, genauer reflexionsfreien, Räumen – die Sie vermutlich vor Ort nicht vorfinden. Daher und da auch Nachmessungen am Einsatzort der Maschine – also in Ihren Betriebsräumen – unverzichtbar sind, sind in den Geräuschemessnormen Verfahren festgelegt, mit denen diese Einflüsse korrigiert bzw. herausgerechnet werden.



Auf der linken Grafik ist eine typische Lärmsituation zu sehen: Der Beschäftigte ist dem direkten Schall der Maschine ebenso ausgesetzt wie dem reflektierten Schall von den Wänden sowie den Schallwellen von anderen im Raum befindlichen Maschinen. Auf der Grafik rechts hingegen ist eine idealtypische Situation zu sehen. Die Maschine steht quasi im Freien, es gibt weder Reflexionsschall noch andere Geräuschquellen. Wenn dann der Schallpegel an dem der Maschine zugeordneten Arbeitsplatz gemessen wird, dies bedeutet im gezeichneten Fall die Summe der beiden rot gekennzeichneten Schallanteile, beschreibt das den Emissions-Schall-Druckpegel. Und weil die Entfernung dieses Arbeitsplatzes definiert ist, lässt sich dieser Pegel mit dem von anderen Maschinen vergleichen, sodass Sie die leisere Maschine identifizieren können.



Der **Schalleistungspegel  $L_{WA}$**  ist die wichtigste Geräuschemissionskenngröße und beschreibt die von einer Maschine pro Sekunde in die Umgebung abgegebene Schallenergie. Hört sich für den Nicht-Akustiker kompliziert an – ist es auch: Wer sich genauer für das Messverfahren interessiert – siehe Info-Box. Hier nur so viel: Der Schalleistungspegel einer Maschine ist sowohl unabhängig von den akustischen Umgebungsbedingungen als auch von der Entfernung zur Maschine. Er

beschreibt alle durch Luftschall übertragene Geräusche, die von der Maschine in die Umgebung abgestrahlt werden. Zum besseren Verständnis ein Beispiel: Wenn Sie die Schallleistung Ihres Staubsaugers in einer leeren – also sehr halligen – Wohnung und danach in derselben, aber eingerichteten Wohnung messen, werden Sie zweierlei feststellen: In der leeren Wohnung hört sich der Sauger sehr viel lauter an. Trotzdem wird er bei gleicher Saugstufe die gleich Schallleistung



abgeben. Folglich werden Sie in beiden Umgebungen den gleichen Schallleistungspegel messen. Damit ist klar: Die Schallleistung selbst können Sie nicht hören, aber das Ergebnis der von einer Maschine abgegebenen Schallleistung, nämlich der sich im Raum einstellende Schalldruck.

Obgleich die Schallleistung des Staubsaugers bei identischer Betriebsbedingung immer gleich ist, ändert sich der Höreindruck in unterschiedlichen Räumen – in leeren Räumen hört er sich lauter an als in möblierten.

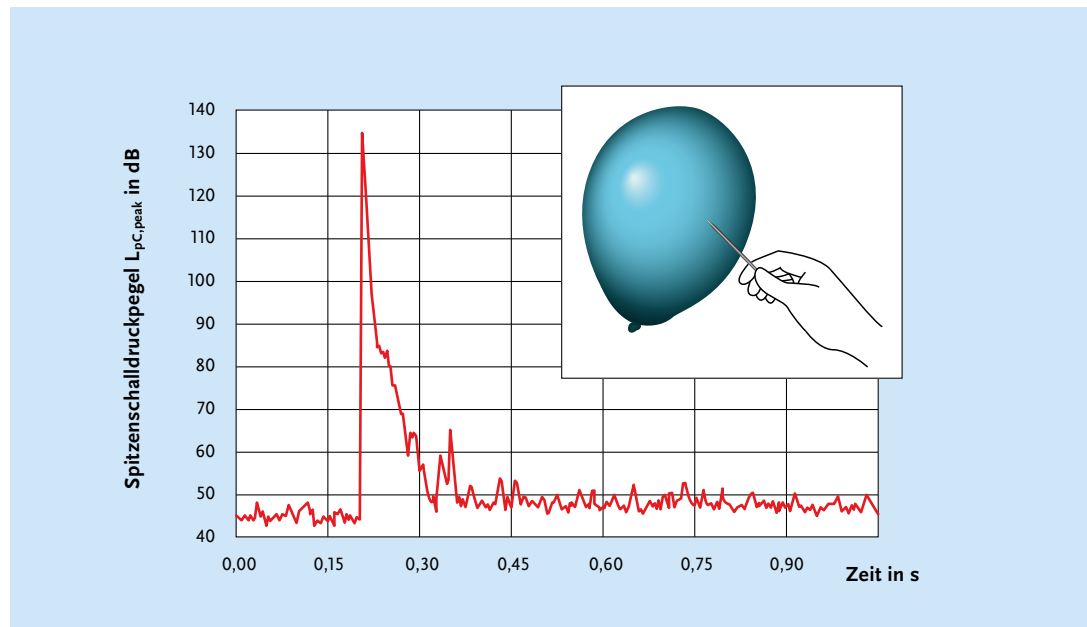


Weil sich der Schalleistungspegel also völlig unbeeindruckt von der akustischen Beschaffenheit der Umgebung zeigt und die gesamte durch die Luft übertragene Geräuschemission einer Maschine vollständig beziffert, ist er bestens geeignet, um Maschinen gleicher Art hinsichtlich ihrer Geräuschemission miteinander zu vergleichen.

Grundsätzlich gilt: Eine Maschine mit einer geringeren Schalleistung erzeugt weniger Schall – sie ist bei gleicher Umgebung die leisere und damit die bessere Wahl! Insofern müssen Sie sich zumindest hier von den üblichen Begriffen lösen:

Weniger Leistung – also Schalleistung – ist hier im Unterschied zu vielen anderen Technikbereichen eindeutig mehr!

Der **C-bewertete „Emissions“-Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$**  ist die dritte Kenngröße, die vom Maschinenhersteller anzugeben ist. Damit werden von der Maschine ausgehende Schallimpulse erfasst, die aufgrund ihrer Intensität potenziell akute Gehörschäden verursachen können.

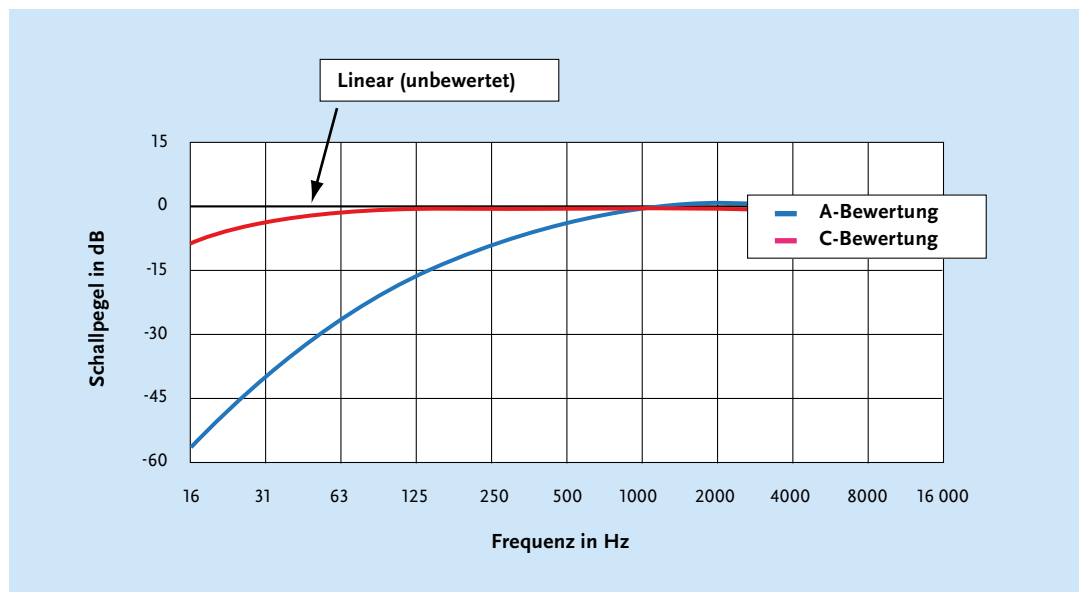


Zeitverlauf eines Schallimpulses mit einem C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel von 135 dB.

Die Maßeinheit für alle diese Pegel ist das Dezibel (dB). Taucht zusätzlich zum dB noch der Buchstabe A oder C auf, so handelt es sich um einen sogenannten frequenzbewerteten Schalldruckpegel. Die A-Bewertung wird dabei in der akustischen Messtechnik eingesetzt, um die Wahrnehmung des menschlichen Gehörs ansatzweise nachzubilden – wir hören nämlich tiefe Frequenzen sehr viel schlechter und hohe Frequenzen etwas schlechter als mittlere Frequenzen. Die C-Bewertung wird stattdessen verwendet um bei kurzen Schallimpulsen die Spitze des Schalldrucks zu erfassen. Eine A-Bewertung würde hier zu weitaus niedrigeren Messergebnissen führen, da das verwendete

A-Filter viel zu „langsam“ ist um den höchsten Wert des Schalldruckimpulses zu erfassen.

Wichtig in unserem Zusammenhang ist, dass weniger Dezibel immer besser sind als viele – einerlei, ob dB(A) oder dB(C). Anders formuliert: Nur das eingesparte Dezibel ist ein gutes Dezibel! Und das ist fast wörtlich zu nehmen – denn eine Zunahme um 10 dB(A) nehmen wir als eine Verdoppelung der Lautstärke wahr. Was, nebenbei bemerkt, das Gehör 10-fach stärker gefährdet. Wenn Sie also Maschinen vergleichen und ein Modell emittiert 5 dB(A) weniger – nehmen Sie diese, Sie werden den Unterschied garantiert hören!



Frequenzverläufe der A- und C-Bewertungsfilter bei der Schallmessung. Sie sind genormt und in modernen Schallpegelmessern enthalten.

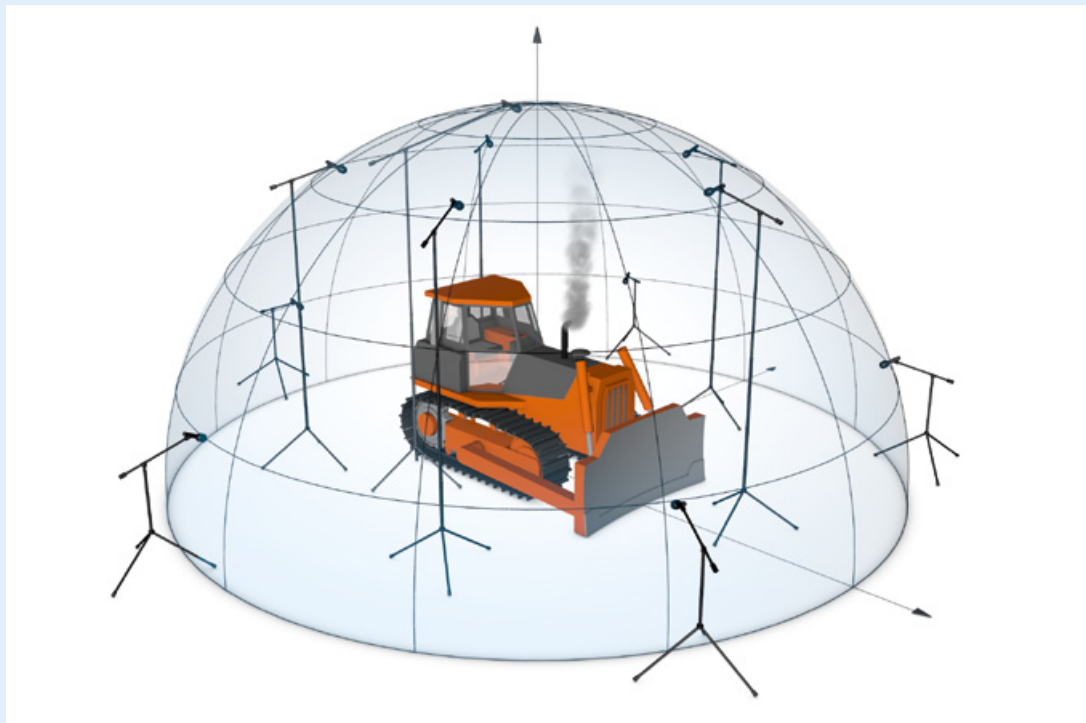
## Was Schalleistungspegel mit Käseglocken zu tun haben ...

Der Schalleistungspegel  $L_{WA}$  beschreibt die von einer Maschine pro Sekunde in die Umgebung abgegebene Schallenergie. Dabei wird nur der Luftschall berücksichtigt und nicht der Körperschall d. h. die mechanische Schwingungen in der Struktur, die z. B. ins Fundament übertragen werden.

Die Bestimmung des Schalleistungspegels ist nicht ganz einfach und erfordert etwas technischen (und mathematischen) Aufwand. Zum besseren Verständnis stellen Sie sich einfach vor, dass man die von der

Maschine pro Sekunde in die Umgebung fließende Schallenergie aufammelt. In der Praxis denkt man sich dazu eine schalldurchlässige imaginäre Hüllfläche um die Maschinen herum, die aussieht wie eine Käseglocke – siehe Grafik! Zur Bestimmung des Schalleistungspegels wird dann an einzelnen Punkten auf der Hüllfläche der Maschine der Schalldruckpegel mit Mikrofonen gemessen. Aus diesen Werten kann dann die Schallleistung der Maschine berechnet werden. Die Schallleistung in dB(A) ist damit zahlenwertmäßig immer größer als der auf der Hüllfläche

So kann man sich die Messung des Schalleistungspegels vorstellen: An verschiedenen Messpunkten auf der Hüllfläche wird der Schall eingesammelt. Aus dieser „Sammlung“ lässt sich dann der Schalleistungspegel errechnen.



gemessene mittlere Schalldruckpegel – und zwar um das sogenannte Messflächenmaß  $L_S$ .

$$L_{WA} = \overline{L_{pA}} + L_S \text{ dB mit } L_S = 10 \log \left( \frac{S}{1 \text{ m}^2} \right) \text{ dB}$$

$S$  ist dabei die Oberfläche der Hüllfläche in  $\text{m}^2$ . Das Messflächenmaß liegt üblicherweise in einer Größenordnung von 13–15 dB für Maschinen mit Abmessungen von 1–2 Meter. Dieser sehr wichtige Zusammenhang erlaubt umgekehrt eine einfache Abschätzung des um eine Maschine herum auftretenden mittleren Schalldruckpegels, wenn man die Schalleistung der Maschine kennt.

So kann man sich die Schalleistung einer Maschine konzentriert in einer kleinen Kugelschallquelle (atmender Luftballon) vorstellen. Diese liegt im Zentrum einer halbkugelförmigen Hüllfläche („Käseglocke“) über dem schallreflektierenden Boden mit dem Radius  $R$  um die Maschine herum. Die Oberfläche  $S$  dieser Käseglocke ergibt sich dann zu

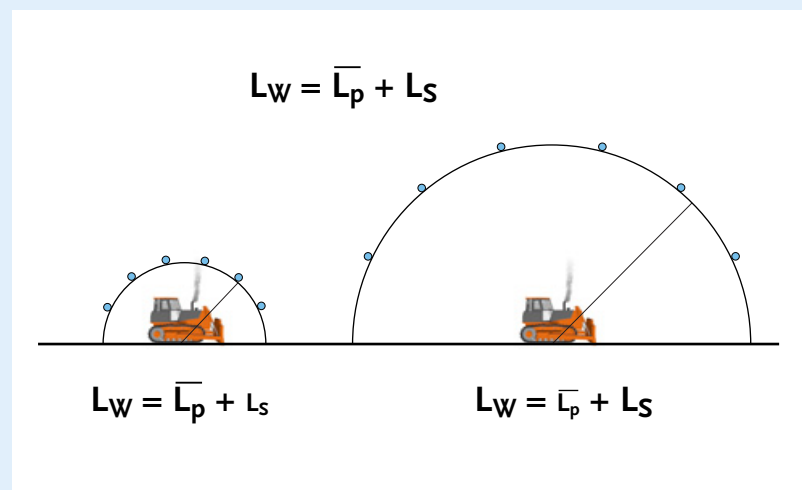
$$S = 2 \pi R^2$$

Stellt man im nächsten Schritt die bereits erwähnte Gleichung für die Schalleistung um, dann ergibt sich

$$\overline{L_{pA}} = L_{WA} - L_S \text{ mit } L_S = 10 \log \left( \frac{2 \pi R^2}{1 \text{ m}^2} \right) \text{ dB, } R \text{ in m}$$

Nimmt man dann z. B. als Radius vom Mittelpunkt einer Maschine 5 m an, dann ergibt sich nach eintippen in den Taschenrechner ein Wert für  $L_S$  von 22 dB. In erster Näherung würde sich also z. B. bei einer unter eine Hüllfläche mit dem Radius  $R=5$  m passenden Maschine mit der Schalleistung  $L_{WA} = 92$  dB ein mittlerer Schalldruckpegel auf der Hüllfläche von  $\overline{L_{pA}} = 92 - 22 = 70$  dB ergeben.

Wohlgemerkt, dies gilt bei freier Schallausbreitung. In Räumen kann der Schalldruckpegel im allgemeinen wegen der Reflexionen um 2–4 dB höher liegen, ohne dass der Schalldruckpegel durch die Geräuschemission anderer Maschinen noch weiter angehoben wird. Die Schalleistung einer Maschine brauchen Sie als Arbeitgeber nicht nur, um die leiseste Maschine auswählen zu können, sie bildet auch die wesentliche Größe für Schallprognosesoftware, die z. B. bei der schalltechnischen Planung von Arbeitsstätten eingesetzt wird.



Die Größe der Hüllfläche spielt bei der Ermittlung des Schalleistungspegels prinzipiell keine Rolle. Während sich die Summe aus Messflächenmaß  $L_S$  und  $\overline{L_p}$  also nicht ändert, ändert sich jedoch der jeweilige Wert der beiden den Schalleistungspegel ergebenden Komponenten.

### Draußen schützt vor Informationspflicht nicht!

Nicht jede Maschine steht in der Halle, einige lärmen auch unter freiem Himmel, z. B. Rasenmäher, Baumaschinen oder Kompressoren. Der Einsatz im Freien bedeutet dabei aber keineswegs mehr Freiheit in Sachen Lärmemission – im Gegenteil. Gilt doch für diese Maschinen neben der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG auch die sogenannte EG-„Outdoor“-Richtlinie 2000/14/EG, die mit der „32. Bundes Immissionsschutzverordnung (BImSchV) – Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung“ in deutsches Recht umgesetzt wurde. Danach sind Hersteller von solchen „Outdoor-Maschinen“ nicht nur aufgefordert, Angaben zur Geräuschemission zu machen, sondern müssen auch dafür sorgen, dass ihre Produkte bestehende Grenzwerte einhalten. Solche existieren für 22 der insgesamt 53 mit dem Schalleistungspegel zu kennzeichnenden Maschinen. Für alle Maschinen, die draußen eingesetzt werden, gilt: Die Hersteller müssen Angaben über die Geräuschemission in der Betriebsanleitung und in den Verkaufsprospekten machen. Zusätzlich und im Unterschied zu „Indoor-Maschinen“ muss eine Angabe des A-bewerteten Schalleistungspegels direkt auf der Maschine zu finden sein, und zwar in Form eines Aufklebers.

### Der Teufel steckt im Dezibel!

Während in den entsprechenden Richtlinien, Gesetzen und Verordnungen zur Geräuschemission alles sauber geregelt und fein voneinander abgegrenzt ist, gerät in der betrieblichen Praxis häufig einiges durcheinander. Mitverantwortlich dafür ist

nicht zuletzt das logarithmische Maß Dezibel, kurz dB. Denn anders als z. B. die physikalischen Einheiten Meter (m), Sekunde (s) oder auch Kilogramm (kg), die immer für das dasselbe stehen, kann sich hinter dB ganz Unterschiedliches verbergen – und das lädt zu Verwechslungen ein! Deshalb hier noch einmal ganz kurz, worauf Sie als Arbeitgeber beim Umgang mit dem dB achten sollten. Wichtig ist, dass Sie die dB der gerade vorgestellten Geräuschemissionskenngrößen  $L_{pA}$  und  $L_{WA}$  nicht mit den dB des Tages-Lärmexpositionspegels  $L_{EX,8h}$  verwechseln, der in der LärmVibrationsArbSchV beschrieben wird. Das hieße dann nämlich Äpfel mit Birnen zu vergleichen! In Ihrer Rolle als Maschinenkäufer sind für Sie  $L_{pA}$  und  $L_{WA}$  die entscheidenden Kenngrößen – sie beschreiben die Eigenschaften einer Maschine, Schall – also Lärm – zu erzeugen. Je weniger eine Maschine das tut, desto besser für Sie in Ihrer Rolle als Arbeitgeber – denn dann haben Sie gute Chancen, die Verpflichtungen hinsichtlich des Lärmschutzes gegenüber Ihren Beschäftigten erfüllen zu können. Die dürfen nämlich keinem Tages-Lärmexpositionspegel  $L_{EX,8h}$  von mehr als 85 dB(A) ausgesetzt sein, bzw. es sollte möglichst kein Expositionswert von 80 dB(A) überschritten werden, da sonst Maßnahmen zur Lärminderung erforderlich werden. Hier ist also die tatsächliche Lärmbelastung des einzelnen Arbeitnehmers gemeint. Dabei geht nicht nur die Höhe des über eine achtstündige Arbeitsschicht gemittelten Schalldruckpegels in die Berechnung ein, sondern auch die Einwirkzeit. Anders ausgedrückt: Der Tages-Lärmexpositionspegel beschreibt den Lärm, der beim

Menschen im Schichtverlauf durchschnittlich ankommt, und zwar bezogen auf eine achtstündige Arbeitsschicht.

### Ohne Norm ist alles nichts

Geräuschemissionsangaben, mit denen Sie als Maschinenkäufer eine leise Maschine identifizieren können, sind eine feine Sache. Mit Ihrer Hilfe können Sie leise Maschinen identifizieren, kaufen und so dazu beitragen, dass Sie Ihren Verpflichtungen als Arbeitgeber in Sachen Lärmschutz im Betrieb nachkommen können. Aber wer sagt Ihnen eigentlich, dass die Angaben richtig sind und Sie in Wirklichkeit nicht eine im Vergleich laute Maschine erwerben? Wer garantiert Ihnen, dass derjenige, der die Geräuschangaben macht bzw. die Werte gemessen hat, sein Handwerk versteht? Waren alle Mikrofone dort aufgestellt, wo sie sollten? Sind die korrekten Abstände eingehalten worden? Ist die verwendete Betriebsbedingung korrekt? Was ist mit Messungenauigkeiten? Fragen über Fragen, die Antwort lautet: Es gibt in Europa und damit auch in Deutschland für – fast – alles eine Norm! Insofern hat der Gesetzgeber bzw. die europäischen Normungsinstitutionen CEN und CENELEC selbstverständlich auch für den sensiblen und technisch anspruchsvollen Bereich der Geräuschemissionsmessung Normen entwickelt und verabschiedet, die in Deutschland als DIN Normen veröffentlicht werden. So gibt es allein 13 europäische Normen, die sich mit den reinen Geräuschemissionsmessverfahren befassen und inzwischen mehr als 800 europäische Geräuschestestnormen bzw. Geräuschestabschnitte in maschinenspezifischen Sicherheits-

### Wie laut wird es wohl?

#### Schallprognosen dank Geräuschemissionsangaben

Ein echter Vorteil von belastbaren Geräuschemissionsangaben für die betriebliche Praxis ist die Möglichkeit, mit der entsprechenden Software Schallprognosen durchzuführen. So lassen sich schon vor der Realisierung einer Arbeitsstätte die an verschiedenen Stellen in der Halle auftretenden Schalldruckpegel berechnen. Wenn dann der Computer zu viel Lärm hier oder dort signalisiert, können bereits am Rechner Lärminderungsmaßnahmen entwickelt und durchgespielt werden – ohne das auch nur eine Maschine tatsächlich aufgestellt werden muss! Allerdings setzen solche Schallprognosen viel Erfahrung und Sachverstand voraus, sodass nur qualifizierte akustische Beratungsbüros solche Vorausberechnungen durchführen können.

normen. Die Geräuschestestnormen legen dabei insbesondere die für die Geräuschemissionsmessung an einer speziellen Maschine wichtigen Betriebs- und Aufstellungsbedingungen, die zu verwendenden grundlegenden Geräuschemissionsmessverfahren, die Messpunkte und das Geräuschangabeverfahren fest. Gut ist, dass Sie alle diese Normen beim Maschinenkauf nicht interessieren müssen – sie richten sich nämlich an die Maschinenhersteller. Wichtig für Sie ist nur, dass bei der Geräuschemissionsangabe die entsprechende Norm genannt wird, die bei der Messung angewendet worden ist. Nur so können Sie einigermaßen sicher sein, dass sachgerecht gemessen wurde. Am besten ist, der Maschinenhersteller bestätigt, dass er bei der

Geräuschemissionsangabe die Festlegungen in der DIN EN ISO 4871:2009 „Akustik – Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten“ beachtet hat. Wenn das der Fall ist, sind Sie als Käufer auf der sicheren Seite. Sie finden dann eine sogenannte Zweizahl-Angabe in den technischen Informationen (Kataloge, Broschüren und Betriebsanleitungen) der zur Auswahl stehenden Maschinen: Erstens die bereits bekannten Kenngrößen Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA}$  und, wenn laut Maschinenrichtlinie erforderlich, zusätzlich den Schalleistungspegel  $L_{WA}$  sowie zweitens die entsprechenden Messunsicherheiten  $K_{pA}$  bzw.  $K_{WA}$ . Letztere werden von der Maschinenrichtlinie ausdrücklich gefordert. Die gesamte Messunsicherheit ergibt sich als Summe aus der Unsicherheit des angewendeten reinen Messverfahrens sowie, und dies ist meist wichtiger, aus der Unsicherheit, die sich aus den Betriebs- und Aufstellungsbedingungen ergibt. Hinzu kommt noch der Anteil aus der Produktionsstreuung. In der Praxis muss man demzufolge mit K-Werten in der Größenordnung von 2 bis 4 dB rechnen.

Der bei nur sehr wenigen Maschinen anzugebende C-bewertete Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  wird ohne Messunsicherheit angegeben.

Alles bisher Gesagte gilt für Maschinen, die überwiegend in Produktionshallen oder in anderen Räumen eingesetzt werden. Für Maschinen hingegen, die überwiegend im Freien zum Einsatz kommen, wie z. B. Baumaschinen, gilt zum Schutz gegen Lärm in der Nachbarschaft die EG-„Outdoor“-Richtlinie 2000/14/EG, für den Ar-

beitsschutz aber auch gleichzeitig die Maschinen-Richtlinie 2006/42/EG. Das hat Einfluss auf die Art der Geräuschemissionsangabe. Im Gegensatz zur Maschinenrichtlinie muss der Hersteller in diesen Fällen (die „Outdoor“-Richtlinie gilt für 53 verschiedene Maschinenarten!) neben der Zweizahlangabe für den Emissions-Schalldruckpegel auch den Schalleistungspegel als Einzahlwert, d. h. als Summe von Messwert und Messunsicherheit, in den technischen Unterlagen angeben. Darüber hinaus muss dieser garantierte Schalleistungspegel – er stellt einen Höchstwert dar, der bei einer Nachprüfung nicht überschritten werden darf – außen auf dem Maschinengehäuse in Form eines Aufklebers angegeben werden. Dieser Höchstwertcharakter des Schalleistungspegels wird bei der „Outdoor“-Richtlinie noch dadurch unterstrichen, dass für 22 Maschinenarten Grenzwerte festgelegt worden sind, die unter keinen Umständen überschritten werden dürfen.

Grundsätzlich gilt für alle Geräuschemissionsangaben: Ohne Normbezug sollten Sie diese nicht akzeptieren!

## Normen, die Sie in der Geräuschemissionsangabe finden sollten

Eine sachgerechte Geräuschemissionsangabe sollte immer Bezug nehmen auf die im Rahmen der Messung der Geräuschemission verwendeten Normen. Am einfachsten ist es, wenn der Maschinenhersteller eine maschinenspezifische Geräuschestestnorm nennt, die er für die Messung und Angabe der Geräuschemissionswerte verwendet hat. Damit sind die Betriebs- und Aufstellungsbedingungen, der oder die Messpunkte an den Arbeitsplätzen der Maschine, als auch das Geräuschemissionsangabe und -nachprüfungsverfahren festgelegt.

Wird keine maschinenspezifische Geräuschestestnorm (meist eine sogenannte Maschinensicherheitsnorm) verwendet, dann sind die Grund-Normen anzugeben, die zur Ermittlung der Geräuschemissionskenngrößen verwendet wurden. Zur Ermittlung des Emissions-Schalldruckpegels sind das Normen der Reihe DIN EN ISO 11200 von DIN EN ISO 11201 bis 11205. Die am häufigsten verwendeten Normen sind dabei die DIN EN ISO 11201, die DIN EN ISO 11203 sowie die DIN EN ISO 11204.

Für die Ermittlung der Schalleistung wird auf die Normen-Reihen DIN EN ISO 3740 oder die DIN EN ISO 9614 Teil 1–3 zurückgegriffen. Die wichtigsten Messnormen mit der für die Maschinenrichtlinie relevanten Genauigkeit der Klasse 2 sind die DIN EN ISO 3744, die DIN EN ISO 3747 und die DIN EN ISO 9614-2. Es reicht allerdings nicht aus, die Normen nur zu nennen, da diese Normen nur die reinen Messverfahren beschreiben. Zusätzlich muss der Hersteller dann noch mitteilen, unter welchen Betriebs- und Aufstellungsbedingungen und an welchen Messpunkten (genaue Position der Arbeitsplätze bezogen auf die Maschine) die Messungen durchgeführt worden sind. Und selbstverständlich müssen die Geräuschemissionswerte mit den zugehörigen Messunsicherheiten angegeben werden!

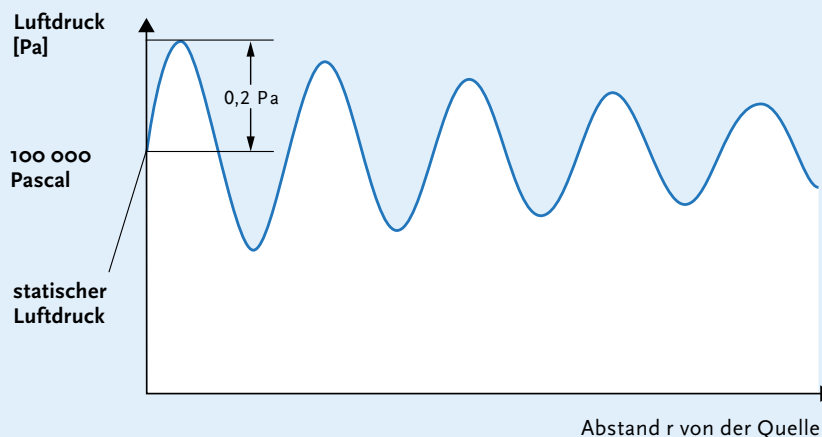
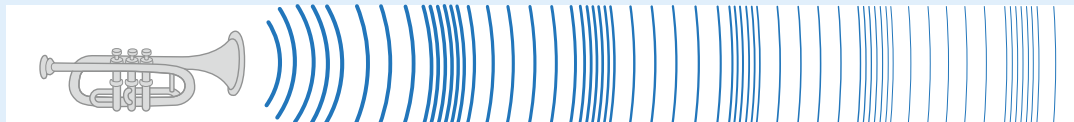


## Begriffe

Zunächst: **Lärm** ist keine physikalische Größe, sondern beschreibt das Empfinden des Menschen auf ein Schallereignis. Wer Lärm – oder besser: Geräusche – messen möchte, muss sich folglich mit dem Schall „begnügen“, der sich physikalisch messen lässt. **Schall** ist das Ergebnis der schwingenden Bewegung von Luftteilchen.

Es handelt sich damit sozusagen um eine Störung des statischen Luftdrucks. Diese Schwingungen breiten sich von der Schallquelle mit Schallge-

schwindigkeit (etwa 340 Meter pro Sekunde) in alle Richtungen aus. Dabei wird Energie weitergeleitet, die sich über dem Boden mit der Entfernung von der Schallquelle auf einer immer größer werdenden – imaginären – Halbkugeloberfläche verteilt und damit immer kleiner wird. Die Folge: Es wird leiser. Und zwar im Freien jedes Mal um ca. 6 dB, wenn sich der Abstand zur Schallquelle verdoppelt. In Räumen sind es außerhalb des Nahbereichs der Maschine hingegen nur noch 2 bis 3 dB, da hier die Schallwellen von den Wänden zurückgeworfen werden und sich mit



Der Sinus-artige Ton der Trompete breitet sich mit abnehmender Intensität als Störung des statischen Luftdrucks in der Umgebung aus.

dem Schall von der Quelle überlagern. Wie oft die Luftteilchen in der Zeiteinheit hin und her schwingen, darüber gibt die **Frequenz** Auskunft, die nach dem deutschen Physiker Heinrich Hertz in „Hertz“ angegeben wird. Ein Hertz entspricht dabei genau einer Schwingung pro Sekunde. Dabei gilt: Je höher die Frequenz der Schwingungen, also je schneller die Luftteilchen schwingen, desto höher ist der Ton, den wir hören. Die Akustik unterscheidet zwischen **Infra-schall** (max. 16 Hertz), **Hörschall** (16–16000 Hertz) und **Ultraschall** (über 16000 Hertz).

Wir unterscheiden Geräusche allerdings nicht nur nach hoch und tief, sondern auch nach laut und leise. Diese Geräuscheigenschaft ist nicht von der Frequenz, sondern vom **Schalldruck** abhängig. Der Schalldruck, gemessen in Mikropascal ( $\mu\text{Pa}$ ), ist die örtliche Veränderung des statischen Luftdrucks, genauer gesagt die Amplitude (Effektivwert) der durch Schall verursachten Druckschwankung. Dabei gilt: Je größer diese Druckschwankung, desto lauter empfinden wir den Schall. Die Lautstärke ist also eine Frage des Schalldrucks. Dieser wird als **Schalldruckpegel** gemessen. Dabei handelt es sich um eine aus dem Quadrat der Schalldruckamplitude, womit eine Energieproportionalität erreicht wird, abgeleitete logarithmische Größe, deren Maß das Dezibel (dB) ist.

Ausgangspunkt ist dabei die Erfahrung, dass sich die empfundene Lautstärke proportional zum Logarithmus der Intensität des physikalischen Reizes verhält und dass die große Spanne der wahrnehmbaren Schalldruckschwankungen von einem 20 Millionstel Pa bis 20 Pa dann auf eine besser handhabbare Spanne von 0–120 dB schrumpft. So horcht ein gesundes Ohr bereits bei einem Schalldruckpegel von 0 dB auf, schmerzhaft wird es, wenn Schalldruckpegel über 120 dB gegen die Ohrmuschel branden.

Pa – W/m<sup>2</sup> – dB

Geräusch	Schalldruckwechsel-amplitude $\tilde{p}$	Schallintensität $I \approx \tilde{p}^2 \approx \text{Energie}$	Schalldruckpegel $L_p$
<b>Hörschwelle</b>	0,00002 Pa	0,000000000001 W/m <sup>2</sup>	0 dB
<b>Flüstern</b>	0,002 Pa	0,00000001 W/m <sup>2</sup>	40 dB
<b>Normales Sprechen</b>	0,02 Pa	0,000001 W/m <sup>2</sup>	60 dB
<b>Kreissäge</b>	2 Pa	0,01 W/m <sup>2</sup>	100 dB
<b>Bleche hämmern</b>	20 Pa	1 W/m <sup>2</sup>	120 dB

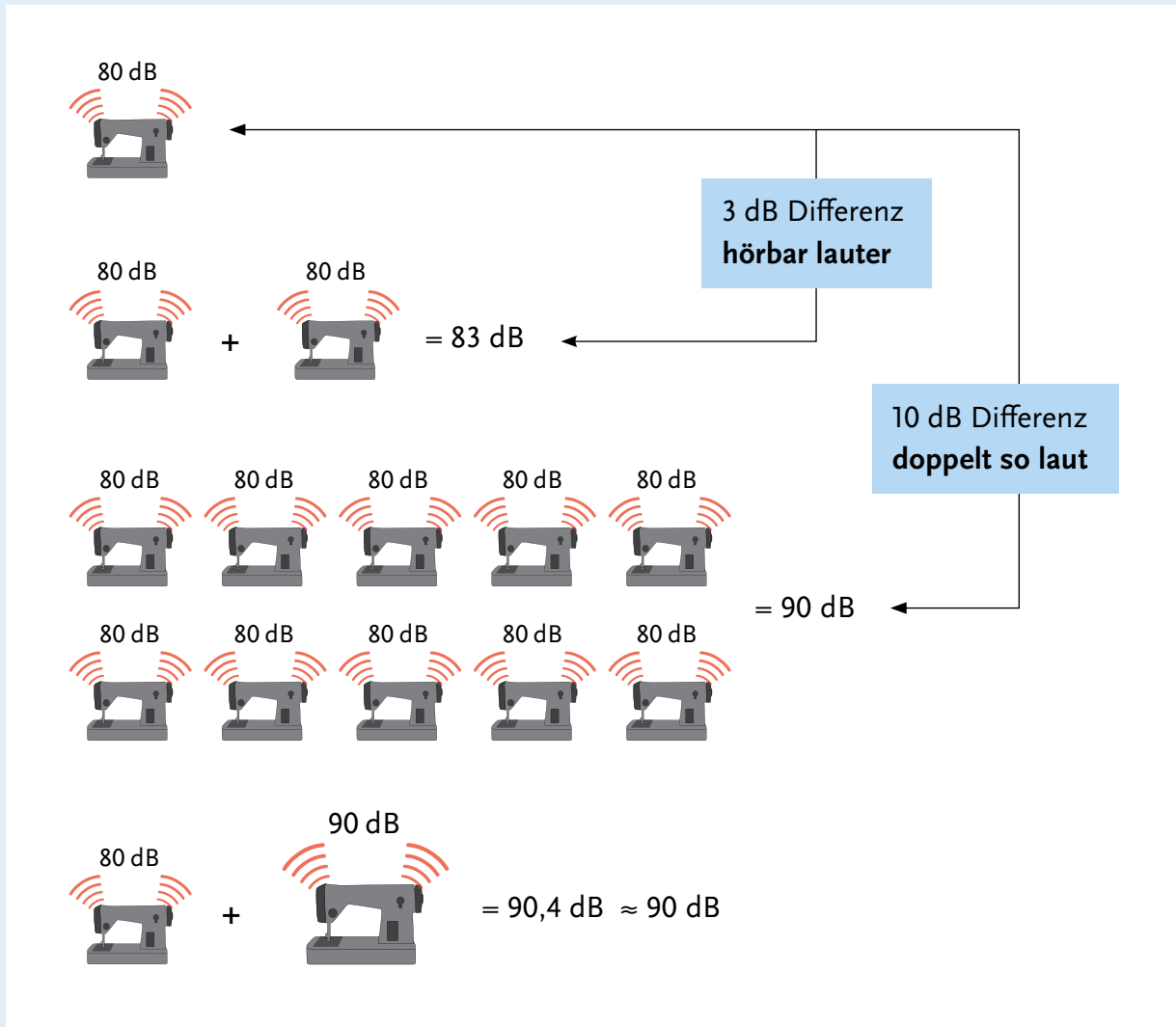
Gut, dass es die Pegeldarstellung gibt. Sonst müsste man teilweise trotz der großen Wirkung von Schall mit kleinen, teilweise sogar sehr kleinen Werten rechnen.

Der Schalldruckpegel ist definiert als  $L_p = 10 \log \left( \frac{\tilde{p}^2}{\tilde{p}_0^2} \right)$  dB mit  $\tilde{p}_0$  als Effektivwert ( $\sim$ ) des Referenzschalldrucks von 0,00002 Pa an der Hörschwelle.

## Begriffe

Der **Schalldruckpegel** wird in Dezibel angegeben und allgemein als logarithmische „Maßeinheit“ für Lautstärke benutzt. Unberücksichtigt bleibt dabei allerdings eine Eigenschaft des menschlichen Gehörs: Bei gleichem Schalldruck, aber veränderter Frequenz eines Geräuschs, ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen der Pegelanzeige eines Messgerätes und unserem Hörempfinden. So liegt z. B. bei 1000 Hz die Hörschwelle bei 0 dB, bei 100 Hz etwa bei 40 dB, d. h. der Schalldruckpegel des tiefen Tones muss um 40 dB angehoben (lauter) werden, um ihn im Vergleich zu den 1000 Hz wahrzunehmen. Denken Sie an den „dünnen“ Klang der Musikanlage bei leiser Wiedergabe von Musik: Da hilft dann nur der Loudness-Schalter, der die tiefen Töne lauter macht.

Verantwortlich für diese unterschiedliche Wahrnehmung von Tönen ist die Beschaffenheit unseres Gehörs, das tiefe Frequenzen sehr viel schlechter und hohe Frequenzen etwas schlechter als mittlere Frequenzen hören kann. Da aber unser Ohr das Maß aller Geräuschemessung ist, haben die Akustiker diesen Eigenschaften des Gehörs durch einen sogenannten **bewerteten Schalldruckpegel** Rechnung getragen. Der berücksichtigt die unterschiedlichen Höreindrücke bei veränderter Frequenz. Möglich wird das durch ein Schallpegelmessgerät, das über einen genormten elektronischen Frequenzbewertungsfilter A verfügt. Die Pegelanzeige erfolgt dann in dB(A).



Schallpegeladdition: Nicht die Pegelwerte, sondern die Schallenergie wird addiert



# In Ruhe investieren!

## Leise Maschinen finden und kaufen

### Womit Sie rechnen müssen

Wenn Sie bis hierher die Broschüre gelesen haben, dann sind Sie schon ganz gut auf Ihren geplanten Maschinenkauf vorbereitet – zumindest theoretisch. Im folgenden und letzten Kapitel geht es nun ganz praktisch zur Sache! Damit Sie beim Maschinenkauf keinen Realitätsschock erleiden, hier zunächst eine kleine Liste von Problemen, auf die Sie im ungünstigen Fall „da draußen“ bei den Anbietern stoßen können. Denn so fein auch alles vom Gesetzgeber geregelt ist, so klafft doch noch häufig eine große Lücke zwischen einer idealen Geräuschemissionsangabe nach DIN EN ISO 4871 und den Angaben, mit denen Sie in der Praxis vielleicht konfrontiert werden. So müssen Sie leider mit folgenden Defiziten rechnen:

- Falscher oder gleich ganz fehlender Normenbezug, womit die Angabe praktisch wertlos wird. Bestehen Sie daher auf eine Geräuschemissionsangabe mit korrektem Normenbezug. Ist das nicht möglich, haben Sie Ihren ersten Streichkandidaten!
- Vollständige oder teilweise Kopie der Geräuschemissionsangaben von Mit-Wettbewerbern. Dadurch wird ein Vergleich von Maschinen unmöglich gemacht, das gesamte Verfahren ad absurdum geführt. Bestehen Sie daher auch hier auf originäre Angaben mit Normbezug.
- Angabe von Geräuschemissionskennwerten, die optisch gut aussehen, Sie aber misstrauisch machen sollten! Gerne werden z. B. solche präsentiert, die knapp unter dem unteren Auslösewert für den Tages-Lärmexpositionspegel von 80 dB(A) der LärmVibrationsArbSchV bzw. unter dem Beurteilungspegel von 85 dB(A) der alten Unfallverhütungsvorschrift „Lärm“ (BGV B3) liegen. Netter Versuch, auf den Sie nach Lektüre dieser Broschüre garantiert nicht mehr hereinfallen werden, oder?

- Angabe von Geräuschemissionskennwerten, die ziemlich gut aussehen und die Durchschnittswerte anderer Hersteller erheblich unterbieten. Einziger Schönheitsfehler: Sie sind glatt erfunden! Lassen Sie sich deshalb ausdrücklich die Messungen der Geräuschemissionswerte nach Norm unter den dort festgelegten Betriebsbedingungen bestätigen!
- Auch immer wieder im Angebot: völlig sinnfreie bzw. in der Akustik unbekannte Kenngrößen, die keinerlei Normbezug haben und deshalb auch nicht überprüft werden können, wie z. B.
  - Betriebsgeräusch: 80 dB(A)
  - Lautstärke: 92 d(BA)
  - Lärm am Arbeitsplatz: 75 dba
  - Schall: 63 dB
- Keine Aussagen zur Qualität der Angaben im Hinblick auf die Berücksichtigung von Messunsicherheiten. Wenn Angaben fehlen wie  $K_{WA} = X$  dB bzw.  $K_{pA} = Y$  dB, sollten Sie diese einfordern bzw. vom Hersteller fordern, dass er die angegebenen Geräuschemissionswerte als Höchstwerte betrachtet und damit garantiert, dass diese bei einer normgerechten Nachmessung nicht überschritten werden. Werden die Angaben nicht nachgereicht oder die geforderten Garantien verweigert, haben Sie den nächsten Streichkandidaten auf Ihrer Einkaufsliste!
- Bei Maschinen, die unter die Outdoor-Richtlinie (2000/14/EG) fallen, kommen noch einige Besonderheiten hinzu. Wie Sie sich erinnern,

gibt es z. B. für einen Teil dieser Maschinen Geräuschemissionsgrenzwerte, die der Hersteller einhalten muss. Einige Hersteller überlegen da nicht lange – und geben einfach den Grenzwert anstelle des wahren Wertes an. Ob die Maschine den Grenzwert tatsächlich einhält – wer kann das wissen? Sie als Maschinenkäufer jedenfalls nicht. Außerdem, da bei bestimmten Maschinengruppen nur der Grenzwert angegeben wird, können Sie die Produkte nicht vergleichen. Fragen Sie in solchen Fällen trotzdem mal direkt beim Hersteller nach. Hin und wieder bekommen Sie dann die eigentlichen Werte, die nicht selten erheblich niedriger liegen, selbst wenn wie bei der „Outdoor“-Richtlinie üblich die Messunsicherheit hinzuaddiert ist.

Wer sich diese Defizitliste anschaut, hat den Eindruck, dass die Pflicht zu einer sachgerechten Geräuschemissionsangabe von vielen Maschinenherstellern noch nicht ganz ernst genommen wird. Eigentlich verwunderlich, schließlich ist die Geräuschemissionsangabe schon seit der ersten Ausgabe von 1989 Bestandteil der Maschinenrichtlinie – warum halten sich dennoch viele nicht daran? Ganz einfach – weil diese Angaben von vielen Arbeitgebern, sprich Einkäufern von Maschinen, (noch) nicht in dem Maße nachgefragt werden, wie es die ökonomische Vernunft gebieten würde! Insofern ist es fast verständlich, wenn mancher Hersteller die Angabe von sachgerechten Geräuschemissionswerten als sekundär betrachtet. Die Geräuschemissionsmessung bekommt er ja auch nicht umsonst.

Wenn Ihnen also beim Maschinenkauf solche zweifelhaften Angaben begegnen – akzeptieren Sie diese nicht! Es ist schließlich Ihr Geld, das Sie dann eventuell im Nachgang in die Lärmminierungsmaßnahmen stecken müssen. Besser ist auf jeden Fall, direkt in leise Maschinen zu investieren und so Zeit, Geld und Ärger zu sparen. Deshalb noch mal: Wenn Zweifel an den Geräuschemissionskennwerten bestehen, fordern Sie vom Maschinenhersteller eine Geräuschemissionsangabe nach DIN EN 4871. Machen Sie dem Hersteller auch klar, dass im Falle des Kaufs der Maschine die Geräuschemissionsangabe Bestandteil der garantierten Leistungen im Vertrag werden muss.



Das hört sich zwar umständlicher an, als leichtgläubig das erstschlechteste Produkt zu kaufen – dafür haben sie aber später garantiert keinen oder weniger Ärger. Und wenn alle Maschinenkäufer so handeln, wird die korrekte Geräuschemissionsangabe schon bald Standard sein – und nicht erst auf Nachfrage geliefert!



### Wie sieht eine korrekte Geräuschemissionsangabe aus?

Geräuschemissionsangaben in vorbildlicher Form sind (noch) eine seltene Spezies. Gut möglich, dass Sie in Ihrer Funktion als Arbeitgeber und Maschinenkäufer noch keine einzige gesehen haben. Damit Sie wissen, wonach Sie Ausschau halten müssen, folgt hier eine Zusammenstellung, welche Informationen eine sachgerechte Geräuschemissionsangabe auszeichnen:

- die jeweils relevanten Geräuschemissionswerte nach Maschinenrichtlinie
- die verwendeten Geräuschestestnormen (maschinenspezifische Sicherheitsnormen) oder die verwendeten grundlegenden Messverfahren, festgelegt in den Geräuschemissionsmessnormen mit einer detaillierten Beschreibung der Aufstellungs- und insbesondere der Betriebsbedingungen während der Messung
- die mit den jeweiligen Geräuschemissionswerten verbundenen Messunsicherheiten K

Darüber hinaus sollen Maschinenhersteller Sie als Maschinenkäufer auch über weitere Möglichkeiten zur Lärminderung informieren, um so die Lärmbelastung im Betrieb weiter zu senken. Dazu gehören z. B. Hinweise, wie die Maschine möglichst leise betrieben werden kann, oder auch Informationen über zusätzliches Maschinenzubehör, mit dem sich die Lärmemission senken lässt.

Das Ganze ist natürlich auch für die Maschinenhersteller mit Herausforderungen verbunden – schließlich müssen sie für korrekte Emissionsangaben sorgen. Damit das funktioniert und zur Unterstützung der Maschinenhersteller bei dieser

Aufgabe wurde die bereits erwähnte Norm DIN EN ISO 4871 erarbeitet, die sowohl das Angabe- als auch ein Nachprüfungsverfahren beschreibt. Letzteres ist für Sie als Maschineneinkäufer wichtig, um im Zweifel die vom Maschinenhersteller gelieferten Geräuschemissionswerte zu überprüfen bzw. überprüfen zu lassen. Wie das geht, erfahren Sie weiter unten.

Und auch hier noch einmal zur Erinnerung: Geräuschemissionsangaben ohne detaillierte Beschreibung wie, wo und unter welchen Bedingungen die Werte ermittelt wurden, sind wertlos, da nicht überprüfbar! Am einfachsten lassen sich Emissionskennwerte nachvollziehen und überprüfen, wenn die verwendeten Geräuschestestnormen genannt werden.

## Die ideale Geräuschemissionsangabe

<b>Maschinen-Bezeichnung:</b>	Zapfenschneidmaschine, Typ 8/v
<b>Leistungsdaten:</b>	11 kW, Anschlaglänge 3000 mm
<b>Betriebsbedingungen:</b>	wie in ISO 7960 festgelegt

### Angebener Zweizahl-Geräuschemissionswert nach DIN EN ISO 4871

Betriebsbedingungen	Leerlauf	Last
A-bewerteter Schalleistungspegel $L_{WA}$ in dB re 1 pW	94	98
Unsicherheit $K_{WA}$ in dB	2	2
A-bewerteter Emissions-Schalldruckpegel $L_{pA}$ in dB re 20 $\mu$ Pa am Bedienplatz	80	86
Unsicherheit $K_{pA}$ in dB	2	2

Die Werte wurden ermittelt nach der Geräuschestestnorm ISO 7960 unter Anwendung der Grundnormen DIN EN ISO 3744 und DIN EN ISO 11204.

Beispiel für eine sachgerechte Geräuschemissionsangabe nach DIN EN ISO 4871 für Geräuschemissionsangaben zur Erfüllung der Anforderungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

### Das sollten Sie in der Praxis suchen und finden – eine Übersicht

Sie erinnern sich – weiter vorne in dieser Broschüre war davon die Rede, dass es **die** eine Kennzahl nicht gibt, die Ihnen bei der Identifizierung der leisesten Maschine hilft. Sie wissen mittlerweile aber auch, dass es durchaus Kennzahlen gibt, die Aufschluss über die „Geräuschqualität“ einer Maschine geben – man muss sie nur lesen und verstehen können. Hier sind zur Orientierung und später auch zum Nachschlagen einige Beispiele für hinreichende Angaben aufgelistet, die Ihnen – hoffentlich – in der Praxis begegnen werden! Folgende Angaben sollten Sie im Verkaufsprospekt und in den Betriebsunterlagen in dieser Form finden:

Für relativ leise Maschinen, also mit einem Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA}$  am Arbeitsplatz von höchstens 70 dB(A):  **$L_{pA} \leq 70$  dB(A)**

Für Maschinen mit einem  $L_{pA}$  über 70 dB(A) unter der Verwendung einer Geräuschtestnorm, hier eine fiktive DIN EN 11xyz-xy, mit Angabe der Unsicherheit K bzw.  $K_{pA}$

**Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA} = 78$  dB(A) nach DIN EN 11xyz-xy,  $K = 3$  dB**

Wie oben, also für Maschinen mit einem  $L_{pA}$  über 70 dB(A), ohne die Verwendung einer Geräuschtestnorm, aber unter Nennung der Geräuschemissionsmessnorm und zusätzlicher Erwähnung des Messpunktes und der verwendeten Betriebsbedingung

**Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA} = 78$  dB(A) nach**

**DIN EN ISO 11201, 50 cm mittig vorm Steuerpult bei Volllast,  $K = 3$  dB**

Wie oben, also für Maschinen mit einem  $L_{pA}$  über 70 dB(A) unter der Verwendung einer Geräuschtestnorm, aber hier für Maschinen mit mehreren lauten Arbeitsplätzen, z. B. mit einer Eingabe- und Ausgabestation unter Nennung der Geräuschtestnorm (maschinenspezifisch)

**Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA} = 75$  dB(A) an der Eingabestation,  $L_{pA} = 79$  dB(A) an der Ausgabestation, gemessen unter Verwendung der DIN EN xxxyyz,  $K_{pA} = 2$  dB**

Wenn der  $L_{pA}$  den Wert 80 dB(A) überschreitet, muss zusätzlich auch noch der A-bewertete Schalleistungspegel  $L_{WA}$  angegeben werden. So z. B. unter Anwendung von Messnormen zur Geräuschemission für die Angabe der Messposition für den Emissions-Schalldruckpegel und der Betriebsbedingungen für die Messung. Diese sollte im Übrigen für die Messung beider Geräuschemissionskenngrößen, wie in Geräuschtestnormen immer der Fall, gleich sein.

**Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA} = 81$  dB(A) gemessen in einer Höhe von  $1,55 \pm 0,075$  m, 1 m mittig vorm Bedienpult, unter Anwendung der DIN EN ISO 11204, Unsicherheit  $K_{pA} = 3$  dB Schalleistungspegel  $L_{WA} = 96$  dB(A) gemessen nach DIN EN ISO 3744, Unsicherheit  $K_{WA} = 3$  dB, beide Geräuschemissionswerte wurden im Nennbetrieb bei maximaler Drehzahl ermittelt**

Die vorherige Angabe wird sehr viel übersichtlicher, wenn der Maschinenhersteller auf eine Geräuschtestnorm zurückgegriffen hat:

**Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA} = 81 \text{ dB(A)}$ , Unsicherheit  $K_{pA} = 3 \text{ dB}$**

**Schallleistungspegel  $L_{WA} = 96 \text{ dB(A)}$ , Unsicherheit  $K_{WA} = 3 \text{ dB}$ , beide Geräuschemissionswerte wurden nach der Norm DIN EN xxxxxx gemessen**

Ein besonderer Fall sind Geräuschemissionsangaben für Maschinen, die gleichzeitig in den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie und der „Outdoor“-Richtlinie fallen. Typische Beispiele sind Baumaschinen, Kettensägen, Laubbläser oder Rasenmäher. Neben der Angabe des Höchstwertes (Summe aus Messwert und Messunsicherheit) für den Schallleistungspegel außen auf dem Maschinengehäuse und in den Verkaufsbroschüren sowie der Bedienungsanleitung, müssen der Emissions-Schalldruckpegel und die mit ihm verbundene Messunsicherheit in den Papieren angegeben werden. Eine solche Geräuschemissionsangabe kann z. B. folgendermaßen aussehen, wobei der garantierte Schallleistungspegel häufig mit einem tiefergestellten kleinen d (für declared) gekennzeichnet ist:

**Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA} = 80 \text{ dB(A)}$  gemessen nach DIN EN ISO 11201  $0,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$  mittig über der Sitzfläche des Fahrersitzes, Unsicherheit  $K_{pA} = 3 \text{ dB}$ , Garantiertes Schallleistungspegel  $L_{WAd} = 93 \text{ dB(A)}$  entsprechend den Festlegungen in der 2000/14/EG, Betriebs- und Aufstellungsbedingungen wie in der 2000/14/EG festgelegt.**

### **Vertrauen ist gut, Kontrolle ab und zu notwendig!**

Angenommen, Sie haben eine Maschine nach eingehendem Vergleich und Prüfung gekauft, die Geräuschemissionskennwerte sind – wie hier in dieser Broschüre empfohlen – als Bestandteil der garantierten Leistungen im Kaufvertrag aufgenommen worden, die Maschine wurde in Ihren Betriebsräumen aufgestellt – und nach dem Probelauf klingeln allen Anwesenden die Ohren – was dann? Wenn der Verdacht besteht, dass der vertraglich zugesicherte Geräuschemissionswert überschritten wird, werden Sie nicht darum herum kommen, die vom Hersteller angegebenen Werte zu überprüfen, also nachzumessen bzw. nachmessen zu lassen. Eine solche Nachprüfung sollte auf der Grundlage der bereits bekannten DIN EN ISO 4871, Abschnitt 6 erfolgen – dann ist gewährleistet, dass ein Verfahren angewendet wird, das exakt auf den Normen aufbaut, die bereits bei der Ermittlung der Geräuschemissionsangabe für die Geräuschangabe verwendet wurden. Wenn Sie vermuten, dass die angegebenen Geräuschemissionswerte überschritten werden, sollten Sie als erste Orientierung eine Messung des Schalldruckpegels an dem der Maschine zugeordneten Arbeitsplatz bzw. an einem besonders lauten Punkt auf der Messfläche (Messfläche in Anlehnung an DIN EN ISO 3744) durchführen. Dabei sollte möglichst nur die betrachtete Maschine im Betrieb sein und nicht weitere und eventuell noch lautere Maschinen in der Nähe. Ziehen Sie dann von dem Messergebnis noch 3–4 dB ab, die auf die Raumrückwirkung zurückzuführen sind, und Sie erhalten einen Wert, der in etwa dem vom

Hersteller angegebenen Emissions-Schalldruckpegel entsprechen sollte. Wenn das Ergebnis dieser orientierenden Messung den Verdacht erhärtet, dass die angegebenen Werte nicht korrekt sind, sollten Sie mit dem Maschinenhersteller über diese Unterschiede ein Gespräch führen. In kritischen Fällen sollten Sie Fachleute hinzuziehen, die dann eine Nachprüfung nach DIN EN ISO 4871, Abschnitt 6.2 durchführen können. Bestätigt sich der Verdacht auf eine falsche Geräuschemissionsangabe, so ergeben sich rechtliche Konsequenzen auf Basis des Gewährleistungsrechts bzw. auf Grundlage der jeweils getroffenen vertraglichen Vereinbarungen. Wohl gemerkt – Anspruch auf Gewährleistung haben Sie nur, wenn die Geräuschemissionsangabe als Beschaffungsmerkmal im Kaufvertrag festgehalten wurde!

### Maschinenkauf im Schnelldurchlauf

Abschließend finden Sie für den besseren Überblick die Chronologie eines Maschinenkaufs mit den verschiedenen Verantwortlichkeiten und Handlungsschritten.

- Der Maschinenhersteller informiert auf der Basis von Normen über die Geräuschemission seiner Maschine. Er tut dies sowohl in der Betriebsanleitung als auch in den Verkaufsprospekten.
- Sie als Arbeitgeber und damit Käufer von Maschinen wählen auf der Grundlage dieser Geräuschemissionsangaben die im Vergleich besonders leise Maschine für Ihren Betrieb aus. Dabei achten Sie darauf, dass die angegebenen Werte vollständig sind, dass die Werte einen

Normbezug haben, dass die angegebenen Betriebs- und Aufstellungsbedingungen während der Geräuschemissionsmessung die relevanten sind bzw. die genannte Geräuschestestnorm (Maschinensicherheitsnorm) die richtige ist (hilfreich dabei: [www.din.de](http://www.din.de) sowie die NORA Datenbank, zu finden bei der Kommission Arbeitsschutz und Normung: [www.kan.de](http://www.kan.de)). Wenn irgendwas fehlt oder nicht verständlich ist, fragen Sie beim Maschinenhersteller nach!

- Zur besseren Übersicht bei der Auswahl einer leisen Maschine fertigen Sie eine Tabelle an, in die Sie die Höhe der Geräuschemissionswerte eintragen. Maschinen, für die vom Hersteller sachgerechter Weise nur der Emissions-Schalldruckpegel angegeben wird, sind zuerst von leise nach laut in die Tabelle einzutragen. Danach sortieren Sie die übrigen Maschinen nach der Höhe der angegebenen Schallleistungspegel, wobei die Maschinen mit dem niedrigsten Schallleistungspegel oben stehen!
- Danach wählen Sie unter den zur Auswahl stehenden zunächst eine Maschine nach den klassischen Leistungsdaten aus. Dann schauen Sie, welchen Platz diese Maschine in Ihrer Geräuschemissionstabelle belegt. Wenn Sie nun feststellen, dass die von Ihnen in Betracht gezogene Maschine eher eine leise Vertreterin ist, haben Sie Ihre Kandidatin gefunden! Zählt sie allerdings zu den lauten ihrer Art, sollten Sie noch einmal in sich gehen – vielleicht kommt in der Gesamtbetrachtung und unter Berücksichtigung der Folgekosten für die Lärminderung im Betrieb doch eine leise Maschine in Betracht? In manchen Fällen lohnt es sich auch, den Anbieter

der lauterer Favoritin zu kontaktieren. Vielleicht hat der eine Idee oder auch Zubehör, mit dem der Lärm weiter gemindert werden kann.

- Bei Maschinen, die fast den gleichen Schallleistungspegel aufweisen, kann es wichtig sein, sich auch die angegebenen Emissions-Schalldruckpegel anzuschauen. Ist dann bei einer der in Betracht gezogenen Maschinen dieser Wert niedriger, dann ist diese Maschine zu bevorzugen.
- Die vom Maschinenhersteller gelieferte Maschine wird bei Ihnen aufgestellt, danach wird geprüft, ob damit die gewünschten Zielwerte für den Lärm am Arbeitsplatz eingehalten oder sogar unterschritten werden.
- Wenn bei Ihnen Zweifel bestehen, ob die angegebenen Geräuschemissionskennwerte wirklich korrekt sind, dann sollten Sie nicht zögern, diese von Fachleuten auf der Basis der in DIN EN ISO 4871 festgelegten Verfahren mittels Messung überprüfen zu lassen!

### Fazit: Laut ist out!

Sie als Arbeitgeber und damit auch Maschinenkäufer haben es in der Hand, ob es künftig in der Arbeitswelt etwas leiser zugeht – oder nicht. Nur wenn leisere Maschinen nachgefragt werden, wird die Geräuschqualität einer Maschine auch für die Hersteller von Maschinen als Wettbewerbsvorteil relevant. Denn wer baut schon leise Maschinen, wenn keiner danach fragt! Und nur, wenn es sich auch für die Hersteller rechnet, werden diese ihre Anstrengungen und Verpflichtungen – Stichwort Maschinenrichtlinie – auf dem Gebiet der Lärminderung (noch) ernst(er) nehmen als bisher.



Insofern hier noch einmal der Appell an Sie als Maschinenkäufer: Kaufen Sie leise Maschinen! Bestehen Sie auf korrekten Geräuschemissionsangaben! Akzeptieren Sie nichts, was lauter ist als nötig! Zumal sich – und das hat diese Broschüre hoffentlich deutlich gemacht – leise Maschinen für Sie und Ihre Beschäftigten wirklich rechnen: in Euro und Cent ebenso wie in Wohlbefinden, Gesundheit, Arbeitsmotivation und mehr Lebensqualität.



# Weiterführendes

Wer sich weiter über Maschinen, Lärm & Co informieren möchte, kann das BAuA-Portal zum Thema Lärm und Akustik nutzen, das unter [www.baua.de](http://www.baua.de) in der Rubrik „Themen von A–Z“ zu finden ist. Hier können Sie sich ausführlich über Schäden und Beeinträchtigungen informieren, die durch Lärm verursacht werden, Sie erfahren, wie Lärm gemessen, bewertet und gemindert werden kann, Sie können Einblick in das Regelwerk nehmen und – last but not least – können Sie sich hier auch noch tiefer in das Thema dieser Broschüre vertiefen!

Darüber hinaus sind die **Praxishilfen** nützlich, die eigens entwickelt wurden, um Ihnen die Abfrage von Informationen bei Maschinenherstellern zu erleichtern. Sie finden das in Anlehnung an die DIN EN 11670-1 entwickelte „Geräuschdatenblatt“ in der Anlage 2. Das Datenblatt enthält alle wichtigen akustischen Kenngrößen sowie mögliche Angaben zur Lärminderung.

Für Recherchen zu internationalen/europäischen Normen für die Messung und Angabe von Geräuschemissionswerten, wie den Basisnormen und maschinenspezifischen Sicherheitsnormen, steht Ihnen auch die folgende Datenbank zur Verfügung:

NORA (Normen-Recherche Arbeitsschutz) der KAN (Kommission Arbeitsschutz und Normung), zu finden unter [www.kan.de](http://www.kan.de)

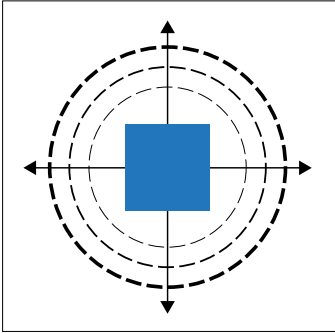
Und für weitere Fragen steht Ihnen das Info-Zentrum der BAuA zur Verfügung:

Montag bis Freitag von 8.00–16.30 Uhr  
Service-Telefon: 0231 9071-2071  
Fax: 0231 9071-2070  
E-Mail: [info-zentrum@baua.bund.de](mailto:info-zentrum@baua.bund.de)





## Anlage 1: Emission – Immission – Exposition

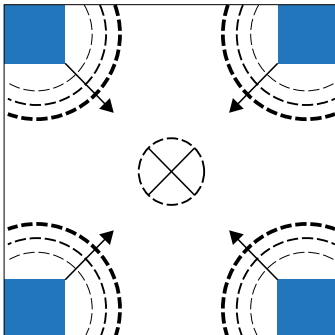


### Emission:

- maschinenbezogen
- Betrieb nach Norm
- ohne Reflexionsschall
- ohne Fremdgeräusch

#### Kenngößen:

- Schalleistungspegel  $L_{WA}$
- Emissions-Schalldruckpegel  $L_{pA}$
- „Emissions“-Spitzschalldruckpegel  $L_{pCpeak}$

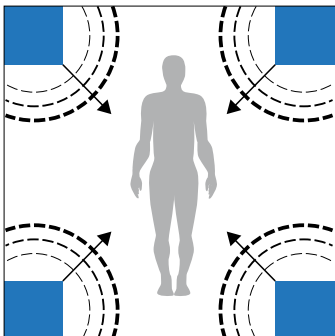


### Immission:

- Messpunkt-/ Arbeitsplatzbezogen
- berücksichtigt alle Schalleinwirkungen einschließlich Reflexionsschall
- abhängig vom realen Betrieb der Geräuschquellen

#### Kenngößen:

- äquivalenter Dauerschalldruckpegel  $L_{pAeq}$
- ortsbezogener Tages-Lärmexpositionspegel  $L_{EX,8h}$
- Spitzschalldruckpegel  $L_{pCpeak}$



### Exposition:

- personenbezogen
- berücksichtigt alle Schalleinwirkungen einschließlich Reflexionsschall auf den Arbeitnehmer
- abhängig vom realen Betrieb der Geräuschquellen
- ist abhängig von der Einwirkungszeit

#### Kenngößen:

- Tages-Lärmexpositionspegel  $L_{EX,8h}$
- Spitzschalldruckpegel  $L_{pCpeak}$

## Anlage 2: Geräuschdatenblatt für die Beschaffung von Maschinen

**Bezeichnung** (Maschine, Anlage, Gerät, Zusatzaggregat, Seriennummer):

.....

.....

### Geräuschemissionsangaben nach DIN EN ISO 4871

Kenngrößen	Leerlauf	Last / Bearbeitung	angewendete Norm
<b>Zweizahl-Angabe</b>			
<b>Schalleistungspegel</b> $L_{WA}$ (in dB re 1 pW)	..... dB	..... dB	
Unsicherheit $K_{WA}$	..... dB	..... dB	
<b>Emissions-Schalldruckpegel</b> am Arbeitsplatz $L_{pA}$ (in dB re 20 $\mu$ Pa) oder an anderen festgelegten Orten	1. .... dB 2. .... dB 3. .... dB	1. .... dB 2. .... dB 3. .... dB	
Unsicherheit $K_{pA}$	..... dB	..... dB	
<b>Spitzenschalldruckpegel</b> $L_{pCpeak}$ (in dB re 20 $\mu$ Pa)	..... dB	..... dB	
<b>Einzahl-Angabe des Schalleistungspegels für Maschinen die unter die Richtlinie 2000/14/EG fallen</b>			
<b>Schalleistungspegel</b> $L_{WAd}$ (in dB re 1 pW)	..... dB	..... dB	
<b>1 m – Messflächen- Schalldruckpegel</b> $L_{pA,1m}$ (in dB re 20 $\mu$ Pa) (ersatzweise für den Emissions-Schalldruckpegel)	..... dB	..... dB	

Lage der/des Messpunkte(s) am Arbeitsplatz:

---

---

Betriebsbedingungen während der Geräuschemissionsmessung:

---

---

nach Norm

---

oder abweichend

---

Gibt es zusätzliche maschinenspezifische Schallschutzmaßnahmen?

---

---

Weitere Angaben (z. B. Tonhaltigkeit):

---

---

---

## Impressum

### **Laut ist teuer!**

Tipps für den Einkauf leiser Maschinen

Herausgeber:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Friedrich-Henkel-Weg 1–25

44149 Dortmund

Telefon 0231 9071-2071

Fax 0231 9071-2070

info-zentrum@buaa.bund.de

**www.buaa.de**

Fachliche Beratung: Dr.-Ing. Patrick Kurtz, Bundesanstalt für Arbeitsschutz  
und Arbeitsmedizin

Text: KONTEXT Oster & Fiedler GmbH, Hattingen

Gestaltung: eckedesign, Berlin

Foto: Uwe Völkner, Fotoagentur Fox, Lindlar/Köln

Herstellung: DruckVerlag Kettler GmbH, Bönen/Westfalen

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Zustimmung der  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Haftungsansprüche materieller oder ideeller Art gegen die Bundesanstalt für  
Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung  
der angebotenen Informationen beziehungsweise durch die Nutzung fehlerhaf-  
ter und unvollständiger Informationen verursacht werden, sind grundsätzlich  
ausgeschlossen, es sei denn, sie sind nachweislich auf vorsätzliches oder grob  
fahrlässiges Verschulden unseres Hauses zurückzuführen.

1. Auflage, Oktober 2011

ISBN 978-3-88261-695-8

ISBN 978-3-88261-695-8