

Geräuschmessung an Maschinen

Luftschallemission, Hüllflächen-Verfahren

Oberflächenbehandlungsanlagen

DIN
45 635
Teil 49

Measurement of airborne noise emitted by machines; enveloping surface method; surface treatment plants

Oberflächenbehandlungsanlagen bestehen im allgemeinen aus Vorbehandlungs-, Beschichtungs- und Trocknungsanlagen, die z. B. durch integrierte Förderanlagen verbunden sind und die durch Zonen zum Erwärmen und Kühlen, durch Versorgungsanlagen für Beschichtungsstoffe, Lüftungsanlagen, Abluft- und Abwasserreinigungsanlagen ergänzt werden können. Derartige Gesamtanlagen der Oberflächentechnik sind im allgemeinen Sonderanfertigungen, die meist aus Bauteilen mehrerer Lieferanten beim Betreiber montiert werden.

Um die Schallemission einer Einzelmachine oder eines Gerätes (z. B. Ventilator) zu beschreiben, läßt sich im allgemeinen der Schalleistungspegel nach DIN 45 635 Teil 1 und Folgeteilen unter Anwendung der Genauigkeitsklasse 2 bestimmen. Das ist bei den oft komplexen Gesamtanlagen der Oberflächentechnik, die verwinkelt und verschachtelt gebaut sein und sich über mehrere Stockwerke erstrecken können, im allgemeinen nicht möglich. Deshalb wurde für Oberflächenbehandlungsanlagen das nachfolgend beschriebene Meßverfahren nach DIN 45 635 Teil 1 auf der Grundlage der Genauigkeitsklasse 3 gewählt. Im Beiblatt 1 zu DIN 45 635 Teil 49 ist zur Hilfestellung ein Meßbeispiel dargestellt.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2	7 Auswertung	8
2 Bezeichnung	2	7.1 Berechnen des Meßflächen-Schalldruckpegels L_{pA}	8
3 Begriffe, Größen	2	7.2 Berechnen des Schalleistungspegels	8
4 Meßgeräte	2	8 Präzision des Meßverfahrens und Unsicherheit der Meßergebnisse	8
5 Meßbedingungen	2	9 Meßbericht	8
5.1 Meßgegenstand	2	10 Ergebnisbericht	8
5.2 Betriebszustand der Anlage	2	Anhang A Vorbehandlungsanlagen	10
5.3 Aufstellung der Anlage	2	Anhang B Beschichtungsanlagen	11
5.4 Bezugsquader, Meßfläche, Meßabstand, Meßpfade, Meßpunkte	2	Anhang C Trocknungsanlagen	12
5.5 Meßumgebung	5	Anhang D Förderanlagen	12
6 Durchführung der Messung	7	Anhang E Einzelanlagen zur Absaugung, Abscheidung und Rückgewinnung	13
6.1 Messen des A-Schalldruckpegels	7	Anhang F Ergänzungsanlagen	14
6.2 Messen des Schallspektrums	8		
6.3 Messen des Fremdgeräuschpegels	8		

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Normenausschuß Akustik und Schwingungstechnik (FANAK) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN

1 Anwendungsbereich und Zweck

In Anlehnung an DIN 45 635 Teil 1 legt diese Norm ein Meßverfahren fest, um die Geräuschemission von Anlagen der Oberflächentechnik erfassen zu können. Das Verfahren gilt für freie Schallausbreitung (z. B. im Freien oder im reflexionsarmen Raum) sowie für übliche Maschinen- und Betriebsräume, wenn sich der Umgebungseinfluß (siehe Abschnitt 5.5) entsprechend korrigieren läßt. Die wesentliche Geräuschemissionskenngröße ist der Schallleistungspegel. Weitere Emissionskenngrößen sind in Abschnitt 9.5 genannt.

Diese Norm gilt für Gesamtanlagen der Oberflächentechnik und/oder die in den Anhängen genannten Teil-, Einzel- und Ergänzungsanlagen. Nach VDMA 24 367 „Oberflächentechnik; Maschinen und Anlagen für Oberflächentechnik; Aufbau, Begriffe“ ist das derjenige Bereich der Oberflächentechnik, in dem Güter vorbehandelt und mit nichtmetallischen, gegebenenfalls aber metallpigmentierten Überzügen aus flüssigen oder pulverförmigen Stoffen versehen und diese Überzüge getrocknet und/oder durchgehärtet werden.

Diese Norm gilt nicht für Einzelgeräte wie Spritzpistolen, Druckluftblaspistolen, Ventilatoren, Stetigförderer, Antriebsmotoren und ähnliche, für die zum Teil bereits maschinenspezifische DIN-45 635-Folge Teile bestehen bzw. bearbeitet werden.

Die Betriebsbedingungen bei der Geräuschemessung sind in den Anhängen der Norm festgelegt.

2 Bezeichnung

Bezeichnung des Verfahrens der Geräuschemessung nach dieser Norm (49), Genauigkeitsklasse 3 (KL 3):

Geräuschemessung DIN 45 635 – 49 – KL 3

3 Begriffe, Größen

Nach DIN 45 635 Teil 1, insbesondere „Bezugsquader“, „Meßfläche“, „Meßflächenmaß“, „Schalldruckpegel“, „Meßflächen-Schalldruckpegel“, „Schalleistungspegel“, „Arbeitsplatzbezogener Emissionswert“, „Impulshaltigkeit“.

In der vorliegenden Norm wird unter Meßpfad eine gedachte Linie auf der Meßfläche verstanden, auf der die Meßpunkte angeordnet sind bzw. auf der beim integralen Verfahren das Mikrophon entlanggeführt wird.

4 Meßgeräte

Der Schallpegelmessers muß mindestens den Anforderungen nach DIN IEC 651, Klasse 2, der integrierende Schallpegelmessers mindestens den Anforderungen nach DIN 45 655 (z. Z. Entwurf), Klasse 2, genügen.

5 Meßbedingungen

5.1 Meßgegenstand

Es ist festzulegen und im Meßbericht anzugeben, welche Einrichtungen zu der zu untersuchenden Anlage gehören. Alle Aggregate, die ausschließlich der Funktionserfüllung der Anlage dienen, zählen zum Meßgegenstand. Schallmessungen können an einzelnen Baugruppen, Teilanlagen oder Gesamtanlagen durchgeführt werden. Im Einzelfall ist zu prüfen, welche Gesamtanlagen, Teilanlagen oder Baugruppen untersucht werden müssen.

Anmerkung: Sind einzelne Baugruppen oder Teilanlagen räumlich in größeren Abständen voneinander angeordnet oder unterscheiden sie sich deutlich in ihrer Schallemission, so ist es in der Regel zweckmäßig, diese getrennt zu messen. Die Schallabstrahlung einer einzelnen Baugruppe oder Teilanlage kann nur bestimmt werden, wenn die Geräusche anderer Baugruppen nicht als Fremdgeräusche überwiegen ($K_1 \leq 3$ dB, siehe DIN 45 635 Teil 1). Wenn sich die einzelnen Baugruppen oder Teilanlagen nicht getrennt ein- bzw. ausschalten lassen, kann man die Fremdgeräusche gegebenenfalls durch provisorische Abschirmungen verringern. Das durch Körperschallabstrahlung erzeugte Fremdgeräusch kann durch Messung des mittleren Schnellepegels (siehe DIN 45 635 Teil 8) überschlägig ermittelt werden.

5.2 Betriebszustand der Anlage

Da im allgemeinen die Geräuschentwicklung der Anlagen von dem jeweiligen Betriebszustand abhängt, müssen zur Erzielung vergleichbarer Meßergebnisse die Betriebsbedingungen festgelegt werden. Deshalb werden in den Anhängen dieser Norm die Betriebsbedingungen genannt, unter denen die Anlagen zu Meßzwecken zu betreiben sind (Hauptbetriebszustand nach DIN 45 635 Teil 1). Bei im Anhang nicht genannten Anlagen ist die Geräuschemessung bei Nennleistung durchzuführen.

Im Rahmen von Vereinbarungen können auch Messungen unter anderen Betriebsbedingungen durchgeführt werden. Wenn die in den Anhängen definierten Betriebsbedingungen teilweise oder ganz nicht eingehalten werden können, müssen die Beteiligten (z. B. Hersteller und Betreiber) andere Betriebsbedingungen festlegen und im Meßbericht nennen.

5.3 Aufstellung der Anlage

Im allgemeinen werden Gesamtanlagen der Oberflächentechnik, bestehend aus den in den Anhängen A bis F genannten Teilanlagen, erst am Bestimmungsort aufgestellt. Dadurch sind die Aufstellungsbedingungen vorgegeben.

Sollen kleinere Teilanlagen, z. B. Spritzwände, in Produktionshallen, im Freien oder in Prüfräumen gemessen werden, so ist die Anlage möglichst dem praktischen Betrieb entsprechend aufzustellen. Die für die Geräuschemessung gewählte Aufstellung ist im Meßbericht anzugeben.

5.4 Bezugsquader, Meßfläche, Meßabstand, Meßpfade, Meßpunkte

Bei der Festlegung des Bezugsquaders können einzelne herausragende Bauteile, die nicht wesentlich zur Schallabstrahlung beitragen, unberücksichtigt bleiben. Der Bezugsquader reicht nach DIN 45 635 Teil 1, Bild A.5, bis an die reflektierende(n) Ebene(n). In den Bildern 1 bis 3 ist die reflektierende Ebene jeweils der Boden.

Bei verwinkelten Anlagen und Anlagen mit großen Querschnittsunterschieden kann eine aus mehreren Quaderoberflächen zusammengesetzte Bezugsfläche benutzt werden (siehe Bild 3). Die Schalleistungspegel sind dann gegebenenfalls für die einzelnen Quader getrennt zu bestimmen.

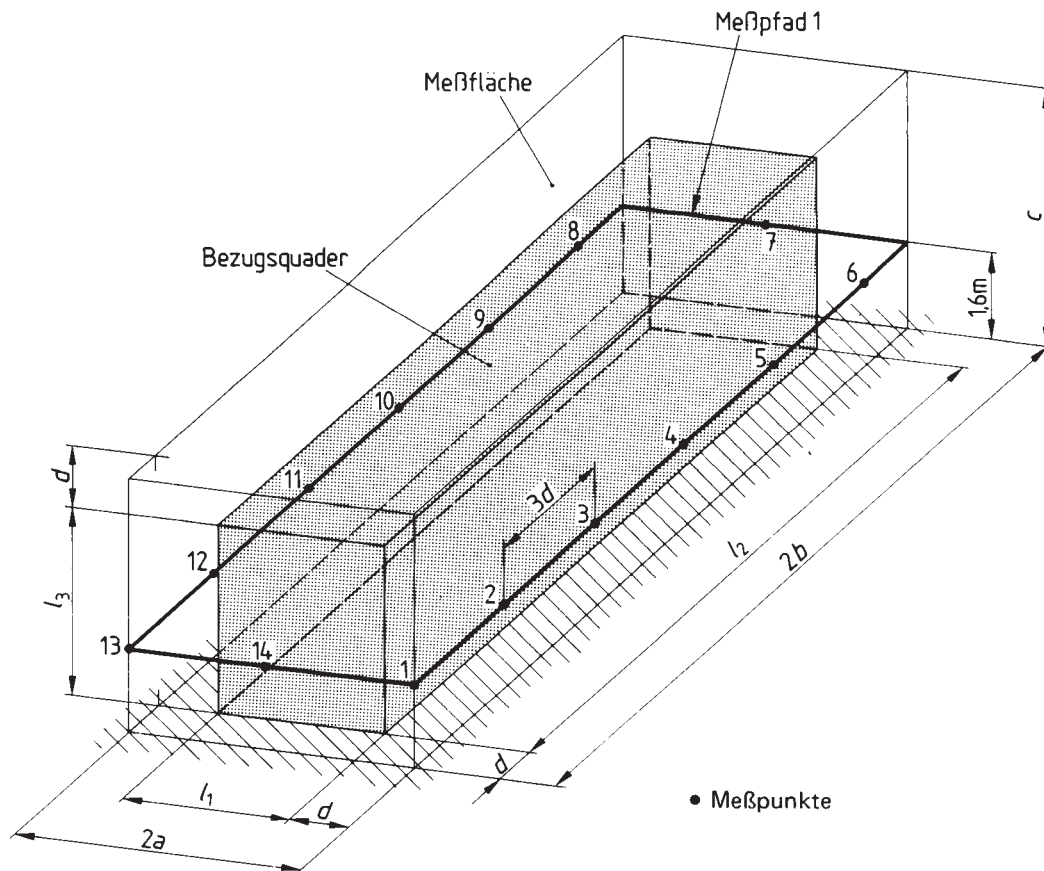


Bild 1. Bezugsquader, Meßfläche, Meßpfad und Anordnung der Meßpunkte bei einer Höhe des Bezugsquaders $l_3 \leq 4$ m

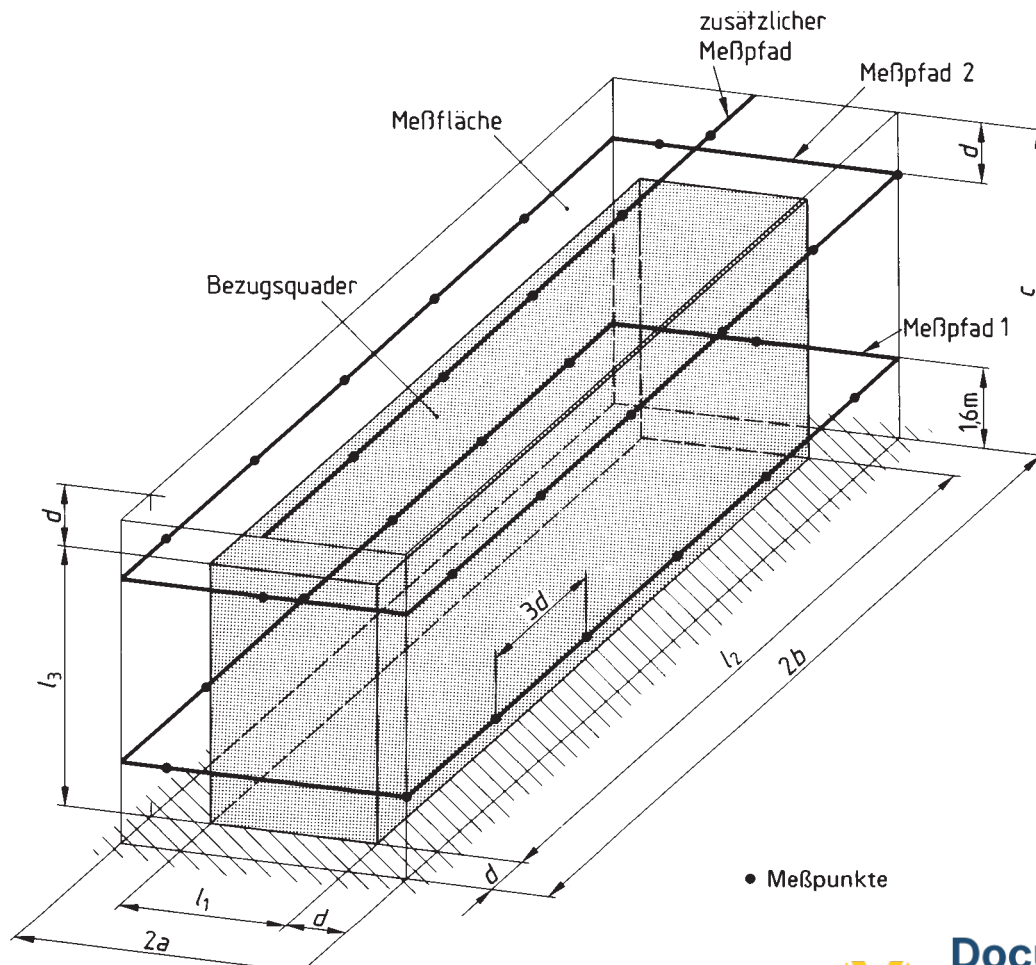


Bild 2. Bezugsquader, Meßfläche, Meßpfade und Anordnung der Meßpunkte bei einer Höhe des Bezugsquaders $\geq 4\text{ m}$

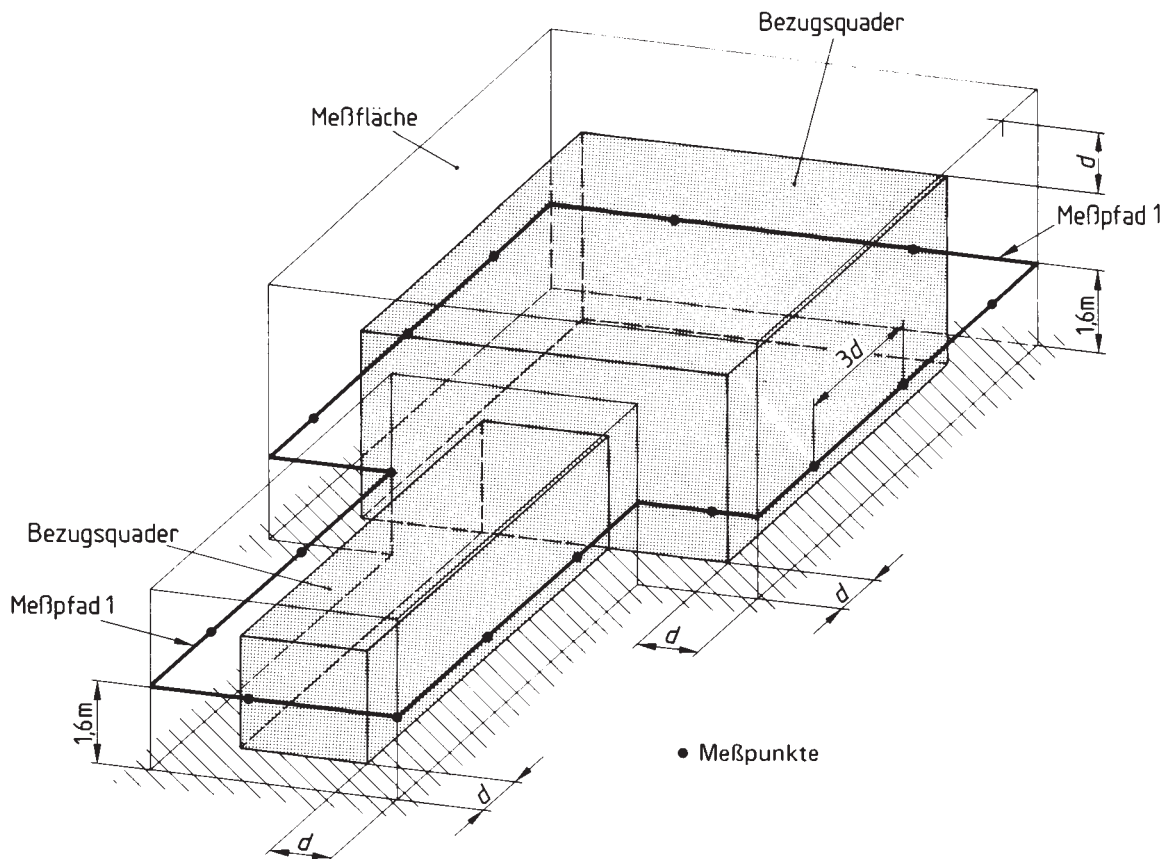


Bild 3. Bezugsquader, Meßfläche, Meßpfade und Anordnung der Meßpunkte bei einer durch zwei Bezugsquader dargestellten Anlage

Die Meßfläche umhüllt den Bezugsquader im festgelegten Meßabstand d und endet an der (den) reflektierenden Ebene(n) (siehe Bilder 1 bis 3). Die Meßpfade und Meßpunkte liegen möglichst gleichmäßig verteilt auf der Meßfläche.

5.4.1 Meßfläche

Je nach Anzahl reflektierender Ebenen in Anlagennähe bzw. angrenzender Bezugsflächen besteht die Meßfläche aus unterschiedlich vielen Seitenflächen der Quaderfläche (siehe Bild 3 und DIN 45 635 Teil 1, Bild A.5).

5.4.2 Meßabstand

Der Meßabstand soll vorzugsweise zu $d = 1\text{ m}$ gewählt werden. Ein Meßabstand von weniger als $0,5\text{ m}$ ist bei der in dieser Norm vorgesehenen Meßpunktanordnung nicht zulässig.

5.4.3 Anordnung der Meßpfade und Meßpunkte

Die Anordnung der Meßpfade und Meßpunkte kann nach DIN 45 635 Teil 1 oder der in Abschnitt 5.4.3.1 bzw. Abschnitt 5.4.3.2 beschriebenen vereinfachten Anordnung gewählt werden.

5.4.3.1 Vereinfachte Anordnung der Meßpfade

Der erste Meßpfad ist auf der Meßfläche in $1,6\text{ m}$ Höhe über dem Boden festzulegen (siehe Bilder 1 bis 3). Bei Anlagen von weniger als $1,6\text{ m}$ Höhe (Bezugsquader) ist dieser Meßpfad in Höhe der Bezugsquaderoberkante zu legen. Bei Anlagen mit einer Höhe des Bezugsquaders (l_3) von mehr als 4 m ist in Höhe der Bezugsquaderoberkante ein zusätzlicher Meßpfad festzulegen (siehe Bild 2). Der vertikale Abstand von übereinanderliegenden Meßpfaden

einer Meßfläche darf maximal 4 m betragen. Anderenfalls sind ein oder mehrere zusätzliche Meßpfade zwischen dem ersten Meßpfad und der Bezugsquaderoberkante vorzusehen. Die vertikalen Abstände von übereinanderliegenden Meßpfaden sollten dabei etwa gleich groß sein (Beispiel: Bezugsquaderhöhe $10,5\text{ m}$ → Meßpfade in $1,6\text{ m}/4,5\text{ m}/7,5\text{ m}/10,5\text{ m}$ Höhe).

Auf einzelne Meßpfade kann verzichtet werden, wenn durch Probemessungen festgestellt wird, daß sich die A-Schalldruckpegel von vertikal übereinanderliegenden Punkten verschiedener Meßpfade nur bis zu 2 dB unterscheiden und keine tendenziell höheren Pegel auf einem Meßpfad zu erwarten sind.

Wenn oberhalb der Anlage besonders laute Schallquellen angeordnet sind, die im Abstand d von der Bezugsfläche 5 dB und mehr über den A-Schalldruckpegeln auf den nächstgelegenen Meßpfaden liegen, ist dort ein zusätzlicher Meßpfad auf der Meßfläche mittig über der Anlage festzulegen (siehe Bild 2).

5.4.3.2 Vereinfachte Anordnung der Meßpunkte

Auf die Festlegung von Meßpunkten auf den Meßpfaden kann verzichtet werden, wenn kontinuierlich auf Meßpfaden gemessen wird (siehe DIN 45 635 Teil 1, Abschnitte 6 und 7.1.2).

Die Meßpunkte sind möglichst gleichmäßig auf dem (den) Meßpfad(en) zu verteilen (siehe Bilder 1 bis 3). Der horizontale Abstand der Meßpunkte auf einem Meßpfad sollte $3d$ betragen. Ein geringerer Abstand als $3d$ ist erforderlich, wenn sich die A-Schalldruckpegel benachbarter Meßpunkte um mehr als 5 dB unterscheiden. Auf jede freie Seitenfläche der quaderförmigen Meßfläche

muß mindestens ein Meßpunkt fallen. Gegebenenfalls ist ein zusätzlicher Meßpunkt erforderlich. Dadurch können sich bei kleineren Anlagen oder Anlagen mit schmalen Stirnseiten zwischen einzelnen Punkten kleinere Abstände als $3d$ ergeben. Die Meßpunkte auf benachbarten Meßpfaden sollten möglichst gegeneinander versetzt gewählt werden.

Zur Festlegung der Meßpunkte kann man folgendermaßen vorgehen:

- Man legt den ersten Meßpunkt auf den ersten Meßpfad in eine Ecke der Meßfläche.
- Den Meßpfad abschreitend legt man dann jeweils alle $3d$ Meßpfadlänge die weiteren Meßpunkte fest.
- Auf dem darüberliegenden Meßpfad wählt man den ersten Meßpunkt um $1,5d$ versetzt gegenüber den Meßpunkten auf dem ersten Meßpfad, oder man beginnt in einer anderen Ecke des Meßquaders, wodurch sich im allgemeinen ebenfalls ein Versatz der Meßpunkte ergibt.
- Die weiteren Meßpunkte auf dem Meßpfad werden davon ausgehend wie schon auf dem ersten Meßpfad festgelegt.
- Bei der Anordnung aller weiteren Meßpunkte ist analog zu dem oben beschriebenen Verfahren vorzugehen.
- Wenn nach diesem Verfahren auf eine Seitenfläche des Quaders (z. B. an der Stirnseite der Anlage) kein Meßpunkt fällt, so ist dort ein zusätzlicher Meßpunkt anzuordnen.

5.4.4 Meßpunkt am festen Arbeitsplatz

Es gibt Oberflächenbehandlungsanlagen, denen bestimmte anlagenbezogene Arbeitsplätze oder Arbeitsbereiche zugeordnet sind und solche (z. B. Anlagen mit automatischer Beschickung der Güter), die über keine Arbeitsplätze verfügen. Bei zugeordneten anlagenbezogenen Arbeitsplätzen und Arbeitsbereichen werden zusätzliche Meßpunkte in Ohrnähe des dort tätigen Personals vorgesehen (siehe DIN 45 635 Teil 1, Anhang D). Für verschiedene Oberflächenbehandlungsanlagen sind im Anhang dieser Norm die Meßpunkte am Arbeitsplatz vorgegeben. Unbestimmte Sollstandorte des Beschäftigten bedürfen der Vereinbarung.

Anmerkung: Der arbeitsplatzbezogene Emissionswert ist kein Beurteilungspegel nach DIN 45 645 Teil 2 „Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen – Geräuschimmissionen am Arbeitsplatz“, sondern ein Kennwert für die Schallemission der Anlage an dem entsprechenden Punkt. Gegebenenfalls läßt sich aus diesem Kennwert unter Heranziehung weiterer Daten ein Beurteilungspegel berechnen oder abschätzen.

5.5 Meßumgebung

Die Messung kann sowohl im Freien als auch in üblichen Maschinen- und Betriebsräumen durchgeführt werden. Bei der Messung im Freien ist die Anlage auf einer reflektierenden Ebene (harter Boden, z. B. Asphalt) in einem Prüfgelände mit hinreichend schwachen Fremdgeräuschen aufzustellen. In der Meßumgebung dürfen sich keine schallreflektierenden Hindernisse befinden, welche die Meßergebnisse beeinflussen können.

Bei der Messung in Räumen ist zu berücksichtigen, daß die Höhe der Schalldruckpegel durch die akustische Rückwirkung des Raumes (Schallreflexionen von Decke, Boden und Wänden und den Gegenständen im Raum) beeinflusst wird. Die Raumrückwirkung im Bereich der Meßpunkte wird durch die Umgebungskorrektur K_2 beschrieben, der nach den in den Abschnitten 5.5.1 und 5.5.2 angegebenen Verfahren zu ermitteln ist.

Die Höhe der Umgebungskorrektur K_2 ist mitbestimmend für die Genauigkeit des Verfahrens. Bei Messungen nach dieser Norm darf K_2 maximal 7 dB betragen (Genauigkeitsklasse 3 nach DIN 45 635 Teil 1). Bei großen Anlagen und nicht ausreichend großen Meßräumen oder Räumen mit stark reflektierenden Wandflächen können sich K_2 -Werte von über 7 dB ergeben. Durch Hinzufügen von Absorptionsmaterial an Wänden und/oder Decken kann K_2 auf Werte von kleiner oder gleich 7 dB verringert werden, was im Einzelfall jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden sein kann.

5.5.1 Verfahren zur Ermittlung der Umgebungskorrektur K_2 mittels Vergleichsschallquelle

Die Umgebungskorrektur kann mit Hilfe einer oder mehrerer Vergleichsschallquellen bekannter Schalleistung bestimmt werden. Eine Vergleichsschallquelle sollte ein breitbandiges, dem Maschinengeräusch ähnliches Geräusch möglichst ungerichtet abstrahlen.

Anmerkung: Über Anforderungen an eine Vergleichsschallquelle ist eine Norm in Vorbereitung.

Es werden hier zwei unterschiedliche Verfahren a) und b) zur Ermittlung des K_2 -Wertes mittels Vergleichsschallquelle beschrieben. Das Verfahren nach Punkt a) ist vorzuziehen, wenn die Vergleichsschallquelle an Stelle der untersuchten Anlagen im Raum aufgestellt werden kann, z. B. wenn diese Messung vor der Montage der Anlage durchgeführt werden kann. Ist das Meßverfahren nach Punkt a) nicht anwendbar, so ist die Ermittlung der Umgebungskorrektur in vielen Fällen jedoch mittels des Verfahrens nach b) möglich.

a) Meßfläche für die Messung der Vergleichsschallquelle entspricht der Meßfläche für die Anlage

Die Aufstellung der Vergleichsschallquelle ist so zu wählen, daß ihr Schallfeld räumlich dem der untersuchten Anlage ähnelt. Sofern möglich, soll sie an Stelle der untersuchten Schallquelle im Raum aufgestellt werden oder an einem benachbarten Ort ähnlicher Schallfeldausbildung (Ausnutzung von Raumsymmetrien). Bei flachen Anlagen kann die Vergleichsschallquelle auch auf die Anlage gesetzt werden.

Bei gleicher Meßpunktanordnung bzw. gleichen Meßpfaden wie bei der untersuchten Anlage ist der Schallleistungspegel L_W der Vergleichsschallquelle nach Abschnitt 7.2, jedoch ohne Abzug einer Umgebungskorrektur K_2 , zu bestimmen. K_2 errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$K_2 = L_W - L_{W_r} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

L_W ermittelter Schalleistungspegel der Vergleichsschallquelle ohne Abzug von K_2

L_{W_r} bekannter Schalleistungspegel der Vergleichsschallquelle (z. B. nach Herstellerangabe)