



Lärmreduktion in elementaren Bildungseinrichtungen

Planung und Gestaltung

Noise reduction in preschool educational institutions — Planning and design

ICS: 13.140; 91.120.20

Zuständig AG 148

Medieninhaber und Hersteller
Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung
Spittelauer Lände 5
1090 Wien

Copyright © ÖAL 2019
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme
auf oder in sonstige Medien oder Datenträger nur mit Zustimmung
gestattet!
E-Mail: office@oal.at
Internet: www.oal.at

Verkauf von ÖAL-Richtlinien durch
Austrian Standards plus GmbH
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: service@austrian-standards.at
Internet: www.austrian-standards.at
Webshop: www.austrian-standards.at/webshop
Tel.: +43 1 213 00-300
Fax: +43 1 213 00-355

Inhalt

Seite

VORBEMERKUNG	3
1 ZWECK UND ANWENDUNGSBEREICH	3
2 VERWEISUNGEN	3
3 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	3
4 SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN	5
5 AUSGANGSSITUATION	6
5.1 Allgemeines	6
5.2 Schalltechnische Untersuchungen in elementaren Bildungseinrichtungen (EBE)	6
5.3 Ursachen von Lärm in EBE	6
5.4 Auswirkungen von Lärm in EBE	7
5.5 Sprachverständlichkeit in EBE.....	8
5.5.1 Hintergrundlärm.....	8
5.5.2 Nachhallzeit.....	8
5.5.3 Alter	9
5.5.4 Zweitsprache versus Muttersprache	11
6 RAUMAKUSTISCHE MASSNAHMEN	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Akustische Anforderungen für die Planung oder Sanierung von EBE.....	12
6.2.1 Grundlagen und Anforderungen im Planungsfall	13
6.2.2 Grundlagen und Anforderungen im Sanierungsfall	13
6.3 Berechnungsbeispiele für die Planung von Räumen in EBE	15
6.3.1 Schematische Erklärung des Rechengvorgangs bei der Planung	15
6.3.2 Berechnungsbeispiel in Oktavbändern	16
6.4 Berechnungsbeispiel für die Sanierung von Räumen in EBE	18
6.5 Grundlegende akustische Maßnahmen.....	20
7 PLANUNG UND GESTALTUNG DER RÄUME	21
7.1 Berücksichtigung der pädagogischen Ziele.....	21
7.2 Raumdimensionen	22
7.2.1 Raumhöhe	22
7.2.2 Raumfläche	22
7.3 Raumkonzepte und Beispiele für deren Umsetzung.....	22
7.4 Anregungen zur Planung und Gestaltung	24
7.4.1 Eigene Räumlichkeiten für unterschiedliche Aktivitäten.....	24
7.4.2 Trennung der Aktivitäten innerhalb eines Raumes – „Räume im Raum“	26
Anhang A: Förskolan UVEN	30
Anhang B: Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen von EBE	31
BIBLIOGRAPHIE	36

VORBEMERKUNG

Die in dieser Richtlinie verwendete Grammatik ist immer im neutralen Sinn gemeint. Auf geschlechts-spezifische Formulierungen wird aus Gründen der vereinfachten Lesbarkeit abgesehen.

1 ZWECK UND ANWENDUNGSBEREICH

Diese Richtlinie dient als Leitfaden für die Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Lärmprävention

- a) für den Neubau von elementaren Bildungseinrichtungen (EBE) und
- b) für die Sanierung bestehender Einrichtungen.

EBE umfassen alle institutionellen Formen von Bildung und Betreuung der Kinder bis zum Schuleintritt.

Adressaten sind Personen und Institutionen, die in die Planung, Adaptierung oder Sanierung von elementaren Bildungseinrichtungen eingebunden sind. Ziel ist es, eine schalltechnisch effiziente Planung zu unterstützen, da verabsäumte Maßnahmen nachträglich meist nur mit großem Aufwand ergriffen werden können und dann mit höheren Kosten verbunden sind.

Diese Richtlinie beinhaltet Empfehlungen für die Anwender, es steht aber dem Auftraggeber frei, Planenden und Ausführenden verbindliche Anforderungen zu stellen. Dies sollte – besonders bezüglich der Anforderungen an die Raumakustik (siehe [Kapitel 6](#)) – zum frühestmöglichen Zeitpunkt geschehen.

2 VERWEISUNGEN

Für den Fall einer Sanierung einer EBE auf Basis einer Nachhallzeitmessung ist die Anwendung der folgenden Norm in der aktuellen Fassung notwendig.

ÖNORM EN ISO 3382-2, Akustik — Messungen von Parametern der Raumakustik — Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen

3 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die nachstehenden Begriffe.

3.1

Absorber

Materialien oder Konstruktionen, die auftreffenden Schall nur vermindert reflektieren

3.2

äquivalente Absorptionsfläche

A

gesamtes Schallabsorptionsvermögen im Raum, das sich im Wesentlichen aus den Beiträgen der Begrenzungsflächen, der Einrichtung, der Personen und der Luft zusammensetzt

3.3

Frequenz

Anzahl der Schwingungen (hier Schwankungen des Luftdrucks) je Sekunde (s), angegeben in Hertz (Hz)

3.4

Lärm

unerwünschter oder gesundheitsgefährdender Schall

3.5

Nachhallzeit

T

Zeitdauer der Abnahme des Schalldruckpegels um 60 dB nach dem Ende einer Schallanregung in einem Raum, angegeben in Sekunden (s)

3.6

Nutzsignal

jener Anteil des akustischen Geschehens, auf den der Zuhörer seine Aufmerksamkeit lenkt

3.7

Nutzsignalpegel

Schalldruckpegel des Nutzsignals

3.8

Nutzsignal-/Störsignalabstand

SNR

Pegeldifferenz zwischen Nutzsignal und Störsignal, auch als Signal-Rausch-Abstand bzw. Signal-Rausch-Verhältnis bezeichnet (en: „signal-to-noise ratio“)

3.9

Oktave

Frequenzintervall, dessen Frequenzverhältnis gleich 2 ist

3.10

Oktavband

definierter Frequenzbereich, der durch seine Mittenfrequenz gekennzeichnet ist

3.11

Schallabsorptionsgrad

α

Verhältnis der Schallintensität des nicht reflektierten Schalls zur Intensität des auf eine Fläche auftreffenden Schalls

3.12

bewerteter Schallabsorptionsgrad

α_w

Einzahlangabe für den Schallabsorptionsgrad, ermittelt nach ÖNORM EN ISO 11654

3.13

Schalldämm-Maß

R

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der auf einen Bauteil auftreffenden Schallleistung zu der durch diesen Bauteil übertragenen Schallleistung

3.14

bewertetes Schalldämm-Maß

R_w

Einzahlangabe für das Schalldämm-Maß, ermittelt nach ÖNORM EN ISO 717-1 aus den Werten des Schalldämm-Maßes *R* in den Terzbändern 100 Hz bis 3150 Hz

3.15

Schalldruck

p

Differenz zwischen dem Momentanwert des Drucks und dem statischen Druck (in Pascal)

3.16

Schalldruckpegel

L_p

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der Quadrate des Effektivwertes des Schalldrucks *p* und des Bezugsschalldrucks ($p_0 = 20 \mu\text{Pa}$), angegeben in dB

3.17

Schallfeld

Verteilung der Schallenergie im Raum

3.18

Sprachverständlichkeit

subjektives oder objektives Maß für die Effektivität des Sprachverstehens

3.19

Störsignal

aus der Sicht eines Zuhörers unerwünschter Anteil des akustischen Geschehens, wie z. B. Störsprecher, technischer Lärm, Schallreflexionen

4 SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN

Für diese Richtlinie gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

Symbol	Bezeichnung	Einheit
A	äquivalente Absorptionsfläche im Raum	m^2
A_B	äquivalente Absorptionsfläche der Raumbegrenzungsflächen	m^2
A_{erf}	erforderliche Mindestwerte der äquivalenten Absorptionsfläche	m^2
A_{zus}	zusätzlich einzubringende äquivalente Absorptionsfläche	m^2
i	in Formeln verwendeter Index zur Kennzeichnung der Eigenschaften einer bestimmten Teilbegrenzungsfläche, der als Zahl oder Kombination von Buchstaben und Zahlen ausgedrückt wird	-
R_W	bewertetes Schalldämm-Maß	dB
S_D	Flächeninhalt der Decke	m^2
S_B	Flächeninhalt des Bodens	m^2
S_F	Flächeninhalt des Fensters	m^2
S_T	Flächeninhalt der Türe	m^2
S_W	Flächeninhalt der Wand	m^2
SNR	Verhältnis des Nutzsignalschalldruckpegels zum Störsignalschalldruckpegel, Nutzsinal-/Störsignalabstand genannt	dB
T	Nachhallzeit im Raum	s
V	Volumen des Raumes	m^3
α_m	mittlerer Schallabsorptionsgrad im Raum	-
$\alpha_{m,B}$	mittlerer Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen	-
α_p	praktischer Schallabsorptionsgrad	-
α_S	Schallabsorptionsgrad (im Hallraum gemessen)	-
α_w	bewerteter Schallabsorptionsgrad	-
p	Schalldruck	Pa
EBE	Elementare Bildungseinrichtungen	-

5 AUSGANGSSITUATION

5.1 Allgemeines

Im Folgenden werden die Ursachen von Lärm und dessen Auswirkungen auf Kinder und Personal in elementaren Bildungseinrichtungen (EBE) erläutert.

Ausgangspunkt für die Ausarbeitung der vorliegenden Richtlinie waren wissenschaftliche Untersuchungen zu dieser Thematik.

5.2 Schalltechnische Untersuchungen in elementaren Bildungseinrichtungen (EBE)

Aus folgenden Untersuchungen in verschiedenen Ländern zeigt sich in Gruppenräumen konsistent eine hohe Lärmbelastung:

- Italien (Perego, et al., 1996),
- Deutschland (Buch & Frieling, 2001; Eysel-Gosepath et al., 2010; Paulsen, 2004),
- Schweden (Södersten et al., 2002; Waye et al., 2013),
- UK (Shield & Dockrell, 2004),
- Dänemark (Voss, 2005),
- Australien (Grebennikov, 2006),
- Österreich (Brachtl, 2013; Ruppert-Pils & Wahler, 2013),
- Griechenland (Chatzakis et al., 2014).

Laut der angeführten Publikation (Södersten et al., 2002) ergaben während der 1970er Jahre in Schweden durchgeführte Untersuchungen Schalldruckpegelwerte, die entsprechend der länderspezifischen Empfehlung als zu hoch beurteilt wurden. Als Folge dieser Ergebnisse wurden Maßnahmen zur Reduktion der Schalldruckpegel ergriffen. Einerseits wurde die Raumakustik verbessert, andererseits wurden organisatorische Maßnahmen umgesetzt. Letztere inkludierten eine Reduktion der Gruppengröße, eine Änderung der pädagogischen Strategie sowie eine sorgfältigere Auswahl der Spielmaterialien. Weiters wurden Lärm erzeugende Aktivitäten auf bestimmte Bereiche begrenzt und vermehrt Außenaktivitäten angesetzt. Diese Interventionen führten zu einer Reduktion des Schalldruckpegels um 10 dB (Colven, 1986, zitiert nach Södersten et al., 2002).

Eine Untersuchung in 17 EBE in Umeå, Schweden (Sjödin et al., 2012), bei der Schalldruckpegelmessungen in Gruppenräumen sowie mittels Dosimeter an den Pädagogen der Einrichtungen durchgeführt wurden, ergab Werte, welche unter den Messergebnissen der oben zitierten Studien lagen. Im [Anhang A](#) wird eine dieser EBE vorgestellt.

5.3 Ursachen von Lärm in EBE

Wissenschaftliche Untersuchungen ergaben folgende Hauptfaktoren für die Lärmentstehung:

■ Aktivitäten im Gruppenraum

Der Schalldruckpegel variiert mit der Art der Aktivität innerhalb von Räumlichkeiten (Grebennikov, 2006; Shield & Dockrell, 2004). Je nach Tätigkeit (z. B. Gruppenarbeit vs. stille Beschäftigung) wurden Unterschiede von ca. 20 dB festgestellt (Shield & Dockrell, 2004). Die höchsten Schalldruckpegel wurden während der Freispielphase mit zahlreichen Kindern auf engem Raum festgestellt (Grebennikov, 2006).

■ **Anzahl der Kinder in einem Gruppenraum**

Je mehr Kinder sich gleichzeitig innerhalb eines Raumes aufhalten, desto höher steigt in der Regel der Schalldruckpegel (Grebennikov, 2006; Shield & Dockrell, 2004; Sjödin et al., 2012; Voss, 2005). Ein wichtiger Grund hierfür kann der sogenannte Lombardeffekt sein (siehe dazu unten). Kinder zeigen in Gruppen mit einer geringeren Gruppengröße, d. h. weniger als 14 Kinder, mehr Initiative und höhere Konzentration. Hingegen führt eine höhere Anzahl an Kindern in einer Gruppe zu einem vermehrt aggressiven und destruktiven Verhalten (Stankovic et al., 2006). Es zeigte sich ein Anstieg im Kortisolspiegel der Kinder, wenn mehr als 15 Kinder in einem Gruppenraum anwesend waren. In kleineren Gruppen wurde ein reduzierter Kortisolspiegel wahrgenommen (Legendre, 2003).

■ **Alter der Kinder**

Kinder im Vorschulalter (insbesondere die jüngeren) verursachen generell mehr Lärm als Schulkinder (Shield & Dockrell, 2004; Södersten et al., 2002), wobei hohe Schalldruckpegel meist aufgrund von Schreien und Weinen auftreten (Södersten et al., 2002).

■ **Lombardeffekt**

Der Lombardeffekt bezeichnet das Phänomen, dass ein Sprecher bei gleichzeitigem Auftreten von Störsignalen seine Sprechlautstärke und oft auch seine Tonlage erhöht (Lombard, 1911). Dieser Effekt tritt vor allem dann auf, wenn mehrere Personen in einem Raum gleichzeitig sprechen. Das Signal der einen Gruppe wird zum Störsignal für die andere Gruppe, was zur Folge hat, dass durch eine erhöhte Sprechlautstärke versucht wird, die mangelnde Verständlichkeit zu kompensieren. Der Gesamtpegel bewegt sich dadurch, trotz gleichbleibender Anzahl an kommunizierenden Parteien im Raum, mit der Zeit immer weiter nach oben (Tiesler & Oberdörster, 2010). Dies führt zu reduzierter Sprachverständlichkeit (z. B. Jamieson et al., 2004) und, bei wie in EBE typischerweise dauerhaft auftretender Belastung, zu einer stimmlichen Belastung der Kindergartenpädagoginnen (Geißler-Gruber, 2005; Södersten et al., 2002). Kawai (2010) zeigte, dass die Montage von Schallabsorbern in Gruppenräumen eines Kindergartens neben der allgemeinen Reduktion des Schalldruckpegels zu einem reduzierten Sprachpegel der Kinder und Kindergartenpädagoginnen führte. Dies wurde als eine mögliche Konsequenz der Reduktion des Lombardeffekts interpretiert.

■ **Pädagogische Konzepte**

Auch wenn noch wenige repräsentative Vergleichsstudien vorliegen, zeigt sich die Tendenz, dass sich unterschiedliche pädagogische Grundsätze oder Konzepte auf die Lärmsituation in EBE auswirken (vgl. Compani & Lang, 1994, S. 59; Schönwalder et al, 2004, S. 120).

5.4 Auswirkungen von Lärm in EBE

Schalldruckpegelmessungen in Gruppenräumen von EBE ergeben überwiegend Werte, die unter dem gehörgeschädigenden Bereich liegen. Derartige Schallbelastungen unter dem gehörgeschädigenden Bereich können aber dennoch gesundheitliche Belastungen mit sich bringen und werden mit dem Begriff „extraaurale Lärmwirkung“ bezeichnet.

Extraaurale Lärmwirkungen beeinträchtigen durch zahlreiche über das Hörorgan ausgelöste Reaktionen im Organismus das Wohlbefinden und die Gesundheit der Betroffenen. Dazu zählen:

- Veränderungen des Aktivierungsgrades (Stress),
- Störungen der Aufmerksamkeit und Konzentration,
- Störungen des Satz- und Sprachverständnisses und damit auch des Erlernens einer Sprache,
- Überforderung der stimmbildenden Organe und Heiserkeit wegen einer gegebenenfalls notwendigen Erhöhung des Sprechpegels,
- Veränderung des Sozialverhaltens, z. B. in Form von Nervosität, Aggressivität und Gereiztheit.

Für nähere Erläuterungen siehe ÖAL-Richtlinie Nr. 6/18 „Wirkungen des Lärms auf den Menschen“.

Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass in EBE hauptsächlich extraaurale Lärmwirkungen zum Tragen kommen. Konkret zeigten Untersuchungen folgende Auswirkungen:

- Kinder gaben an, dass sie die Lärmbelastung in den Räumlichkeiten körperlich wahrnehmen in Form von Kopfschmerzen, Bauchschmerzen, Ermüdung und dergleichen (Walinder et al., 2007; Waye et al., 2013).
- Pädagogen, die sich durch Lärm in Gruppenräumen belastet fühlten, gaben an, vermehrt an körperlichen Beschwerden wie Kreuz- und Rückenschmerzen, Kopfschmerzen und dergleichen zu leiden (Geißler-Gruber, 2005).
- In Untersuchungen wurde ersichtlich, dass sich die räumliche Trennung lauter Aktivitäten sowie die Begrenzung der Kinderanzahl je Gruppe in einer hohen Zufriedenheit der Pädagogen widerspiegelt (Rennies-Hochmuth & Nsabimana, 2016).
- Das Ertragen von Lärm fällt mit zunehmendem Alter und zunehmender Beschäftigungsdauer schwerer (Brachtl, 2013; Eysel-Gosepath, 2010).
- Pädagogen berichteten, dass sie aufgrund der akustischen Situation in Gruppenräumen permanent mit erhöhter Sprechlautstärke kommunizieren müssen. Dies hätte auch Effekte auf Gehör und Stimme (Perego et al., 1996). Es wurden auch Probleme mit den Stimmbändern genannt (Geißler-Gruber, 2005).

5.5 Sprachverständlichkeit in EBE

In EBE kommt der Sprachförderung ein hoher Stellenwert zu, weshalb Bedingungen geschaffen werden sollten, in denen das gesprochene Wort von den Kindern sehr gut verstanden wird. Besonders für jüngere Kinder sowie für Kinder mit Migrationshintergrund sind gute akustische Bedingungen zum Erlernen der Sprache von großer Bedeutung.

Die Sprachverständlichkeit ist umso besser, je größer der Nutzsignal-/Störsignalabstand (*SNR*) ist und je geringer die Nachhallzeit im Raum ist. Eine längere Nachhallzeit führt hingegen zur Erhöhung der Sprechlautstärke und damit zur Erhöhung des Störsignalpegels aus der Perspektive der nicht an dem aktuellen Gespräch beteiligten Personen im Raum (Lombardeffekt).

Aus diesen Gründen sind die Reduktion der Nachhallzeit durch bauliche Maßnahmen sowie die Minimierung des Störsignalpegels essentiell für die Verbesserung der Sprachverständlichkeit.

5.5.1 Hintergrundlärm

Sprachliche oder spielerische Aktivitäten mehrerer Personen zur gleichen Zeit in einem Raum, wie in Gruppenräumen von EBE üblich, führen unweigerlich zu einem Störsignalpegel, der die sprachliche Kommunikation in diesem Raum erschwert (Bradley et al., 1999; Jamieson et al., 2004). Da ein erhöhter Stimmumfang (d. h. der Einsatz einer lautereren und höheren Stimme) derartige Bedingungen nur teilweise und kurzfristig kompensieren kann, stellt dieser keine Dauerlösung dar.

Entsprechend den WHO-Empfehlungen sollte der *SNR* während der Unterrichtseinheiten (in Schulen sowie in EBE) ca. 15 dB betragen, damit das gesprochene Wort deutlich verstanden werden kann („Guidelines for Community Noise“, WHO, 1999).

5.5.2 Nachhallzeit

Während moderater Nachhall unter sehr speziellen Bedingungen, z. B. bei einer Vortragssituation mit optimaler räumlicher Konfiguration, sogar einen geringfügig positiven Effekt auf die Sprachverständlichkeit haben kann, wirkt sich Nachhall in einer für EBE charakteristischen Gesprächssituation grundsätzlich negativ aus (Yang & Bradley, 2009).

Abbildung 1 zeigt, dass die allgemeine Sprachverständlichkeit (Angabe in %) mit steigender Nachhallzeit T abnimmt (Bradley et al., 1999). Ein Vergleich der dargestellten Kurven zeigt, dass sich eine Erhöhung der Nachhallzeit umso negativer auswirkt, je mehr Störsignale gleichzeitig mit dem Nutzsinal angeboten werden, also je geringer der SNR ist. Abbildung 1 zeigt die Abnahme der Sprachverständlichkeit bei steigender Nachhallzeit. Der Effekt der Nachhallzeit wirkt sich besonders negativ bei einem geringen SNR aus.

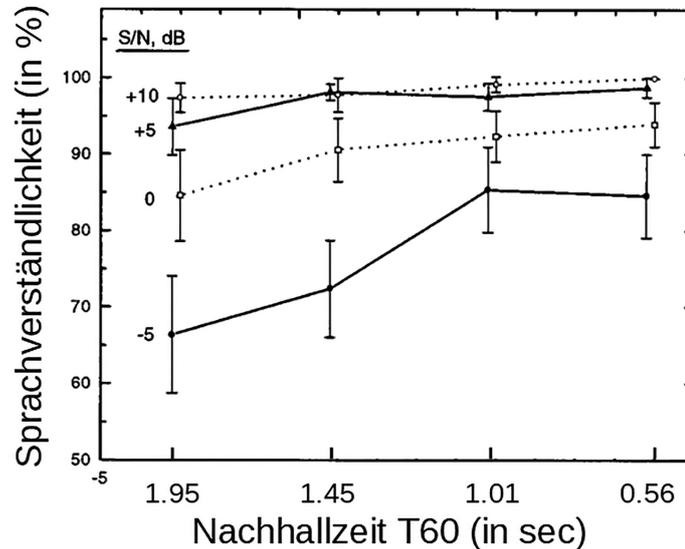


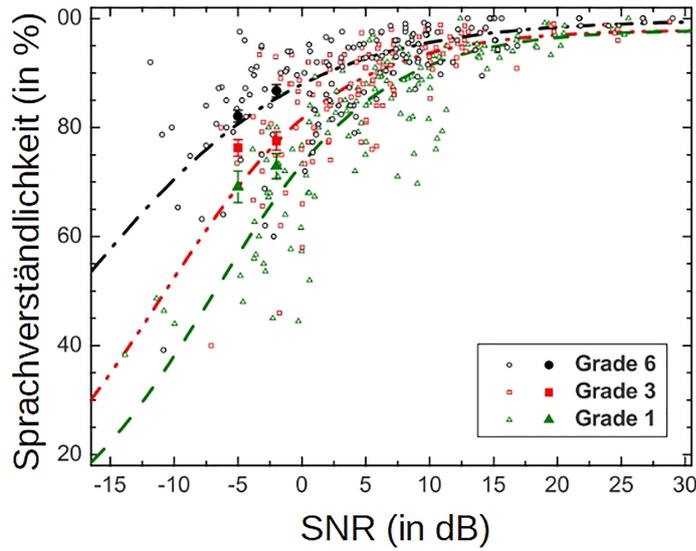
Abbildung 1 — Zusammenhang zwischen Sprachverständlichkeit und Nachhallzeit
 [QUELLE: Adaptiert aus Bradley et al., 1999]

Nach raumakustischen Sanierungen und damit reduzierter Nachhallzeit zeigen Studien mit Vorschul- und Grundschulkindern eine verbesserte Sprachverständlichkeit (Kawai, 2010; Maxwell & Evans, 2000; Peng et al., 2015) sowie eine Reduktion des Schalldruckpegels (Kawai, 2010). Zudem sprachen Kinder nach einer raumakustischen Sanierung häufiger in vollständigen Sätzen (Maxwell & Evans, 2000).

5.5.3 Alter

Die Fähigkeit Sprache im Störsignal zu verstehen, also Sprache aus Störsignalen zu „filtern“, entwickelt sich graduell während der Kindheit und ist erst im Alter von ca. 12 bis 14 Jahren voll ausgebildet (Yang & Bradley, 2009; Bradley & Sato, 2008).

Abbildung 2 zeigt die Sprachverständlichkeit als Funktion des SNR bei verschiedenen Altersgruppen (Yang & Bradley, 2009; Bradley & Sato, 2008). Hierbei wurde die Nachhallzeit mit ca. 0,5 s konstant gehalten. Während 11- bis 12-Jährige auch bei einem negativen SNR von -5 dB ca. 80 % der dargebotenen Sprache verstehen, verstehen 6- bis 7-Jährige Kinder nur knapp 55 %.

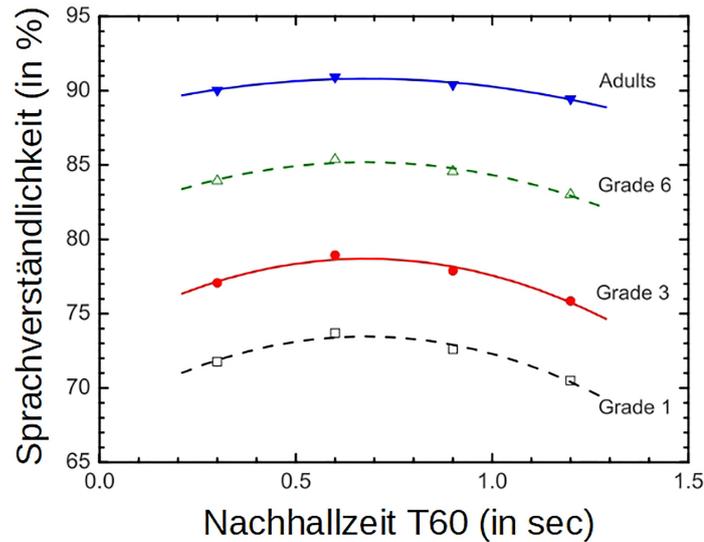


Legende:

- Grade 1 Kinder im Alter von 6 bis 7 Jahren
- Grade 3 Kinder im Alter von 8 bis 9 Jahren
- Grade 6 Kinder im Alter von 11 bis 12 Jahren

Abbildung 2 — Sprachverständlichkeit als Funktion des SNR bei verschiedenen Altersgruppen [QUELLE: Adaptiert aus Yang & Bradley, 2009 und Bradley & Sato, 2008]

Der spezifische Einfluss der Nachhallzeit auf die Sprachverständlichkeit bei verschiedenen Altersgruppen ist in [Abbildung 3](#) dargestellt (aus Yang & Bradley, 2009). Hier wurde der SNR konstant bei -2 dB gehalten. Der Einfluss von zunehmender Nachhallzeit nimmt mit steigendem Alter ab. 6- bis 7-Jährige verstehen bei einer Nachhallzeit von ca. 1,3 s nur ca. 66 % des Sprachinhaltes, während 11- bis 12-Jährige ca. 80 % und Erwachsene fast 90 % verstehen. Hallige Räume vermindern somit besonders bei jüngeren Kindern die Sprachverständlichkeit (Yang & Bradley, 2009; Bradley & Sato, 2008). Da in Gruppenräumen oft diverse Signalquellen gleichzeitig auftreten, sollte die Nachhallzeit so gering wie möglich sein (Hodgson & Nosal, 2002).



Legende:

- Grade 1 Kinder im Alter von 6 bis 7 Jahren
- Grade 3 Kinder im Alter von 8 bis 9 Jahren
- Grade 6 Kinder im Alter von 11 bis 12 Jahren
- Adults Erwachsene

Abbildung 3 — Einfluss der Nachhallzeit auf die Sprachverständlichkeit bei verschiedenen Altersgruppen [QUELLE: Adaptiert aus Yang & Bradley, 2009]

Ein weiterer Alterseffekt betrifft die Höranstrengung. Bei Kindern im Vorschulalter ist das akustische Gedächtnis für Sprache noch nicht ganz ausgebildet. Das Verstehen von Sprache ist daher mit erhöhter Höranstrengung, verglichen mit älteren Kindern oder Erwachsenen, verbunden. Als sensible Phase gilt die Zeitspanne zwischen dem 4. und dem 6. Lebensjahr. Dieser Zeitraum ist entscheidend für die Entwicklung der Sprachmotorik (Spreng, 2003, zitiert nach Oberdörster & Tiesler, 2006, S. 25).

5.5.4 Zweitsprache versus Muttersprache

Aufgrund der besonderen Anforderungen beim Sprachverstehen in einer Fremdsprache (besonders relevant bei Kindern mit Migrationshintergrund) ist eine Erhöhung des *SNR* um ca. 4 dB bis 5 dB erforderlich (Wijngaarden et al., 2002; ÖNORM EN ISO 9921). In einer weiteren Studie wird sogar ein *SNR* von mindestens 20 dB gefordert (Oberdörster & Tiesler, 2006).

Obwohl keine diesbezüglichen Studien verfügbar zu sein scheinen, ist davon auszugehen, dass sich der negative Effekt des Hörens in einer Zweitsprache mit der negativen Interaktion von Nachhallzeit und Alter überlagert. Das heißt, dass sich im Fall von Zweitspracherwerb die unterste Kurve in [Abbildung 3](#) noch weiter nach unten verschiebt.

6 RAUMAKUSTISCHE MASSNAHMEN

6.1 Allgemeines

Wie in [Kapitel 5](#) dargelegt, hat die Gewährleistung einer möglichst geringen Nachhallzeit in Räumen von EBE eine maßgebliche Bedeutung für die Erfüllung der Funktion solcher Einrichtungen. Eine möglichst geringe Nachhallzeit in einem Raum bedingt eine möglichst hohe Schallabsorption. Dementsprechend ist eine solche in allen Aufenthaltsräumen sowie in Gängen und Garderoben von EBE erforderlich. Dadurch ergibt sich außerdem eine Verringerung der Schallübertragung zwischen den Räumen, auch für den Fall, dass dazwischenliegende Türen offenbleiben.

Bezüglich der Maßnahmen zum Anheben der Schallabsorption gilt Folgendes:

■ So früh wie möglich

Das heißt, bereits bei Planungsbeginn. Nachträgliche Verbesserungsmaßnahmen sind meist in Auswahl und Ausmaß beschränkt sowie mit größerem Aufwand und entsprechend höheren Kosten verbunden.

■ So viel wie möglich

Mit den üblicherweise in Räumen von EBE für eine schallabsorbierende Ausstattung zur Verfügung stehenden Flächen ist die Gefahr einer Überdämpfung eines Raumes in der Praxis nicht gegeben.

■ Möglichst verteilt über alle Raumbegrenzungsflächen

Werden Maßnahmen nur an einer Begrenzungsfläche (z. B. an der Decke) getroffen, kann die Schallreflexion an den anderen Begrenzungsflächen weiterhin zu einer ungünstigen akustischen Situation führen. Dies betrifft vor allem gering eingerichtete und/oder hohe Räume, wie Bewegungsräume, Turnsäle und Gänge. Maßnahmen sind daher zumindest an der Decke und an einer Wand, besser noch an einer zweiten, nichtparallelen Wand, zu setzen (zur Veranschaulichung siehe [Abbildung 4](#) und [Abbildung 5](#)).

■ In einem möglichst breiten Frequenzbereich wirksam

Ziel ist es, eine ausreichende und möglichst ausgeglichene Schallabsorption in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 125 Hz bis 4000 Hz zu erreichen.

Im Folgenden werden die bei der Planung oder Sanierung von EBE zu stellenden akustischen Anforderungen festgelegt und entsprechende Berechnungsbeispiele sowie mögliche akustische Maßnahmen innerhalb der Räumlichkeiten dargestellt.

6.2 Akustische Anforderungen für die Planung oder Sanierung von EBE

Es obliegt dem Auftraggeber der Planung oder akustischen Sanierung von EBE, die Einhaltung der in dieser Richtlinie empfohlenen Anforderungen vorzugeben. Diese entsprechen im Wesentlichen jenen der ÖNORM B 8115-3. Die Anforderungen sind damit etwas höher als jene der OIB-Richtlinie 5. Die Einhaltung der erhöhten Anforderungen gemäß der vorliegenden Richtlinie verursachen im Vergleich zu den niedrigeren Anforderungen der OIB-Richtlinie 5 keinen nennenswerten Aufwand, wenn die Maßnahmen rechtzeitig gesetzt werden.

Bei der Planung oder Sanierung von Räumen von EBE ist die Kenntnis der Werte des Schallabsorptionsgrades der Begrenzungsflächen des Raumes bzw. der Werte der bei der Planung oder Sanierung vorgesehenen schallabsorbierenden Materialien und Konstruktionen erforderlich. Für Ausführungen, die nicht auf hohe Schallabsorption ausgelegt sind, sind entsprechende Werte in der Fachliteratur und in Normen zu finden. Für schallabsorbierende Materialien und Konstruktionen müssen durch Prüfzeugnisse belegte Werte des Schallabsorptionsgrades oder der äquivalenten Schallabsorptionsfläche vorliegen.

Da Teile einer Begrenzungsfläche des Raumes, wie Fenster oder bewusst schallabsorbierend ausgeführte Teile einer Wand, unterschiedliche schallabsorbierende Eigenschaften aufweisen, wird für diese in der Folge der Begriff Teilbegrenzungsfläche verwendet. Jede Teilbegrenzungsfläche wird mit einem Index i eindeutig gekennzeichnet.

6.2.1 Grundlagen und Anforderungen im Planungsfall

Zuerst ist es notwendig, die sich aufgrund der geplanten Beschaffenheit der Begrenzungsflächen des Raumes ergebenden Werte des mittleren Schallabsorptionsgrades der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen 125 Hz bis 4000 Hz zu berechnen.

Dazu ist für jede Teilbegrenzungsfläche i mit dem Flächeninhalt S_i und dem Schallabsorptionsgrad α_i deren äquivalente Absorptionsfläche zu berechnen.

$$A_i = S_i \alpha_i \tag{1}$$

Dabei ist:

A_i äquivalente Absorptionsfläche der Teilbegrenzungsfläche i , in m^2

S_i Flächeninhalt der Teilbegrenzungsfläche i , in m^2

α_i Schallabsorptionsgrad der Teilbegrenzungsfläche i

Aus der Division der Summe der äquivalenten Absorptionsflächen der Teilbegrenzungsflächen A_i durch die Summe von deren Flächeninhalte S_i ergibt sich der mittlere Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$.

$$\alpha_{m,B} = \frac{\sum A_i}{\sum S_i} \tag{2}$$

Dabei ist:

$\alpha_{m,B}$ mittlerer Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen

A_i äquivalente Absorptionsfläche der Teilbegrenzungsfläche i , in m^2

S_i Flächeninhalt der Teilbegrenzungsfläche i , in m^2

Ziel der Planung ist es, die Mindestwerte gemäß [Tabelle 1](#) für den mittleren Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ (für den nichteingeringerten, also sich in Planung befindlichen Raum) zu erreichen oder sogar zu überschreiten.

Tabelle 1 — Mindestwerte für den mittleren Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$

Oktavband-Mittenfrequenz, in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
$\alpha_{m,B}$	(0,20) ^a	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20

^a Aufgrund der akustischen Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Materialien und Konstruktionen ist das Erreichen eines Wertes von mindestens 0,20 im Oktavband 125 Hz in Räumen von EBE nicht immer möglich. Dennoch wird empfohlen, den Wert von 0,20 anzustreben.

6.2.2 Grundlagen und Anforderungen im Sanierungsfall

6.2.2.1 Beurteilung und Sanierung anhand einer Nachhallzeitmessung

Vor der Planung von Maßnahmen zur akustischen Sanierung von Räumen in EBE ist in der Regel das Erheben des Istzustandes mittels einer Nachhallzeitmessung entsprechend ÖNORM EN ISO 3382-2 durchzuführen. Erst die Auswertung der Ergebnisse erlaubt den Vergleich der Istwerte des mittleren

Schallabsorptionsgrades α_m im Raum mit den Anforderungen und eine genauere Bemessung der eventuell erforderlichen Maßnahmen.

Aus den im Raum gemessenen Werten der Nachhallzeit T in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 125 Hz bis 4000 Hz und dem Volumen V ergibt sich die äquivalente Absorptionsfläche A im Raum aus folgender Beziehung:

$$A = 0,16 \cdot \frac{V}{T} \tag{3}$$

Dabei ist:

A äquivalente Absorptionsfläche im Raum, in m^2

V Volumen des Raumes, in m^3

T Nachhallzeit im Raum, in s

Die Werte des mittleren Schallabsorptionsgrades α_m im Raum ergeben sich dann aus der Beziehung gemäß Gleichung (4), wobei $\sum S_i$ die Summe der Flächeninhalte der Teilbegrenzungsflächen i ist.

$$\alpha_m = \frac{A}{\sum S_i} \tag{4}$$

Dabei ist:

α_m mittlerer Schallabsorptionsgrad

A äquivalente Absorptionsfläche im Raum, in m^2

S_i Flächeninhalt der Teilbegrenzungsfläche i , in m^2

Diese Werte für den mittleren Schallabsorptionsgrad α_m sind für Räume mit üblicher Einrichtung (z. B. Gruppenräume) mit den in Tabelle 2, und für Räume mit geringer Einrichtung (z. B. Bewegungsräume und Gänge) mit den in Tabelle 3 angeführten Mindestwerten zu vergleichen. Liegen die Istwerte von α_m unter den entsprechenden Mindestwerten, ist eine akustische Sanierung als sinnvoll zu betrachten.

Für die akustische Sanierung von Räumen von EBE sind die Mindestwerte für den mittleren Schallabsorptionsgrad α_m im eingerichteten Raum zu erreichen oder zu überschreiten (siehe Tabelle 2 und Tabelle 3).

Für eingerichtete Räume (z. B. Gruppenräume) gilt:

Tabelle 2 — Mindestwerte für den mittleren Schallabsorptionsgrad α_m in eingerichteten Räumen

Oktavband-Mittenfrequenz, in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
α_m	(0,20) ^a	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30

^a Aufgrund der akustischen Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Materialien und Konstruktionen ist das Erreichen eines Wertes von mindestens 0,20 im Oktavband 125 Hz in Räumen von EBE nicht immer möglich. Dennoch wird empfohlen, den Wert von 0,20 anzustreben.

Für Räume mit sehr geringer Einrichtung (z. B. Bewegungsräume und Gänge) gilt:

Tabelle 3 — Mindestwerte für den mittleren Schallabsorptionsgrad α_m in Räumen mit geringer Einrichtung

Oktavband-Mittenfrequenz, in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
α_m	(0,20) ^a	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20

^a Aufgrund der akustischen Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Materialien und Konstruktionen ist das Erreichen eines Wertes von mindestens 0,20 im Oktavband 125 Hz in Räumen von EBE nicht immer möglich. Dennoch wird empfohlen, den Wert von 0,20 anzustreben.

6.2.2.2 Beurteilung und Sanierung ohne Nachhallzeitmessung

Wenn das Defizit an Schallabsorption in einem Raum offenkundig ist (z. B. in Gängen), bietet sich alternativ zur Messung der Nachhallzeit die Möglichkeit an, den mittleren Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ wie bei einer Planung zu berechnen und zu beurteilen. Dabei darf die eventuelle Einrichtung des betrachteten Raumes nicht berücksichtigt werden (siehe 6.2.1). Durch die Sanierungsmaßnahmen sind die in Tabelle 1 angegebenen Mindestwerte für $\alpha_{m,B}$ zu erreichen oder zu überschreiten.

6.3 Berechnungsbeispiele für die Planung von Räumen in EBE

6.3.1 Schematische Erklärung des Rechengangs bei der Planung

Werden bei der Planung, wie empfohlen, die Decke und beispielweise Teile von zwei Wänden eines Raumes schallabsorbierend ausgeführt, so ergibt sich nachfolgendes Bild (siehe Abbildung 4).

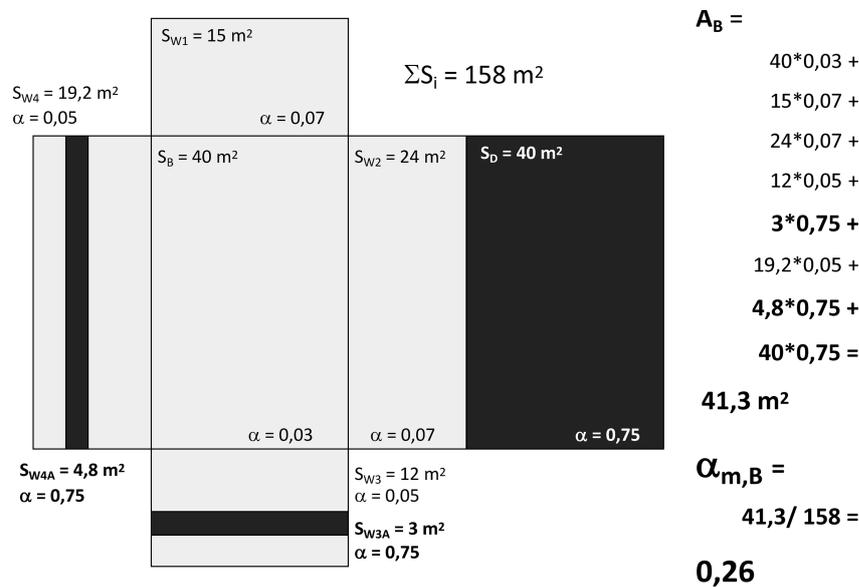


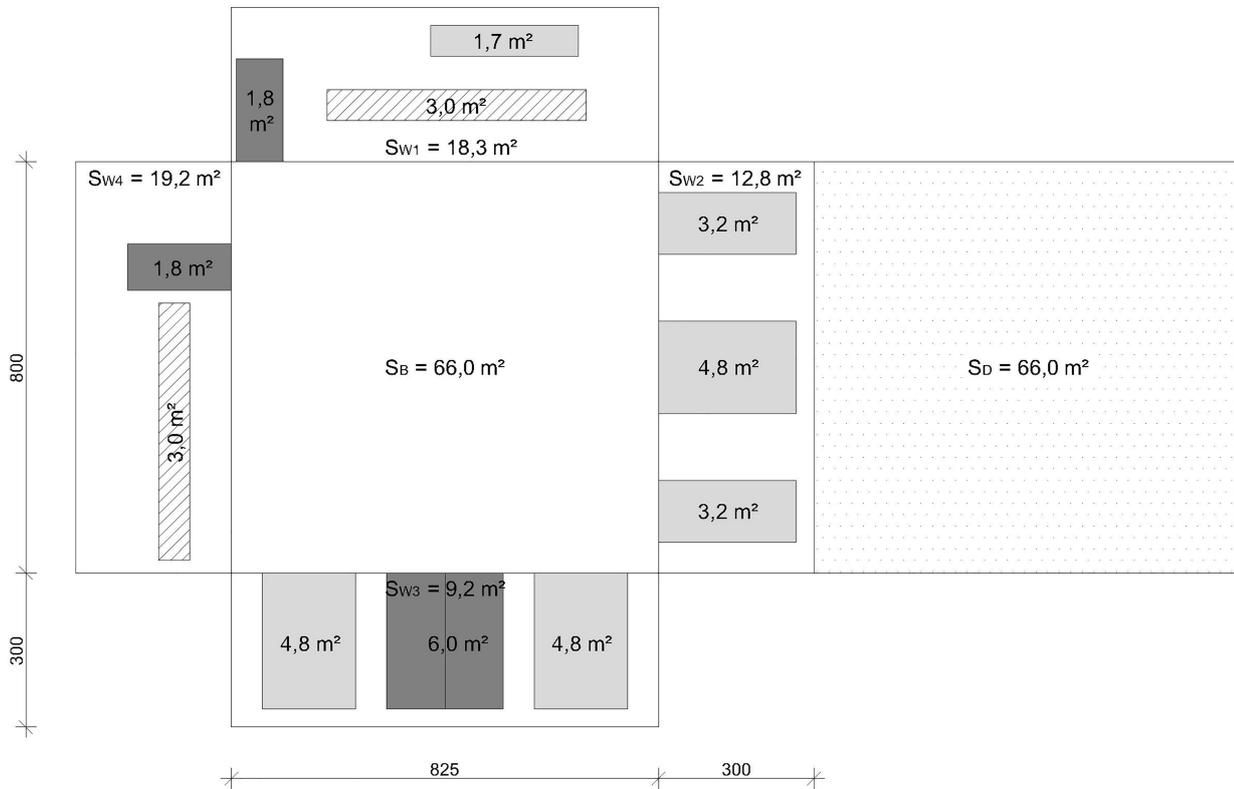
Abbildung 4 — Bildhafte Erklärung des Rechengangs bei der Planung

Die neben der Skizze dargelegte Berechnung (siehe Abbildung 4) ergibt einen mittleren Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ von 0,26. Dieser entspricht den Anforderungen an die Raumakustik. Im eingerichteten Raum tragen die Einrichtung, die anwesenden Personen und auch die Luft zur Schallabsorption bei. Bei einer für Gruppenräume üblichen Einrichtung wäre im Beispielraum ein Wert des mittleren Schallabsorptionsgrades α_m im Raum zwischen 0,30 und 0,35 zu erwarten. Bei einer spärlichen Einrichtung wäre hingegen nur ein Wert zwischen 0,25 und 0,30 wahrscheinlich.

In der Praxis ist ein derartiger Rechengang in jedem der in den Anforderungen genannten Oktavbändern erforderlich.

6.3.2 Berechnungsbeispiel in Oktavbändern

In [Abbildung 5](#) und [Tabelle 4](#) wird ein Beispiel für die Planung und Berechnung einer den Anforderungen entsprechenden akustischen Ausstattung eines Gruppenraumes dargestellt.



Legende:

- Weiß Mauerfläche
- Hellgrau Fensterfläche
- Dunkelgrau Türfläche
- schraffiert schallabsorbierende Wandpaneele
- punktiert schallabsorbierende Deckenfläche

Abbildung 5 — Raumbegrenzungsflächen für das Berechnungsbeispiel eines Gruppenraumes

In [Tabelle 4](#) sind die Flächen mit schallabsorbierenden, raumakustischen Maßnahmen als hellgrau markierte Felder dargestellt, mit entsprechenden Verweisen in [Tabelle 5](#).

Tabelle 4 — Berechnungsbeispiel für die Ermittlung des mittleren Schallabsorptionsgrades der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ in einem Gruppenraum

Bezeichnung der Raumbegrenzungsfläche	Flächenbez.	Teilfläche S_i	Schallabsorptionsgrad α_i und äquivalente Absorptionsfläche A_i der einzelnen Teilflächen S_i in den einzelnen Oktavbändern												Verweis
			125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		
			α_i	A_i	α_i	A_i	α_i	A_i	α_i	A_i	α_i	A_i	α_i	A_i	
				m ²		m ²		m ²		m ²		m ²		m ²	
Boden	S_B	66,0	0,02	1,32	0,03	1,98	0,04	2,64	0,04	2,64	0,05	3,30	0,05	3,30	(1)
Wand 1	S_{W1}	18,3	0,01	0,18	0,01	0,18	0,01	0,18	0,02	0,37	0,02	0,37	0,03	0,55	(2)
	$S_{F1,1}$	1,7	0,12	0,20	0,08	0,14	0,05	0,09	0,04	0,07	0,03	0,05	0,02	0,03	(3)
	$S_{T1,1}$	1,8	0,14	0,25	0,10	0,08	0,08	0,14	0,08	0,14	0,08	0,14	0,08	0,14	(5)
	$S_{A1,1}$	3,0	0,20	0,60	0,75	2,25	1,00	3,00	1,00	3,00	0,95	2,85	0,95	2,85	(6)
Wand 2	S_{W2}	12,8	0,01	0,13	0,01	0,13	0,01	0,13	0,02	0,26	0,02	0,26	0,03	0,38	(1)
	$S_{F2,1}$	3,2	0,12	0,38	0,08	0,26	0,05	0,16	0,04	0,13	0,03	0,10	0,02	0,06	(3)
	$S_{F2,2}$	4,8	0,12	0,58	0,08	0,38	0,05	0,24	0,04	0,19	0,03	0,14	0,02	0,10	(3)
	$S_{F2,3}$	3,2	0,12	0,38	0,08	0,26	0,05	0,16	0,04	0,13	0,03	0,10	0,02	0,06	(3)
Wand 3	S_{W3}	9,2	0,01	0,09	0,01	0,09	0,01	0,09	0,02	0,18	0,02	0,18	0,03	0,28	(1)
	$S_{F3,1}$	4,8	0,12	0,58	0,08	0,38	0,05	0,24	0,04	0,19	0,03	0,14	0,02	0,10	(3)
	$S_{F3,2}$	4,8	0,12	0,58	0,08	0,38	0,05	0,24	0,04	0,19	0,03	0,14	0,02	0,10	(3)
	$S_{T3,1}$	6,0	0,12	0,72	0,08	0,48	0,05	0,30	0,04	0,24	0,03	0,18	0,02	0,12	(4)
Wand 4	S_{W4}	19,2	0,01	0,19	0,01	0,19	0,01	0,19	0,02	0,38	0,02	0,38	0,03	0,58	(1)
	$S_{T4,1}$	1,8	0,14	0,25	0,10	0,08	0,08	0,14	0,08	0,14	0,08	0,14	0,08	0,14	(5)
	$S_{A4,1}$	3,0	0,20	0,60	0,75	2,25	1,00	3,00	1,00	3,00	0,95	2,85	0,95	2,85	(6)
Decke	S_D	66,0	0,55	36,30	0,70	46,20	0,75	49,50	0,70	46,20	0,70	46,20	0,75	49,50	(7)
Gesamtfläche (S bzw. A_B)		229,6	-	43,34	-	55,72	-	60,45	-	57,46	-	57,53	-	61,14	
Berechneter mittlerer Schallabsorptionsgrad	$\alpha_{m,B}$	A_B/S	0,19	-	0,24	-	0,26	-	0,25	-	0,25	-	0,27	-	-
Mindestanforderung gemäß ÖNORM B 8115-3	$\alpha_{m,B}$	-	-	-	0,20	-	0,25	-	0,25	-	0,25	-	0,20	-	-

Tabelle 5 — Verweise zum Berechnungsbeispiel in Tabelle 4

Verweis Nr.	Materialbeschreibung der Raumbegrenzungsfläche	Literaturquelle für die Absorptionsdaten
(1)	Harter Boden auf massiver Bodendecke	ÖNORM EN 12354-6
(2)	Beton, verputztes Mauerwerk	ÖNORM EN 12354-6
(3)	Fenster, Glasfassade	ÖNORM EN 12354-6
(4)	Türe (Glas)	ÖNORM EN 12354-6
(5)	Türe (Holz)	ÖNORM EN 12354-6
(6)	4 cm dickes Mineralwollepaneel mit Textilbezug	Prüfzeugnis Hersteller
(7)	Akustikdecke aus quadratisch gelochter Gipskartonplatte (Lochung 8/18 Q), aufkaschiertes Akustikvlies, mit einer 40 mm dicken Mineralwolleauflage und 160 mm Luftraum	Datenblatt Hersteller

Aus [Tabelle 4](#) geht hervor, dass durch die getroffenen raumakustischen Maßnahmen in Form von einer schallabsorbierenden, gelochten Gipskartondecke und zwei schallabsorbierenden Akustikwandpaneelen, die an zwei nicht gegenüberliegenden Seitenwänden angeordnet sind, die Anforderungen an den mittleren Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ erfüllt werden.

6.4 Berechnungsbeispiel für die Sanierung von Räumen in EBE

Bei der nachfolgenden Berechnung wird vorausgesetzt, dass die zur Sanierung der Raumakustik gewählten Konstruktionen auf solchen Begrenzungsflächen angebracht werden, die im betrachteten Frequenzbereich, wie es meistens der Fall ist, einen Schallabsorptionsgrad um etwa 0,05 aufweisen. Liegt ein höherer Wert vor, muss das in den Berechnungen durch eine entsprechende Verringerung der Schallabsorptionsgrade der Konstruktionen berücksichtigt werden. So ein Fall ist z. B. gegeben, wenn die Platten einer vorhandenen abgehängten Decke durch andere Platten ersetzt werden, die wesentlich höhere Werte des Schallabsorptionsgrades im mittleren und höheren Frequenzbereich bewirken sollen.

Als Beispiel dient ein Gruppenraum mit folgenden Abmessungen:

Länge: 8,1 m Breite: 6,6 m Höhe: 3,4 m

Daraus ergeben sich

Volumen V : 181 m³

Flächeninhalte der Raumbegrenzungsflächen:

Deckenfläche S_D : 53 m²; Bodenfläche S_B : 53 m²; Wandfläche S_W : 100 m²

Gesamtfläche $\sum S_i$: 206 m²

Aus den in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 125 Hz bis 4000 Hz im Raum gemessenen Werten der Nachhallzeit T und des Volumens V werden die Werte der äquivalenten Absorptionsfläche A aus der Beziehung $A = 0,16 V/T$ berechnet.

Die Istwerte des mittleren Schallabsorptionsgrades $\alpha_{m,ist}$ im Raum ergeben sich dann aus der Beziehung $\alpha_{m,ist} = A/\sum S_i$ und sind mit den geforderten Mindestwerten zu vergleichen. In [Tabelle 6](#) sind die Werte zusammengefasst.

Tabelle 6 — Berechnung der Istwerte des mittleren Schallabsorptionsgrades $\alpha_{m,ist}$ im Vergleich zu den Mindestwerten für α_m

Oktavmittenfrequenz, in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Im Gruppenraum gemessene Nachhallzeit T_i in s	1,05	0,96	1,00	0,92	0,89	0,78
Äquivalente Absorptionsfläche A im Gruppenraum, in m ²	28	30	29	31	33	37
Istwerte des mittleren Schallabsorptionsgrades $\alpha_{m,ist}$ im Gruppenraum	0,13	0,15	0,14	0,15	0,16	0,18
Mindestwerte für den mittleren Schallabsorptionsgrad α_m im Gruppenraum	(0,20) ^a	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30

^a Aufgrund der akustischen Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Materialien und Konstruktionen ist das Erreichen eines Wertes von mindestens 0,20 im Oktavband 125 Hz in Räumen von EBE nicht immer möglich. Dennoch wird empfohlen, den Wert von 0,20 anzustreben.

Liegt, wie in [Tabelle 6](#) erkennbar, ein Defizit vor, muss das Ausmaß der erforderlichen akustischen Sanierungsmaßnahmen und deren Auswirkung berechnet werden.

Aus den geforderten Mindestwerten für den mittleren Schallabsorptionsgrad α_m im Raum sind die entsprechenden Mindestwerte der äquivalenten Absorptionsfläche im Raum A_{erf} zu berechnen.

$$A_{erf} = S \cdot \alpha_m \tag{5}$$

Die Differenz zwischen A_{erf} und A ergibt das Ausmaß der zusätzlich einzubringenden äquivalenten Absorptionsfläche A_{zus} (siehe [Tabelle 7](#)).

$$A_{\text{zus}} = A_{\text{erf}} - A \quad (6)$$

Dabei ist:

- A_{zus} zusätzlich einzubringende äquivalente Absorptionsfläche, in m^2
- A_{erf} erforderliche Mindestwerte der äquivalenten Absorptionsfläche, in m^2
- A äquivalente Absorptionsfläche im Raum, in m^2

Tabelle 7 — Berechnung der zur Sanierung zusätzlich einzubringenden äquivalenten Absorptionsfläche A_{zus}

Oktavmittenfrequenz, in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Mindestwerte der äquivalenten Absorptionsfläche A_{erf} im Gruppenraum, in m^2	41	51	62	62	62	62
Äquivalente Absorptionsfläche A im Gruppenraum, in m^2	28	30	29	31	33	37
Im Gruppenraum zusätzlich einzubringende äquivalente Absorptionsfläche A_{zus} , in m^2	14	21	33	30	29	25

ANMERKUNG Die rechnerische Ermittlung der in den obigen Tabellen ausgewiesenen Werte erfolgte im Dezimalbereich. Die Darstellung erfolgte gerundet. Abweichungen resultieren daher aus Rundungsdifferenzen.

Es folgt die Auswahl der für die Sanierung geeigneten Materialien oder Konstruktionen und der damit zu belegenden Flächen. Aus den Werten des Schallabsorptionsgrades α_p der Materialien sowie der Flächeninhalte S_i in m^2 der damit zu verkleidenden Teilbegrenzungsflächen ist der Wert der jeweils damit zusätzlich eingebrachten äquivalenten Absorptionsfläche $A_{\text{zus},i} = \alpha_{p,i} S_i$ zu berechnen.

Falls Schallschluckkörper zur Sanierung eingesetzt werden, so werden sie entsprechend der verwendeten Anzahl, multipliziert mit der jeweiligen äquivalenten Absorptionsfläche, berücksichtigt.

Als Verkleidung werden hier 40 mm dicke Mineralwolleplatten mit Vlies- oder Textiloberfläche gewählt, die folgende Werte des Schallabsorptionsgrades α_p oder α_s aufweisen (siehe [Tabelle 8](#)).

Tabelle 8 — Werte des Schallabsorptionsgrades der gewählten Konstruktionen

Oktavmittenfrequenz, in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Deckenplatten, ohne Abstand an der Decke montiert, Schallabsorptionsgrad $\alpha_{p,1}$	0,15	0,70	0,90	0,90	0,90	0,90
Wandplatten, ohne Abstand an Wandflächen montiert, Schallabsorptionsgrad $\alpha_{p,2}$	0,15	0,65	0,90	0,90	0,90	0,80

Wenn angenommen wird, dass im Gruppenraum eine Teilfläche der Decke im Ausmaß von $S_1 = 35 \text{ m}^2$ und Wandflächen im Ausmaß von $S_2 = 5 \text{ m}^2$ mit den entsprechenden Platten verkleidet werden, können die Werte der jeweils damit eingebrachten äquivalenten Absorptionsfläche $A_{\text{zus},i} = \alpha_{p,i} S_i$ (in m^2) berechnet werden.

Durch Addition dieser zwei Beiträge und der bereits im Gruppenraum vorhandenen äquivalenten Absorptionsfläche A ergibt sich die nach der Sanierung im Raum zu erwartende äquivalente Absorptionsfläche A_{neu} .

Aus $\alpha_{m,neu} = A_{neu}/\sum S_i$ ergibt sich der Schallabsorptionsgrad im sanierten Raum (siehe [Tabelle 9](#)).

Tabelle 9 — Berechnung und Beurteilung der Auswirkung der Sanierungsmaßnahmen

Oktavmittenfrequenz, in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Durch die Deckenverkleidung eingebrachte äquivalente Absorptionsfläche $A_{zus,1} = \alpha_{p,1}S_1$, in m^2	5	24	31	31	31	31
Durch die Wandverkleidung eingebrachte äquivalente Absorptionsfläche $A_{zus,2} = \alpha_{p,2}S_2$, in m^2	1	3	4	4	4	4
Im Gruppenraum ursprünglich vorhandene äquivalente Absorptionsfläche A , in m^2	28	30	29	31	33	37
Im Gruppenraum als Folge der Maßnahmen sich ergebende äquivalente Absorptionsfläche A_{neu} , in m^2	33	57	64	67	68	72
Im Gruppenraum als Folge der Maßnahmen zu erwartender mittlerer Schallabsorptionsgrad $\alpha_{m,neu}$	0,16	0,28	0,31	0,33	0,33	0,35

Damit wären die Anforderungen an den mittleren Schallabsorptionsgrad α_m im Gruppenraum erfüllt.

6.5 Grundlegende akustische Maßnahmen

Zur Schaffung eines geeigneten raumakustischen Umfeldes sind primär nachfolgende akustische Maßnahmen zu setzen, wobei bei der Auswahl der Materialien und Konstruktionen auch auf die Anforderungen bezüglich Brandschutz zu achten ist und jedenfalls eine Berechnung der sich in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 125 Hz bis 4000 Hz ergebenden Werte des mittleren Schallabsorptionsgrades ($\alpha_{m,B}$) oder (α_m) erfolgen muss.

- a) Bei Verwendung einer hochabsorbierenden Konstruktion (α_w an der Decke könnten die Anforderungen an den mittleren Schallabsorptionsgrad oft bereits allein durch die Decke erfüllt werden. Die effektive Wirkung der schallabsorbierenden Decke kann jedoch ohne zusätzliche schallabsorbierende Flächen an den Wänden erheblich eingeschränkt sein. Mit Maßnahmen an den Wänden ist daher ein bewerteter Schallabsorptionsgrad von $\alpha_w \geq 0,70$ für das breitbandig schallabsorbierende Material an der Decke meist ausreichend. Beispielsweise sind hier gelochte Akustikdecken mit Akustikvlies und Mineralwolleauflage, Mineralfaserdecken u. dgl. aus akustischer Sicht geeignet.
- b) Eine gleichmäßige Verteilung von breitbandig schallabsorbierenden Flächen an zumindest zwei nicht gegenüberliegenden Seitenwandflächen führt zu einer besseren Wirksamkeit der Maßnahmen. Aufgrund der oft nur eingeschränkt zur Verfügung stehenden freien Flächen an den Seitenwänden muss das Material einen bewerteten Schallabsorptionsgrad von $\alpha_w \geq 0,80$ aufweisen. Es wird empfohlen, die Maßnahmen an den Wänden in Ohrhöhe, also in der Regel zwischen 0,8 m und 1,6 m, anzubringen. Da die Materialien somit im unmittelbaren Handbereich angeordnet sind, ist bei der Produktauswahl auf die ausreichende Robustheit der Materialien zu achten. Das Ausmaß der erforderlichen Flächen ist anhand einer Berechnung gemäß 6.2 oder 6.3 zu bestimmen. Es ist vor allem abhängig vom Schallabsorptionsvermögen der in a) geforderten Akustikdecke. Beispielsweise sind für die schallabsorbierenden Maßnahmen an den Seitenwänden aus akustischer Sicht mindestens 4 cm dicke, poröse Absorber geeignet, die an der Sichtseite durch eine akustisch durchlässige, widerstandsfähige Hülle (beispielsweise Textilbezug) geschützt sind.

- c) Eine gleichmäßige Verteilung des Schallfeldes im Raum und eine damit verbundene bessere Wirksamkeit der absorbierenden Maßnahmen ergeben sich auch dann, wenn ausreichend schallstreuende Einrichtungsgegenstände im Raum vorhanden sind. Beispielsweise wirken sich Raumteiler, wie z. B. Regale mit mindestens der halben Raumhöhe, positiv auf die Schallfeldverteilung im Raum aus. Wenn Raumteiler als raumhohe, geschlossene Möbel ausgeführt sind, können so beispielsweise auch etwas abgeschirmte Bereiche geschaffen werden.

Eine Zusammenfassung von möglichen akustischen Maßnahmen findet sich in [Tabelle 10](#).

Tabelle 10 — Mögliche Maßnahmen für die Erfüllung der akustischen Anforderungen

Pos.	Maßnahmenbeschreibung	Akustische Eigenschaft	Beispiele
1	Schallabsorbierende Raumbegrenzungsflächen ^a	Deckenabsorber: bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_W \geq 0,70$; Wandabsorber: bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_W \geq 0,80$	<ul style="list-style-type: none"> ■ gelochte Akustikdecke mit Akustikvlies und schallabsorbierender Auflage, ■ abgehängte Rasterdecke mit schallabsorbierenden Platten, ■ Mineralfaserdecke, ■ mindestens 4 cm dicke, poröse Absorber, die an der Sichtseite durch eine akustisch durchlässige, widerstandsfähige Hülle (beispielsweise Textilbezug) geschützt sind
2	Einrichtungsgegenstände	bestmöglich schallabsorbierende Oberfläche; andernfalls eine zumindest schallstreuende Anordnung von Einrichtungsgegenständen im Raum	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regale mit mindestens halber Raumhöhe, ■ raumhohe, geschlossene Möbel zur Schaffung von abgeschirmten Bereichen, ■ schallabsorbierende Möbelfronten

^a Schallabsorbierende Maßnahmen innerhalb der Räumlichkeiten sind an Decken und Wandflächen erforderlich, damit eine ausreichende absorbierende Wirksamkeit der Materialien im Raum erreicht wird (siehe ÖNORM B 8115-3:2005, A.3).

7 PLANUNG UND GESTALTUNG DER RÄUME

7.1 Berücksichtigung der pädagogischen Ziele

Bei der Planung und Gestaltung der Räume sollten das pädagogische Konzept und die sich daraus ergebenden pädagogischen Vorgaben berücksichtigt werden. Ausgehend vom *Bundesländerübergreifenden BildungsRahmenPlan für elementare Bildungseinrichtungen in Österreich* (Charlotte Bühler Institut, 2009) ergeben sich folgende pädagogische Ziele:

- Die Entwicklung in einer gesundheitsförderlichen Umwelt
- Das Nachgehen des kindlichen Bewegungsdrangs
- Das Ausleben und die Entwicklung von Kreativität
- Der Erwerb von Sprachkompetenzen
- Der Erwerb von naturwissenschaftlich-technischen sowie mathematischen Kompetenzen
- Der Erwerb und die Entfaltung von kognitiven Fähigkeiten
- Der Erwerb von sozialen Kompetenzen
- Die Entwicklung einer starken Persönlichkeit mit positivem Selbstkonzept

Eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung der oben genannten Ziele ist das Erfüllen der Anforderungen an die Raumakustik bei der Planung oder Sanierung von EBE.

Den pädagogischen Zielen entsprechend sind folgende Orte zu schaffen:

- Bereich zum Erholen und Nachdenken (z. B. Rückzugsbereiche),
- Bereich zum Ausleben des Bewegungsdrangs (z. B. Bewegungsräume),
- Bereich für die Entwicklung der Sprachkompetenzen (z. B. Erzählischen, Rollenspielbereiche, Bibliotheken),
- Bereich für Kreativität (z. B. Atelier, Kunstecken),
- Bereich zum Erwerb und zur Entfaltung von kognitiven Kompetenzen (z. B. Forschertische),
- Bereiche, die es ermöglichen, unterschiedliche Sozialformen zu erleben (von Einzelspielen bis hin zu gemeinsamen Aktivitäten in Klein- oder Großgruppen).

7.2 Raumdimensionen

7.2.1 Raumhöhe

Gemäß ÖNORM B 8115-3:2005, A.3 sollten Räume, in denen eine Lärminderung angestrebt wird, eine geringe lichte Höhe aufweisen. Auf die Planung von Räumen für EBE umgelegt, ergibt sich daraus die Empfehlung, die im jeweiligen Bundesland vorgegebene Mindesthöhe eines Raumes nicht wesentlich zu überschreiten (siehe Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen im [Anhang B](#)).

Durch den Einbau von weiteren Ebenen in einen höheren Raum können Unterteilungen geschaffen werden, die einerseits die Raumhöhe reduzieren und zugleich Rückzugsmöglichkeiten für die Kinder bieten (siehe [7.4.2](#)).

7.2.2 Raumfläche

Bezüglich der Raumfläche wird empfohlen, die bundesländerspezifisch vorgeschriebene Mindestfläche für EBE als Richtwert zu verstehen, diese jedoch, wenn möglich, zu überschreiten (siehe Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen im [Anhang B](#)). Dabei sollte die Raumfläche in Abhängigkeit von der Nutzung angepasst werden. Anhand des pädagogischen Konzepts sollte ermittelt werden, wie viel Fläche für die jeweiligen Aktivitäten benötigt wird. Dies sollte in die Planung einfließen. Eine ebenso wichtige Festlegung betrifft die Anzahl der Kinder pro Raum (siehe [5.3](#)). Sinnvoll ist es auch akustische Pufferräume einzuplanen, wie z. B. Lagerräume oder Garderoben, um Räume mit unterschiedlichen akustischen Bedürfnissen zu trennen.

7.3 Raumkonzepte und Beispiele für deren Umsetzung

Da der Raum die sozialen Prozesse, Kommunikation, Gruppenbildung, das Bewegungsverhalten u.v.m. mitbeeinflusst, spielt er auch hinsichtlich der Lärmentstehung eine Rolle (AUVA, 2016). Räume in EBE sind daher so zu konzipieren, dass bereits durch die Raumstruktur (Raumkonzept/Raumanordnung) eine Störung durch Lärm möglichst vermieden wird. Dabei muss berücksichtigt werden, dass verschiedene Aktivitäten unterschiedliche Geräusche erzeugen.

In EBE finden folgende Aktivitäten statt:

- Ruhebedürftige Aktivitäten
 - konzentriertes Lernen und Spielen (Forschen, Lesen, Zeichnen und Malen, Steckspiele etc.),
 - Zurückziehen, Entspannen und Verarbeiten von Eindrücken u. dgl.

- Lärmintensive und/oder bewegte Aktivitäten
 - Klettern, Laufen u. dgl.,
 - Begegnungsorte von Großgruppen (gemeinsames Essen, Feste, Theater, Musizieren etc.).

In **Tabelle 11** werden Beispiele angeführt, mit denen die jeweiligen pädagogischen Anforderungen erfüllt werden können. Unabhängig von der gewählten Variante müssen in allen Räumlichkeiten die raumakustischen Anforderungen von **Kapitel 6** eingehalten werden.

Tabelle 11 — Beispiele für die Erfüllung pädagogischer Raumfunktionen¹⁾

Funktion	Beispiele
Rückzug: Ruhebedarf <ul style="list-style-type: none"> ■ Orte zur Erholung und zum Nachdenken mit Rückzugsmöglichkeiten (möglichst geringe visuelle und akustische Reize) 	Eigener Raum: <ul style="list-style-type: none"> ■ Behaglichkeitsraum, ■ Ruheraum, ■ eigener Raum zur Sprachförderung, ■ Raum zur kognitiven Förderung, Räume im Raum: <ul style="list-style-type: none"> ■ 2. Ebene innerhalb des Raumes, ■ Nischen, Höhlen, Rückzugsecken, Abschirmungen, Kojen etc., ■ mobile Wände oder Trennflächen, ■ flexibles Mobiliar, ■ Forschungsstationen, Tast-/Fühlwege
Konzentration: Ruhebedarf <ul style="list-style-type: none"> ■ Orte zur bestmöglichen Entwicklung der Sprachkompetenzen, ■ Orte zur Förderung der Kreativität, ■ Orte zum Erwerb und zur Entfaltung von kognitiven Kompetenzen 	Eigener Raum: <ul style="list-style-type: none"> ■ Bewegungsraum, ■ Bewegungsbaustelle (Raum bzw. Bereich zur vielfältigen Bewegungserfahrung, wie Kletterwände, Seile, Schaukeln etc.); Gartenfreifläche/Außenräume
Bewegung <ul style="list-style-type: none"> ■ Orte zum Ausleben des Bewegungsdrangs, ■ Orte zur Förderung der grob- und feinmotorischen Kompetenzen 	Eigener Raum: <ul style="list-style-type: none"> ■ Restaurant, ■ Werkraum, ■ Bauraum, ■ Musizerraum; Räume im Raum: <ul style="list-style-type: none"> ■ raumhohe, mobile Trennwand, ■ flexibles Mobiliar (z. B. Kästen mit Rollen), ■ Bühnenbereiche für Rollenspiel und Theater, ■ Forschungs- bzw. Labortische
Begegnung <ul style="list-style-type: none"> ■ Orte zur Förderung der Kreativität (wie Theater, Werkstatt, Konstruktion, Rollenspiele etc.), ■ Begegnungsorte für gemeinsames Essen, Feste etc. 	Eigener Raum: <ul style="list-style-type: none"> ■ Restaurant, ■ Werkraum, ■ Bauraum, ■ Musizerraum; Räume im Raum: <ul style="list-style-type: none"> ■ raumhohe, mobile Trennwand, ■ flexibles Mobiliar (z. B. Kästen mit Rollen), ■ Bühnenbereiche für Rollenspiel und Theater, ■ Forschungs- bzw. Labortische

¹⁾ Diese Kategorien sind als Beispiele angeführt, um ein Gefühl für mögliche Bedürfnisse in EBE zu vermitteln. Letztlich müssen die angeführten Tätigkeiten je nach pädagogischer Umsetzung individuell auf ihre Lärmentwicklung bewertet werden. So kann z. B. ein Forschungstisch entweder ein Ort der Konzentration oder ein Ort der Begegnung sein.

7.4 Anregungen zur Planung und Gestaltung

Im Folgenden werden zwei grundlegende Konzepte für die Planung und Gestaltung von EBE vorgestellt:

- Eigene Räumlichkeiten für unterschiedliche Aktivitäten (siehe 7.4.1),
- Abtrennungen innerhalb eines Raumes für unterschiedliche Aktivitäten (siehe 7.4.2).

Unabhängig davon, welches Konzept in Betracht gezogen wird, muss immer eine ausreichende Schallabsorption in allen Räumen bzw. Raumbereichen berücksichtigt werden. Bei der Planung muss auch darauf geachtet werden, dass die beispielbare Bodenfläche den bundeslandspezifischen Mindesttrichtgrößen entspricht (siehe Anhang B). Die folgenden Beispiele erfordern ein Überschreiten dieser Mindesttrichtgrößen.

7.4.1 Eigene Räumlichkeiten für unterschiedliche Aktivitäten

Statt eines einzigen großen Gruppenraumes werden mehrere Räumlichkeiten für unterschiedliche Aktivitäten eingeplant. Dazu zählen insbesondere ein Raum für ruhebedürftige Aktivitäten sowie ein Raum, in dem mit entsprechenden Werkzeugen lärmintensiv gearbeitet werden kann (siehe Tabelle 11). Um dem Bewegungsdrang der Kinder nachzukommen, wird ein Bewegungsraum eingeplant, welcher den Kindern jederzeit zur Nutzung zur Verfügung steht.

Die nachfolgende Raumskizze veranschaulicht ein Planbeispiel für zwei Gruppen (siehe Abbildung 6). Neben einem größeren Gruppenraum stehen noch zwei weitere Räumlichkeiten zur Verfügung. Ein Raum ist für ruhebedürftige Aktivitäten vorgesehen, wie z. B. für die Sprachförderung und den Umgang mit Materialien zur kognitiven Förderung (Ruheraum). Der andere Raum dient dem mitunter lärmintensiven Hantieren mit Materialien (wie z. B. Werkraum). Weiters steht beiden Gruppen ein Bewegungsraum zur Verfügung, welcher jederzeit genutzt werden kann. Um die Beaufsichtigung der Kinder in allen Räumen sicherzustellen, sind Sichtfenster an Wänden sowie Glasflächen an Türen vorgesehen.

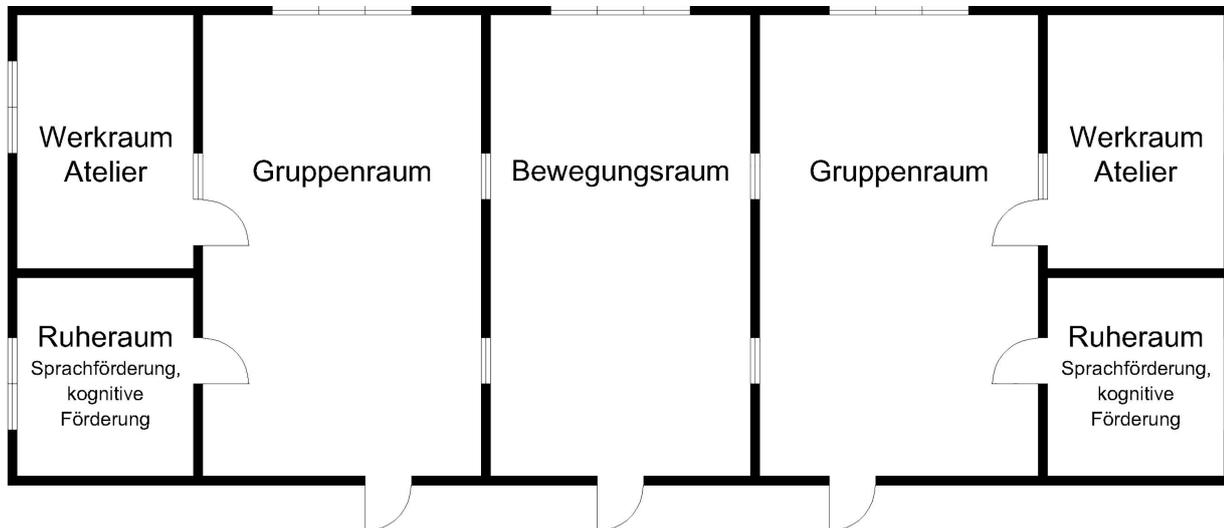


Abbildung 6 — Beispiel 1: Plan einer EBE für zwei Gruppen mit einer räumlichen Trennung unterschiedlich lärmintensiver Aktivitäten

Abbildung 7 zeigt ein Beispiel für eine funktionale Anordnung von Räumen, welche einer Gruppe mit der bundeslandspezifischen Maximalzahl (siehe Anhang B) anstelle eines einzigen Gruppenraums zur Verfügung gestellt werden. Es lässt beliebige Erweiterungen der einzelnen Räume zu. Die Räume wurden nach Nutzungskategorien bzw. akustischen Emissionen angeordnet. Schwarz angelegt sind jene Wandabschnitte, die ohne Fensteröffnungen geplant sind. Jene Wandabschnitte, die nur durch zwei Begrenzungslinien gekennzeichnet sind, stehen für Gestaltungs-, Belichtungs- und Belüftungsmöglichkeiten zur Verfügung.

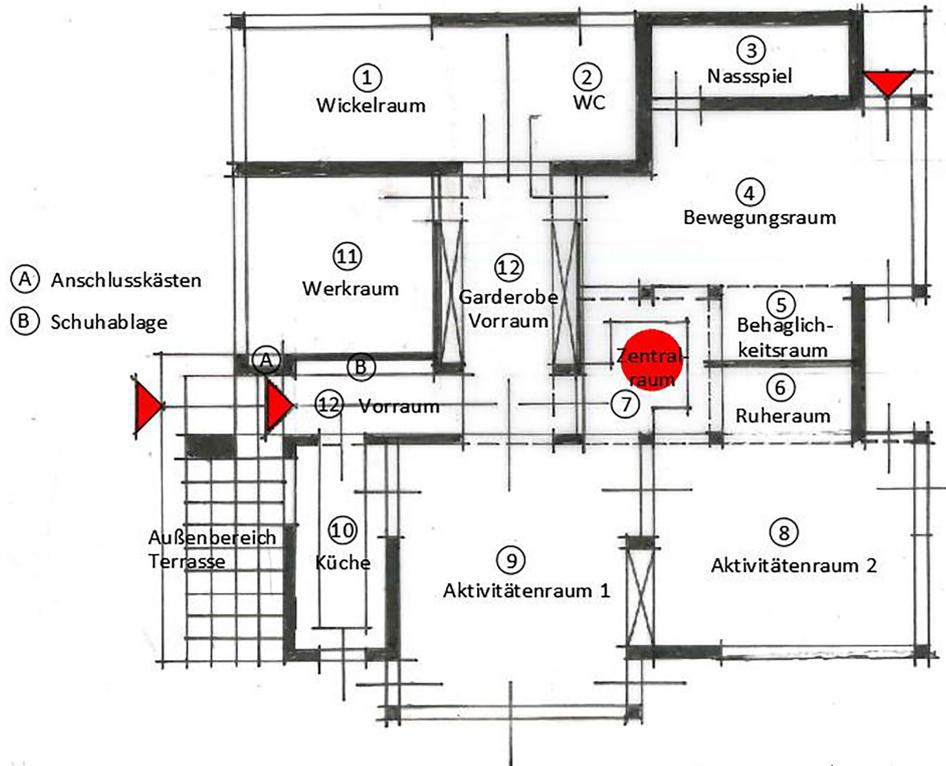


Abbildung 7 — Beispiel 2: Plan einer EBE für eine Gruppe mit räumlicher Trennung unterschiedlich lärmintensiver Aktivitäten

Bauliche Maßnahmen zur Aufsicht in mehreren Räumlichkeiten

Stehen einer Gruppe innerhalb einer EBE mehrere Räumlichkeiten für unterschiedliche Aktivitäten zur Verfügung, muss bedacht werden, dass die Beaufsichtigung in allen Räumlichkeiten gewährleistet ist. Zu diesem Zweck werden üblicherweise, wie im folgenden Beispiel zu sehen ist, Sichtfenster in den Wänden oder Türen vorgesehen (siehe [Abbildung 8](#)).



Abbildung 8 — Gruppenraum mit Akustikdecke und Sichtfenster in Wand und Tür (in Umeå)

7.4.2 Trennung der Aktivitäten innerhalb eines Raumes - „Räume im Raum“

Das Konzept „Räume im Raum“ dient in erster Linie dazu, trotz fix vorgegebener Räume die räumlichen Verhältnisse an die individuellen Bedürfnisse der Kinder anzupassen. Diese Bedürfnisse verändern sich stetig, nicht nur über die Zeit, sondern sogar mehrfach während des Tages (z. B. je nach Stimmung, Gruppendynamik oder Ähnlichem). Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, ein dynamisches Raumkonzept zu schaffen. Dieses Konzept versteht die Raumqualität als pädagogisches Werkzeug, das je nach Bedarf umfunktioniert werden kann (vgl. Marin, 2017).

Dabei wird den Kindern und Pädagogen eine permanente Partizipation an der Raumgestaltung ermöglicht. Bauliche Maßnahmen werden so gesetzt, dass ein Raum individuell und vielfältig genutzt und mittels rascher Handgriffe einfach umfunktioniert werden kann. Dadurch besteht nicht mehr die Notwendigkeit, einem Raum im Vorhinein nur eine Funktion (wie z. B. Gruppenraum) zuzuordnen, sondern eröffnet den Beteiligten die Möglichkeit, im Handlungsgeschehen selbst den Raum entsprechend den aktuellen Bedürfnissen zu gestalten (vgl. Marin, 2017).

7.4.2.1 Wichtige Aspekte bei der Umsetzung

Um dieses Konzept umzusetzen, gibt es verschiedene Möglichkeiten, aber unabhängig davon, welche Maßnahmen gesetzt werden, um die Nutzung des Raumes flexibel zu gestalten, muss immer eine ausreichende Schallabsorption in allen Räumen vorgesehen werden. Hierbei gelten folgende Grundsätze:

- **Nischen und abgegrenzte Bereiche:** In einem großen, übersichtlichen Gruppenraum werden Nischen und Spielbereiche auf verschiedenen Ebenen geschaffen. Die Kinder können somit gleichzeitig unterschiedlichen Aktivitäten nachgehen, ohne einander zu stören. Der Lärm einer Großgruppe wird durch die Einbauten gemindert (siehe 7.4.2.2).
- **Verschiedene Ebenen im Raum:** Spielbereiche auf mehreren Ebenen erweitern die zur Verfügung stehende Fläche und ermöglichen es den Kindern, von oben einen Blick auf das Gruppengeschehen zu werfen. Je nachdem, wo die Spielebenen platziert werden, entstehen davor, dahinter oder daneben weitere „Räume“ (von der Beek et al., 2014).
- **Mobile Raumelemente:** Mithilfe von Raumteilern und Trennwänden kann mit wenig Aufwand ein Raum und dessen Funktion verändert werden. Pädagogen und Kinder können schnell und einfach einen Raum ihren jeweiligen Bedürfnissen anpassen. In einem Raum werden unterschiedliche Sozialformen möglich, wie ein konzentriertes Arbeiten alleine oder in Kleingruppen, sowie gemeinsame Feste in der Großgruppe. Diese flexiblen Räume erfordern bereits bei der Planung ein Konzept für die Interaktion zwischen den fixen und mobilen Raumelementen, um notwendige Haken, Löcher, Scharniere, Einhakmöglichkeiten, Doppelwände oder Ähnliches einzuplanen.
- **Bewegliche Einrichtung:** Das Mobiliar (wie Regale mit Rollen, verschiebbare Kästen, Riesen-Schaumstoff-Bausteine, höhenverstellbare Tische oder Sessel u. dgl.) ermöglicht eine schnelle Adaptierung des Raumes für die Kinder und die Pädagogen. Daher ist es sinnvoll, möglichst wenig fix verbaute Einrichtung einzuplanen.
- **Raumhohe, mobile Trennwände:** Für die multifunktionale Nutzung größerer Räume ist der Einbau raumhoher, mobiler Trennwände mit ausreichender Schalldämmung aus akustischer Sicht zu empfehlen. Außerdem ist in allen sich hierdurch ergebenden Teilräumen eine ausreichende Schallabsorption erforderlich, damit sich auch in diesen eine für die Nutzung förderliche, akustische Umgebung ergibt. Üblicherweise bestehen solche mobilen Trennwandsysteme aus mehreren einzelnen Wandelementen, die an einer Deckenschiene befestigt sind. Wie in nachstehender [Abbildung 9](#) skizziert, sind diese Elemente im geöffneten Zustand in einem Paket geparkt und werden beim Schließen der Wand in die gewünschte Position geschoben. Da diese Systeme üblicherweise ohne Bodenschiene auskommen, werden die Elemente durch einen Schließmechanismus zwischen Decke und Boden verpresst. Dadurch wird ein entsprechender Schallschutz ermöglicht, sodass je nach Ausführungsqualität der Trennwandelemente ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R_w \geq 40$ dB möglich ist. Als Mindestwert wird ein R_w von 40 dB empfohlen. Herstellerabhängig können mobile Trennwände auch mit schallabsorbierender Oberfläche ausgeführt werden, was aus akustischer Sicht zur Einhaltung der gleichmäßigen Absorptionsverteilung zu empfehlen ist (siehe [Abbildung 9](#)).

Im Fall der Verwendung von mobilen Trennwandsystemen mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von $R_w \geq 45$ dB sollten jedenfalls folgende begleitende Maßnahmen zur Reduktion der Flankenschallübertragung vorgesehen werden:

- Die Trennwände sind an Massivbauteile (Flächenmasse $m' > 220$ kg/m²) anzuschließen. Andernfalls ist die Flankenschallübertragung durch Vorsatzschalen und/oder Abhängedecken zu dämpfen.
- Estriche sollten im Trennwandbereich geschlitzt werden und Trennfugen erhalten.
- Zur Vermeidung von Körperschall sollten harte Bodenbeläge in diesem Bereich ebenfalls getrennt verlegt werden.
- Flankenschallübertragung über Installationen (z. B. durchlaufende Lüftungsinstallationen oder Kabeltrassen) sind in der Planung zu beachten, und geeignete Schallschutzmaßnahmen sind zu bemessen.
- Zur Sicherstellung der Schließqualität der mobilen Trennwand sind Wartungsintervalle vorzusehen.

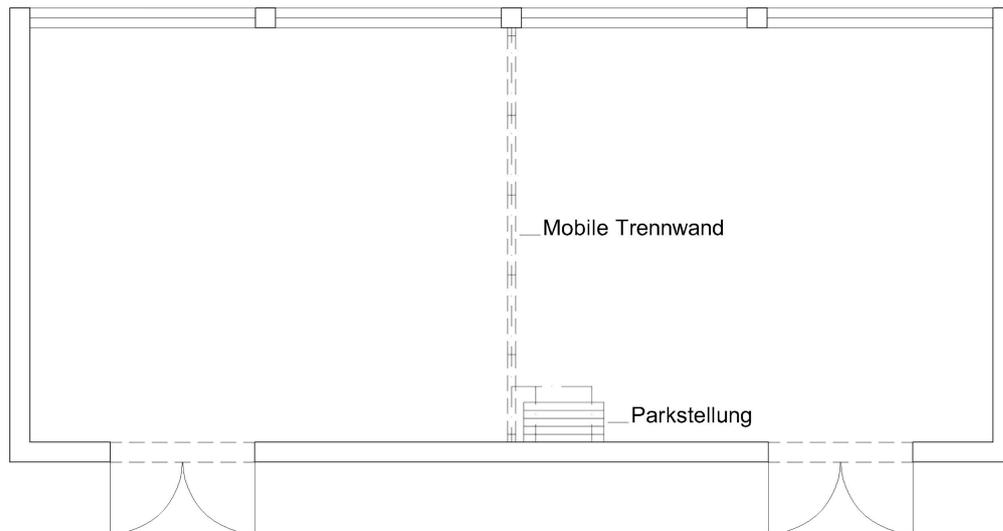


Abbildung 9 — Beispiel für eine Lösung der multifunktionalen Nutzung größerer Räume durch die Installation einer raumhohen, mobilen Trennwand

7.4.2.2 Anregungen aus der Praxis

Das „Hamburger Raumgestaltungskonzept“ (von der Beek, Buck & Rufenach, 2014) berücksichtigt bei der Gestaltung von „Räumen im Raum“ relevante Maßnahmen für die Akustik (siehe [Abbildung 10](#) bis [Abbildung 12](#)).



Abbildung 10 — Zweite Ebene mit Rückzugsmöglichkeiten (nach dem Hamburger Raumgestaltungskonzept)



Abbildung 11 — Bewegungsraum für Kinder bis zu 3 Jahren nach dem Hamburger Raumgestaltungskonzept mit einer schallabsorbierenden Decke und mehreren Ebenen mit Kletter- und Rückzugsmöglichkeiten



Abbildung 12 — Bewegungsraum für Kinder von 3 bis 6 Jahren nach dem Hamburger Raumgestaltungskonzept mit einer schallabsorbierenden Akustikdecke

Anhang A: Förskolan UVEN

Im Folgenden wird exemplarisch eine der 17 in Sjödin et al. (2012) untersuchten EBE vorgestellt.

Skolgatan 138, 90332 Umeå, Schweden

Verfügbar unter: <http://forskolanuven.wordpress.com>

Die Informationen basieren auf persönlichen Mitteilungen von Fredrik Sjödin im Oktober 2017.

In dieser EBE stehen einer Gruppe mehrere Räume für die pädagogische Arbeit zur Verfügung. Die meisten der Räume sind mit Akustikdecken sowie mit schallabsorbierenden Wandpaneelen ausgestattet.

Die elementare Bildungseinrichtung UVEN beinhaltet 3 Departments für 2- bis 5-jährige Kinder. Insgesamt werden 55 Kinder von 9 pädagogischen Fachkräften („preschool teacher“ und „child-care-worker“) betreut. Pro Department sind 3 pädagogische Fachkräfte für durchschnittlich 18 Kinder angestellt. Ein Department beinhaltet mehrere Räumlichkeiten für die pädagogische Arbeit, die tätigkeitsspezifisch gestaltet sind. Die Kinder können sich frei durch die Räume bewegen und Angebote wählen, ebenso steht ein jederzeit zugänglicher Bewegungsraum zur Verfügung.

Die Raumhöhe beträgt 2,5 m. Der Boden der Einrichtung besteht aus Linoleum. Jeder Raum ist mit einer schallabsorbierenden Decke versehen. Um die Aufsichtspflicht zu gewährleisten, sind alle Türen zu den Räumen mit Sichtfenstern ausgestattet (siehe [Abbildung A.1](#)).

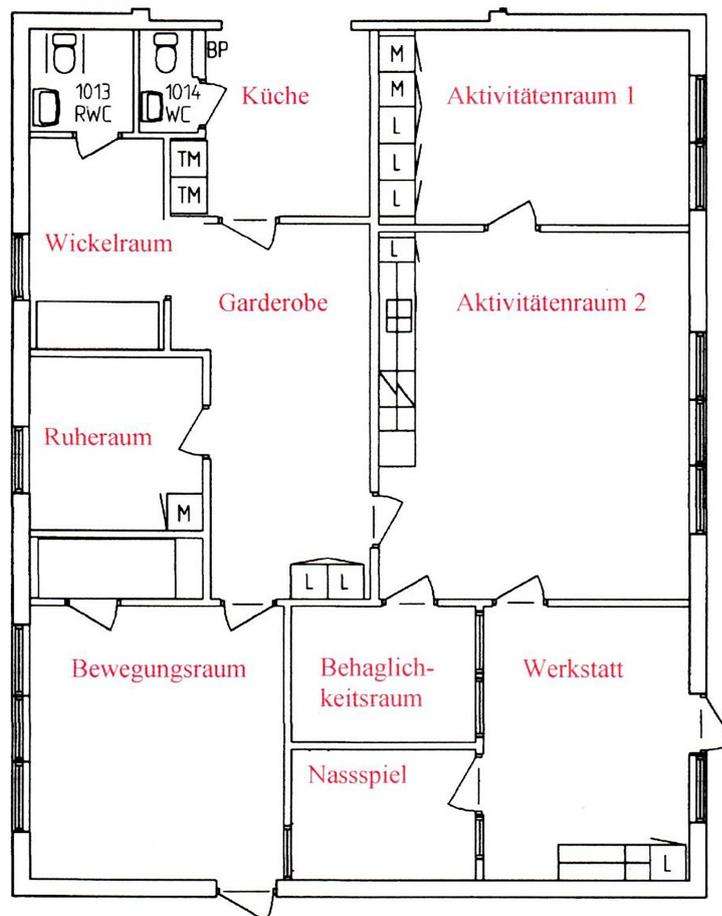


Abbildung A.1 — Department 1 der elementaren Bildungseinrichtung UVEN aus Umeå, Schweden (für 18 Kinder im Alter von 2 bis 3 Jahren)

Anhang B: Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen von EBE

[Tabelle B.1](#) zeigt den Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen von EBE für Kinder im Alter bis zu 3 Jahren.

[Tabelle B.2](#) zeigt den Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen von EBE für Kinder im Alter von 3 bis 6 Jahren.

Tabelle B.1 — Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen (EBE, Alter: bis zu 3 Jahre)

Bundesland	Maximale Gruppengröße	Personal		Bodenfläche (Mindestmaß)	Bodenfläche pro Kind (Mindestmaß)	Raumhöhe (Mindestmaß)
		Pädagogen	Assistenten			
Wien	15 gemäß § 2 Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO	1 gemäß § 3 Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO	1 gemäß § 3 Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO	k. A.	k. A.	k. A.
Niederösterreich	16 gemäß § 4 NÖ Kindergartenengesetz 2006	1 gemäß § 5 NÖ Kindergartenengesetz 2006	1 gemäß § 5 NÖ Kindergartenengesetz 2006	k. A.	k. A.	3 m gemäß § 6 NÖ Bautechnikverordnung 2014
Burgenland	15 gemäß § 13 Burgenländisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz 2009	1 gemäß § 14 Burgenländisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz 2009	1 gemäß § 14 Burgenländische Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz 2009	30 m ² gemäß § 5 Burgenländische Kinderbetreuungs- bauten- und -einrichtungsverordnung 2009	2 m ²	2,8 m gemäß § 5 Burgenländische Kinderbetreuungs- bauten- und -einrichtungsverordnung 2009
Steiermark	14 gemäß § 14 Steiermärkisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz	1 gemäß § 35 Steiermärkisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz	1 (ab 4 Kinder), 2 (ab 12 Kinder) gemäß § 35 Steiermärkisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz	70 m ² (Gruppen- u. Ruheräume) gemäß § 35 Steiermärkisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz	5 m ² ^a	k. A.
Tirol	12 gemäß § 10 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz	1 gemäß § 29 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz	1 gemäß § 29 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz	30 m ² ^b	2,5 m ² gemäß § 12 Tiroler Kinderbildungs- und -Kinderbetreuungsgesetz	2,4 m Amt der Tiroler Landesregierung Abteilung Bildung, 2012 Wegbegleiter zur Errichtung einer Kinderbetreuungsinstitution
Salzburg	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Oberösterreich	10 gemäß § 7 Oö. Kinderbetreuungsgesetz	1 gemäß § 11 Oö. Kinderbetreuungsgesetz	1 (ab 6 Kindern) gemäß § 11 Oö. Kinderbetreuungsgesetz	38 m ² gemäß § 4 Oö Bau- und Einrichtungsverordnung für Kinderbetreuungseinrichtungen	3,8 m ² ^a	3 m gemäß § 4 ,Oö Bau- und Einrichtungsverordnung für Kinderbetreuungseinrichtungen

Tabelle B.1 (fortgesetzt)

Bundesland	Maximale Gruppengröße	Personal		Bodenfläche (Mindestmaß)	Bodenfläche pro Kind (Mindestmaß)	Raumhöhe (Mindestmaß)
		Pädagogen	Assistenten			
Vorarlberg	9 gemäß Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreuungseinrichtungen, Abs.5; 2013	1 gemäß Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreuungseinrichtungen, Abs. 5; 2013	1 (ab 6 Kinder) gemäß Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreuungseinrichtungen Abs. 5; 2013	k. A.	2,5 m ² (Richtwert) ^c gemäß Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreuungseinrichtungen Abs. 10; 2013	k. A.
Kärnten	15 gemäß § 10 Kärntner Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz	1 gemäß § 11 Kärntner Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz – K-KBBG	„je nach Kinderanzahl“ gemäß § 11 Kärntner Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz – K-KBBG	k. A.	k. A.	k. A.
<p>^a Gesetzlich nicht explizit angeführt. Zur Anschauung wurde die Raumfläche durch die maximale Anzahl von Kindern in der Gruppe dividiert.</p> <p>^b Gesetzlich nicht explizit angeführt. Zur Anschauung wurde die Mindestraumfläche pro Kind mit der maximalen Anzahl von Kindern pro Gruppe multipliziert.</p> <p>^c Fläche in Aufenthalts- und Spielräumen – als Richtwert angegeben, nicht als Mindestanforderung.</p>						
Quelle: Siehe Bibliographie Rechtsvorschriften (Gesetze und Verordnungen).						

Tabelle B.2 — Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen von EBE (Alter: 3 Jahre bis 6 Jahre)

Bundesland	Maximale Gruppengröße (Anzahl der Kinder)	Personal (Anzahl)		Bodenfläche (Mindestmaß)	Bodenfläche pro Kind (Mindestmaß)	Raumhöhe (Mindestmaß)
		Pädagogen	Assistenten			
Wien	25 gemäß § 2 Wiener Kindergartenverordnung	1 gemäß § 3 Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO	0,5 gemäß § 3 Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO	k. A.	3 m ² ^b gemäß § 5 Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO	2,5 m ^a Wiener Raumblätter der Gemeinde Wien, 2018
Niederösterreich ^c	25 gemäß § 4 NÖ Kindergartenengesetz 2006	1 gemäß § 5 NÖ Kindergartenengesetz 2006	1 gemäß § 5 NÖ Kindergartenengesetz 2006	60 m ² gemäß § 10 NÖ Kindergartenengesetz 2006; LGBl. Nr. 23/2018 §10	2,4 m ² ^d	3 m gemäß § 6 NÖ Bautechnikverordnung 2014
Burgenland	25 gemäß § 13 Burgenländisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz 2009	1 gemäß § 11 Burgenländische Kinderbetreuungsbauten- und -einrichtungsverordnung 2009	1 Gruppe: 0,5; jede weitere Gruppe: 0,25 (= 10 Std./Wo) gemäß § 11 Burgenländische Kinderbetreuungsbauten- und -einrichtungsverordnung 2009	50 m ² gemäß § 5 Burgenländische Kinderbetreuungsbauten- und -einrichtungsverordnung 2009	2 m ²	2,8 m gemäß § 5 Burgenländische Kinderbetreuungsbauten- und -einrichtungsverordnung 2009
Steiermark	25 gemäß § 14 Steiermärkisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz	1 gemäß § 35 Steiermärkisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz	1 gemäß § 35 Steiermärkisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz	60 m ² gemäß § 35 Steiermärkisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz	2,4 m ²	k. A.
Tirol	20 gemäß § 10 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz	1 gemäß § 29 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz	je nach Kinderanzahl 1 (ab dem 9. Kind) gemäß § 29 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz	50 m ² ^e	2,5 m ² gemäß § 12 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl.; Nr. 58/2018 § 12	2,8 m bis 3 m gemäß Amt der Tiroler Landesregierung Abteilung Bildung, 2012 Wegbegleiter zur Errichtung einer Kinderbetreuungs-institution
Salzburg	22 (25) gemäß § 17 Salzburger Kinderbetreuungsgesetz 2007	1 gemäß § 19 Salzburger Kinderbetreuungsgesetz 2007	0,5 oder 1 ^f gemäß § 19 Salzburger Kinderbetreuungsgesetz 2007	40 m ² (50 m ² ab 20 Kinder) gemäß § 5 Bauliche Gestaltung und Einrichtung von Kindergärten – Richtlinien	2 m ² ^d	2,8 m gemäß § 5 Bauliche Gestaltung und Einrichtung von Kindergärten – Richtlinien

Tabelle B.2 (fortgesetzt)

Bundesland	Maximale Gruppengröße (Anzahl der Kinder)	Personal (Anzahl)		Bodenfläche (Mindestmaß)	Bodenfläche pro Kind (Mindestmaß)	Raumhöhe (Mindestmaß)
		Pädagogen	Assistenten			
Oberösterreich	23 gemäß § 7 Oö. Kinderbetreuungsgesetz	1 gemäß § 11 Oö. Kinderbetreuungsgesetz	„erforderliche Hilfskräfte“ gemäß § 11 Oö. Kinderbetreuungsgesetz	60 m ² gemäß § 4 Bau- und Einrichtungsverordnung für Kinderbetreuungseinrichtungen	2,6 m ²	3 m gemäß § 4 Bau- und Einrichtungsverordnung für Kinderbetreuungseinrichtungen
Vorarlberg	23 (25) gemäß § 14 Gesetz über das Kindergartenwesen	1 gemäß § 14 Gesetz über das Kindergartenwesen	1 (ab 16 Kinder) gemäß § 14 Gesetz über das Kindergartenwesen	k. A.	2 m ² (2,5 m ² Richtwert) ^g gemäß § 14 Gesetz über das Kindergartenwesen	k. A.
Kärnten	25 gemäß § 10 Kärntner Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz	1 gemäß § 11 Kärntner Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz – K-KBBG	1 gemäß § 11 Kärntner Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz – K-KBBG	65 m ² oder 55 m ² je nach Verwendungszweck gemäß § 5 Kärntner Kinderbetreuungseinrichtungs-Verordnung	„gemäß Verwendungszweck“	k. A.
<p>^a Vorgabe für die öffentlichen Kindergärten der Gemeinde Wien.</p> <p>^b Entspricht der beispielbaren Bodenfläche (Gruppenraum, Anteil der Gruppe am Bewegungsraum und sonstige Spielflächen).</p> <p>^c Alter der Kinder: 2,5 bis 6 Jahre.</p> <p>^d Gesetzlich nicht explizit angeführt. Zur Anschauung wurde die Raumfläche durch die maximale Anzahl von Kindern in der Gruppe dividiert.</p> <p>^e Gesetzlich nicht explizit angeführt. Zur Anschauung wurde die Mindestraumfläche pro Kind mit der maximalen Anzahl von Kindern pro Gruppe multipliziert.</p> <p>^f Je nach Anzahl der Gruppen.</p> <p>^g Als Richtwert angegeben, nicht als Mindestanforderung: Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreuungseinrichtungen“, Abs. 10; 2013.</p>						
Quelle: Siehe Bibliographie Rechtsvorschriften (Gesetze und Verordnungen).						

BIBLIOGRAPHIE

Fachliteratur

- [1] AUVA. (2016). Mux Mäuschen still. Lärmprävention im Kindergarten
- [2] BRACHTL, S. (2013). Lärm im Kindergarten. Diplomarbeit, Universität Wien
- [3] BRADLEY, J., SATO, H. (2008). The intelligibility of speech in elementary school classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123, S. 2078-2086
- [4] BRADLEY, J.S., REICH, R.D., NORCROSS, S.G. (1999). On the combined effects of signal-to-noise ratio and room acoustics on speech intelligibility. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106, S. 1820-1829
- [5] BUCH, M., FRIELING, E. (2001). Ableitung und Evaluation von Arbeitsgestaltungsmaßnahmen bei ErzieherInnen in Kindertagesstätten. In BADURA, B., LITSCH, M., VETTER, C. (Hrsg.), *Fehlzeitenreport 2001. Gesundheitsmanagement im öffentlichen Sektor*. Kapitel 8. S. 103-118. Berlin: Springer-Verlag
- [6] Charlotte-Bühler-Institut. (Hrsg.) (2009). *Bundesländerübergreifender BildungsRahmenPlan für elementare Bildungseinrichtungen in Österreich*
- [7] CHATZAKIS, N.S., KARATZANIS, A.D., HELIDONI, M.E., VELEGRAKIS, S.G., CHRISTODOULOU, P., VELEGRAKIS, G.A. (2014). Excessive noise levels are noted in kindergarten classrooms in the island of Crete. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 271, S. 483-487. DOI
- [8] COLVEN, R. (1986). *Acoustical Problems in Day-Care Centers and Pre-schools (in Swedish)*. Report from Department of Architectural Design and Technology, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden
- [9] COMPANI, M.L., LANG, P. (2016). *Waldorfkindergarten heute. Eine Einführung*. 2nd Edition, Kindle Edition. Verlag Freies Geistesleben
- [10] EYSEL-GOSEPATH, K., PAPE, H.G., ERREN, T., THINSCHMIDT, M., LEHMACHER, W., PIEKARSKY, C. (2010). Lärm in Kindertagesstätten. *HNO*, 58, S. 1013-1020. DOI
- [11] GEISSLER-GRUBER, B. (2005). „Höllennärm“ im Kindergarten und Hort. In *Schluss mit Lärm! Reduzierung lärmbedingter Risiken am Arbeitsplatz*. Europäische Woche für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, 24.-28. Oktober 2005
- [12] GREBENNIKOV, L. (2006). Preschool teachers' exposure to classroom noise. *International Journal of Early Years Education*, 14, S. 35-44. DOI
- [13] HODGSON, M., NOSAL, E. (2002). Effect of noise and occupancy on optimal reverberation times for speech intelligibility in classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 111, S. 931-939
- [14] JAMIESON, D.G., KRANJC, G., YU, K., HODGETTS, W.E. (2004). Speech intelligibility of young school-aged children in the presence of real-life classroom noise. *Journal of the American Academy of Audiology*, 15(7), S. 508-517
- [15] KAWAI, K. (2010). Effect of sound absorption on indoor sound environment of nursery school classrooms. *International Congress of Acoustics, ICA 2010*
- [16] LEGENDRE, A. (2003). Environmental features influencing toddlers' bioemotional reactions in day care centers. *Environment and behaviour*, 35(4), S. 523-549

- [17] MARIN, Z. (2017). Potentialentfaltung durch Raumanpassung. 5. Kongress Zukunftsraum Schule, Stuttgart, 15. November 2017. Verfügbar unter: https://www.zukunftsraum-schule.de/pdf/kongress-2017/2017_vRL_Marin.pdf [Zugriff am 2019-03-20]
- [18] MAXWELL, E., EVANS, G.W. (2000). The effects of noise on pre-school children's pre-reading skills. *Journal of Environmental Psychology*, 20, S. 91-97
- [19] OBERDÖRSTER, M., TIESLER, G. (2006). *Akustische Ergonomie der Schule*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.). Wirtschaftsverlag NW
- [20] PAULSEN, R. (2004). Noise Exposure in Kindergartens. Proceedings of the joint congress CFA/DAGA, Strasbourg, 22-25 (03), S. 573-574
- [21] PENG, J., WANG, D., LAU, S-K., YAN, N., JIANG, P., WU, S. (2015). An investigation of acoustic treatment for children in a classroom of an elementary school. *Applied Acoustics* (89), S. 42-45
- [22] PEREGO, L., BERTONI, G., GOGGIO, F., GIOVANNELLI, G. (1996). Children and noise. *European Journal of Epidemiology*, 12, S. 549-550
- [23] RENNIES-HOCHMUTH, J., NSABIMANA, F. X. (2016). Messung und Bewertung von Lärm in Kindertagesstätten. *Lärmbekämpfung* 11(6), S. 228-234
- [24] RUPPERT-PILS, E., WAHLER, W. (2013). Noise exposure of employees in educational institutions. *Noise control for quality of life*. *Internoise*, 15.-18. September 2013
- [25] SATO, H., BRADLEY, J.S. (2008). Evaluation of acoustical conditions for speech communication in working elementary school classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123, S. 2064-2077. DOI
- [26] SCHÖNWÄLDER, H.-G., BERNDT, J., STRÖVER, F., TIESLER, G. (2004). *Lärm in Bildungsstätten – Ursachen und Minderung*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- [27] SHIELD, B., DOCKRELL, J. E. (2004). External and internal noise surveys of London primary schools. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115(2), S. 730-738. DOI
- [28] SJÖDIN, F., KJELLBERG, A., KNUTSSON, A., LANDSTRÖM, U., LINDBERG, L. (2012). Noise and stress effects on preschool personnel. *Noise and Health*, 14, S. 166-178. DOI
- [29] SJÖDIN, F., KJELLBERG, A., KNUTSSON, A., LANDSTRÖM, U., LINDBERG, L. (2012). Noise exposure and auditory effects on preschool personnel. *Noise and Health*, 14, S. 72-82. DOI
- [30] SÖDERSTEN, M., GRANQVIST, S., HAMMARBERG, B., SZABO, A. (2002). Vocal Behavior and Vocal Loading Factors for Preschool Teachers at Work Studied with Binaural DAT Recordings. *Journal of Voice*, 16, S. 356-371
- [31] STANKOVIC, D., MILOJKOVIC, A., TANIC, M. (2006). Physical environment factors and their impact on the cognitive process and social behaviour of children in the preschool facilities. *Architecture and Civil Engineering*, 4(1), S. 51-57
- [32] TIESLER, G., OBERDÖRSTER, M. (2006). Noise – a stress factor? Acoustic ergonomics of schools. *Euronoise 2006*. Verfügbar unter: <http://www.acousticbulletin.com/EN/SS07-014.pdf> [Zugriff am 2019-03-20]
- [33] TIESLER, G., OBERSDÖRSTER, M. (2010). *Lärm in Bildungsstätten*. 2. Auflage. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund
- [34] VON DER BEEK, A. (2014). *Bildungsräume für Kinder von Drei bis Sechs*. Verlag das netz GmbH, Berlin
- [35] VON DER BEEK, A., BUCK, M., RUFENACH, A. (2014). *Kinderräume bilden. Ein Ideenbuch für Raumgestaltung in Kitas*. Cornelsen Schulverlage GmbH, Berlin

- [36] Voss, P. (2005). Noise in children's daycare centres. In: magazine 8. Noise at Work. European Agency for Safety and Health at Work, 2005; S. 23-25. Verfügbar unter: <http://www.akustiknet.com/publikationer/noisedaycare.pdf> [Zugriff am 2019-06-10]
- [37] WALINDER, R., GUNNARSSON, K., RUNESON, R., SMEDJE, G. (2007). Physiological and psychological stress reactions in relation to classroom noise. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 33(4), S. 260-266
- [38] WAYE, K.P., KAMP, I., DELLVE, L. (2013). Validation of a questionnaire measuring preschool children's reactions to and coping with noise in a repeated measurement design. BMJ Open 2013, 3, e002408
- [39] WIJNGAARDEN, S., STEENEKEN, H., HOUTGAST, T. (2002). Quantifying the intelligibility of speech in noise for non-native listeners. The Journal of the Acoustical Society of America, 111, S. 1906-1916
- [40] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for community noise. c 1999. Verfügbar unter: <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>. [Zugriff am 2019-03-20]
- [41] YANG, W., BRADLEY, J. (2009). Effects of room acoustics on the intelligibility of speech in classrooms for young children. The Journal of the Acoustical Society of America, 125, S. 922-933

Rechtsvorschriften (Gesetze und Verordnungen)

- [42] Wien: LGBl. Nr. 20/2018, Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO, idgF
- [43] Niederösterreich: LGBl. 5060-0, NÖ Kindergartengesetz 2006, idgF
- [44] Niederösterreich: LGBl. Nr. 4/2015, NÖ Bautechnikverordnung 2014 – NÖ BTV 2014, idgF
- [45] Burgenland: LGBl. Nr. 7/2009, Burgenländisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz 2009 – Bgl. KBBG 2009, idgF
- [46] Burgenland: LGBl. Nr. 23/2010, Burgenländische Kinderbetreuungsbauten- und -einrichtungsverordnung 2009 – Bgl. KBEV 2009, idgF
- [47] Salzburg: LGBl Nr. 41/2007, Salzburger Kinderbetreuungsgesetz 2007, idgF
- [48] Salzburg: LGBl. Nr. 35/1991, Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 28. März 1991, mit der Richtlinien für die bauliche Gestaltung und Einrichtung von Kindergärten erlassen werden, idgF
- [49] Steiermark: LGBl. Nr. 22/2000, Steiermärkisches Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz – StKBBG, idgF
- [50] Tirol: LGBl. Nr. 48/2010, Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz, idgF
- [51] Oberösterreich: LGBl. Nr. 39/2007, Oö. Kinderbetreuungsgesetz – Oö. KBG, idgF
- [52] Oberösterreich: LGBl. Nr. 93/2017, Oö. Bau- und Einrichtungsverordnung für Kinderbetreuungseinrichtungen 2017, idgF
- [53] Kärnten: LGBl. Nr. 13/2011, Kärntner Kinderbildungs- und -betreuungsgesetz – K-KBBG, idgF
- [54] Kärnten: LGBl. Nr. 58/2012, Kärntner Kinderbetreuungseinrichtungs-Verordnung, idgF
- [55] Vorarlberg: LGBl. Nr. 52/2008, Gesetz über das Kindergartenwesen, idgF
- [56] Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreuungseinrichtungen“, 2013

Normen und Richtlinien

- [57] ÖNORM B 8115-3 (2005), Schallschutz und Raumakustik im Hochbau — Teil 3: Raumakustik
- [58] ÖNORM EN ISO 11654 (1997), Akustik — Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden — Bewertung der Schallabsorption
- [59] ÖNORM EN ISO 717-1 (2013), Akustik — Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 1: Luftschalldämmung
- [60] ÖNORM EN ISO 12354-6 (2004), Bauakustik — Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften — Teil 6: Schallabsorption in Räumen
- [61] ÖNORM EN ISO 9921 (2003), Ergonomie — Beurteilung der Sprachkommunikation
- [62] OIB-Richtlinie 5, Schallschutz (Ausgabe: März 2015)
- [63] Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung: ÖAL-Richtlinie Nr. 6/18. Die Wirkungen des Lärms auf den Menschen. Beurteilungshilfen für den Arzt. Februar 2011