
Lärmreduktion in elementaren Bildungseinrichtungen

Planung und Gestaltung

Inhalt

VORBEMERKUNGEN	3
1 ZWECK UND ANWENDUNGSBEREICH	3
2 VERWEISE AUF NORMEN UND TECHNISCHE RICHTLINIEN	3
3 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	4
4 SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN	7
5 AUSGANGSSITUATION DER RICHTLINIE	7
5.1 Allgemeines.....	7
5.2 Schalltechnische Untersuchungen in elementaren Bildungs-einrichtungen (EBE)	7
5.3 Ursachen von Lärm in EBE.....	8
5.4 Wirkungen von Lärm in EBE.....	10
5.5 Sprachverständlichkeit in EBE.....	11
5.5.1 Hintergrundlärm	12
5.5.2 Nachhallzeit.....	12
5.5.3 Alter.....	13
5.5.4 Zweitspracherwerb vs. Muttersprache	15
6 RAUMAKUSTISCHE MAßNAHMEN	16
6.1 Allgemeines.....	16
6.2 Akustische Anforderungen für die Planung oder Sanierung.....	17
6.2.1 Grundlagen und Anforderungen für die Planung.....	17
6.2.2 Grundlagen und Anforderungen für die Sanierung.....	18
6.2.2.1 Beurteilung und Sanierung anhand einer Nachhallzeitmessung.....	18

6.2.2.2	Beurteilung und Sanierung ohne Nachhallzeitmessung.....	19
6.3	Berechnungsbeispiele für die Planung von Räumen in EBE	20
6.3.1	Schematische Erklärung des Rechengvorgangs bei der Planung.....	20
6.3.2	Berechnungsbeispiel in Oktavbändern	21
6.4	Berechnungsbeispiel für die Sanierung von Räumen in EBE.....	23
6.5	Beispiele für akustische Maßnahmen.....	26
7	PLANUNG UND GESTALTUNG DER RÄUME	28
7.1	Berücksichtigung der pädagogischen Ziele.....	28
7.2	Raumdimensionen.....	29
7.2.1	Raumhöhe.....	29
7.2.2	Raumfläche.....	30
7.3	Raumkonzepte und Beispiele für deren Umsetzung	30
7.4	Anregungen zur Planung und Gestaltung.....	32
7.4.1	Eigene Räumlichkeiten für unterschiedliche Aktivitäten.....	32
7.4.2	Trennung der Aktivitäten innerhalb eines Raumes – „Räume im Raum“	39
7.4.2.1	Wichtige Aspekte bei der Umsetzung.....	39
7.4.2.2	Anregungen aus der Praxis.....	41
	ANHANG A: Förskolan UVEN	44
	ANHANG B: Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen (EBE, Alter: bis zu 3 Jahre)	46
	ANHANG C: Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen (EBE, Alter: 3-6 Jahre)	47
	BIBLIOGRAPHIE	48

VORBEMERKUNGEN

Die in dieser Richtlinie verwendete Grammatik ist immer im neutralen Sinn gemeint. Von geschlechtsspezifischer Formulierung wird aus Gründen der vereinfachten Lesbarkeit abgesehen.

1 ZWECK UND ANWENDUNGSBEREICH

Diese Richtlinie dient als Leitfaden unter dem Aspekt der Lärmprävention

- a) für den Neubau von elementaren Bildungseinrichtungen¹ (EBE) und
- b) für die Sanierung bestehender Einrichtungen.

Adressaten sind Personen und Institutionen, die in die Planung, Adaptierung oder Sanierung 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 kann nur Empfehlungen an die Adressaten richten, es steht aber dem Auftraggeber frei, Planenden und Ausführenden bindende Anforderungen zu stellen. Dies sollte – besonders bezüglich der Anforderungen an die Raumakustik (siehe Kapitel 6) - zum frühestmöglichen Zeitpunkt geschehen.

2 VERWEISE AUF NORMEN UND TECHNISCHE RICHTLINIEN

Die nachstehenden Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich. Die Verweisungen beziehen sich auf die zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Richtlinie gültigen Fassungen.

ÖNORM B 8115-3 (2005): Schallschutz und Raumakustik im Hochbau – Teil 3: Raumakustik. 01. November 2005.

¹ Der Begriff „elementare Bildungseinrichtungen“ umfasst alle institutionellen Formen der Bildung und Betreuung von Kindern bis zum Schuleintritt (siehe Bundesländerübergreifender BildungsRahmenPlan für elementare Bildungseinrichtungen in Österreich, 2009)
https://www.bmb.gv.at/ministerium/vp/2009/bildungsrahmenplan_18698.pdf?5te6qh

ÖNORM EN ISO 3382-2: Akustik – Messungen von Parametern der Raumakustik – Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen, August 2009

OIB-Richtlinie 5. Schallschutz. Ausgabe, März 2015.

3 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die nachstehenden Begriffsdefinitionen

Absorber

Materialien oder Konstruktionen, die auftreffenden Schall nur vermindert reflektieren

Absorberklasse

Absorber werden, basierend auf dem erreichten Schallabsorptionsgrad α_w , nach ÖNORM EN ISO 11654 einer der Absorberklassen A, B, C, D oder E zugeordnet

äquivalente Absorptionsfläche

A

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

Diffusität des Schallfeldes

die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Schallenergie im Raum und über die Zeit und ist neben der schallabsorbierenden und der schallstreuenden Eigenschaft der Oberflächen auch abhängig von der Raumform

Energieäquivalenter Dauerschallpegel

$L_{A,eq}$

Über die Dauer eines Schallereignisses energetisch gemittelter A-bewerteter Schalldruckpegel

Frequenz,

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

Lärm

unerwünschter oder gesundheitsgefährdender Schall

Nachhallzeit

T

Zeitdauer der Abnahme des Schallpegels um 60 dB nach Ende einer Schallanregung in einem Raum

Nutzsignal

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

Nutzsignalpegel

Schalldruckpegel des Nutzsignals

Nutzsignal/Störsignalabstand

SNR

Pegeldifferenz zwischen Nutzsignal und Störsignal („signal to noise ratio“)

Oktave

Frequenzintervall dessen Frequenzverhältnis gleich 2 ist

Oktavband

Definierter Frequenzbereich, der durch seine Mittenfrequenz gekennzeichnet wird

Schallabsorptionsgrad

α

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

Schalldämm-Maß

R

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der auf den Bauteil auftreffenden Schalleistung zu der durch den Bauteil übertragenen Schalleistung

Schalldämm-Maß bewertetes

R_w

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

Schalldruck

p

durch eine Schallquelle im Medium Luft verursachten Schwankungen des Luftdrucks

Schalldruckpegel

L_p

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der Quadrate des Effektivwertes des Schalldrucks und des Bezugsschalldrucks (20 μPa), ausgedrückt in dB

Schallfeld

Verteilung der Schallenergie im Raum

Sprachverständlichkeit

subjektives oder objektives Maß für die Effektivität des Sprachverstehens

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:

A_B	äquivalente Absorptionsfläche der Raumbegrenzungsflächen in m^2
A_{erf}	erforderliche Mindestwerte der äquivalenten Absorptionsfläche in m^2
A_{zus}	zusätzlich erforderliches Mindestmaß an Absorptionsfläche in m^2
L_{Aeq}	A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel in dB
R_w	bewertetes Schalldämm-Maß in dB
S_D	Flächeninhalt der Decke in m^2
S_B	Flächeninhalt des Bodens in m^2
S_F	Flächeninhalt der Fenster in m^2
S_i	Flächeninhalt einer Teilbegrenzungsfläche in m^2
S_T	Flächeninhalt der Türen in m^2
S_w	Flächeninhalt der Wände in m^2
T	Nachhallzeit in s
α_m	mittlere Schallabsorptionsgrad im Raum
$\alpha_{m,B}$	mittlere Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen
α_p	Praktischer Schallabsorptionsgrad
α_s	Schallabsorptionsgrad (im Hallraum gemessen)
α_w	bewerteter Schallabsorptionsgrad
EBE	„Elementare Bildungseinrichtungen“ umfassen alle institutionellen Formen von Bildung und Betreuung der Kinder bis zum Schuleintritt.

5 AUSGANGSSITUATION DER RICHTLINIE

5.1 Allgemeines

Im Folgenden werden Ursachen von Lärm und dessen Auswirkungen auf Kinder und Personal erläutert. Ausgangspunkt sind wissenschaftliche Untersuchungen zu dieser Thematik.

5.2 Schalltechnische Untersuchungen in elementaren Bildungseinrichtungen (EBE)

Schallpegelmessungen in Gruppenräumen zeigen weltweit konsistent eine hohe Lärmbelastung. Länderspezifische Untersuchungen liegen aktuell unter anderem für folgenden Länder vor: Griechenland (Chatzakis et al., 2014), Australien (Grebennikov, 2006), Dänemark (Voss,

2005), Italien (Perego, et al.1996), Amerika (Maxwell & Evans, 2000), Kanada (Sato & Bradly, 2008), England (Shield & Dockrell, 2004), Schweden (Sjödin, et al. 2012; Södersten, et al., 2002; Walinder, et al. , 2007; Waye, et al. 2013), Deutschland (Buch & Frieling, 2001; Eysel-Gosepath, , et al. 2010; Paulsen, 2004), Österreich (Brachtl, 2013; Ruppert-Pils & Wahler,2013).

Untersuchungen in Schweden während der 1970er Jahre ergaben Schallpegelwerte, welche laut „Swedish recommendations for hearing protection“ zu hoch waren. Die Werte lagen, über kürzere sowie auch längere Zeitabschnitte, zwischen 76 und 88 dB(A), mit häufigen Maximalwerten > 116 dB(A) (Berglund, et al. 1975; Colven, 1986 zitiert nach Södersten et al., 2002).

Es wurden Maßnahmen zur Reduktion der Schallpegel ergriffen. Einerseits wurde die Raumakustik verbessert, andererseits wurden organisatorische Maßnahmen umgesetzt. Letztere inkludierten eine Reduktion der Gruppengröße (als optimale Kinderanzahl pro Pädagogin wurden 3-4 bzw. 6-7 Kinder genannt), eine Änderung der pädagogischen Strategie, 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 Schallpegels um 10 dB (Colven, 1986 zitiert nach Södersten et al., 2002).

Beispielhaft wird eine weitere Untersuchung einer EBE aus Umeå, Schweden in Anhang A vorgestellt.

5.3 Ursachen von Lärm in EBE

Wissenschaftliche Untersuchungen ergaben folgende Hauptursachen 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. stiller 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).

- **Kinder je Gruppenraum:** je mehr Kinder sich innerhalb eines Raumes gleichzeitig 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 Kinderanzahl, weniger als 14 Kinder, mehr Initiative und eine höhere Konzentration. Hingegen führt eine höhere Anzahl an Kindern zu einem vermehrt aggressiven und destruktiven Verhalten (Stankovic, et al., 2006). Es zeigte sich ein Anstieg im Kortisolspiegel der Kinder, wenn innerhalb einer Gruppe mehr als 15 Kinder anwesenden 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 Pegel meist aufgrund von Schreien und Weinen auftreten (Södersten et al., 2002).
- **Lombardeffekt:** Der Lombardeffekt bezeichnet die Beobachtung, 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 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 Schallpegels zu reduziertem Sprachpegel der Kinder und Kindergartenpädagogen führte. Dies wurde als eine mögliche Konsequenz der Reduktion des Lombardeffekts interpretiert.

- **Pädagogische Konzepte:** Auch wenn es noch wenig repräsentative Vergleichsstudien gibt, zeigt sich die Tendenz, dass unterschiedliche pädagogische Grundsätze oder Konzepte sich unterschiedlich auf die Lärmsituation in EBE. auswirken.(vgl. Compani & Lang, 1994; S. 59; Schönwalder et al, 2004: S. 120;).

5.4 Wirkungen von Lärm in EBE

Schallpegelmessungen in Gruppenräumen von EBE ergeben überwiegend Werte, die unter dem gehörgefährdenden Bereich liegen. Schallbelastungen unter dem gehörgefährdenden Bereich können andere gesundheitliche Belastungen mit sich bringen. Diese werden mit dem Begriff extraaurale Lärmwirkung² bezeichnet. Extraaurale Lärmwirkung beeinträchtigt durch zahlreiche über das Hörorgan ausgelöste Reaktionen im Organismus das Wohlbefinden und die Gesundheit der Betroffenen.

Dazu zählt:

- 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 notwendiger Erhöhung des Sprechpegels
- Veränderung des Sozialverhaltens, z.B. Nervosität, Aggressivität und Gereiztheit

Nähere Erläuterungen siehe ÖAL-Richtlinie 6/18 „Wirkungen des Lärms auf den Menschen“, 2011.

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

- Kinder geben an, die Lärmbelastung in den Räumlichkeiten körperlich wahrzunehmen, in Form von Kopfschmerzen, Bauchschmerzen, Ermüdung,...etc. (Walinder et al., 2007; Waye et al., 201(4)3).

² Bei gesundheitlichen Auswirkungen durch Schallimmissionen sind „aurale Lärmwirkungen“ von „extraauralen Lärmwirkungen“ zu unterscheiden. „Aurale Lärmwirkung“ bezieht sich auf hohe Schallpegel, die zu Hörstörungen wie Schwerhörigkeit führen, hingegen bezieht sich „extraaurale Lärmwirkung“ auf niedrigere Schallpegel mit Auswirkungen jenseits des Hörorgans.

- Pädagogen, die sich durch Lärm in Gruppenräumen belastet fühlen, geben an, vermehrt an körperlichen Beschwerden wie z.B. 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 in einer hohen Zufriedenheit der Pädagogen widerspiegelt (Rennies-Hochmuth & Nsabimana, 2016).
- Lärm zu ertragen fällt mit zunehmendem Alter und zunehmender Beschäftigungsdauer schwerer (Brachtl, 2013; Eysel-Gosepath, 2010).
- Pädagogen berichten aufgrund der akustischen Situation in Gruppenräumen, permanent mit erhöhter Sprechlautstärke kommunizieren zu müssen. Dies hat Effekte auf Gehör und Stimme (Perego et al., 1996). Es werden auch Probleme mit den Stimmbändern genannt (Geißler-Gruber, 2005). In einer Untersuchung während eines Arbeitstages von Kindergartenpädagoginnen wurde ein durchschnittlicher A-bewerteter Sprechpegel von 85,4 dB festgestellt (Södersten et al., 2002).

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 geringer der Störsignalpegel im Verhältnis zum Nutzsignalpegel und je geringer die Nachhallzeit im Raum ist. Weiters führt eine längere Nachhallzeit 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 erhöhter Stimmaufwand (lautere und höhere Stimme) dies nur teilweise und kurzfristig kompensieren kann stellt dies keine Dauerlösung dar

Entsprechend WHO-Empfehlungen sollte der Nutzsinal/Störsignalabstand (SNR) während Unterrichtseinheiten (in Schulen sowie 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. 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.

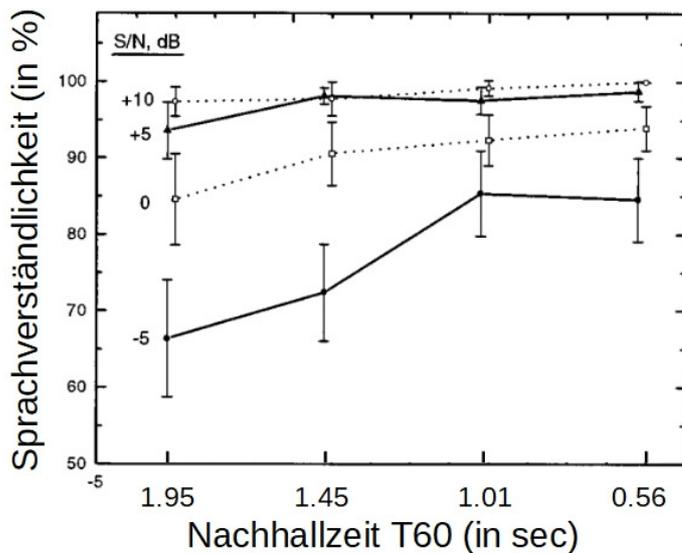


Abbildung 1 Die Abnahme der Sprachverständlichkeit bei steigender Nachhallzeit. Der Effekt der Nachhallzeit wirkt sich besonders negativ bei einem geringen SNR aus. Adaptiert aus Bradley et al. (1999).

Nach raumakustischen Sanierungen und damit reduzierter Nachhallzeit zeigen Studien mit Vorschul- sowie Grundschulkindern eine verbesserte Sprachverständlichkeit (Kawai, 2010; Maxwell & Evans, 2000; Peng, Wang, Lau, Yan, Jiang & Wu, 2015) sowie eine Reduktion des Schallpegels (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. 12-14 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 sec konstant gehalten. Während 11-12-Jährige auch bei einem negativen SNR von -5 dB ca. 80% der dargebotenen Sprache verstehen, verstehen 6-7-Jährige nur knapp 55%.

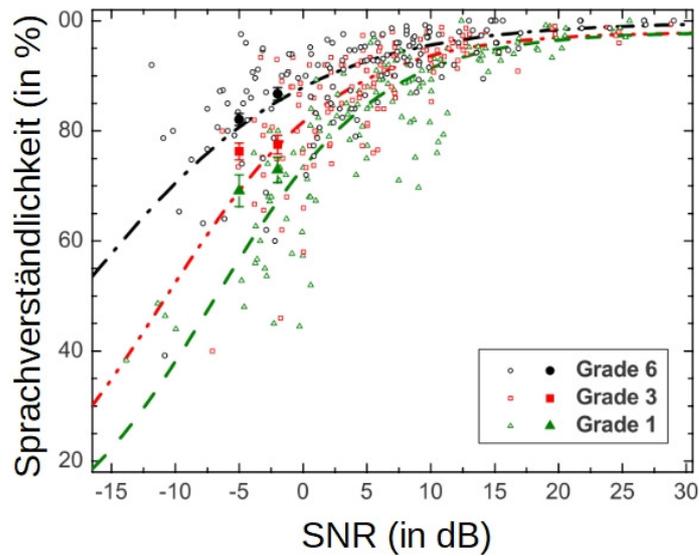


Abbildung 2 Die Sprachverständlichkeit als Funktion des SNR bei verschiedenen Altersgruppen (Grade 1: 6-7 Jahre; Grade 3: 8-9 Jahre; Grade 6: 11-12 Jahre). Die Nachhallzeit war konstant bei ca. 0,5 sec. Adaptiert aus Yang and Bradley (2009) und Bradley and Sato (2008).

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 gehalten bei -2 dB. Der Einfluss von zunehmender Nachhallzeit nimmt mit steigendem Alter ab. 6-7-Jährige verstehen bei einer Nachhallzeit von ca. 1,3 sec nur ca. 66% des Sprachinhaltes, während 11-12-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).

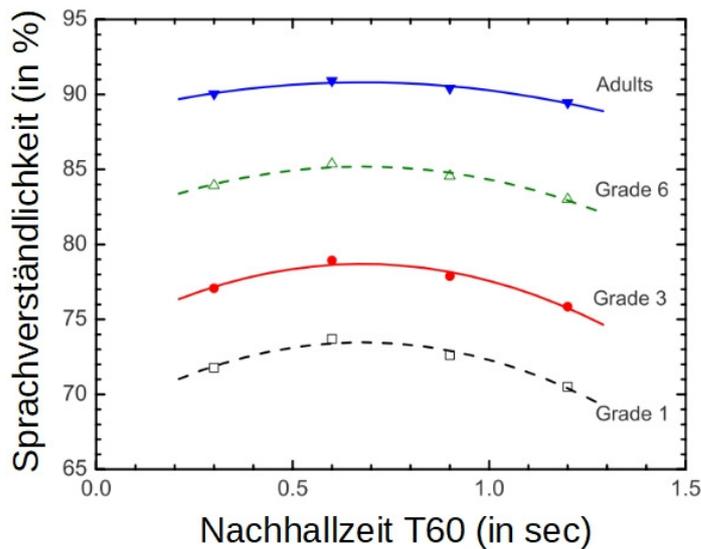


Abbildung 3 Der Einfluss der Nachhallzeit auf die Sprachverständlichkeit bei verschiedenen Altersgruppen (Grade 1: 6-7 Jahre; Grade 3: 8-9 Jahre; Grade 6: 11-12 Jahre). Der SNR war konstant bei -2 dB. Adaptiert aus Yang und Bradley (2009).

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 6. Lebensjahr. Dieser Zeitraum ist entscheidend für die Entwicklung der Sprachmotorik (Spreng, 2003, zitiert nach Oberdörster & Tiesler, 2006, S. 25).

5.5.4 Zweitspracherwerb vs. Muttersprache

Aufgrund der besonderen Anforderungen beim Sprachverstehen in einer Fremdsprache (besonders relevant für Kinder mit Migrationshintergrund) ist eine Erhöhung des SNR um ca. 4-5 dB notwendig (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 der negative Effekt des Hörens in einer Zweitsprache sich mit der negativen Interaktion

von Nachhallzeit und Alter überlagert, also die unterste Kurve in Abb. 3 bei Zweitspracherwerb sich 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 eminente Bedeutung für die Erfüllung der Funktion solcher Einrichtungen. Dementsprechend ist eine möglichst hohe Schallabsorption in allen Aufenthaltsräumen sowie in Gängen und Garderoben von EBE erforderlich. Dadurch ergibt sich außerdem eine Verringerung der Schallübertragung zwischen den Räumen, auch dann, wenn dazwischen liegende Türen offen bleiben.

Bezüglich der Maßnahmen zum Anheben der Schallabsorption gilt:

- So früh wie möglich: d.h. 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 nicht parallelen Wand, zu empfehlen (zur Veranschaulichung siehe Abbildungen 4 und 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 genannt und Berechnungsbeispiele für Planung und Sanierung sowie mögliche akustische Maßnahmen innerhalb der Räumlichkeiten vorgestellt.

6.2 Akustische Anforderungen für die Planung oder Sanierung

Bei der Planung oder Sanierung von Räumen von EBE ist die Kenntnis der Werte des Schallabsorptionsgrades der Begrenzungsflächen des Raumes, bzw. 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 Fachliteratur und Normen zu finden. Für schallabsorbierende Materialien und Konstruktionen müssen durch Prüfzeugnisse belegte Werte des Schallabsorptionsgrades oder der äquivalenten Schallabsorptionsfläche vorliegen.

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 und sind damit etwas höher als jene der OIB-Richtlinie 5, verursachen aber dieser gegenüber – bei rechtzeitigem Vorsehen – keinen nennenswerten Mehraufwand.

6.2.1 Grundlagen und Anforderungen für die Planung

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 wird für jede Begrenzungsfläche i mit dem Flächeninhalt S_i in m^2 und dem Schallabsorptionsgrad α_i deren äquivalente Absorptionsfläche $A_i = S_i \alpha_i$ in m^2 berechnet.

Aus der Division der Summe der äquivalenten Absorptionsflächen der Raumbegrenzungsflächen $\sum A_i$ durch die Summe der Flächeninhalte $\sum S_i$ – beide in m^2 – ergibt sich der mittlere Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B} = \sum A_i / \sum S_i$.

Ziel der Planung ist, folgende Mindestwerte für den mittleren Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ (für den nicht eingerichteten, also in Planung befindlichen Raum) zu erreichen oder zu überschreiten (siehe Tabelle 1):

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)*	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20

*) 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 ist zu empfehlen, den Wert von 0,20 anzustreben.

6.2.2 Grundlagen und Anforderungen für die Sanierung

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 zu empfehlen. 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 s in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 125 Hz bis 4000 Hz und dem Volumen V in m^3 ergibt sich die äquivalente Absorptionsfläche A im Raum in m^2 aus der Beziehung $A = 0,16V/T$.

Die Werte des mittleren Schallabsorptionsgrades α_m im Raum ergeben sich dann aus der Beziehung $\alpha_m = A/\sum S_i$, wobei $\sum S_i$ die Summe der Flächeninhalte S_i in m^2 der Begrenzungsflächen ist.

Diese Werte von α_m werden mit den in Tabelle 2 angeführten Mindestwerten verglichen. Liegen die Istwerte von α_m unter den Mindestwerten, ist eine akustische Sanierung sinnvoll.

Für die akustische Sanierung von Räumen von EBE sind folgende 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)*	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30

*) 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 ist zu empfehlen, 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)*	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20

*) 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 ist zu empfehlen, 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. Gänge) 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 muss die eventuelle Einrichtung des betrachteten Raumes außer Acht gelassen werden (siehe Kapitel 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 Rechengvorgangs bei der Planung

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

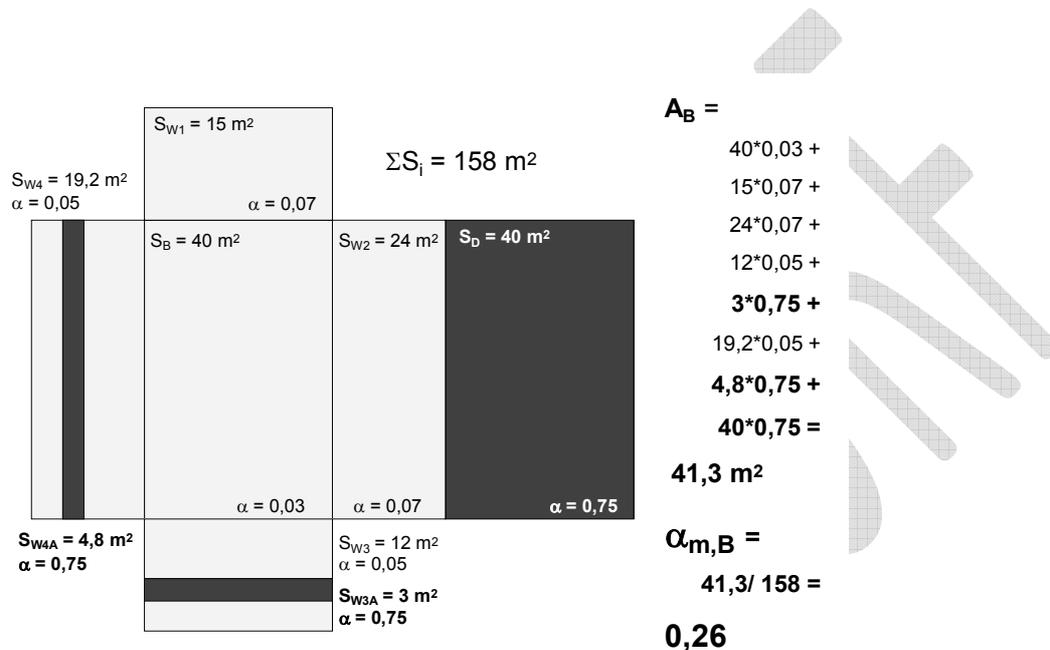


Abbildung 4 Bildhafte Erklärung des Rechengvorgangs bei der Planung

Die neben der Skizze dargelegte Berechnung ergibt einen mittleren Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ von 0,26, der den Anforderungen entspricht. Im eingerichteten Raum tragen die Einrichtung, die Personen und auch die Luft zur Schallabsorption bei. Bei einer für Gruppenräume üblichen Einrichtung wäre im Beispielraum ein Wert des mittleren Schallabsorptionsgrades α_m 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 Rechengvorgang in jedem der in den Anforderungen genannten Oktavbändern erforderlich

6.3.2 Berechnungsbeispiel in Oktavbändern

Abbildung 5 und Tabelle 4 zeigen ein Beispiel für die Planung und Berechnung einer den

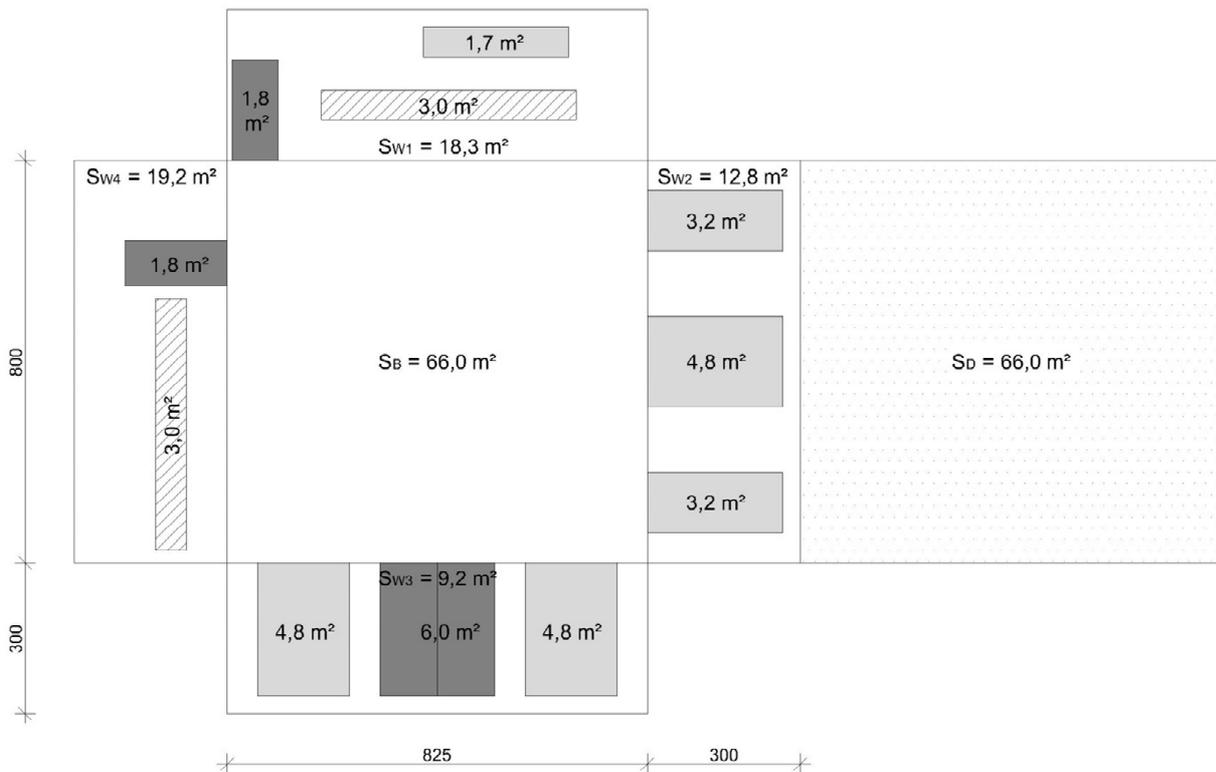


Abbildung 5: Raumbegrenzungsflächen für das Berechnungsbeispiel eines Gruppenraumes. Die Flächenmarkierungen haben dabei folgende Bedeutung

Anforderungen entsprechenden akustischen Ausstattung eines Gruppenraumes.

weiß ... Mauerfläche

hellgrau ... Fensterflächen

dunkelgrau ... Türflächen

schraffiert ... schallabsorbierende Wandpaneele

punktiert ... schallabsorbierende Deckenfläche

Tabelle 4 Berechnungsbeispiel für die Ermittlung des mittleren Schallabsorptionsgrades der Raumbegrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ in einem Gruppenraum (grau markierte Felder kennzeichnen Flächen schallabsorbierender raumakustischer Maßnahmen)

Bezeichnung der Raumbegrenzungsfläche	Flächenbez.	Teilfläche S_i [m ²]	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 [m ²]	α_i	A_i [m ²]	α_i	A_i [m ²]	α_i	A_i [m ²]	α_i	A_i [m ²]	α_i	A_i [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 gem. ÖNORM B8115-3	$\alpha_{m,B}$		-	0,20		0,25		0,25		0,25		0,20			

Verweis Nr.	Materialbeschreibung der Raumbegrenzungsfläche	Literaturquelle 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, 8/18Q, aufgeschichtetes Akustikvlies, 40mm Mineralwolleauflage und 160mm Luftraum	Datenblatt Hersteller

Aus Tabelle 4 geht hervor, dass durch die getroffenen raumakustischen Maßnahmen in Form einer schallabsorbierenden gelochten Gipskartondecke und zweier schallabsorbierender Akustikwandpaneele, 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 meistens der Fall, einen Schallabsorptionsgrad um etwa 0,05 aufweisen. Liegt ein höherer Wert vor, muss das in den Berechnungen durch entsprechende Verringerung der Schallabsorptionsgrade der Konstruktionen berücksichtigt werden. So ein Fall wäre z.B. gegeben, wenn die Platten einer vorhandenen abgehängten Decke durch andere ersetzt werden, die wesentlich höhere Werte des Schallabsorptionsgrades im mittleren und höheren Frequenzbereich bewirken sollen. Als Beispiel dient ein Gruppenraum.

Abmessungen:

Länge in m: 8,1

Breite in m: 6,6

Höhe in m: 3,4

Daraus ergeben sich:

Volumen V in m^3 : 181

Flächeninhalte der Raumbegrenzungsflächen:

Deckenfläche S_D in m^2 : 53; Bodenfläche S_B in m^2 : 53; Wandfläche S_W in m^2 : 100

Gesamtfläche $\sum S_i$ in m^2 : 206

Aus den in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 125 Hz bis 4000 Hz im Raum gemessenen Werten der Nachhallzeit T in s, und des Volumens V in m^3 werden die Werte der äquivalenten Absorptionsfläche A in m^2 aus der Beziehung $A = 0,16V/T$ 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 werden mit den geforderten Mindestwerten verglichen. In Tabelle 5 sind die Werte zusammengefasst:

Tabelle 5 Berechnung der Istwerte des mittleren Schallabsorptionsgrades $\alpha_{m,ist}$ und Vergleich mit den Mindestwerten für α_m

Oktavmittenfrequenz in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Gruppenraum, gemessene Nachhallzeit T in s	1,05	0,96	1,00	0,92	0,89	0,78
Gruppenraum, äquivalente Absorptions- fläche A in m^2	28	30	29	31	33	37
Gruppenraum, Istwerte des mittleren Schallabsorptionsgra- des $\alpha_{m,ist}$	0,13	0,15	0,14	0,15	0,16	0,18
Mindestwerte für den mitt- leren Schallabsorptionsgrad α_m in Gruppenräumen	(0,20)	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30

Liegt, wie in Tabelle 5 erkennbar, ein Defizit vor, kann das Ausmaß der erforderlichen akustischen Sanierungsmaßnahmen und deren Auswirkung berechnet werden.

Aus den geforderten Mindestwerten für den mittleren Schallabsorptionsgrad α_m im Raum werden die entsprechenden Mindestwerte der äquivalenten Absorptionsfläche A_{erf} in m^2 im Raum berechnet. Die Differenz zwischen A_{erf} und A ergibt das Ausmaß der zusätzlich einzubringenden äquivalenten Absorptionsfläche A_{zus} in m^2 (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6 Berechnung der zur Sanierung einzubringenden äquivalenten Absorptionsfläche A_{zus} in m^2

Oktavmittenfrequenz in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Mindestwerte der äquiva- lenten Absorptionsfläche A_{erf} in m^2 im Gruppenraum	(41)	51	62	62	62	62
Gruppenraum, äquivalente Absorptions- fläche A 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 erfolgt 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 oder α_s der Materialien, sowie der Flächeninhalte S_i in m^2 der damit zu verkleidenden Flächen wird der Wert der damit zusätzlich eingebrachten äquivalenten Absorptionsfläche $A_{zus,i} = \alpha_{s,i} S_i$ berechnet. Falls Schallschluckkörper zur Sanierung eingesetzt werden, so können sie entsprechend der verwendeten Anzahl, multipliziert mit der jeweiligen äquivalenten Absorptionsfläche, berücksichtigt werden.

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 7):

Tabelle 7 Werte des Schallabsorptionsgrades der gewählten Konstruktionen

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

Wenn angenommen wird, dass eine Fläche $S_1 = 35 m^2$ der Decke und $S_2 = 5 m^2$ der Wandflächen des Gruppenraums mit den entsprechenden Platten verkleidet werden, können die Werte der damit eingebrachten äquivalenten Absorptionsfläche $A_{zus,i}$ in m^2 und durch Addition der bereits vorhandenen äquivalenten Absorptionsfläche A die im sanierten Raum zu erwartende äquivalente Absorptionsfläche A_{neu} berechnet werden. Aus $\alpha_{m,neu} = A_{neu} / \sum S_i$ ergibt sich der Schallabsorptionsgrad im sanierten Raum (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8 Berechnung und Beurteilung der Auswirkung der Sanierungsmaßnahmen

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

Die Anforderungen an den mittleren Schallabsorptionsgrad α_m im Gruppenraum wären damit erfüllt.

6.5 Beispiele für akustische Maßnahmen

Zur Schaffung eines geeigneten raumakustischen Umfeldes sind primär folgende akustische Maßnahmen zu empfehlen, 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 (α_{mB}) oder (α_m) erfolgen muss:

- a) Das breitbandig schallabsorbierende Material an der Decke sollte mindestens der Absorberklasse C gem. ÖNORM EN ISO 11654 entsprechen und somit einen bewerteten

Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,60$ aufweisen. Beispielsweise sind hier gelochte Akustikdecken mit Akustikvlies und Mineralwolleauflage, Mineralfaserdecken, etc. 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. Auf Grund der oft nur eingeschränkt zur Verfügung stehenden freien Flächen an den Seitenwänden soll das Material mindestens der Absorberklasse B gem. ÖNORM EN ISO 11654 entsprechen und einen bewerteten Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,80$ aufweisen. Es ist zu empfehlen, die Maßnahmen an den Wänden in Ohrhöhe, also meist zwischen 0,8 und 1,6 m, anzubringen. Da die Materialien somit im unmittelbaren Handbereich angeordnet sind, ist bei der Produktwahl auf die ausreichende Robustheit der Materialien zu achten. Das Ausmaß der erforderlichen Flächen wird anhand einer Berechnung entsprechend Kapitel 6.2 oder 6.3 bestimmt und ist vor allem abhängig vom Schallabsorptionsvermögen der in Pkt. a) geforderten Akustikdecke. Bei Verwendung einer hochabsorbierenden Konstruktion an der Decke können die Anforderungen an den mittleren Schallabsorptionsgrad oft bereits durch die Decke alleine erfüllt werden. Die effektive Wirkung der schallabsorbierenden Decke kann jedoch ohne zusätzliche schallabsorbierende Flächen an den Wänden erheblich eingeschränkt sein. Beispielsweise sind für die schallabsorbierenden Maßnahmen an den Seitenwänden mindestens 4 cm dicke poröse Absorber aus akustischer Sicht 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 Regale mit mindestens der halben Raumhöhe positiv auf die Schallfeldverteilung im Raum aus. Sind Raumteiler als raumhohe geschlossene Möbel ausgeführt, so können beispielsweise auch etwas abgeschirmte Bereiche geschaffen werden.

Eine Zusammenfassung der beispielhaft angeführten akustischen Maßnahmen findet sich in Tabelle 9.

Tabelle 9 Möglichkeit geeigneter akustischer Maßnahmen innerhalb der Räumlichkeiten für die Erfüllung der Anforderungen

Pos.	Maßnahmenbeschreibung	akustische Eigenschaft	Beispiele
1	schallabsorbierende Raumbegrenzungsflächen *	Deckenabsorber: bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,60$ Wandabsorber: bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,80$	- 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 zumindest schallstreuende Anordnung von Einrichtungsobjekten im Raum	- Regale mit mindestens halber Raumhöhe - raumhohe geschlossene Möbel, zur Schaffung abgeschirmter Bereiche - schallabsorbierende Möbelfronten

* 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, Anhang 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.

Aus den pädagogischen Zielen sind folgende Orte zu schaffen:

- Bereich zum Erholen und Nachdenken (z.B. Rückzugsbereiche)
- Bereich zum Ausleben des Bewegungsdrangs (z.B. Bewegungsräume)
- Bereich für 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, Anhang A3 sollten Räume, in denen 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).

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

7.2.2 Raumfläche

Bezüglich 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). Dabei sollte die Raumfläche in Abhängigkeit der Nutzung angepasst werden. Anhand des pädagogischen Konzepts sollte überlegt werden, wieviel Fläche für die jeweiligen Aktivitäten benötigt wird. Eine ebenso wichtige Überlegung betrifft die Anzahl der Kinder pro Raum (siehe Kapitel 5.3). Empfehlenswert ist es auch, akustische Puffer-Räume einzuplanen, wie z.B. Lagerräume oder Garderoben

7.3 Raumkonzepte und Beispiele für deren Umsetzung

Räume in EBE sollten so konzipiert werden, dass bereits die Raumstruktur (Raumkonzept/Raumanordnung) eine belastende Lärmentwicklung möglichst vermeidet. Dabei muss berücksichtigt werden, dass verschiedene Aktivitäten unterschiedliche Geräusche erzeugen.

In EBEs finden folgende Aktivitäten statt:

- Ruhebedürftige Aktivitäten
 - Konzentriertes Lernen und Spielen (Forschen, Lesen, Zeichnen und Malen, Steckspiele, ...)
 - Zurückziehen, Entspannen und Verarbeiten
- Lärmintensive und/oder bewegte Aktivitäten
 - Klettern, Laufen ...
 - Begegnungsorte von Großgruppen (gemeinsames Essen, Feste, Theater, Musizieren, ...)

In Tabelle 10 wird beschrieben, welche Eigenschaften – neben dem Erfüllen der akustischen Anforderungen - die Räumlichkeiten bezüglich der Aktivitäten aufweisen sollen. Dazu werden Beispiele für die Umsetzung in der Praxis präsentiert.

Tabelle 10 Beispiele für die Erfüllung pädagogischer Raumanforderungen

Anforderung	Beispiele
<p>ruhebedürftig – Rückzug</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orte zur Erholung und zum Nachdenken / Rückzugsmöglichkeiten (möglichst geringe visuelle und akustische Reize) 	<p>Eigener Raum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Behaglichkeitsraum • Ruheraum • Eigener Raum zur Sprachförderung • Raum zur kognitiven Förderung <p>Räume im Raum</p>
<p>ruhebedürftig - konzentriert</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orte zur optimalen Entwicklung der Sprachkompetenzen • Orte zur Förderung der Kreativität • Orte zum Erwerb und zur Entfaltung von kognitiven Kompetenzen 	<ul style="list-style-type: none"> • 2. Ebene innerhalb des Raumes • Nischen, Höhlen, Rückzugsecken, Abschirmungen, Kojen, etc. Mobile Wände oder Trennflächen • Flexibles Mobiliar
<p>lärmintensiv – bewegt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ort zum Ausleben des Bewegungsdrangs 	<p>Eigener Raum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsraum • Bewegungsbaustelle (Raum bzw. Bereich zur vielfältigen Bewegungserfahrung, wie Kletterwände, Seile, Schaukeln, ...) <p>Gartenfreifläche</p>
<p>lärmintensiv - Begegnung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ort zur Förderung der Kreativität (wie Theater, Werkstatt, Konstruktion, Rollenspiele...) • Begegnungsorte für gemeinsames Essen, Feste, ... 	<p>Eigener Raum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restaurant • Werkraum und Atelier • Bauraum • Musizierraum <p>Räume im Raum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • raumhohe mobile Trennwand • flexibles Mobiliar (z.B. Kästen mit Rollen) • Bühnenbereiche für Rollenspiel und Theater • Labortische, Forschungsstationen, Tast-/Fühlwege

--	--

* mindestens entsprechend der bundeslandspezifischen Vorgaben

7.4 Anregungen zur Planung und Gestaltung

Im Folgenden werden zwei grundlegende Konzepte für die Planung und Gestaltung von EBE vorgestellt. Einerseits eigene Räumlichkeiten für unterschiedliche Aktivitäten zur Verfügung zu stellen (Kap. 7.4.1), andererseits innerhalb eines Raumes Abtrennungen für unterschiedliche Aktivitäten zu schaffen (Kap. 7.4.2).

Unabhängig davon, welches Konzept in Betracht gezogen wird, muss immer eine ausreichende Schallabsorption in allen „Räumen“ berücksichtigt werden.

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 6). Um dem Bewegungsdrang der Kinder nachzukommen, sollte ein Bewegungsraum eingeplant werden, welcher den Kindern jederzeit zur Nutzung zur Verfügung steht.

Bei der Planung muss daher darauf geachtet werden, dass die bespielbare Bodenfläche den bundeslandspezifischen Mindestrichtgrößen entspricht (siehe Anhang B und C).

Die nachfolgende Raumskizze veranschaulicht ein Planbeispiel für zwei Gruppen (siehe Abbildung 6). Neben einem größeren Gruppenraum stehen noch zwei weitere Räumlichkeiten zur Verfügung. Einer dient dem Nachgehen ruhebedürftiger Aktivitäten, wie der Sprachförderung und dem Umgang mit Materialien zur kognitiven Förderung (= Ruheraum). Der andere dient dem Hantieren mit Materialien, die Geräusche erzeugen (= Werkraum/Atelier). Weiters steht beiden Gruppen ein Bewegungsraum zur Verfügung, welcher jederzeit genutzt werden kann. Um die Aufsicht der Kinder auch bei mehreren

Räumen zu gewährleisten, werden an einigen Wandflächen Sichtfenster eingebaut sowie die Türen mit Glasflächen versehen.

FAKULTÄT FÜR INGENIEURWISSENSCHAFTEN

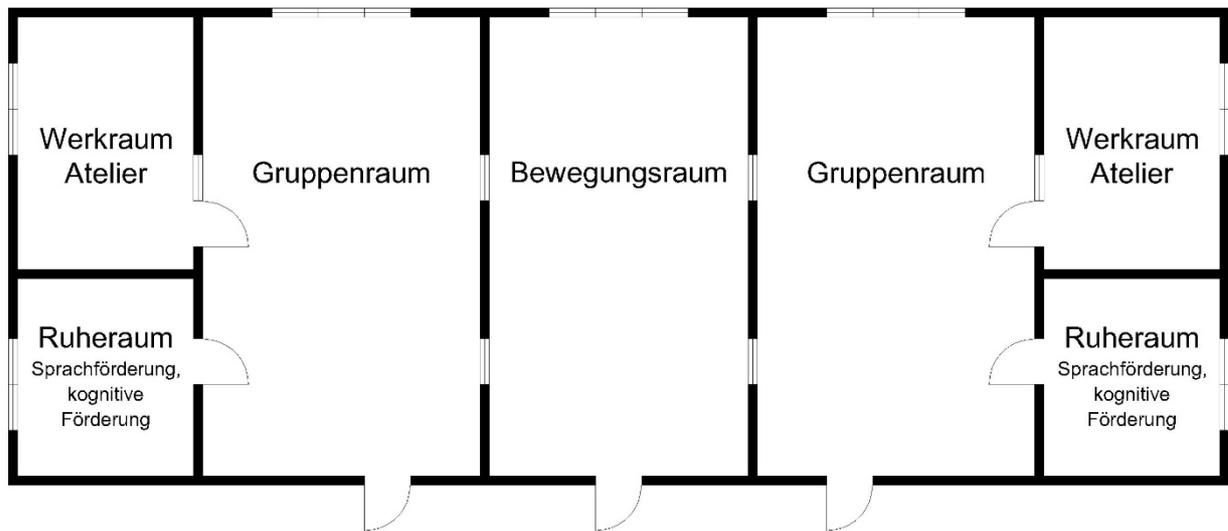
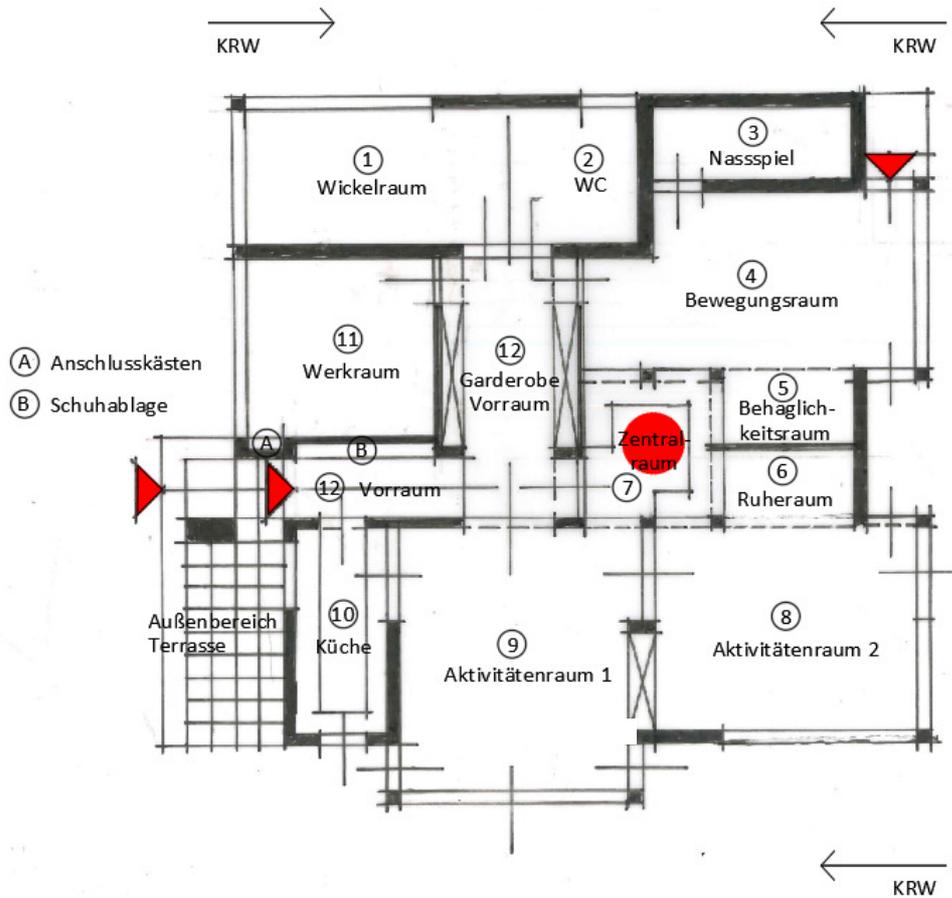


Abbildung 6 Planbeispiel 1 einer EBE mit räumlicher Trennung unterschiedlich lärmintensiver Aktivitäten

Im Folgenden ist ein weiteres Planbeispiel für eine Gruppe mit funktionaler Anordnung der diversen Nutzungen veranschaulicht (siehe

Abbildung 7). 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.



1	16,96 m ²	7	8,25 m ²
2	7,56 m ²	8	25,88 m ²
3	< 5,74 m ²	9	30,19 m ²
4	25,90 m ²	10	8,35 - 9,00 m ²
5	4,80 m ²	11	20,00 m ²
6	4,80 m ²	12	15,75 m ² mit Kästen

Abbildung 7 Planbeispiel 2 einer EBE 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, ist darauf zu achten, dass die Aufsicht in allen Räumlichkeiten gewährleistet werden kann. Zu empfehlen ist hierbei, die Türen zu den Räumlichkeiten mit Glasflächen zu versehen bzw. an den Wandflächen Sichtfenster einzubauen

Im Folgenden werden Beispiele dazu veranschaulicht (siehe Abbildung 8 bis 11):



Abbildung 8 Sichtfenster in den Türen zu einem Bauraum und einem Werkraum (aus Umea County)



Abbildung 9 Sichtfenster in der Tür zu einem angrenzenden Werkraum (aus Umeå)



Abbildung 10 Sichtelemente in der Wand zu einem angrenzenden Bewegungsraum (aus Hamburg)



Abbildung 11 Sichtelemente in der Wand zu einem angrenzenden Bewegungsraum (aus 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. Die Bedürfnisse der Kinder 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 Gruppenraum) zuzuordnen, sondern eröffnet den Beteiligten die Möglichkeit, im Geschehen 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“ berücksichtigt werden:

- **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).

- **Flexibles Mobiliar ergänzt starr Gebautes:** Raumteiler bzw. Trennwände können mit wenig Aufwand einen Raum und seine Funktion verändern. Pädagogen und Kinder können schnell und einfach den Raum ihren Bedürfnissen anpassen. Es werden in einem Raum 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 dem gebauten und dem flexiblen Mobiliar, 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...) 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. Üblicherweise bestehen solche mobilen Trennwandsysteme aus mehreren einzelnen Wandelementen, die an einer Deckenschiene befestigt sind. Wie in nachstehender Abbildung 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 und üblich ist. Herstellerabhängig können mobile Trennwände auch mit schallabsorbierender Oberfläche ausgeführt werden, was aus akustischer Sicht zur Einhaltung der gleichmäßigen Absorptionsverteilung zu empfehlen ist (siehe Abbildung 12).

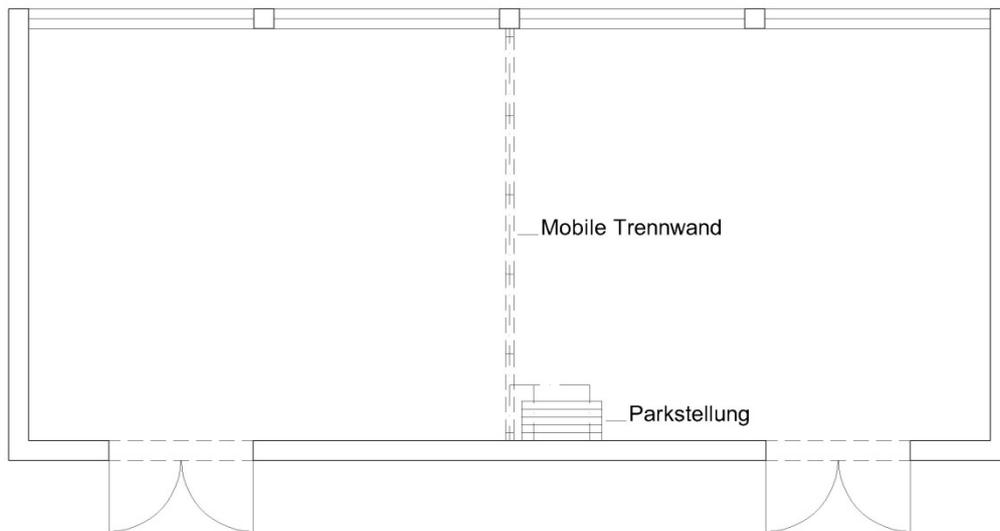


Abbildung 12 Skizze über die beispielhafte Lösung der multifunktionalen Nutzung größerer Räume durch die Installation einer raumhohen mobilen Trennwand.

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“ Maßnahmen betreffend der Akustik. (siehe Abbildung 13 bis 15).



Abbildung 13 zweite Ebene mit Rückzugsmöglichkeiten (nach dem Hamburger Raumgestaltungskonzept).



Abbildung 14 Bewegungsraum für Kinder von 0 – 3 Jahren nach dem Hamburger Raumgestaltungskonzept. Schallabsorbierende Decke, mehrere Ebenen mit Klettermöglichkeit und Rückzugsmöglichkeiten.



Abbildung 15 Bewegungsraum für Kinder von 3 – 6 Jahren nach dem Hamburger Raumgestaltungskonzept. Schallabsorbierende Akustikdecke.

ANHANG A: Förskolan UVEN

Skolgatan 138, 90332 Umeå, Schweden

<http://forskolanuven.wordpress.com>

Im Folgenden wird eine EBE aus Schweden vorgestellt (Sjödín et al., 2012). In Umeå ergaben Schalldruckpegelmessungen in Gruppenräumen von 17 EBE sowie mittels Dosimeter an den PädagogInnen der Einrichtungen L_{Aeq} Werte welche deutlich unter den Messergebnissen anderer Länder lagen. Die Räumlichkeiten dieser EBE zeichnen sich dadurch aus, dass einer Gruppe mehrere Räume für die pädagogische Arbeit zur Verfügung stehen und die meisten der gemessenen Räume über Akustikdecken, sowie schallabsorbierende Wandpaneele verfügen.

Die elementare Bildungseinrichtung UVEN beinhaltet 3 ‚Departments‘, für 2-5 jährige Kinder. Insgesamt werden 55 Kinder von 9 pädagogischen Fachkräften (‚preschoolteacher‘ 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 16).

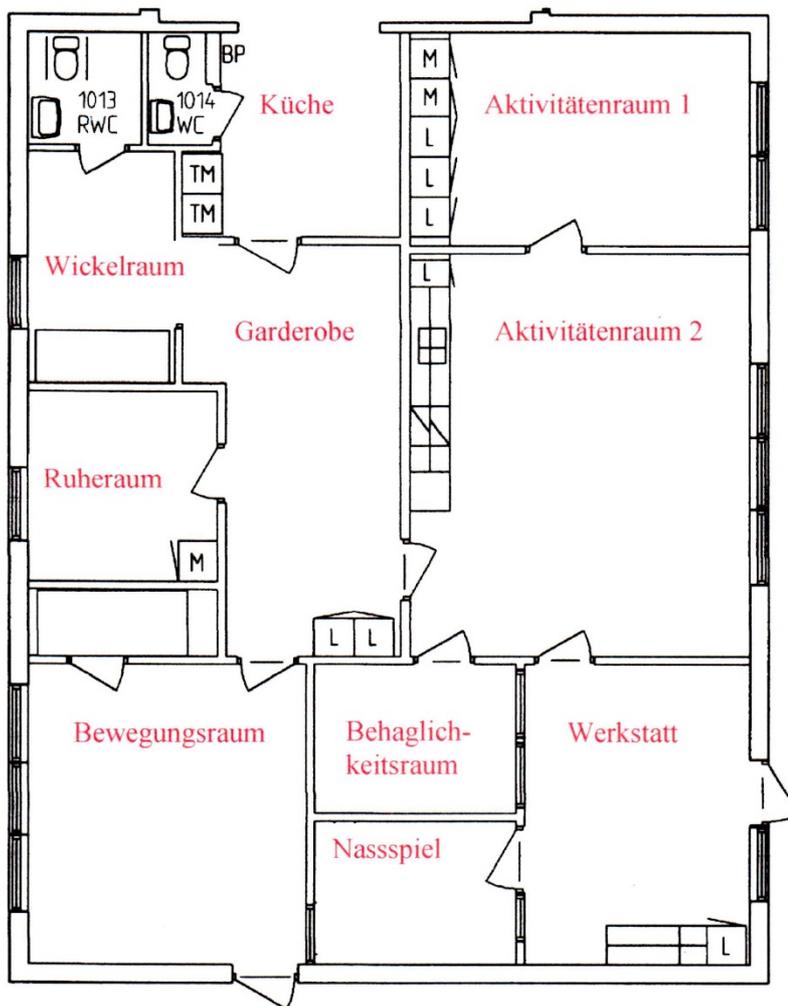


Abbildung 16 Department 1 der elementaren Bildungseinrichtung UVEN aus Umeå, Schweden (für 18 Kinder im Alter von 2-3 Jahren)

Department gesamt

Skizze wird eingefügt

ANHANG B: Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen (EBE, Alter: bis zu 3 Jahre)

Bundesland	max. Gruppengröße	Personal		Raumfläche m ² (Mindestmaß)	Raumhöhe (Mindestmaß)	m ² pro Kind (Mindestmaß)
		PädagogInnen	AssistentInnen			
Wien	15 Wiener Kindergartenverordnung, i.d.F. LGBl. Nr. 20/2014; § 2	1 Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO; LGBl. Nr. 20/2018 §3	1 Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO; LGBl. Nr. 20/2018 §3	k.A.	k.A.	k.A.
Niederösterreich	16 NÖ Kindergartengesetz 2006; StF: LGBl. 5060-0; § 4	1 NÖ Kindergartengesetz 2006; LGBl. Nr. 23/2018 §5	1 NÖ Kindergartengesetz 2006; LGBl. Nr. 23/2018 §5	k.A.	3 NÖ Bautechnikverordnung 2014, StF: LGBl. Nr. 4/2015; § 6	k.A.
Burgenland	15 Burgenländisches Kinderbil- dungs- und Betreuungsgesetz 2009, StF: LGBl. Nr. 7/2009; § 13	1 Burgenländische Kinderbetreu- ungsbauten- und einrichtungs- verordnung 2009, StF: LGBl. Nr. 23/2010; § 11	1 Burgenländische Kinderbetreu- ungsbauten- und einrichtungs- verordnung 2009, StF: LGBl. Nr. 23/2010; § 11	30 Burgenländische Kinderbetreu- ungsbauten- und einrichtungs- verordnung 2009, StF: LGBl. Nr. 23/2010; § 5	2,8 Burgenländische Kinderbetreu- ungsbauten- und einrichtungs- verordnung 2009, StF: LGBl. Nr. 23/2010; § 5	> 2
Steiermark	14 Steiermärkisches Kinderbildungs- und Betreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 22/2000; § 14	1 Steiermärkisches Kinderbildungs- und –Betreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 22/2000; § 35	1 (ab 4 Kindern) 2 (ab 12 Kindern) Steiermärkisches Kinderbildungs- und –Betreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 22/2000; § 35	70 (Gruppen- u. Ruheraum) Steiermärkisches Kinderbildungs- und Betreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 136/2016 § 35	k.A.	>5 ³
Tirol	12 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 48/2010; § 10	1 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl.; Nr. 58/2018 § 29	1 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl.; Nr. 58/2018 § 29	30 ⁴	2,4 Amt der Tiroler Landesregierung Abteilung Bildung, 2012 Wegbegleiter zur Errichtung einer Kinderbetreuungsinstituti- on	> 2,5 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl.; Nr. 58/2018 § 12
Salzburg	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Oberösterreich	10 Oö. Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 39/2007; § 7	1 Oö. Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl. LGBl.Nr. 94/2017; § 11	1 (ab 6 Kindern) Oö. Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl. LGBl.Nr. 94/2017; § 11	38 Bau- und Einrichtungsverordnung für Kinderbetreuungseinrichtun- gen, StF: LGBl. Nr. 93/2017; § 4	3 Bau- und Einrichtungsverordnung für Kinderbetreuungseinrichtun- gen, StF: LGBl. Nr. 93/2017; § 4	3,8 ⁵
Vorarlberg	≤9 Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreu- ungseinrichtungen, Abs.5; 2013	1 Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreu- ungseinrichtungen, Abs. 5; 2013	1 (ab 6 Kindern) Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreu- ungseinrichtungen Abs. 5; 2013	k.A.	k.A.	> 2,5 (Richtwert) ⁶ Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreu- ungseinrichtungen Abs. 10; 2013
Kärnten	15 Kärntner Kinderbetreuungsge- setz, StF: LGBl. Nr. 13/2011; § 10	1 Kärntner Kinderbildungs- und - betreuungsgesetz – K-KBBG; LGBl Nr 52/2017: §11	„je nach Kinderanzahl“ Kärntner Kinderbildungs- und - betreuungsgesetz – K-KBBG; LGBl Nr 52/2017: §11	k.A.	k.A.	k.A.

³ Berechnet durch die maximale Gruppengröße (keine gesetzliche Angabe)

⁴ Berechnet mal die maximale Gruppengröße (keine gesetzliche Angabe)

⁵ Berechnet durch die maximale Gruppengröße (keine gesetzliche Angabe)

⁶ Fläche in Aufenthalts- u. Spielräumen - als Richtwert angegeben, nicht als Mindestanforderung

ANHANG C: Bundesländervergleich der räumlichen Bedingungen (EBE, Alter: 3-6 Jahre)

Bundesland	max. Gruppengröße	Personal		Raumfläche m ² (Mindestmaß)	Raumhöhe (Mindestmaß)	m2 pro Kind (Mindestmaß)
		PädagogInnen	AssistentInnen			
Wien	25 Wiener Kindergartenverordnung, i.d.F. LGBl. Nr. 20/2014; § 2	1 Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO; LGBl. Nr. 20/2018 §3	0,5 Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO; LGBl. Nr. 20/2018 §3	k.A.	2,5m ⁷ Wiener Raumblätter der Gemeinde Wien, 2018	> 3 ⁸ Wiener Kindergartenverordnung – WKGVO; LGBl. Nr. 20/2018 §5
Niederösterreich⁹	25 NÖ Kindergartengesetz 2006; StF: LGBl. 5060-0; § 4	1 NÖ Kindergartengesetz 2006; LGBl. Nr. 23/2018 §5	1 NÖ Kindergartengesetz 2006; LGBl. Nr. 23/2018 §5	60 NÖ Kindergartengesetz 2006; LGBl. Nr. 23/2018 §10	3 NÖ Bautechnikverordnung 2014, StF: LGBl. Nr. 4/2015; § 6	> 2,4 ¹⁰
Burgenland	25 Burgenländisches Kinderbildungs- und Betreuungsgesetz 2009, StF: LGBl. Nr. 7/20019; § 13	1 Burgenländische Kinderbetreuungs- bauten- und einrichtungsverord- nung 2009, StF: LGBl. Nr. 23/2010; § 11	1 Gruppe: 0,5 Jede weitere Gruppe: 0,25 (= 10 Std./Wo) Burgenländische Kinderbetreuungs- bauten- und einrichtungsverord- nung 2009, StF: LGBl. Nr. 23/2010; § 11	50 Burgenländische Kinderbetreuungs- bauten- und einrichtungsverord- nung 2009, StF: LGBl. Nr. 23/2010; § 5	2,8 Burgenländische Kinderbetreuungs- bauten- und einrichtungsverord- nung 2009, StF: LGBl. Nr. 23/2010; § 5	> 2
Steiermark	25 Steiermärkisches Kinderbildungs- und Betreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 136/2016; § 14	1 Steiermärkisches Kinderbildungs- und –betreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 136/2016; § 35	1 Steiermärkisches Kinderbildungs- und –betreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 136/2016; § 35	60 Steiermärkisches Kinderbildungs- und Betreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 136/2016 § 35	k.A.	> 2,4
Tirol	20 Tiroler Kinderbildungs- und Kinder- betreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 48/2010; § 10	1 Tiroler Kinderbildungs- und Kinder- betreuungsgesetz, StF: LGBl.; Nr. 58/2018 § 29	je nach Kinderanzahl 1 (ab dem 9. Kind) Tiroler Kinderbildungs- und Kinder- betreuungsgesetz, StF: LGBl.; Nr. 58/2018 § 29	50 ¹¹	2,8 - 3 Amt der Tiroler Landesregierung Abteilung Bildung, 2012 Wegbegleiter zur Errichtung einer Kinderbetreuungsinstitution	> 2,5 Tiroler Kinderbildungs- und Kinder- betreuungsgesetz, StF: LGBl.; Nr. 58/2018 § 12
Salzburg	22 (25) Salzburger Kinderbetreuungsgesetz 2007, StF: LGBl. Nr. 41/2007; § 17	1 Salzburger Kinderbetreuungsgesetz 2007, StF: LGBl. Nr. 41/2007; § 19	0,5 / 1 ¹² Salzburger Kinderbetreuungsgesetz 2007, StF: LGBl. Nr. 41/2007; § 19	40 (50 ab 20 Kd) Bauliche Gestaltung und Einrichtung von Kindergärten – Richtlinien, StF: LGBl. Nr. 35/1991; § 5	2,8 Bauliche Gestaltung und Einrichtung von Kindergärten – Richtlinien, StF: LGBl. Nr. 35/1991; § 5	> 2 ¹³
Oberösterreich	23 Oö. Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 94/2017; § 7	1 Oö. Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 94/2017; § 11	„erforderliche Hilfskräfte“ Oö. Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 94/2017; § 11	60 Bau- und Einrichtungsverordnung für Kinderbetreuungseinrichtungen, StF: LGBl. Nr. 93/2017; § 4	3 Bau- und Einrichtungsverordnung für Kinderbetreuungseinrichtungen, StF: LGBl. Nr. 93/2017; § 4	> 2,6
Vorarlberg	23 (25) Gesetz über das Kindergartenwe- sen; LGBl.Nr. 25/2018: §14	1 Gesetz über das Kindergartenwe- sen; LGBl.Nr. 25/2018: §14	1 (ab 16 Kinder) Gesetz über das Kindergartenwe- sen; LGBl.Nr. 25/2018: §14	k.A.	k.A.	> 2 (2,5 Richtwert) ¹⁴ Gesetz über das Kindergartenwe- sen; LGBl.Nr. 25/2018: §14
Kärnten	≤ 25 Kärntner Kinderbetreuungsgesetz, StF: LGBl. Nr. 13/2011; § 10	1 Kärntner Kinderbildungs- und - betreuungsgesetz – K-KBBG; LGBl Nr 52/2017: §11	1 Kärntner Kinderbildungs- und - betreuungsgesetz – K-KBBG; LGBl Nr 52/2017: §11	65 oder 55 Je nach Verwendungszweck Kärntner Kinderbetreuungseinrich- tungs-Verordnung, LGBl. Nr. 58/2012, § 5	k.A.	„gemäß Verwendungszweck“

⁷ Vorgabe für die öffentlichen Kindergärten der Gemeinde Wien

⁸ entspricht der beispielbaren Bodenfläche (Gruppenraum, Anteil der Gruppe am Bewegungsraum u. sonstige Spielflächen)

⁹ Alter der Kinder: 2,5-6 Jahre

¹⁰ Berechnet durch die maximale Gruppengröße (keine gesetzliche Angabe)

¹¹ Berechnet mal die maximale Gruppengröße (keine gesetzliche Angabe)

¹² je nach Anzahl der Gruppen

¹³ Berechnet mal die maximale Gruppengröße (keine gesetzliche Angabe)

¹⁴ Als Richtwert angegeben, nicht als Mindestanforderung: Merkblatt zur „Richtlinie der Vorarlberger Landesregierung zur Förderung von Kinderbetreuungseinrichtungen Abs. 10; 2013

BIBLIOGRAPHIE

- AUVA (2016). Mux Mäuschen still. Lärmprävention im Kindergarten.
- Brachtl, S. (2013). Lärm im Kindergarten. Diplomarbeit, Universität Wien.
- Bradley, J. & Sato, H. (2008). The intelligibility of speech in elementary school classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 2078–2086.
- 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, 1820-1829.
- Buch, M. & Frieling, E. (2001). Ableitung und Evaluation von Arbeitsgestaltungsmaßnahmen bei ErzieherInnen in Kindertagesstätten. In Badura, B., Litsch, M. & Vetter, C. (Hrsg.), *Fehlzeiten-report 2001. Gesundheitsmanagement im öffentlichen Sektor*. Kapitel 8. S 103-118. Berlin: Springer-Verlag.
- Charlotte-Bühler-Institut. (2009). *Bundesländerübergreifender BildungsRahmenPlan für elementare Bildungseinrichtungen in Österreich*.
- 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, 483-487. DOI 10.1007/s00405-013-2442-z
- Compani, M.L. & Lang, P. (2016). *Waldorfkindergarten heute. Eine Einführung*. 2nd Edition, Kindle Edition. Verlag Freies Geistesleben.
- Eysel-Gosepath, K., Pape, H.G., Erren, T., Thinschmidt, M., Lehmacher, W. & Piekarsky, C. (2010). Lärm in Kindertagesstätten. *HNO*, 58, 1013-1020. DOI 10.1007/s00106-010-2121-y
- Fuchs-Rechlin, K. (2010). Erkenntnispotentiale der neuen Kinder- und Jugendhilfestatistik: Kennziffern für den Personaleinsatz und die migrationspezifische Bildungsbeteiligung. In Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), *Indikatorenentwicklung für den nationalen Bildungsbericht „Bildung in Deutschland“*. Grundlagen, Ergebnisse, Perspektiven. Kapitel 3. S 55-77. Bonn, Berlin März 2010.

- Geißler-Gruber, B. (2005). "Höllenslärm" 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.
- Grebennikov, L. (2006). Preschool teachers' exposure to classroom noise. *International Journal of Early Years Education*, 14, 35-44. DOI 10.1080/09669760500446382
- Hodgson, M., and 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, 931-939.
- 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), 508-517.
- Kawai, K. (2010). Effect of sound absorption on indoor sound environment of nursery school classrooms. *International Congress of Acoustics, ICA 2010*.
- Legendre, A. (2003). Environmental features influencing toddlers' bioemotional reactions in day care centers. *Environment and behaviour*, 35(4), 523-549.
- Marin, Z. (2017). Potentialentfaltung durch Raumanpassung. 5. Kongress Zukunftsraum Schule, Stuttgart, 15. November 2017. Zugriff am 25. September 2018 unter: https://www.zukunftsraum-schule.de/pdf/kongress-2017/2017_vRL_Marin.pdf
- Maxwell, E. & Evans, G.W. (2000). The effects of noise on pre-school children's pre-reading skills. *Journal of Environmental Psychology*, 20, 91-97.
- Nelson, P., Kohnert, K., Sabur, S. & Shaw, D. (2005). Classroom noise and children learning through a second language: double jeopardy? *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 36, 219-229.
- Oberdörster, M. & Tiesler, G. (2006). *Akustische Ergonomie der Schule*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.). Wirtschaftsverlag NW.
- ÖNORM EN ISO 11654 (1997): *Akustik – Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption*.

ÖNORM EN ISO 717-1 (2013). Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung.

ÖNORM EN ISO 12354-6: Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 6 Schallabsorption in Räumen, 01. Juni 2004.

ÖNORM EN ISO 9921 (2003): Ergonomie – Beurteilung der Sprachkommunikation. Oktober 2003.

Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung (2011): ÖAL-Richtlinie Nr. 6/18. Die Wirkungen des Lärms auf den Menschen. Beurteilungshilfen für den Arzt. ICS 17.140.30; 1. Ausgabe, Februar 2011.

Paulsen, R. (2004). Noise Exposure in Kindergartens. Proceedings of the joint congress CFA/DAGA, Strasbourg, 22-25 (03), 573-574.

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), 42-45.

Perego, L., Bertoni, G., Goglio, F. & Giovannelli, G. (1996). Children and noise. European Journal of Epidemiology, 12, 549-550.

Rennies-Hochmuth, J. & Nsabimana, F. X. (2016). Messung und Bewertung von Lärm in Kindertagesstätten. Lärmbekämpfung 11(6), 228-234.

Ruppert-Pils, E. & Wahler, W. (2013). Noise exposure of employees in educational institutions. Noise control for quality of life. Internoise, 15.-18. September 2013.

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, 2064-2077. DOI 10.1121/1.2839283

Schönwälder, H.-G., Berndt, J., Ströver, F. & Tiesler, G. (2004). *Lärm in Bildungsstätten – Ursachen und Minderung*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

- 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), 730-738. DOI 10.1121/1.1635837
- Sjödin, F., Kjellberg, A., Knutsson, A., Landström, U. & Lindberg, L. (2012) Noise and stress effects on preschool personnel. *Noise and Health*, 14, 166-178. DOI 10.4103/1463-1741.99892
- Sjödin, F., Kjellberg, A., Knutsson, A., Landström, U. & Lindberg, L. (2012). Noise exposure and auditory effects on preschool personnel. *Noise and Health*, 14, 72-82. DOI 10.4103/1463-1741.95135
- 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, 356-371.
- 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), 51-57.
- Tiesler, G. & Oberdörster, M. (2006). Noise – a stress factor? Acoustic ergonomics of schools. *Euronoise 2006* [cited 2014 Nov. 01] Available from: <http://www.acousticbulletin.com/EN/SS07-014.pdf>
- Tiesler, G. & Obersdörster, M. (2010). *Lärm in Bildungsstätten*. 2. Auflage. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.
- von der Beek (2014). *Bildungsräume für Kinder von Drei bis Sechs*. Verlag das netz GmbH, Berlin.
- von der Beek, A., Buck, M. & Rufenach, A. (2014). *Kinderräume bilden. Ein Ideenbuch für Raumgestaltung in Kitas*. Cornelsen Schulverlage GmbH, Berlin.
- Voss, P. (2005). Noise in children's daycare centres. In: magazine 8. *Noise at Work*. European Agency for Safety and Health at Work, 2005; 23-25 Available at http://osha.eu.int/publications/magazine/8/en/magazine8_en.pdf.
- Walden, S. & Kosica, S. (2011). *Architekturpsychologie für Kindertagesstätten*. Pabst Science Publishers.

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), 260-266.

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.

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, 1906-1916.

World Health Organization. Guidelines for community noise. c1999. Available from: <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>. [Last accessed on 2014 Nov. 01]

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, 922-933.