

FRAUNHOFER INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

AKUSTISCHE GESTALTUNG VON SPORT- UND SCHWIMMHALLEN



	Geht Schulsport auch leise? Gute und gesunde Schulen Danksagung		4	4	Messergebnisse im Bestand	42
			6	4.1	Geräuschpegel beim	43
			8		Unterricht ohne Geräte	
				4.2	Geräuschpegel bei	45
	1	Einleitung	10		Nutzung von Sportgeräten	
		-		4.3	Nachhallzeiten	50
	2	Beurteilung der Akustik	12	4.4	Schallschutz von	54
		durch die Sportlehrkräfte			Trennvorhängen	
	2.1	Wirkung von Schall auf	12	4.5	Schall- und Schwingungs-	55
		den Menschen			verhalten von Böden	
	2.2	Bundesweite Befragung	15			
		von Sportlehrkräften	13	5	Akustische	60
	2.3	Ergebnisse der Befragung	16	•	Gestaltungshinweise	•
	2.5	Ligebinisse der berragang	10		Gestartungsimiweise	
	3	Anforderungen an Schall-	28	6	Praktikable	68
	•	schutz und Raumakustik			Lösungsbeispiele	•
	3.1	Baulicher und technischer	30		Losurigsbeispiele	
	٦.١	Schallschutz	30	7	Zusammenfassung	82
	2 2		32	,	und Ausblick	04
	3.2	Trennvorhänge und	32		und Ausblick	
		Böden in Sporthallen	25	_		0.1
	3.3	Raumakustik	35	•	llen und Literaturhinweise	85
				Glos	ssar	86
			Imp		ressum	88

GEHT SCHULSPORT AUCH LEISE?

Sport- oder Schwimmunterricht werden gemeinhin mit Bewegung, Dynamik und Interaktion in Verbindung gebracht und wo sich eine gewisse Anzahl von Menschen auf begrenztem Raum begegnet, steigt naturgemäß die Lautstärke. Diese Tatsache ist als solche noch nicht negativ zu bewerten; viele Menschen suchen genau diese Atmosphäre Woche für Woche bei Sportwettkämpfen in Stadien und Arenen. Hier kann es nicht laut genug sein. Doch Lautstärke ist auch störend, ja belastend, vor allem wenn man ihr über längere Zeit ungeschützt ausgesetzt ist. Und genau in diesem beruflichen Umfeld bewegen sich Sportlehrkräfte ihr Leben lang.

Nun lässt sich durch eine überlegte Unterrichtsplanung die Lautstärke in einem gewissen Maße steuern, doch sind diesen didaktischen Maßnahmen Grenzen gesetzt. Wenn der Bildungsplan oder das schuleigene Curriculum Ballsportarten als Unterrichtsinhalte vorgeben, dann lässt sich lautes Dribbling oder Prellen nicht vermeiden. Wenn Aerobic oder Rhythmische Sportgymnastik angesagt sind, kann auf den Einsatz eines dröhnenden CD-Players (Ghettoblaster) nicht verzichtet werden. Wenn eine Schulklasse zum Schwimmunterricht geht, dann sind die Kinder und Jugendlichen einer ganz besonderen Beschallung im Hallenbad ausgesetzt. Und wenn gar mehr als dreißig Kinder in ein Hallendrittel gepfercht werden (Käfighaltung) und dort eine bewegte Sportstunde absolvieren müssen, dann wird auch Außenstehenden schnell deutlich, wie belastend Lautstärke sein kann.

Rituale, Organisations- und Informationsstrategien mögen Steuerungsmittel sein, um eine angenehme Unterrichtsatmosphäre für einen geregelten Unterricht zu schaffen. Sobald allerdings architektonischbauliche Maßnahmen noch mehr zur Erhöhung des Lärmpegels beitragen als ihn zu reduzieren, bleibt der Lehrkraft keine Alternative: Da muss sie durch.

Der Deutsche Sportlehrerverband dankt dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik nicht nur dafür, dass es die Thematik »Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen« auf die Agenda des Symposiums gestellt hat, sondern ganz besonders dafür, dass durch die Materie ein Schulfach ins Zentrum rückt, das trotz seiner erwiesenen Bedeutung für die Entwicklung eines jeden Menschen meist als fünftes Rad am Wagen der Schulcurricula hinterherläuft. Schallmessungen in Sportstätten vor und während des Unterrichts und eine Umfrage zur persönlichen Belastung durch den Unterrichtslärm bei den Sportlehrern vor Ort haben erstmals ausreichendes Datenmaterial ergeben um zu belegen, dass hier eine Berufsgruppe gezwungener Maßen in einem deutlich gesundheitsgefährdeten Umfeld arbeiten muss.

Mancher Architekt wird bewundert für seine Entwürfe für wunderschöne Sporthallen-Fassaden, für seine lichtdurchfluteten Räumlichkeiten, für die attraktive Farbgestaltung der Außen- und Innenbereiche. Der gesonderte Blickwinkel auf die Funktionalität der Sportstätten, insbesondere auf akustische bauliche Maßnahmen wie Trennvorhänge in Dreifach-Sporthallen, schallabsorbierende Decken- und Wandkonstruktionen, Überlaufrinnen in Schwimmbädern etc. zeigt sehr schnell, dass hier häufig dringender Handlungsbedarf besteht.

Abschließend wird der Versuch gewagt, die eingangs gestellte Frage zu beantworten. Schulsport geht selten leise, allerdings sollte im Interesse aller Beteiligten jede Chance genutzt werden, die Akustik in Sporthallen und Schwimmbädern zu verbessern.

Heinz Frommel

Vorstandsmitglied des Deutschen Sportlehrerverbandes in Baden-Württemberg

GUTE UND GESUNDE SCHULEN?

Als einer der Träger der Gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland beschäftigt sich die Unfallkasse Baden-Württemberg in vielfältiger Art und Weise mit dem Thema Lärm. Neben den klassischen Lärmminderungsmaßnahmen zur Gesunderhaltung der Beschäftigten an Lärmarbeitsplätzen gewinnt in den letzten Jahren auch die Vermeidung von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren durch schlechte Raumakustik und den damit verbundenen Belastungen immer mehr an Bedeutung.

Während man an den klassischen Lärmarbeitsplätzen durch leisere Maschinen, räumlicher oder zeitlicher Trennung von Lärm und Beschäftigten oder, zur Not auch mit persönlicher Schutzausrüstung (z.B. Gehörschutz) zufriedenstellende Maßnahmen für alle Beteiligten treffen kann, gestaltet sich das gleiche Vorhaben beim Schulsport und beim Schwimmunterricht ungleich schwieriger. Bei Sport- und Schwimmunterricht wird der Lärm durch die sportliche Betätigung der Schülerinnen und Schüler erzeugt und zeitgleich muss eine gute Sprachverständlichkeit sichergestellt werden. Die klassischen Lärmminderungsmaßnahmen, wie Kapselung der Lärmquelle, räumliche und zeitliche Trennung von Lärmquelle und Nutzer, Gehörschutz, scheiden daher weitestgehend aus.

Umso bedeutender ist es, dass in weitergehenden Untersuchungen geeignete Möglichkeiten zur Verbesserung der Raumakustik und zur Lärmminderung in Sportund Schwimmhallen gefunden werden, um lärmbedingte Belastungen für alle Nutzer auf ein erträgliches Minimum zu reduzieren und damit auch eine Steigerung der Lern- und Lehrqualität im Sinne einer guten und gesunden Schule zu erreichen.

Da sich das Institut für Bauphysik des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP in Stuttgart mit dem Projekt »Lauter Sport in leisen Hallen – Eine Initiative für gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen« exakt dieses drängenden Themas angenommen hat, war die Unfallfallkasse Baden-Württemberg gerne bereit, das Vorhaben unterstützen.

Wolfgang Kurz

Abteilungsdirektor Prävention der Unfallkasse Baden-Württemberg

DANKSAGUNG

Wir danken allen am Projekt Beteiligten, den Sportlehrkräften und Schulen, dem Deutschen Sportlehrerverband und der Unfallkasse Baden-Württemberg sowie den Partnerunternehmen für ihre wertvolle und engagierte Unterstützung.

Das Projekt wurde unterstützt von:



















SILENTROOMS





1 EINLEITUNG

Die bewegungsfreundliche Schule ist zweifellos ein wesentliches Element moderner Bildung. Bewegung, körperliche Aktivität und Sport müssen daher auch bei der Schulgestaltung beachtet werden, um gerade bei dem mit Ganztagsschulen verbundenen deutlich längeren Aufenthalt die gesundheitliche und soziale Entwicklung zu fördern. Dies gilt sowohl für sportpädagogisch geeignete Räumlichkeiten als auch für weitere Bewegungsareale innerhalb und außerhalb der Schulgebäude. Sport- und Schwimmhallen von Schulen sind aber nicht nur für den Unterricht zentrale Orte. Sie werden ebenso ausgiebig von Vereinen für sportliches Engagement genutzt und dienen oftmals als Wettkampf- und Veranstaltungsräume. Diese besonderen und vielfältigen Nutzungsarten sowie das breite Nutzerspektrum mit Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen münden zwangsläufig in komplexe Anforderungen an die bauliche Gestaltung und funktionale Ausstattung von Sport- und Schwimmhallen. Die Berücksichtigung aller Akteure und Aspekte von Beginn an ist daher von größter Bedeutung, sowohl beim Neubau als auch bei der heute vorrangigen Gebäudesanierung. Erfahrungsgemäß lassen sich nur so die zum Teil auch kollidierenden Ansprüche in einem individuellen, integralen Gestaltungsprozess abwägen.

Während beim Neubau die jeweils aktuelle Kapazität und der künftige Bedarf maßgeblich die Investitionsentscheidung beeinflussen, hat bei Sanierungsvorhaben die Beseitigung von Baumängeln und -schäden die höchste Priorität. Darüber hinaus sind manche Sport- und Schwimmhallen echte »Energieschleudern« und auch deshalb reif für eine Modernisierung, um langfristig strapazierte kommunale Haushalte zu entlasten. In allen Fällen ist natürlich ein auch wertvolles Erscheinungsbild innen und außen unverzichtbar, insbesondere wenn die Sport- oder Schwimmhalle von der Kommune als politisches und architektonisches Prestigeobjekt auserkoren wurde.

In der Vergangenheit und bis heute gibt es jedoch eine Reihe von Anhaltspunkten, dass die Nutzung von Sport- und Schwimmhallen hörbare Einschränkungen aufweist. Die Akustik mit ihren unterschiedlichen Facetten wurde und wird offenbar nicht angemessen berücksichtigt. Entsprechend auffällig sind Berichte von Sportlehrkräften über den oftmals ohrenbetäubenden Lärm beim Unterricht. Aber auch für Besucher von Sportveranstaltungen der Schulen und Vereine übersteigt der Geräuschpegel in den Hallen mitunter das selbst für lautstarke Begeisterung erträgliche Maß und bei Kulturereignissen bleibt ein Raumeindruck von »Bahnhofsqualität«. Die Erfahrung ist keineswegs neu, dass gerade die akustische Qualität von Räumen und Gebäuden leider viel zu oft dem Kostendruck geopfert oder bei der Planung vernachlässigt wird. Die Gründe dafür sind unterschiedlich und reichen von fehlenden Argumenten zum Nutzen geeigneter akustischer Bedingungen bis zu unzureichendem Wissen um Planungs- und Gestaltungsspielräume.

Daher war es der Anlass und ist es das Ziel dieser Projektinitiative, die Argumente und Instrumente für gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen aus heutiger Sicht zusammenfassend darzustellen. Mit aktuellen Daten und Fakten soll die Brisanz verdeutlicht, eine Bilanz gezogen und zur Verbreitung von akustisch geeigneten Gestaltungsmöglichkeiten beigetragen werden. Ausgehend vom vorhandenen Stand des Wissens werden in der Dokumentation Handlungs- und Planungsanregungen sowie nachahmenswerte Lösungsbeispiele präsentiert, an denen sich künftige Neubau- und Modernisierungsvorhaben orientieren können. Zugleich hat das Projekt Forschungscharakter, da einige Aspekte längst nicht endgültig geklärt sind. Nachholbedarf zeigt sich in mehrfacher Hinsicht, bei der Fortschreibung von Standards, der Weiterentwicklung von Gestaltungsansätzen und beim Transfer von Erkenntnissen in die Praxis. Die Projektinitiative versteht sich daher auch als Impuls- und Ratgeber für künftige Schritte im Sinne guter akustischer Lehr- und Lernbedingungen in Sport- und Schwimmhallen.

BEURTEILUNG DER AKUSTIK DURCH DIE SPORTLEHRKRÄFTE WIRKUNG VON SCHALL AUF DEN MENSCHEN

2 BEURTEILUNG DER AKUSTIK DURCH DIE SPORTLEHRKRÄFTE

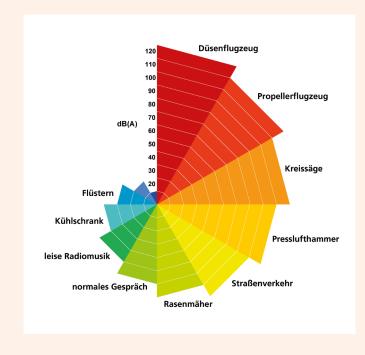
2.1 Wirkung von Schall auf den Menschen

Schall ist ein physikalisches Phänomen. Es handelt sich um mechanische Schwingungen, die sich als Schallwellen z.B. in Luft ausbreiten. Schallfrequenzen zwischen 20 Hz und 20000 Hz sind für den Menschen hörbar, allerdings nicht alle gleichermaßen. Im Frequenzbereich von 500 Hz bis 5000 Hz ist das Gehör besonders empfindlich, darunter und darüber lässt die Sensitivität nach.

Die Amplitude bzw. Lautstärke des hörbaren Schalls wird in Dezibel bzw. dB angegeben und Bild 1 illustriert die Relation von Schallpegeln in dB zu einigen bekannten Geräuschen. Die Angabe »dB(A)« steht dabei für die Berücksichtigung des frequenzabhängigen Hörvermögens.

Erreichen Schallwellen das Gehör, ist zwischen dem physikalischen Schallereignis und der akustischen Wahrnehmung sowie der Bedeutung, die dem wahrgenommenen Ereignis zugesprochen wird, zu unterscheiden. Erst durch die »menschliche« Bewertung kann Schall zu Lärm werden. Der ist normativ definiert als unerwünschter Hörschall, welcher zu Störungen, Belästigungen, Beeinträchtigungen oder Schäden führen kann.

Lärm beeinträchtigt den Menschen, indem er z. B. Tätigkeiten unterbricht, für Verärgerung sorgt und hierüber physiologische Reaktionen (Ausschüttung von Stresshormonen) auslöst. Bei chronischer Lärmbelastung ist unter Umständen auch die physische Gesundheit (z. B. Bluthochdruck und Herz-Kreislauferkrankungen)



gefährdet. Schallpegel können aber nur in begrenztem Maße Auskunft über die Lärmwirkungen geben, da ein und dasselbe Schallereignis, in Abhängigkeit davon, ob es als erwünscht oder unerwünscht angesehen wird, unterschiedlich zu interpretieren ist. Dabei spielen auch die psychischen Voraussetzungen der Betroffenen eine Rolle, wie z. B. Motivation, Einstellungen und Bewältigungsstrategien sowie Alter, Gesundheitszustand und allgemeine Konstitution.

Bezüglich der Lärmwirkungen wird zwischen auralen und extrauaralen Lärmwirkungen unterschieden. Aurale Lärmwirkungen sind lärmbedingte Hörbeeinträchtigungen. Im Verlauf von Jahren können zu hohe, so genannte Lärmexpositionspegel zu Lärmschwerhörigkeit führen. Daher gelten für Arbeitsplätze entsprechende Regeln [1] und Grenzwerte, die erst vor wenigen Jahren verschärft wurden. So ist z.B. ab einem auf 8 Stunden

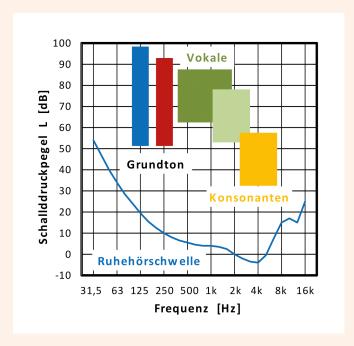
1 Schalldruckpegel typischer Geräusche.

BEURTEILUNG DER AKUSTIK DURCH DIE SPORTLEHRKRÄFTE WIRKUNG VON SCHALL AUF DEN MENSCHEN

bezogenen Tages-Lärmexpositionspegel von über 80 dB(A) am Arbeitsplatz ein persönlicher Gehörschutz zur Verfügung zu stellen. Bei Werten über 85 dB(A) müssen die Gehörschutzstöpsel oder -kapseln getragen werden.

Aber selbst wenn diese Pegel nicht erreicht werden, bedeutet das nicht etwa, dass der Lärm unschädlich ist. Vor diesem Hintergrund sind extraaurale Lärmwirkungen zu berücksichtigen. Sie rufen zwar keine Hörschäden hervor, bedingen aber psychologische und physiologische Reaktionen. Dazu zählen akute Lärmwirkungen, die zeitgleich mit dem Lärm oder unmittelbar danach einsetzen, wie Ablenkungen der Aufmerksamkeit und Beeinträchtigungen der Kommunikation. Bei Gefahrensituationen, aber auch beim Unterricht wiegen sie besonders schwer, da durch den Lärm sprachliche Informationen, z. B. Signale, Anweisungen und Sprachvortrag, verdeckt werden. Wenn Räume hallig und Störgeräusche zu laut sind, muss diese schlechte Akustik durch erhöhte Sprechund Höranstrengung kompensiert werden. Obgleich die Stimme eine mächtige Schallquelle sein kann (Bild 2), ist noch eine Art Selbstverstärkungseffekt des Lärmpegels, der so genannte LOMBARD-Effekt, zu beobachten. Mehrere Sprechergruppen in einem Raum versuchen zwangsläufig, sich zu übertönen. Die Folgen dieser »Lärmspirale« sind letztlich Erschöpfungs- und Überlastungserscheinungen der Betroffenen.

Mit all diesen Zusammenhängen von Schall und seiner Wirkung, von akustisch geeigneten und ungeeigneten Räumen sind einige Fachleute vertraut. Die Nutzer hingegen spüren die Auswirkungen schlechter Akustik und können sie auch zum Ausdruck bringen, wenn auch nicht in »dB« oder anderen technischen Kategorien. Die Übersetzung der Nutzerberichte in technisch quantifizierbare Werte ist daher eine wesentliche Aufgabe, um für die bauliche Ausführung von Gebäuden konkrete Merkmale und Anforderungen zu formulieren, die letztlich zu guten Nutzungsbedingungen und einer hohen Zufriedenheit führen. Vor diesem Hintergrund wurde



mit einer bundesweiten Befragung von Sportlehrkräften deren subjektives Empfinden der akustischen Bedingungen in Sportund Schwimmhallen erfasst.

2.2 Bundesweite Befragung der Sportlehrkräfte

Ausgangspunkt der Befragung ist die insgesamt spärliche Befundlage hinsichtlich des subjektiven Empfindens der allgemeinen Umgebungsbedingungen in Sport- und Schwimmhallen durch die Sportlehrkräfte. Zudem ist anzunehmen, dass die existierenden Gestaltungsvorschriften nicht zwangsläufig zu einer positiven Bewertung führen, da sie auf wenige technische Parameter fokussieren. Ziel der Befragung war somit, sich einen umfassenden Überblick zur wahrgenommenen akustischen Qualität und der erlebten Lärmbelastung in Sport- und Schwimmhallen zu verschaffen.

2 Frequenzabhängige Ruhehörschwelle (Mittelwerte für normal Hörende) sowie Pegelund Frequenzbereich der Sprache.

BEURTEILUNG DER AKUSTIK DURCH DIE SPORTLEHRKRÄFTE BUNDESWEITE BEFRAGUNG DER SPORTLEHRKRÄFTE

Dazu wurden standardisierte Fragen zur subjektiven Beurteilung der Akustik [2] sowie etablierte Erkenntnisse aus der Fachliteratur und aus dem Fraunhofer IBP (z. B. zur Zufriedenheitsmessung) herangezogen. Darüber hinaus wurden neu entwickelte Fragen zur Beschreibung und Beurteilung der Hallen, der Erfassung von lärmmindernden Maßnahmen und Belastungsfolgen ergänzt. Die wesentlichen Bereiche des Fragebogens sind in Bild 3 schematisch dargestellt.

Im Vorfeld erhielten einige Sportlehrkräfte den Fragebogen zur kritischen Durchsicht zur Prüfung auf Verständlichkeit und Relevanz im Kontext des Sportunterrichts. Die Befragung erfolgte online im Herbst 2014, wobei die Sportlehrkräfte eine Einladung per E-Mail erhielten, die sie über Ziel und Inhalt, Ablauf und Datenschutz informierte sowie einen Link zur Befragung enthielt. Die Verbreitung der Einladung erfolgte einmalig über den Deutschen Sportlehrerverband (DSLV) an dessen Mitglieder.

2.3 Ergebnisse der Befragung

Der Fragebogen wurde trotz des beachtlichen Umfangs (durchschnittliche Bearbeitungsdauer 19 Minuten) von 253 Sportlehrkräften vollständig ausgefüllt, das entspricht einer Rücklaufguote von 18%.

Zur Einordnung der Teilnehmer eignen sich einige erste Daten

J	<u> </u>	
	Mittelwert	Standardabweichung
Alter	44,6 Jahre	11,1
Geschlechterverteilung	63% Frauen und 37% Männer	
Lehrtätigkeit in der Schule	11 Jahre	9,6
Sportunterricht pro Woche	10,4 Stunden	5,2
Gruppenstärke	22 Schüler und Schülerinnen	



Das mittlere Alter liegt etwas unter dem Mittel (48 Jahre) der Lehrkräfte hierzulande und der Anteil der weiblichen Lehrkräfte liegt allgemein in dieser Größenordnung. Die repräsentative Aussage dieser Befragung ist jedoch nur schwer zu bewerten. Sie steht hier auch nicht im Vordergrund, da es vielmehr um eine belastbare Zahl qualifizierter Urteile ging. Die Darstellung der deskriptiven Ergebnisse erfolgt mit Häufigkeitsdiagrammen oder so genannten »Boxplots«. Letztere enthalten den Median (Querstrich in der rechteckigen Box), unter bzw. über dem jeweils 50% der Werte liegen, sowie den Mittelwert (Stern in der Box) der Urteile aller Befragten. Die Größe der Box steht für einen Wertebereich, in dem die mittleren 50% aller Angaben liegen, und die senkrechten Striche an jeder Box markieren den höchsten bzw. niedrigsten abgegebenen Wert. Punkte oberhalb und unterhalb dieser Werte stellen Ausreißer dar und weichen stark von den ande**3** Thematische Bereiche des Fragebogens und deren Bezüge zueinander.

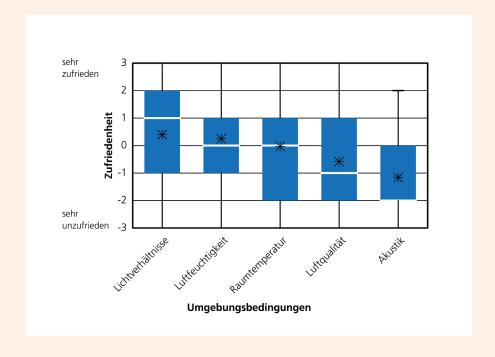
BEURTEILUNG DER AKUSTIK DURCH DIE SPORTLEHRKRÄFTE ERGEBNISSE DER BEFRAGUNG

ren Urteilen ab. Zu den verwendeten 7-stufigen Urteilsabfragen sei noch erwähnt, dass zwischen »sehr zufrieden« und »sehr unzufrieden« Urteilsstufen mit Werten zwischen -3 bis +3 lagen.

Beschreibung der Hallen und Nutzungssituation

Das Alter der Sporthallen beträgt nach Angaben der Befragten im Mittel 33,2 Jahre, wobei die Werte stark streuen und zwischen 1 und 84 Jahren liegen. Ein Großteil (64%) der beurteilten Sporthallen sind DreifeldHallen, ausgestattet mit zwei Trennvorhängen. Bei 16% handelt es sich um Zweifeld-Hallen mit einem Trennvorhang, die restlichen Sporthallen sind Einfeld-Hallen. Die Mehrfeld-Sporthallen werden von den meisten Lehrkräften (97% bzw.71%) vorwiegend mit herabgelassenen Trennvorhängen und zeitgleich stattfindendem Parallelunterricht genutzt. Dabei verfügen die Unterrichtsgruppen in den Dreifeld-Hallen in der Regel über ein Hallendrittel, 84% der dort unterrichtenden Lehrkräfte geben dies als häufigste Nutzungsart an. Mehr als die Hälfte (58%) der in Zweifeld- oder Dreifeld-Hallen unterrichtenden Lehrkräfte beschreiben, dass die Trennvorhänge nicht lückenlos an den Wänden, der Decke und dem Boden abschließen. Die damit einhergehenden akustischen Konsequenzen werden in Kap. 3.2 behandelt. Im Zuge einer Rangreihenbildung durch die Befragten zum akustischen Vergleich der Hallenteile (linkes, mittleres und rechtes Feld) landet das mittlere Feld am häufigsten auf dem letzten Platz. Die Akustik wird hier mit Abstand am schlechtesten bewertet.

Das durchschnittliche Alter der Schwimmhallen von 32 Jahren entspricht etwa dem der Sporthallen, wobei auch hier eine große Streuung festzustellen ist (von Neubau und 64 Jahre alt). Schwimmhallen mit mehreren Becken werden von nahezu allen Lehrkräften (92%) überwiegend gemeinschaftlich mit anderen Unterrichtsgruppen oder Schwim-



mern genutzt, aber auch in Hallen mit nur einem Becken muss sich über die Hälfte der Lehrkräfte (61%) das Becken zumeist mit anderen Unterrichtsgruppen oder Schwimmern teilen.

Physikalische Raumbedingungen

Nach den demographischen Angaben und der Beschreibung der Halle wurde zunächst nach einer Bewertung der Umgebungsbedingungen gefragt, die durch Gebäude und Technik bestimmt werden. Dazu zählen die Lichtverhältnisse, Raumklima, Luftqualität und Akustik. Beim Vergleich in Bild 4 wird die Akustik in Sporthallen am schlechtesten bewertet. 75% der Personen sind tendenziell bis sehr unzufrieden mit den akustischen Bedingungen in »ihrer Sporthalle«. Diesem Urteil am nächsten kommt die empfundene Luftqualität, die damit als ein ebenfalls schlecht beurteiltes Raummerkmal auffällt. Aber

4 Zufriedenheit mit den physikalischen Umgebungsbedingungen in den beurteilten Sporthallen.

BEURTEILUNG DER AKUSTIK DURCH DIE SPORTLEHRKRÄFTE ERGEBNISSE DER BEFRAGUNG

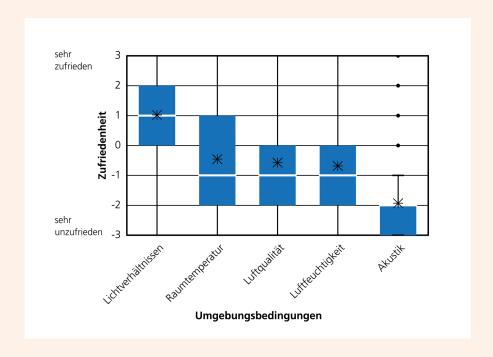
auch darüber hinaus können, vielleicht abgesehen von den Lichtverhältnissen, keine allgemein zufriedenstellenden Raumbedingungen konstatiert werden.

In den Schwimmhallen ist die Unzufriedenheit mit der Akustik noch größer, die Bewertungen lassen sich kaum noch unterbieten, Bild 5. Auch die Beurteilungen der Luftfeuchtigkeit, der Luftqualität und der Raumtemperatur fallen mehrheitlich negativ aus. Angesichts der erneut vornehmlich positiv eingeschätzten Lichtverhältnisse stellt sich natürlich die Frage, ob diesem einzig sichtbaren und auch zweifellos wesentlichen architektonischen Merkmal seitens der Planer und Bauherren die größere Aufmerksamkeit gewidmet wird.

Mit Blick auf das Ziel der akustischen Gestaltung von Sport- und Schwimmhallen, eine hohe Gesamtzufriedenheit der Sportlehrkräfte mit den akustischen Umgebungsbedingungen zu erreichen, stellt sich eine andere Frage: Welche Beurteilungskriterien beeinflussen die akustische Gesamtzufriedenheit in besonderem Maße? Die genauere Auswertung der Befragung führt im Wesentlichen zu 3 Merkmalen: Die Lautstärke und die Höranstrengung während des Unterrichts sowie die Lästigkeit der Geräusche von Sportgeräten erklären mehrheitlich das jeweilige Gesamturteil.

Lautstärke während des Unterrichts

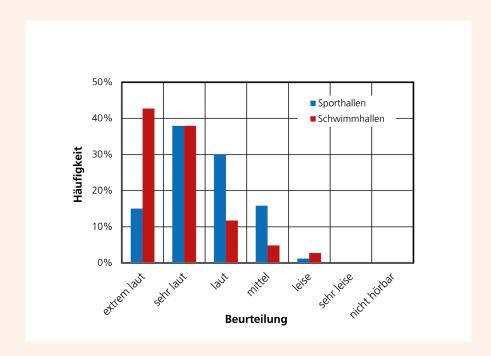
Mehr als die Hälfte (53%) der Lehrkräfte beurteilt die Lautstärke in der Sporthalle während des Unterrichts als sehr oder gar extrem laut. Immerhin 30% bewerten den Unterricht in der Sporthalle noch als laut. In den Schwimmhallen beurteilen sogar 81% der Lehrkräfte die Lautstärke während des Unterrichts als extrem laut oder sehr laut, Bild 6. Die Lärmbelastung wird folglich als sehr hoch wahrgenommen. Natürlich wird kaum jemand einen »Flüster-Sport« erwarten, aber es geht um ein erträgliches Maß, um die Konsequenzen des allzu lauten Unterrichts zu begrenzen.

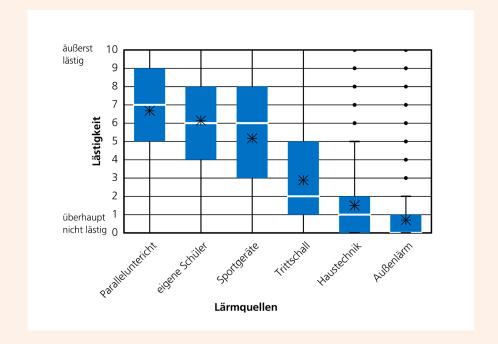


Sprech- und Höranstrengung während des Unterrichts

Nach den bisher dargestellten Ergebnissen mag es nicht mehr überraschen, dass 75% der Lehrkräfte über eine hohe oder sehr hohe Sprechanstrengung während des Unterrichts in den Sport- und Schwimmhallen berichten. Auch das Zuhören ist in den Sporthallen bei 50% der Befragten mit einer mittleren oder sehr hohen Anstrengung und in den Schwimmhallen bei 75% der Befragten mit einer hohen oder sehr hohen Anstrengung verbunden. Die übermäßige Sprechanstrengung erinnert an die bekannten Stimmprobleme vieler Lehrkräfte, das schwierige Hören hingegen lässt sich sowohl mit pädagogischem Erfolg als auch mit Sicherheitsaspekten in Verbindung bringen. Weder Kommunikation zwischen den Beteiligten noch die akustische Signalisierung oder Erkennung von Gefahrensituationen ist bei diesen Schilderungen ohne Probleme zu erwarten.

5 Zufriedenheit mit den physikalischen Umgebungsbedingungen in den beurteilten Schwimmhallen.





6 Subjektiv wahrgenommene Lautstärke während des Unterrichts in den Sporthallen.

Lästigkeit während des Unterrichts

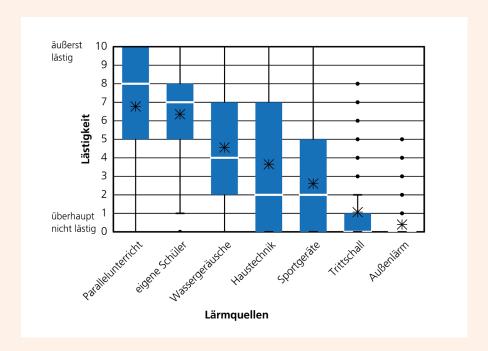
Über die bloße Lautstärke hinaus bezog die Befragung auch die Belästigung durch verschiedene Lärmquellen mit ein. Die Lästigkeit bzw. Belästigung stellt ein gut untersuchtes und etabliertes Merkmalsgefüge in der Lärmwirkungsforschung dar. Sie wurde anhand einer 10-stufigen standardisierten Skala von »überhaupt nicht lästig« (0) bis »äußerst lästig« (10) erfasst [2].

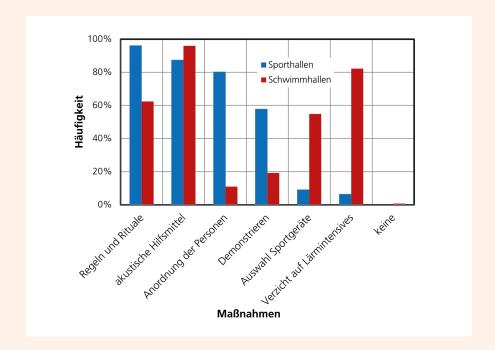
Im Kontext des Sport- und Schwimmunterrichts zeigt sich, dass insbesondere Geräusche, die durch parallel stattfindenden Unterricht entstehen, als störend oder lästig beurteilt werden, Bild 7 und Bild 8. Dies gilt sowohl für Sportunterricht in anderen Teilen der Sporthalle als auch für zeitgleich stattfindenden Schwimmunterricht oder andere Schwimmer im selben und benachbarten Schwimmbecken. Lautes Schreien von Schülern während des Sport- und

Schwimmunterrichts erzeugt mehrheitlich hohe Werte hinsichtlich der Lästigkeit. Und auch durch Sportgeräte verursachte Geräusche, wie z. B. infolge Ballprellen, führen häufig zu starken Belästigungsreaktionen. Außenlärm hingegen scheint sowohl im Sport- als auch im Schwimmunterricht kaum eine Rolle zu spielen. Diese Störquelle führt genauso wie die Geräusche von haustechnischen Anlagen speziell in Schwimmhallen zu einigen, wenigen Ausreißern. Beim Außenlärm ließe sich dies anhand unterschiedlich gelegener Gebäude erklären. Bei Anlagengeräuschen in Schwimmhallen liegen Berichte z. B. von lauten Pumpen vor, die sich nach heutigem Stand der Technik an sich beruhigen lassen sollten.

Verbesserungsmöglichkeiten während des Unterrichts

Gemäß dem Projektziel wurden die Sportlehrkräfte aber nicht nur nach den akustischen Merkmalen ihres Arbeitsplatzes 7 Lästigkeit verschiedener Lärmquellen während des Unterrichts in Sporthallen.





8 Lästigkeit verschiedener Lärmquellen während des Unterrichts in Schwimmhallen.

gefragt, sondern auch nach Maßnahmen zur Beeinflussung der Situation. Es ging um die auf Erfahrungen und Erkenntnissen beruhenden gezielten Gegenmaßnahmen, die sie ergreifen, um die Lärmbelastung während des Unterrichts zu reduzieren und die Kommunikationssituation zu verbessern. Mit Bezug auf vorhandene Literatur und praktische Überlegungen wurden bei der Befragung Vorschläge angeboten, wie z.B.:

- Einsatz akustischer Hilfsmittel, z.B. Trillerpfeife,
- Berücksichtigung der Akustik bei der Auswahl der Sportgeräte, z. B. Verwendung leiser Matten und Bälle, wenn möglich,
- Einführung von Gesprächsregeln, Ritualen oder Disziplinierungsmaßnahmen,
- Verzicht auf lärmintensive Spiele und Übungen, wenn möglich,
- Anordnung der Personen im Raum, unter Berücksichtigung

- der akustischen Bedingungen, z.B. Gesprächsdistanzen verringern, Gruppen oder Kreisbildung,
- mehr Demonstrieren bzw. Vorführen und weniger verbal erklären.

Unter der Rubrik »Sonstiges« konnten nicht aufgeführte Maßnahmen beschrieben werden und es waren Mehrfachnennungen möglich. Die Häufigkeiten in Bild 9 geben an, welcher Anteil der Befragten auf die jeweiligen Maßnahmen zurückgreift. In Sporthallen setzen danach 96% der Sportlehrkräfte Gesprächsregeln, Rituale oder Disziplinierungsmaßnahmen zur Beruhigung ein. Akustische Hilfsmittel werden sowohl in den Sporthallen (87%) als auch in den Schwimmhallen (82%) sehr häufig eingesetzt. Ein deutlicher Unterschied zeigt sich beim Umgang mit lärminten-

9 Maßnahmen der Lehrkräfte zur Reduzierung des Lärmpegels und zur Verbesserung der Kommunikationssituation in Sporthallen.

BEURTEILUNG DER AKUSTIK DURCH DIE SPORTLEHRKRÄFTE ERGEBNISSE DER BEFRAGUNG

siven Spielen, die in Sporthallen offenbar praktiziert, auf die jedoch in Schwimmhallen nahezu vollständig (82%) verzichtet wird. Ein ähnliches Bild gilt für den Einsatz »lauter« Sportgeräte (55%), der in Schwimmhallen zu Gunsten einer Verbesserung der akustischen Situation häufig vermieden wird.

Wie bereits erwähnt stecken hinter diesen Urteilen die Erfahrungen der Lehrkräfte, die sie zwar akustisch kaum quantifizieren können, die aber offenbar eine entlastende Wirkung erzielen. Die Art der Maßnahmen ist auch aus Expertensicht nachvollziehbar, da sie überwiegend die immer zu bevorzugende Reduzierung »an der Quelle« betreffen, also den Lärm möglichst gar nicht erst entstehen zu lassen. Maßnahmen zur Beeinflussung der Schallausbreitung im Raum stehen den Sportlehrkräften allerdings auch nicht zur Verfügung, abgesehen von der Nutzung der vielfach vorhandenen Trennvorhänge in Sporthallen. Diese reichen nach Angaben der Lehrkräfte in 58% der Fälle aber nicht bis zu den Wänden, dem Boden und/oder der Decke, was sich auch in den Akustikbeurteilungen der Lehrkräfte niederschlägt: Sind die Hallenteile nicht vollständig voneinander abgetrennt, ist der Parallelunterricht störender, die empfundene Lautstärke höher und die Zufriedenheit mit der Akustik insgesamt geringer als in Hallen mit abschließenden Trennvorhängen. Maßnahmen beim Schallempfänger, also der persönliche Schallschutz, erscheinen wiederum nicht praktikabel, da ein wirksamer Gehörschützer sowohl den unerwünschten Lärm als auch die entscheidenden Sprach- und Warnsignale unterdrückt. Selbst aktive Systeme vermögen diese (inhaltliche) Trennung nicht zu bewerkstelligen.

Als Resümee der bundesweiten Befragung der Sportlehrkräfte lässt sich demnach festhalten:

- Insbesondere die Lautstärke und Höranstrengung während des Unterrichts sowie die Lästigkeit der auftretenden Geräusche begründen die mehrheitliche Unzufriedenheit mit den akustischen Bedingungen in Sport- und Schwimmhallen.
- Die von den Sportlehrkräften selbst ergreifbaren und ergriffenen Verbesserungsmaßnahmen sind wirksam und eine Vertiefung bzw. Verbreitung der Erfahrungen ist sicher Johnenswert.
- Der Bedarf ist groß, mit allen zur Verfügung stehenden baulichen und technischen Gestaltungsmaßnahmen die Bemühungen der Sportlehrkräfte um akustisch bessere Lehr- und Lernbedingungen zu unterstützen.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass natürlich noch einige weitere Befragungsergebnisse zu Detailfragen vorliegen, ihre Darstellung aber den Rahmen dieser Publikation überschreiten würde. Die künftige wissenschaftliche Auswertung wird jedoch folgen und deren Ergebnisse werden auch ausführlich publiziert.

3 SCHALLSCHUTZ UND RAUMAKUSTIK

Die Beantwortung der Frage nach der akustischen Eignung von Gebäuden und Räumen ist grundsätzlich auf deren Nutzung zu beziehen. Natürlich gilt dies auch für viele andere bauliche und technische Aspekte. Am Beginn jeder Planung sind daher die Nutzungsarten und die Ansprüche der Nutzer zu bewerten. Mit Blick auf die besonderen Wirkungen von Schall müssen darüber hinaus auch potentielle Störungen für Unbeteiligte, z. B. in der Nachbarschaft, einbezogen werden. Bei Sport- und Schwimmhallen ist also einiges zu beachten, um für

- »klassischen« Sport- und Schwimmunterricht, auch mit Blick auf Inklusion und besonderen Förderbedarf,
- außerunterrichtlichen Sport in Arbeitsgruppen oder in der Ganztagsbetreuung,
- Sport in Vereinen und anderen Gruppen,
- Sportwettkämpfe,
- schulische und kommunale Veranstaltungen, z.B. mit Sprach- und Musikdarbietung

gleichermaßen gute Bedingungen zu ermöglichen. Die Logik des baulichen und technischen Schallschutzes besteht in der Minimierung von fremden, d.h. nicht von den Nutzern selbst verursachten, akustischen Störungen oder Beeinträchtigungen. Unter dem Begriff Raumakustik hingegen werden Maßnahmen in den Räumlichkeiten verstanden, die zur Beruhigung der dort entstehenden Geräusche dienen. Dabei geht es insbesondere um verständliche Sprachkommunikation, aber bei Bedarf auch um gute Hörsamkeit von Musik.

Die bau- und raumakustischen Eigenschaften beeinflussen sich gegenseitig in unterschiedlichem Maße. So hängt z.B. der resultierende Schallschutz zwischen benachbarten Räumen sowohl von der Schalldämmung der Trennwände als auch von

Schulgebäude, z.B. benachbarte Räume

Sport- oder Schwimmhalle

Nutzergeräusche
Sprache, Hilfsmittel (z.B. Trillerpfeife),
Laufen, Springen, Sportgeräte (z.B. Bälle),
Musik, Abläufe (Schwimmhalle)

Technische Geräusche
Haustechnische Anlagen, z.B. Lüftung,
Wasseraufbereitung, z.B. Pumpen,

Umgebungsgeräusche
Außenlärm, z.B. Straßenverkehr,
Geräusche aus Nachbarräumen

der akustischen Dämpfung in den Räumen ab. Allerdings kann auch die beste Raumakustik einen schlechten Schallschutz nicht »retten« oder laute Geräuschquellen im Raum verstummen lassen. Daher sind alle akustischen Belange von Anfang an und als angemessene Bestandteile einer integralen und detaillierten Planung und Gestaltung zu beachten. Auf Grund der Wechselwirkungen zu bautechnischen, bauphysikalischen, architektonischen und organisatorischen Anforderungen lässt sich die Akustik als Teil des Ganzen funktional und wirtschaftlich am besten integrieren.

Zum Verständnis der Aspekte und Anforderungen an Schallschutz und Raumakustik tragen die zu beachtenden Geräuschquellen bei, Bild 10. Auch wenn diese Quellen und die Übertragungswege des Schalls sicher sehr unterschiedlich ausgeprägt sein können, müssen doch alle Aspekte bewertet und gegebenenfalls behandelt werden. 10 Geräuschquellen bei Sport- und Schwimmhallen sowie mögliche Wechselwirkun-gen mit deren Umgebung innerhalb und außerhalb des Gebäudes.

3.1 Baulicher und technischer Schallschutz

Schallschutz der Außenbauteile

Da normalerweise die akustischen Verhältnisse im Inneren der Sport- und Schwimmhallen im Vordergrund stehen, wird mitunter deren städtebaulicher Kontext »übersehen«, aus dem sich akustische Anforderungen an die Außenbauteile ergeben. Befindet sich die Halle in einem lärmbelasteten Umfeld, muss die Schalldämmung der Außenbauteile hoch genug sein, dass der von außen eindringende Schall die vorgesehene Nutzung (Unterricht, Veranstaltung) nicht beeinträchtigt. Bei einer Halle in lärmempfindlichem Umfeld ist hingegen sicherzustellen, dass auch bei der lautesten Nutzung, z. B. bei Sportwettkämpfen, die außen hörbaren Geräusche keine Belästigung der Nachbarn hervorrufen. Da in beiden Fällen unterschiedliche Rechtsvorschriften und Regelwerke gelten, ist eine getrennte Betrachtung erforderlich, auch wenn letztlich eine Fassade dafür zuständig ist.

So ist zwischen Hallen mit reinem Sportbetrieb und solchen mit Mehrzwecknutzung zu unterscheiden und natürlich die Abhängigkeit vom Standort, der Tageszeit usw. zu berücksichtigen. Wird die Halle ausschließlich für Sport im öffentlichen Bereich (Schul- und Vereinssport) genutzt, sind die Forderungen der Sportanlagen-Lärmschutzverordnung [4] maßgebend. Befinden sich z.B. Krankenhäuser, Kur- und Pflegeeinrichtungen in der Nachbarschaft, sind niedrigere Schallpegel einzuhalten als in Gewerbegebieten. Genauso gilt eine Unterscheidung zwischen Tages- bzw. Nachtzeit. Schließlich sei noch erwähnt, dass auch Geräusche, die auf dem Gelände der Sporthalle entstehen in die Bewertung einbezogen werden. Dazu zählen zugeordnete Parkflächen oder technische Anlagen, z.B. Wärme- und Energieerzeuger, die Anlass für Ärger und Beschwerden geben können. Es lohnt sich

jedenfalls, die äußeren urbanen Gegebenheiten und auch langfristig ausgerichtete Bebauungskonzepte einzubeziehen.

Die eigentlichen Schallschutzanforderungen an die Außenhülle werden in der DIN 18032 [5] mit Verweis auf die DIN 4109 [6] genannt. Da Fassade und Dach zumeist aus Elementen mit unterschiedlicher Schalldämmung bestehen, z.B. Mauerwerk und Fenster, ist für die Planung das resultierende Schalldämm-Maß der Wand heranzuziehen. Als Grundregel gilt dafür, dass das akustisch schwächste Element die Wirkung begrenzt. In der Praxis sind dies meist die vorhandenen Verglasungen und Fenster, die heutzutage sehr großzügig verwendet werden. Zugleich sei hier an die gewünschte bzw. erforderliche Fensterlüftung im Sommer und die vernachlässigbare Schalldämmung geöffneter Fenster erinnert. In diesen Situationen dringt der Außenlärm nahezu ungehindert in die Räume ein bzw. umgekehrt.

Schallschutz im Gebäude

Eine Geräuschübertragung zwischen Sport- und Schwimmhallen und z.B. angrenzenden Unterrichtsräumen im gleichen Gebäude kommt praktisch nur in wenigen Fällen vor, da die Hallen oft in eigenständigen Gebäuden untergebracht sind. Wenn diese Übertragung jedoch auftreten kann, ist auch hier ein ausreichender Schallschutz erforderlich. Einerseits geht es um Schall, andererseits aber auch um Schwingungen, die sich im Gebäude ausbreiten und als hörbarer Schall wieder abgestrahlt werden. Bezogen auf einzelne Bauteile, z.B. Wände und Decken, spricht man daher auch von Luft- bzw. Trittschalldämmung. Für diesen gebäudeinternen Teil des Schallschutzes sind die Anforderungen ebenfalls in der DIN 18032 [5] bzw. in der DIN 4109 [6] festgelegt. Die erforderlichen Schalldämm-Maße von Wänden zwischen »besonders lauten« Räumen (Sport) und »schutzbedürftigen« Räumen (Unterricht) liegen zwischen 57

ANFORDERUNGEN AN SCHALLSCHUTZ UND RAUMAKUSTIK BAULICHER UND TECHNISCHER SCHALLSCHUTZ

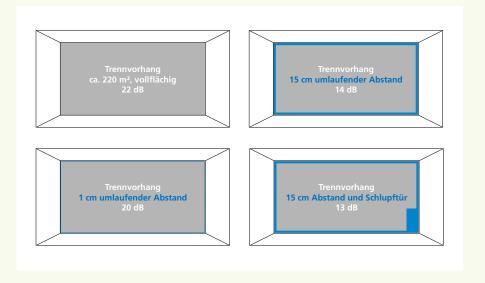
und 72 dB. Diese Werte sind vergleichsweise hoch, so dass bei direkt benachbarten Räumen gute und sichere Konstruktionen verwendet werden müssen. Die maximal zulässigen Trittschallpegel liegen zwischen 28 bis 43 dB, d.h. auch die Decken und Bodenaufbauten müssen eine besondere Qualität aufweisen, damit in Nachbarräumen zu Sporthallen ruhiger Unterricht möglich ist.

Technischer Schallschutz

Der technische Schallschutz gilt den Geräuschen, die mit dem Betrieb technischer Anlagen im Gebäude zusammenhängen. Grundsätzlich sind fast überall Anlagen zur Heizung, Lüftung, Kühlung sowie in Schwimmhallen zur Wasseraufbereitung vorhanden. Mitunter kommen eigenständige Energiesysteme, z. B. Blockheizkraftwerke, hinzu. Die Befragungsergebnisse in Kap. 2.3 haben aber bereits angedeutet, dass derartige technisch verursachte Geräusche in Sport- und Schwimmhallen kaum eine (störende) Rolle spielen. Dennoch sind, abhängig von der Nutzung, maximale Schalldruckpegel einzuhalten. Die DIN 18032 [5] enthält dazu die Regelung, dass bei reiner Sportnutzung die Geräusche nicht lauter als 45 dB(A) sein dürfen. Die gleiche Obergrenze findet sich in der KOK Bäderrichtlinie [7] für Schwimmbäder, allerdings mit Ausnahmen bei weniger oft betriebenen Anlagen, z. B. Spülluftgebläse.

3.2 Trennvorhänge und Böden in Sporthallen

In Mehrfeld-Sporthallen dienen Trennvorhänge u. a. auch dem Schallschutz zwischen den einzelnen Feldern innerhalb der Halle. Durch diese akustische Trennung sollen sich die Nutzer eines Hallenfeldes auch dann noch angemessen verständigen können, wenn z. B. im benachbarten Hallenfeld laute Geräusche auftreten. Zugleich wird der wechselseitigen Verstärkung der Lärmbelastung (LOMBARD Effekt) bei mehreren an-



wesenden Nutzergruppen vorgebeugt. Auf Grund der leichten Membranen, aus denen die Trennvorhänge bestehen, kann die Schallschutzwirkung nicht allzu hoch sein. Aus praktischen Erwägungen werden die akustischen Anforderungen nach DIN 18032 [5] etwas differenziert. Das bewertete Schalldämm-Maß des Trennvorhanges an sich muss mindestens 22 dB betragen. Dieser Wert ist im Prüflabor festzustellen und entspricht daher dem Schallschutz-Potential des Trennvorhanges. Da sich im eingebauten Zustand keine Prüfbedingungen realisieren lassen, müssen in der Sporthalle noch mindestens 18 dB übrigbleiben. Dieser »Praxisabschlag« ist auch bei anderen Bauteilen von Gebäuden üblich und nachvollziehbar. Zur Einordnung der tatsächlich zu erreichenden Lärmminderung von 18 dB zwischen zwei Hallenfeldern sei auf die Geräuschpegel in Bild 1 und Bild 2 verwiesen. Diese Schalldämmung würde z.B. Straßenlärm oder laute Sprache auf normale Gesprächslautstärke reduzieren. Das

11 Einfluss offener Abstände zu Wänden, Decke und Boden sowie einer typischen Schlupföffnung auf die resultierende Schalldämmung eines Trennvorhanges mit ca. 220 m² Fläche.

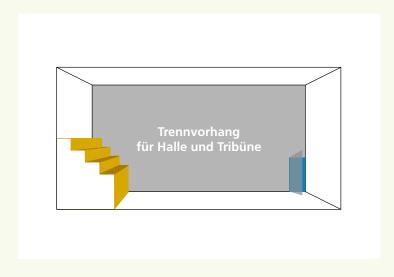
ANFORDERUNGEN AN SCHALLSCHUTZ UND RAUMAKUSTIK TRENNVORHÄNGE UND BÖDEN IN SPORTHALLEN

ist spürbar und hilfreich, auch wenn mitunter mehr Schallschutz wünschenswert oder gar notwendig wäre.

Bei eingebauten Trennvorhängen sind Fugen nahezu unvermeidlich und zusätzlich werden Schlupftüren oder -öffnungen (Fluchtweg) vorgesehen. Jegliche Öffnungen weisen allerdings keinerlei Schalldämmung auf und sie mindern die resultierende Schallschutzwirkung. In Bild 11 ist der Einfluss offener Abstände zu Wänden, Decke und Boden sowie einer typischen Schlupföffnung auf die resultierende Schalldämmung illustriert. Anhand dieser Rechnungen wird deutlich, dass akustisch kaum Spielraum für Fugen oder dergleichen besteht, ob beabsichtigt oder unbeabsichtigt. Aus diesen Gründen wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Öffnungen sinnvoll zu vermeiden oder schalltechnisch zu behandeln sind, z.B. auch im Fall von Tribünen und Schlupföffnungen (Bild 12).

Trennvorhänge können jedoch noch mehr zur guten Akustik in Sporthallen beitragen. Einerseits wird in der DIN 18032 (Teil 4) [5] zu Recht gefordert, dass sie zur Verbesserung der Schallabsorption, d.h. zur Dämpfung der Geräusche in den getrennten Hallenteilen selbst beitragen müssen. Bei den großen Flächen der Trennvorhänge besteht hier ein beachtliches Potential, das leider noch nicht in Form konkreter Anforderungen quantifiziert ist. Andererseits sollten auch die Anprallgeräusche beachtet werden, wenn z. B. Bälle auf Trennvorhänge treffen.

Obgleich sich der Teil 2 (Vornorm) der DIN 18032 [5] speziell den Sportböden widmet, werden die hörbaren Merkmale nur sehr kurz behandelt. Es wird eine geringe Entwicklung und Ausbreitung des Schalls gefordert, der bei ihrer Benutzung entsteht. Dass die Benutzung von Böden und Bodenbelägen zu Geräuschen führt ist offenkundig und auch in anders genutzten Gebäuden ein Schallschutz-Dauerthema. In Sporthallen sind



es z.B. Laufgeräusche von Personen und insbesondere der durch das Ballprellen hervorgerufene Schall. Der Hallenboden wird durch die meist impulsartigen Anregungen zu Schwingungen angeregt, welche sich über den Boden ausbreiten und sowohl im eigenen Bereich, als auch im benachbarten Hallenfeld als Schall abgestrahlt werden. D.h., auf diesem Weg wird auch die Schalldämmung von Trennvorhängen beeinträchtigt. Die aus anderen Gründen beabsichtigte Elastizität bzw. Schwingfähigkeit der Sportböden macht sie akustisch zu einer Art Resonanzboden, der sich unter Umständen besonders leicht zur Schallabstrahlung anregen lässt.

3.3 Raumakustik

Die raumakustische Gestaltung konzentriert sich auf die maßgeblichen Schallquellen im Raum, also insbesondere auf 12 Vereinfachte
Darstellung eines Trennvorhangs für Halle und
Tribüne sowie mit einem
beweglichen Vorhang
zur Abdeckung der
Schlupföffnung.

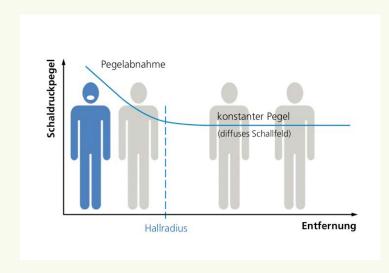
ANFORDERUNGEN AN SCHALLSCHUTZ UND RAUMAKUSTIK

die in Bild 10 genannten Nutzergeräusche. Zwei fundamentale Ziele stehen dabei im Vordergrund: Die Dämpfung der Geräusche sowie die Verständlichkeit von Sprache. Im Vergleich dazu sollte eine optimale Hörqualität bei Musikwiedergabe anlässlich von Veranstaltungen als zweitrangig betrachtet werden, falls sich nicht beide Wünsche gleichermaßen erfüllen lassen. Für die üblichen, nicht allzu komplex geformten Sport- und Schwimmhallen ist jedoch die Palette der raumakustischen Maßnahmen überschaubar. Beide Ziele lassen sich durch den Einbau von schallabsorbierenden Oberflächen erreichen, während Vorkehrungen zur Lenkung des Schalls vernachlässigt werden können. Diese sind manchmal z.B. in Gestalt von Reflektoren in Konzertsälen sinnvoll, um alle Plätze gleichermaßen mit Schall zu versorgen.

Die etablierte und in den meisten Fällen maßgebliche Kenngröße zur Charakterisierung der Raumakustik ist die Nachhallzeit. Wie der Name schon andeutet, beschreibt sie den Zeitraum, den ein Schallereignis bis zu seinem Verstummen (Abklingen auf ein Millionstel seiner ursprünglichen Energie) im Raum messbar ist. Ihrer Definition und der Erfahrung gemäß, ist die Nachhallzeit in großen Räumen länger als in kleinen und sie lässt sich mit schallschluckenden Materialien im Raum verkürzen.

Nachhallzeit
$$\mathbf{T} = 0.16 \cdot \frac{\text{Raumvolumen } \mathbf{V}}{\text{Äquivalente Schallabsorptionsfläche } \mathbf{A}}$$
 (1)

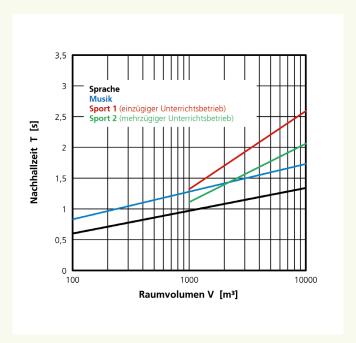
Gemeinsam mit dem Störgeräuschpegel bestimmt die Nachhallzeit die Sprachverständlichkeit, wobei lange Nachhallzeiten und hohe Störpegel erwartungsgemäß die Verständlichkeit verringern. Zugleich gilt, dass eine (Stör-) Schallquelle bei langen Nachhallzeiten zu höheren Schalldruckpegeln im Raum führt und umgekehrt. Und noch eine dritte Größe sei erwähnt, die aus der Relation zwischen Nachhallzeit und Raumvolumen resultiert: der so genannte Hallradius, siehe Bild 13.

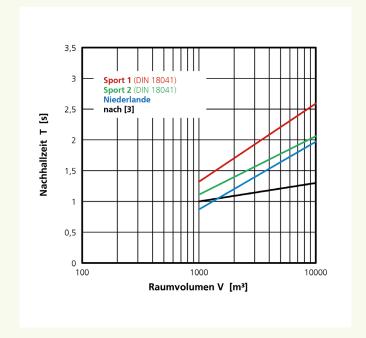


Hallradius
$$\mathbf{r}_{H} \approx 0.057 \cdot \sqrt{\frac{\text{Raumvolumen } \mathbf{V}}{\text{Nachhallzeit } \mathbf{T}}}$$
 (2)

Er beschreibt die Distanz zu einer Schallquelle, ab der die Lautstärke im Raum bei weiterer Entfernung nicht mehr abnimmt, da der Raum gleichsam diffus mit Schallenergie »gefüllt« ist. Innerhalb dieser Distanz bzw. des Hallradius ist eine Pegelabnahme jedoch spürbar und je kleiner der Raum bzw. je kürzer die Nachhallzeit, desto weiter ist der Hallradius. Bei allen 3 genannten Merkmalen, Sprachverständlichkeit, Pegelminderung und Hallradius, profitieren Sport- und Schwimmhallen von einer möglichst kurzen Nachhallzeit, praktisch erreichbar durch schallabsorbierende Oberflächen.

Die Anforderungen an die Nachhallzeit sind daher auch in den entsprechenden Normen formuliert, konkret in der DIN 18032 13 Vereinfachte Darstellung der Schallpegelabnahme innerhalb und außerhalb des Hallradius, d.h. im direkten bzw. diffusen Schallfeld.





14 Volumenabhängige Anforderungen an die Nachhallzeit in Sport- und Schwimmhallen im Vergleich zu Räumen für Sprachund Musikdarbietung, nach DIN 18041 [6].

[5] bzw. in der dort zitierten DIN 18041 [8]. Der erhebliche Bedarf an Schallabsorbern in großen Räumen ist ein Grund, um die Nachhallzeitforderung nicht zu »übertreiben«, sondern eine auch wirtschaftliche Balance aus Aufwand und Nutzen anzustreben.

Daher werden die Werte für Sport- und Schwimmhallen in Abhängigkeit vom Raumvolumen definiert. In Bild 14 sind die Anforderungen an die Nachhallzeit in Sport- und Schwimmhallen im Vergleich zu Räumen für Sprach- und Musikdarbietung dargestellt.

Findet in einer Sporthalle also »nur« Sportunterricht statt, dürfte die Nachhallzeit länger sein als z.B. bei Schul- oder Gemeindeveranstaltungen mit Sprachdarbietung vor Publikum. Natürlich führt dieser Gedankengang allein nicht zu besserer Akustik, aber eine Abwägung der Nutzungspriorität sollte er zumindest anstoßen. Darüber hinaus stellt sich die Frage nach

den Ursprüngen dieser Anforderungen, da sie in anderen Ländern und anderen Quellen durchaus anders formuliert werden. Bild 15 veranschaulicht dies anhand der Werte für Sport- und Schwimmhallen hierzulande und in den Niederlanden sowie im Vergleich mit Empfehlungen einer veritablen Literaturquelle [3]. Die Unterschiede sind deutlich, d.h. die erwähnte Balance zur wirtschaftlichen Umsetzung geeigneter Raumakustik hat offenbar auch Spielraum für Interpretation.

Die Nachhallzeiten in Bild 14 und Bild 15 sind in Gestalt einer Zahl charakterisiert, die sich aus der Mittelung der frequenzabhängigen Werte ergibt. Diese Frequenzabhängigkeit ist insofern wichtig, da die Nachhallzeit an sich möglichst gleichmäßig bei tiefen und hohen Frequenzen eingestellt werden sollte. Ist dies nicht der Fall, können hörbare Störungen die Folge sein. Es wird jedoch als besonders schwierig angesehen, bei tieffrequentem

15 Volumenabhängige Anforderungen an die Nachhallzeit in Sport- und Schwimmhallen nach DIN 18041 [8] im Vergleich zu anderen Normen und Empfehlungen.

ANFORDERUNGEN AN SCHALLSCHUTZ UND RAUMAKUSTIK

Schall gute Raumakustik zu planen und zu realisieren, so dass die aktuelle Norm hier größere Toleranzen und damit auch längere Nachhallzeiten zulässt. Eine berechtigte Verringerung der Nachhallzeit sollte in jedem Fall für Personen mit Hörschädigungen oder vergleichbaren Beeinträchtigten erreicht werden, da sie auf bessere Kommunikationsbedingungen besonders angewiesen sind. Eine ähnliche Argumentation gilt auch bei sprachlichem Austausch in einer Fremdsprache.

Eine Anmerkung sei noch der Unterscheidung nach DIN 18041 [8] zwischen ein- und mehrzügigem Unterrichtsbetrieb gewidmet, die bei Mehrfeld-Sporthallen zu bewerten ist. Dazu geht aus der Befragung der Sportlehrkräfte hervor, dass der einzügige Unterrichtsbetrieb eigentlich nur in Einfeld-Hallen vorkommt. Mehrfeld-Hallen werden beinahe ausschließlich im Parallelunterricht (70% bei Zweifeld-Hallen und 84% bei Dreifeld-Hallen) betrieben, so dass hier mit gutem Gewissen immer die Anforderung für mehrzügigen Unterrichtsbetrieb zu verfolgen ist. Dies gilt nach DIN 18032 [6] nicht nur für die gesamte Halle, sondern auch für jeden durch Trennvorhänge getrennten Hallenteil.

4 MESSERGEBNISSE IM BESTAND

Nach dem Urteil der Sportlehrkräfte und der Darstellung der bisherigen Anforderungen an die Akustik in Sport- und Schwimmhallen werden nun Messungen in bestehenden Hallen vorgestellt. Natürlich ist deren Umfang aus verschiedenen Gründen begrenzt, z.B. durch den damit verbundenen Aufwand oder die Bereitschaft der Zuständigen. Auch wenn die Auswahl der messtechnisch erfassten Hallen nach keiner besonderen Regel erfolgte, lässt sich daraus noch nicht der Status einer repräsentativen Feldstudie ableiten. Dennoch geben die ermittelten Daten einen Ausschnitt der Realität wieder und ermöglichen darüber hinaus, einige Hintergründe aufzudecken, methodische Alternativen vorzuschlagen und Anregungen für die künftige Gestaltung darzustellen und zu begründen.

Zu den untersuchten Hallen gehörten Einfeld-, Zweifeld- und Dreifeld-Sporthallen mit Raumvolumina zwischen 3.000 und 10.000 m³ sowie Schwimmhallen mit Raumvolumina zwischen 1.500 und 10.000 m³. Neben der Größe unterscheidet sie die Ausstattung und natürlich auch das Baujahr (Errichtung, Änderung). Das Repertoire an Messungen umfasste

- mittlere Geräuschpegel (ohne und mit agierenden Personen),
- Nachhallzeit in allen Hallen

sowie in Sporthallen zusätzlich

- Geräusch- und Schwingungspegel (Boden) durch Ball-Prellen,
- Nachhallzeiten in getrennten Hallensegmenten,
- Schalldämmung von Trennvorhängen.

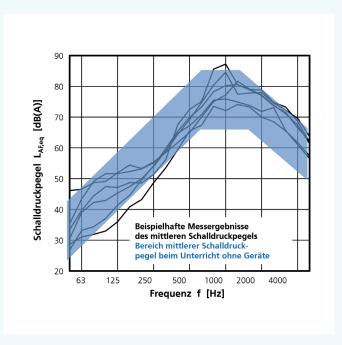
Die Messungen erfolgten nach den entsprechenden Normen. Bei einigen in diesem Zusammenhang erstmalig untersuchten Werten wurden geeignete Verfahren bzw. Standards aus anderen Finsatzbereichen verwendet

4.1 Geräuschpegel beim Unterricht ohne Geräte

Die empfundene Lautstärke wurde von den befragten Sportlehrkräften als überwiegend hoch beurteilt und sie hat offenbar einen sehr starken Einfluss auf die Gesamtzufriedenheit mit der Akustik. Daher war die Charakterisierung der für dieses Urteil verantwortlichen Geräuschpegel auch Gegenstand der Messungen im Bestand. Von den vorgefundenen Schallquellen durch Außenlärm und technische Anlagen sind kaum auffällige Geräuschpegel zu berichten. Mit wenigen Ausnahmen bestätigen sich also die als selten berichteten Auswirkungen derartiger Störungen. Dennoch sollte dieses Resümee weder dazu führen, dass diese Quellen lauter sein dürfen, noch sollten die zum Teil geräuschvollen Anlagen zur Lüftung oder Wasseraufbereitung unbehandelt bleiben.

Eine zweifellos wesentliche Schallquelle repräsentieren die Nutzer durch ihre sprachliche und nichtsprachliche Artikulation und Kommunikation während des Unterrichts. Unabhängig vom Inhalt und Informationsgehalt können Menschen ihre Sprache individuell sehr dynamisch einsetzen. Bereits in Bild 2 sind Sprachpegel für normale und gehobene Sprechlautstärke, d.h. 50 bis 90 dB(A) auf kurze Distanz, angedeutet. Flüstern ist zwar deutlich leiser aber laute Sprache bis hin zum Schreien auch noch deutlich lauter. In der Nähe einer schreienden Person sind Schallpegel bis 110 dB(A) kurzzeitig erreichbar, so dass z. B. notwendige Anweisungen der Lehrkraft für alle Beteiligten eine hohe Beanspruchung bedeuten. Die Trillerpfeife als »Ersatzstimme« kann diese Pegel ebenfalls erreichen, ohne die Stimme anzustrengen. Aber es bleibt die erhebliche und in vielen Fällen sogar kritische Hörbeanspruchung, die bei wiederholtem Auftreten trotz der meist kurzen Expositionszeit gesundheitliche Folgen nach sich ziehen kann.

Einige in den Hallen gemessene mittlere Schallpegel (außerhalb des Hallradius) sind in Bild 16 dargestellt. Zweifellos vorhandene kurzzeitige Spitzenwerte sind daraus



16 Volumenabhängige Anforderungen an die Nachhallzeit in Sport- und Schwimmhallen im Vergleich zu Räumen für Sprachund Musikdarbietung, nach DIN 18041 [6].

nicht erkennbar. Die zugehörigen Summenschallpegel lagen in einem Bereich zwischen ca. 80 und 90 dB(A). Der eingefärbte Bereich soll die Orientierung erleichtern und die wesentlichen Geräuschmerkmale hervorheben. Die bestimmenden Pegel liegen im (Sprach-) Frequenzbereich von 500 bis 2.000 Hz und erreichen dort Werte zwischen 70 und 85 dB(A).

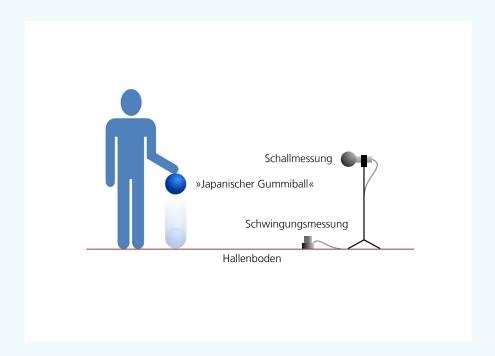
Während der Messungen befanden sich im Mittel ca. 20 bis 25 Personen in den Hallen, die nicht mit Geräten oder dergleichen hantierten, so dass die Geräusche im Wesentlichen auf Stimmen zurückzuführen sind. In den Schwimmhallen waren z. B. zugleich wartende und schwimmende Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte anwesend. Trotz sehr unterschiedlicher Personenzahlen streuen die Geräuschpegel hier relativ gering. Anders in den Sporthallen, in denen die frequenzabhängigen Geräuschpegel trotz ähnlicher Personenzahlen deutlich stärker

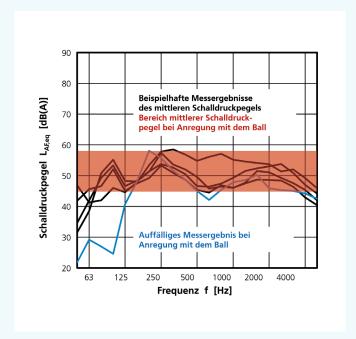
streuen. Je nach Aktivität, z.B. Einweisung, Erwärmung oder erste Übungen, spielen neben dem Sprachschall z.B. auch Lauf- und Springgeräusche eine Rolle. Insgesamt lässt sich aber keine klare Korrelation zwischen der Personenzahl und dem Summenschallpegel feststellen. Die zu erwartenden Einflussfaktoren auf die Geräuschpegel bei Nutzungsszenarien ohne Geräte sind also das sprachliche und sportliche Agieren der Personen, wobei deren Anzahl von Bedeutung aber nicht entscheidend ist. Vielmehr stehen eine gewisse Disziplin in puncto Kommunikation sowie die nahezu unvermeidlichen nichtsprachlichen Nutzungsgeräusche, wie Laufen, Springen, Schwimmen usw. im Vordergrund. Sie führen zu einem Geräuschniveau, dass einerseits im Fall von Anweisungen oder Warnhinweisen von den Sportlehrkräften nur mit lauter oder sehr lauter Stimme übertönt werden kann. Andererseits können sich auch Schülerinnen und Schüler im Fall von Fragen oder Rückmeldungen nur mit entsprechender Stimmgewalt Gehör verschaffen.

4.2 Geräuschpegel bei Nutzung von Sportgeräten

Angesichts der Vielzahl von Sportgeräten, deren Nutzung mit Geräuschen verbunden ist, wurde eine Fokussierung auf die sicher besonders auffälligen Ballsportarten vorgenommen. Dennoch sei hier festgehalten, dass eine ganze Reihe von anderen Geräten sicher noch einen Gestaltungsspielraum aufweisen, um Funktionalität und Sicherheit mit einer verringerten Geräuschanfälligkeit zu kombinieren. Jede dieser Maßnahmen zur Verringerung der Geräuschbelastung ist wertvoll und willkommen.

Zur messtechnischen Untersuchung der Geräusche, die durch Verwendung von Bällen entstehen, galt es zunächst ein stabiles und reproduzierbares Verfahren heranzuziehen. Dazu gehört eine entsprechende, möglichst genormte Quelle, eine Prozedur zu deren Verwendung sowie die eigentliche Messgröße. Natürlich sollte das Verfahren auch





17 Schall- und Schwingungsmessungen bei Anregung des Hallenbodens mit dem »Japanischen Gummiball«.

vor Ort praktikabel sein und auch einen ganz wesentlichen Einflussfaktor einbeziehen, den Boden in Sporthallen. Aus diesen Erwägungen heraus fiel die Wahl auf den so genannten »Japanischen Gummiball«. Er besteht aus einer Hohlkugel mit einem Durchmesser von 180 mm und einem Gewicht von 2,5 kg, hat also etwa den Umfang eines Handballs und ist noch deutlich schwerer als ein Basketball.

Die Abmessungen und seine akustisch maßgebenden Eigenschaften, wie z.B. Material und Rückprallkoeffizient, sind in der DIN EN ISO 10140-5 [9] vorgegeben. Beim Anregungsvorgang trifft der Ball aus einer Fallhöhe von 100 cm auf den Boden, um so in Wohngebäuden die Erzeugung von Gehgeräuschen oder Trittschall zu simulieren. In Sporthallen ermöglicht diese Methode hingegen die genormte Simulation von Lauf-, Spring- und insbesondere von Prallgeräuschen, so dass die akustische Reaktion von Böden oder

Wänden beschrieben bzw. verglichen werden kann. Bild 17 zeigt vereinfacht den Aufbau der Messung, wobei der Boden mit dem Ball bei einer (Prell-) Frequenz von ca. 1 bis 2 Hz angeregt wird.

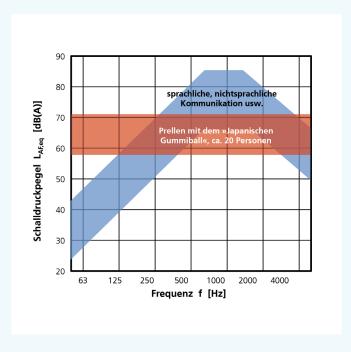
Auch wenn der »Japanische Gummiball« keinem der praktisch verwendeten Bälle genau entspricht, besteht sein großer Vorteil in den exakt genormten Eigenschaften und seiner ähnlichen Verwendbarkeit im Sinne der Geräuschanregung. So lassen sich verschiedene Konstellationen und (Boden-) Konstruktionen schallund schwingungstechnisch realitätsnah vergleichen. Beispielhaft ist dieser Vergleich in Bild 18 enthalten, wobei erneut der eingefärbte Bereich eine Orientierung bezüglich der wesentlichen Geräuschmerkmale gibt. Die hier gezeigten Geräuschpegel wurden in 5 m Entfernung zum Anregungsort gemessen, wobei auch Werte in größerer Distanz vorliegen, die jedoch nur in den wenigsten Hallen deutlich geringer ausfielen (Stichwort: Hallradius).

18 Beispielhafte Ergebnisse der Geräuschmessungen mit einem »Japanischen Gummiball« in verschiedenen Sporthallen ohne sonstige Nutzung.

MESSERGEBNISSE IM BESTAND GERÄUSCHPEGEL BEI NUTZUNG VON SPORTGERÄTEN

Die Pegelwerte schwanken nur gering im Frequenzbereich und die jeweiligen Summenschallpegel liegen zwischen 60 und 67 dB(A). Auch wenn diese Unterschiede keineswegs vernachlässigbar sind, sei doch auf ein auffälliges Messergebnis (beschriftete Kurve in Bild 18) besonders hingewiesen. In dieser Halle bewerteten die Sportlehrkräfte den Boden als »auffällig leiser« im Vergleich zu anderen, ihnen bekannten Sporthallen. Der akustisch relevante Unterschied stellt sich in Form deutlich niedrigerer Pegel bei tiefen Frequenzen unterhalb von 125 Hz dar. Dieses reduzierte Dröhnen wird offenbar wahrgenommen und positiv bewertet. Leider liegen zu den vorgefundenen Böden in den Sporthallen keine weiteren Daten vor, so dass eine genauere Auswertung hier (noch) nicht möglich ist.

Dass sich diese Analyse und die Berücksichtigung der Ergebnisse lohnen, illustriert die Einordnung der Geräuschpegel mit dem »Japanischen Gummiball« in Bezug auf die Geräuschmessungen ohne Nutzung von Geräten. In Bild 19 werden dazu die beiden eingefärbten Pegelbereiche aus Bild 16 und Bild 18 gemeinsam dargestellt. Um den Vergleich realistischer zu machen, wurden dazu die Geräusche mit einem »Japanischen Gummiball« auf den Fall hochgerechnet, dass ca. 20 Personen einen solchen Ball gleichzeitig prellen lassen. Die dadurch entstehenden Summenschallpegel von bis zu 80 dB(A) liegen zwar noch deutlich unter den Spitzenwerten der gemessenen Sprach-, Lauf- und Springschallpegel. Bei Frequenzen unter 250 Hz dominieren jedoch die prellenden Bälle das resultierende Gesamtgeräusch. Neben dem offenbar vorhandenen Störpotential dieser letztlich breitbandig lauten Geräusche lassen sich aus diesem Ergebnis auch Schlüsse für die bauliche Gestaltung ziehen. Abgesehen von dem willkommenen Versuch, die Geräuschquellen an sich zu beruhigen, sollte z. B. die Dämpfung des Raumschalls ebenfalls im gesamten Hörfrequenzbereich erfolgen.



Natürlich haben dieser Vergleich und das Zwischenresümee eine begrenzte Aussagekraft für die Praxis, da die einzelnen Geräuschquellen noch genauer spezifiziert werden müssen. Der von einem prellenden »Japanischen Gummiball« erzeugte Schall wird sicher nicht ohne weiteres repräsentativ für alle anderen Bälle und die je nach Nutzung damit verbundenen Geräusche sein. Allerdings sind die Ergebnisse bezüglich der Geräuschanfälligkeit von Sportböden evident und sie zeigen ein Schallminderungspotential, das sich gegebenenfalls auch auf Lauf- und Springgeräusche übertragen lässt.

Schließlich sei noch erwähnt, dass die hier untersuchten Geräuschquellen nur einen Teil der beim Sportunterricht möglichen Schallerzeuger einschließen. Auch die Musikdarbietung kann problematisch sein, wenn sie trotz eines beachtlichen Umgebungsgeräusches noch eine hörbare akustische Orientierung 19 Beispielhafte
Ergebnisse der Geräuschmessungen ohne
Nutzung von Geräten
im Vergleich mit dem
»Japanischen Gummiball«, hochgerechnet
auf 20 Personen mit
Bällen, in den untersuchten Sporthallen.

MESSERGEBNISSE IM BESTAND GERÄUSCHPEGEL BEI NUTZUNG VON SPORTGERÄTEN

bieten soll. Durch das erforderliche Übertönen können sich die einzelnen Geräuschquellen gegenseitig auf immer höhere Pegel treiben, bis schlussendlich ein sprachlicher Austausch, z.B. ein Hinweis oder eine Anweisung, nur noch durch Schreien möglich ist. Ähnliche akustische »Höhepunkte« sind mit wettkampfähnlichen Situationen im Unterricht verbunden, die deshalb aber nicht aus dem Programm gestrichen werden können. Insgesamt wird deutlich, dass angesichts der vielen geräuschintensiven Szenarien akustischer Gestaltungsbedarf besteht, der geeignete bauliche, organisatorische und didaktische Konzepte einschließt.

4.3 Nachhallzeiten

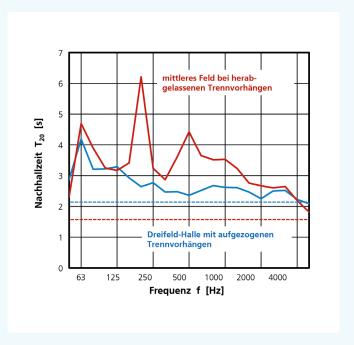
Die subjektiv empfundene Halligkeit in Sport- und Schwimmhallen erreichte in den Befragungen ein mittleres bis hohes Niveau. In früheren Studien zu Unterrichtsräumen erwies sich die Urteilsfähigkeit durchaus als belastbar. Die subjektive Einschätzung ergab klare Bezüge zu Messergebnissen der Nachhallzeiten, wobei sich ein Unterschied von ca. 0,3 s (im Bereich zwischen 1 und 2 s Nachhallzeit) als wahrnehmbar und wirksam zeigte. Im Zuge der hier durchgeführten Befragung der Sportlehrkräfte war die Halligkeit allein kein »starker« Einflussfaktor auf die Gesamtzufriedenheit, sondern vielmehr Teil anderer Beurteilungsparameter. Da sich die Raumdämpfung auch auf das Schallfeld im Raum auswirkt, ist sie aber natürlich essentiell und wurde auch in verschiedenen Hallen gemessen.

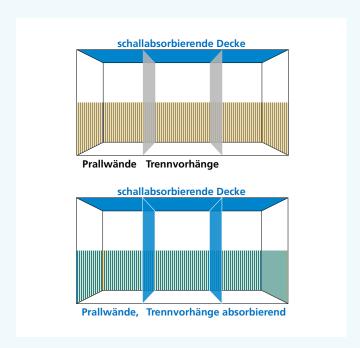
Einen ersten Überblick bietet Bild 20 durch den Vergleich von Messwerten mit den volumenabhängigen Anforderungen nach DIN 18041 [8]. Das Ergebnis ist ein sehr unterschiedliches Niveau in den Hallen, an dem einerseits die an sich realisierbare Raumdämpfung bei gleicher Hallengröße sichtbar wird. Sport- und Schwimmhallen mit einer kurzen Nachhallzeit sind also kein unlösbares Problem und selbst die deutliche Unterschreitung der Anforderung nach Norm findet offenbar Befürworter und Planer, die

dies auch praktisch umsetzen können. Andererseits gibt es Hallen, in den das Ruhe stiftende Potential von Schallabsorbern bei weitem noch nicht ausgeschöpft ist.

Auch wenn die streuenden Messwerte eine bestimmte Verteilung von guten und weniger guten Hallen suggerieren mögen, eine statistisch belastbare Aussage zur Situation in hiesigen Sport- und Schwimmhallen lässt sich daraus nicht ableiten. Es ist jedoch hervorzuheben, dass alle akustisch unzureichend ausgestatteten Hallen ohne Ausnahme von einer Überarbeitung profitieren werden. Zur Frage, wie dies möglich ist und aussehen kann, sei ausdrücklich auf die praktischen Gestaltungsbeispiele in Kap. 6 verwiesen. Abgesehen von den leider zu häufig zu langen Nachhallzeiten wurden keine besonderen bzw. wiederkehrenden frequenzabhängigen Merkmale oder dergleichen festgestellt. Breitbandige Raumdämpfung ist möglich und wird sinnvollerweise auch praktiziert.

20 Vergleich von Messwerten (Punkte) und volumenabhängigen Anforderungen an die Nachhallzeit in Sport- und Schwimmhallen nach DIN 18041 [8].





21 Beispielhafter
Vergleich der gemessenen Nachhallzeiten in
einer Dreifeld- Sporthalle mit aufgezogenen Trennvorhängen
und im mittleren Feld
bei herabgelassenen
Trennvorhängen. (Die
jeweiligen Anforderungen sind gestrichelt
dargestellt.)

Eine Auffälligkeit lässt sich jedoch bei Mehrfeld-Sporthallen im mittleren Feld bei herabgelassenen Trennvorhängen feststellen. Wiederholt wurden dort längere Nachhallzeiten gemessen als in der viel größeren Halle mit aufgezogenen Trennvorhängen. In Bild 21 ist ein beispielhafter Vergleich dargestellt mit den zugehörigen volumenbezogenen Anforderungen (gestrichelte Linien). Die Nachhallzeit im Mittelfeld ist in einem breiten Frequenzbereich zum Teil deutlich länger, so dass die akustischen Bedingungen dort spürbar schlechter sind. Auf besonders störende Effekte weisen die Spitzenwerte der Nachhallzeit z. B. bei ca. 200 Hz hin. So genannte »Flatterechos« sind hier offenbar sehr ausgeprägt, sie steigern die Lärmanfälligkeit und erschweren die Kommunikation. Dieses Ergebnis passt zur Einschätzung der Befragten, welche die Akustik im mittleren Feld als am schlechtesten bewerten.

In diesen, praktisch sehr häufigen Fällen ist offenbar eine schallabsorbierende Decke, siehe Bild 22, allein nicht ausreichend.

Theoretisch sollte sich nach Gleichung (1) in einem Drittel der Halle (Drittel des Volumens und der schallabsorbierende Deckenfläche) die gleiche Nachhallzeit einstellen. Selbst dann wäre dieser Wert noch ca. 1 s länger als die Anforderung nach Norm für die entsprechende Raumgröße des mittleren Feldes. Wenn zur Regulierung der Raumakustik aber z. B. auch die Stirnseiten, z. B. die dortigen Prallwände, der Halle Schallabsorption aufweisen, kann das mittlere Feld bei Teilung der Halle nicht mehr davon profitieren. Die großflächigen Trennvorhänge reflektieren trotz ihrer leichten Bauweise so viel Schall, dass sich zwischen den parallelen Flächen sogar noch die genannten »Flatterechos« ausprägen können.

22 Vereinfachte Darstellung der Gestaltungsmöglichkeiten, z. B. schallabsorbierende Trennvorhänge, zur Reduzierung der Nachhallzeit im mittleren Feld von Sporthallen.

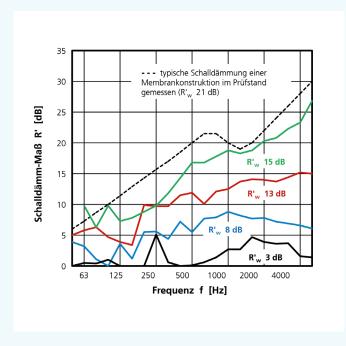
MESSERGEBNISSE IM BESTAND NACHHALLZEITEN

Der offenkundige Ausweg liegt im schallabsorbierenden Potential der Trennvorhänge. Technisch sind Optionen von anderen Membranwerkstoffen bekannt und die Höhe der Schallabsorption muss sicher keine Rekordwerte erreichen, da die Flächen recht groß sind. Ein beidseitiger und breitbandiger Schallabsorptionsgrad von ca. 0,3 bis 0,5 wird die Akustik dann nicht nur im mittleren Feld spürbar verbessern.

4.4 Schallschutz von Trennvorhängen

Auf die schalldämmende Wirkung von Trennvorhängen wurde bereits in Kap. 3.2 eingegangen. Das aktuell geforderte Mindest-Schalldämm-Maß von 18 dB stellt zweifellos eine hilfreiche Größe dar, um die wechselseitige Geräuschübertragung zwischen gleichzeitig genutzten Feldern einer Sporthalle sinnvoll zu reduzieren. Die Praxishinweise in der Norm und die Berechnungen in Kap. 3.2 deuten aber bereits an, dass zur tatsächlichen Umsetzung dieser Schallschutzwirkung einige wesentliche Details zu beachten sind. Die Messergebnisse in bestehenden Hallen in Bild 23 zeigen jedoch, dass diese Details nur teilweise beherzigt werden. Ausgehend von der potentiellen Wirksamkeit, d.h. der im Prüfstand gemessenen Schalldämmung einer zweilagigen Membrankonstruktion mit einem inneren Lufthohlraum, liegen die praktisch erzielten Schalldämmwerte zum Teil erheblich darunter.

Das geforderte Schalldämm-Maß von 18 dB konnte zumindest in den untersuchten Hallen nicht festgestellt werden. Die eingebauten Trennvorhänge erreichten mitunter ein kaum noch spürbares Schallschutzniveau. Großflächige Öffnungen in Dach- oder Tribünenbereichen, umlaufende nicht abgedeckte Fugen sowie Schlupföffnungen sind wiederkehrende Gründe, die allerdings (leider) keinen Neuheitswert mehr haben. Im Vergleich dazu lässt sich bislang zur Schallübertragung durch die oftmals schwingfähigen Sportböden noch nicht viel sagen. Grundsätzlich stellen auch sie einen so

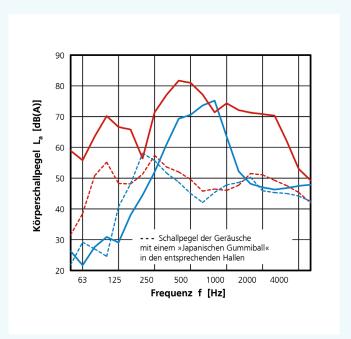


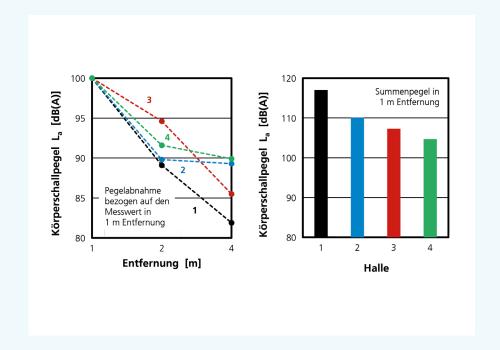
genannten akustischen Nebenweg dar, über den sich Schall »an den Trennvorhängen vorbei« zwischen den Feldern ausbreiten kann. Als gesichert gilt jedoch, dass heute Trennvorhänge mit mehr als 22 dB Schalldämmung und sogar mit beachtlicher Schallabsorption (siehe Kap. 4.3) verfügbar sind. Das Verbesserungspotential in den Sporthallen ist also insbesondere in der konkreten baulichen Umsetzung zu finden, welche auch in der zugehörigen Norm noch mehr Gewicht erhalten sollte.

23 Vereinfachte Darstellung der Gestaltungsmöglichkeiten, z. B. schallabsorbierende Trennvorhänge, zur Reduzierung der Nachhallzeit im mittleren Feld von Sporthallen.

4.5 Schall- und Schwingungsverhalten von Böden

Die akustische Bedeutung der Böden in Sporthallen hat zumindest 2 Aspekte: Erstens sind es die Geräuschpegel infolge Anregung der Böden durch Laufen, Springen oder Bälle. Zweitens übertragen die Böden, einmal angeregt, die Schwingungen bzw. den so genannten Körperschall entlang der Halle und können so





24 Beispiele gemessener Schwingungsbzw. Körperschallpegel in 4 m Entfernung vom Anregungsort mit dem »Japanischen Gummiball« in 2 unterschiedlichen Hallen. (Zum Vergleich sind gestrichelt die zugehörigen Messwerte der Geräuschmessungen dargestellt).

die Schallschutzwirkung von Trennvorhängen beeinträchtigen. Beide Aspekte wirken sich immer in der betroffenen Sporthalle aus, sie können aber auch (horizontal und vertikal) benachbarte Räume im Schulgebäude betreffen.

Während die Geräuschentstehung bereits in Kap. 4.2 behandelt wurde, soll hier noch der Bezug zur Schwingungsneigung und -ausbreitung hergestellt werden. Dazu dient beispielhaft der Vergleich in Bild 24 der gemessenen mittleren Schwingungs- bzw. Körperschallpegel in 4 m Entfernung vom Anregungsort mit dem »Japanischen Gummiball« in 2 unterschiedlichen Hallen.

Die deutlich unterschiedliche Reaktion der Bodensysteme auf die Anregung ist klar erkennbar, insbesondere bei tiefen Frequenzen betragen die Differenzen bis zu 40 dB. Dies muss sich natürlich auch auf die Geräuschabstrahlung auswirken.

Zur Orientierung bezüglich der zugehörigen Messwerte der Geräuschmessungen sind daher diese (trotz anderer Größe und anderem Hintergrund) gestrichelt im selben Diagramm dargestellt. Die Differenzen der Schallpegel bei tiefen Frequenzen sind zwar nicht mehr ganz so hoch, aber dennoch deutlich messbar und zweifellos auch wahrnehmbar. Während zu den Geräuschen auch der Ball, d.h. seine ebenfalls schwingende Oberfläche beiträgt, sind die Schwingungs- bzw. Körperschallpegel für das jeweilige Bodensystem charakteristisch. Natürlich sind diese Pegel in unmittelbarer Nähe des Anregungsortes am höchsten, wie die Summenpegel in Bild 25 (links) zeigen. Dieser Vergleich ermöglicht ebenfalls eine Bewertung der akustisch relevanten Schwingungsneigung unterschiedlicher Böden. Aus

25 LINKS: Beispiele gemessener Summenpegel Schwingungs- bzw. Körperschallpegel in 1 m Entfernung vom Anregungsort mit dem »Japanischen Gummiball« in 5 unterschiedlichen Hallen.

RECHTS: Gemessene Abnahme der Körperschallpegel bei zunehmender Entfernung vom Anregungsort mit dem »Japanischen Gummiball« in 5 unterschiedlichen Hallen. (Die Anfangswerte sind auf 100 dB normiert.)

MESSERGEBNISSE IM BESTAND SCHALLSCHUTZ VON TRENNVORHÄNGEN

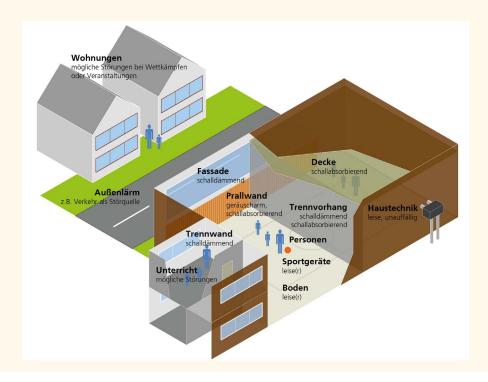
diesem Vergleich ließen sich bei fortgeführter und genauerer Analyse Schlüsse zur akustischen Gestaltung von Bodensystemen ziehen. Im Moment deutet sich lediglich ein bemerkenswertes Minderungspotential an.

Mit Bezug auf den zweitgenannten Aspekt, die Ausbreitungsfähigkeit von angeregtem Körperschall entlang des Bodensystems gibt Bild 25 (rechts) erste Anhaltspunkte. Dort ist die Abnahme des Körperschallpegels mit der Entfernung zum Anregungsort für die gleichen Hallenböden (Bild 25, links) dargestellt. Danach reagiert z.B. der Boden in Halle 1 besonders stark auf die Anregung mit dem »Japanischen Gummiball«, aber der Körperschallpegel klingt auch relativ schnell und deutlich ab. In 4 m Entfernung reduziert sich die Amplitude um fast 20 dB. Sie liegt dort fast gleichauf mit dem ermittelten Körperschallpegel des Bodens in Halle 4, der in unmittelbarer Nähe zum Anregungsort wesentlich schwächer angeregt werden kann. Allein diese kurze Interpretation der unterschiedlichen Schwingungsanregung und -ausbreitung der in bestehenden Hallen vorgefundenen Bodensysteme verdeutlicht den Nachholbedarf in puncto schall- und schwingungstechnische Erfassung und Modifikation. Im Sinne einer ganzheitlich verbesserten Akustik in Sporthallen wären solche Schritte erforderlich und offenbar lohnenswert.

5 AKUSTISCHE GESTALTUNGSHINWEISE

Im Kontext der Gestaltung von Sport- und Schwimmhallen ist die Akustik durch eine Reihe von Aspekten vertreten, die in den vorangegangenen Kapiteln beleuchtet wurden. Die Berücksichtigung und Planung der davon betroffenen baulichen und technischen Fragestellungen orientieren sich an normativen Anforderungen, über die sich Träger, Planer und Nutzer der Gebäude vor jeder Baumaßnahme eingehend und detailliert verständigen (sollten). Dabei geht es natürlich in erster Linie um die beabsichtigte Nutzung, wobei im Fall von mehreren Nutzungsarten mit möglicherweise kollidierenden Ansprüchen die Festlegung von Prioritäten unumgänglich ist. In vielen Sport- und Schwimmhallen ist genau dies der Fall, wobei Schul- und Vereinssport die Hauptnutzungen darstellen und demnach die höchste Priorität haben. Die dafür notwendigen akustischen Bedingungen stehen hier im Vordergrund, zumal sie sich kaum unterscheiden. Es sei jedoch betont, dass in akustisch für den Sportunterricht geeigneten Hallen auch Wettkämpfe und andere Veranstaltungen in guter Hörqualität gelingen können. Natürlich wird der »Konzertsaal Sporthalle« aber qualitativ an Grenzen stoßen.

Die nachfolgenden Gestaltungshinweise betreffen also insbesondere die Nutzung Sportunterricht in Sport- und Schwimmhallen, wobei an einigen Stellen auch die Wechselwirkungen mit der gebauten bzw. genutzten Umgebung berührt werden. Die akustischen Aspekte, Anforderungen und Gestaltungshinweise tauchen in vorhandenen Normen auf, wozu hauptsächlich die DIN 4109 (Schallschutz im Gebäude), DIN 18041 (Raumakustik) und die DIN 18032 (Sporthallen allgemein) zählen. Einige Vorschriften oder Verordnungen kommen fallweise hinzu. Viele dieser Aspekte beeinflussen sich gegenseitig bzw. bedingen einander. Innere Geräuschquellen sind zu minimieren und vor äußeren Störgeräuschen gilt es zu schützen. Der Innenraum sollte kein »Schallverstärker«



sein und dennoch ist eine schallschützende Trennung der Raumbereiche wichtig. Die Übersicht im Bild 26 soll dies illustrieren.

Akustische Wechselwirkungen mit dem Umfeld

Es sollte weder eine akustische Betroffenheit der Umgebung durch Geräusche von Sport- und Schwimmhallen geben, noch umgekehrt. Im ersten Schritt ist dies durch schalldämmende Außenbauteile der Gebäude erreichbar, die den ortsspezifischen Anforderungen genügen. Verkehrslärm darf nicht den Unterricht in der Halle stören und vor der Artikulation begeisterter Sportler wiederum sind die Nachbarn zu schützen. Für diesen baulichen Schallschutz zu sorgen, ist eine klassische Bauplanungsaufgabe, die sorgfältig und vorausschauend erledigt werden muss. Eine bekanntermaßen kritische Konstellation stellt sich etwa an heißen Sommertagen in unzureichend belüfteten Hallen ein, wenn die

26 Schematische Darstellung akustischer Aspekte bei der Gestaltung von Sporthallen.

Fenster der Halle geöffnet werden (müssen). An diesem Beispiel wird deutlich, dass die akustischen Ansprüche immer im Kontext der übrigen Gebäudeeigenschaften zu behandeln sind. Bei potentiell lautstarken Veranstaltungen hat sich darüber hinaus eine vorausschauende Information der möglicherweise Betroffenen sehr bewährt. Befinden sich Sport- oder Schwimmhalle und andere Unterrichtsräume in einem Gebäude, sind insbesondere die Klassenzimmer vor den Geräuschen in der Halle zu bewahren. Sinnvolle Grundrisse und ausreichend schalldämmende Trennwände bieten aber heutzutage genügend Spielraum, um ruhigen Unterricht zu gewährleisten.

Reduzierung der Geräuschentstehung

Die Entstehung und Intensität des sprachlichen und nichtsprachlichen Schalls wird sich hauptsächlich durch organisatorische und pädagogische Maßnahmen beeinflussen lassen. Kommunikation und hörbare Vitalität gehören einfach auch zum Sport und zum Sportunterricht. Um jedoch das Ausmaß auf ein angemessenes Niveau zu begrenzen, wenden Sportlehrkräfte z.B. Regeln und Rituale an, nutzen Hilfsmittel und vermeiden lärmintensive Szenarien. In Mehrfeld-Hallen können lautere und leisere Aktivitäten zeitlich entzerrt und örtlich getrennt werden, wenn dies möglich ist. Zwischen lauter und ruhebedürftiger Gruppe bzw. Klasse sind zwei wirksame Trennvorhänge sicher besser als das direkte Nachbarfeld. Ein effizientes akustisches Zeitmanagement des Sportunterrichts wird dagegen schwierig sein, könnte aber bei vollbesetzter Halle und bewusster Abstimmung die eine oder andere Spitzenbelastung abschwächen. Auch eine so genannte »Lärmampel«, die in manchem Klassenzimmer für Bewusstsein in puncto Lärm sorgt, lie-Be sich in Sport- und Schwimmhallen erproben. All diese Hilfsmittel und Optionen sollten nach Möglichkeit ausgeschöpft werden und über subjektive Erfahrungen und objektive Erkenntnisse zu deren Wirksamkeit sollte ein Austausch stattfinden. Die Projektinitiative kann dafür eine Plattform bieten.

Neben diesen »personifizierten« Geräuschen stehen die sehr beachtlichen Schallquellen im Fokus, die sich durch den unvermeidlichen Umgang mit Sportgeräten ergeben. Daher sollte künftig noch deutlich intensiver darauf geachtet werden, wie nahezu jedes Sportgerät zur Ruhe beitragen kann. Sachgemäßen Umgang vorausgesetzt, lässt sich so mancher »Donnerschlag« auch ohne großen technischen Aufwand vermeiden oder zumindest entschärfen

Eine akustisch herausgehobene Stellung haben die verschiedenen Ballsportarten, da z.B. das Ballprellen auf den Böden zu erheblichen Geräuschpegeln insbesondere bei tiefen Frequenzen (Dröhnen) führt. Je mehr Bälle im Spiel sind und je stärker sie auf den Boden prellen, desto lauter wird es. Daran lässt sich nichts ändern. Es gilt aber auch, dass unterschiedliche Bälle mit unterschiedlichen Böden sehr unterschiedliche Schallpegel verursachen. Leider lässt sich diese Erkenntnis heute noch nicht in konkrete Gestaltungshinweise übertragen, aber das Potential kann künftig ausgeschöpft werden. Schritte in dieser Richtung umfassen geeignete akustische Messverfahren zur Quantifizierung der Geräusche bzw. der Geräuschentstehung, Entwicklungsarbeiten zur Beruhigung - natürlich ohne Einschränkung der eigentlichen Funktionalität - und schließlich die konkrete Umsetzung in die normative und tatsächliche Praxis. Bei den Bodensystemen kommt hinzu, dass sie als Schallübertrager fungieren und die Schallschutzwirkung von Trennvorhängen mindern können. Aber auch die Bälle sollten nicht ganz unbeachtet bleiben. Frühere Überlegungen, Bälle leiser zu gestalten, ohne das typische Ballgefühl usw. spürbar zu beeinflussen, lassen sich für Unterrichtszwecke durchaus wieder aufgreifen. Es ist, wie so oft, eine Frage des Bedarfs und der Priorität.

Nach Behandlung der inneren Geräuschquellen und nachdem die gute Fassade bereits für minimalen Störschall von außen sorgt, bleiben noch die Geräusche von haustechnischen Anlagen, wie z.B. zur Lüftung, Wärme- und Energieerzeugung oder

in Schwimmhallen zur Wasseraufbereitung. Mitunter ließe sich hier argumentieren, dass angesichts des Spektakels in der Halle die resultierenden Schallpegel der Gebäudetechnik durchaus etwas lauter sein dürfen. In manchen Situationen mag dies stimmen, in anderen Situationen ist es aber nicht akzeptabel. Die nach Norm geforderten 45 dB(A) als Obergrenze sollten daher auch jederzeit eingehalten werden und die Geräusche sollten weder ausgeprägte Töne noch eine andere, besonders auffällige Charakteristik aufweisen. Diese Zusatzforderung hat nichts mit überflüssigem Sound Design zu tun, sondern mit akustischem Störpotential und dessen Folgen z. B. für das Lästigkeitsempfinden.

Trennvorhänge

Trennvorhänge in Mehrfeld-Sporthallen sind ein probates, ja geradezu obligatorisches Mittel, um die wechselseitige akustische Beeinträchtigung zwischen Nutzergruppen zu reduzieren. Daher werden sie auch tausendfach eingebaut, leider noch viel zu oft nicht mit dem möglichen und gewünschten Erfolg. Dahinter scheint u.a. ein typisches Schnittstellenproblem zu stecken. Die Trennvorhänge sind gut, die Sporthallen auch, aber die notwendige Verbindung funktioniert in der Praxis nicht. An dieser Stelle besteht jedenfalls der Bedarf zur Verbesserung von der Planung bis zum Einbau. Gerade weil der Spielraum vom Laborwert der Schalldämmung mit 22 dB zum praktisch geforderten Wert von 18 dB so gering ist, müssen Schallnebenwege und Möglichkeiten zu deren Vermeidung konkret qualifiziert und quantifiziert werden. Mitunter kann auch eine Erhöhung des bewerteten Schalldämm-Maßes helfen. Hier besteht sicher Spielraum bis etwa 25 dB, ohne dass die Vorhänge wesentlich schwerer und teurer werden. Aber das aktuell größere Potential liegt im nahtlosen Anschluss an Wände, Decke und Boden. Seitliche Lücken, Schlupföffnungen ohne Möglichkeit zur Schließung, große freie Flächen unter abgewinkelten Decken oder in Tribünenbereichen sind unbedingt von Anfang an zu beachten, um sie zu vermeiden.

In Schwimmhallen sind Trennvorhänge oder dergleichen zumindest hierzulande und heute eine Ausnahme. Zur Begründung gibt es einige Anhaltspunkte. Dennoch steht außer Frage, dass eine akustische Trennung zwischen Bereichen einer Schwimmhalle zur Verbesserung beitragen kann. Auch aus technischer Sicht gibt es keinen wesentlichen Hinderungsgrund, zumal nicht nur Trennvorhänge wie in Sporthallen, sondern auch andere Abschirmungen, wie z. B. leichte, flexible und bei Bedarf auch durchsichtige Schirmelemente, denkbar sind. Natürlich erreichen diese vertikal begrenzten Elemente auch nur eine begrenzte Abschirmwirkung von einigen dB. Angesichts der ansonsten wenigen Gestaltungsmöglichkeiten können sie aber den Spielraum etwas erweitern.

Raumakustik und Nachhallzeit

Die Einflussmöglichkeiten raumakustischer Maßnahmen sind immer im Zusammenwirken mit den Maßnahmen zur Geräuschminderung (an den Quellen) und zum Schallschutz (Schalldämmung zwischen Räumen und Raumbereichen) zu betrachten. Raumakustik zielt z. B. auf gute Sprachverständlichkeit, die sowohl vom Geräuschpegel als auch von der Halligkeit (Nachhallzeit) im Raum abhängt. Die volumenbezogene Forderung »Sport 1« (einzügige Nutzung, ohne Publikum) an die Nachhallzeit in Sportund Schwimmhallen der DIN 18041 ist mittlerweile unzureichend und auch praktisch nahezu irrelevant. Selbst in den wenigen, meist kleineren Hallen mit ausschließlich einzügiger Nutzung sollte sie daher nicht mehr angewendet werden. Es sei hier erwähnt, dass auch die derzeitige Überarbeitung der Norm in diese Richtung geht. Die Werte der Nutzungsart »Sport 2« sind als Obergrenze für alle Sport- und Schwimmhallen zu verstehen, zumal diese Nachhallzeiten mit aktuellen Konzepten und Produkten sicher erreicht werden können.

Ein erster wichtiger Zusatz ist dabei, dass diese Werte in Mehrfeld-Hallen auch bei herabgelassenen Trennvorhängen für jedes Hallenfeld einzuhalten sind. Um dies zu erreichen, ist die schallabsorbierende Wirkung der Trennvorhänge das bevorzugte Mittel. Diese bereits in der DIN 18032 formulierte Eigenschaft ist jedoch ohne konkrete Werte hinsichtlich des Schallabsorptionsgrades nicht ausreichend. Aus heutiger Sicht ist ein durchaus machbarer Schallabsorptionsgrad der Trennvorhänge von breitbandig mindestens 0,3 und besser noch von 0,5 zu fordern. Breitbandigkeit ist das Stichwort, das zum zweiten Zusatz führt. Die Nachhallzeitforderung sollte im Frequenzbereich ab 63 Hz mit möglichst geringen Toleranzen eingehalten werden, in jedem Fall geringer als 20%. Mit Planungs- und Gestaltungsmöglichkeiten gemäß dem Stand der Technik ist diese Sicherheit ohne weiteres umsetzbar.

Mit Sicherheit gute Raumakustik zu schaffen, hat noch einen weiteren Aspekt. Die Zahl von Personen mit temporären und dauerhaften Hörschädigungen nimmt heute leider zu. Diese Personen leiden besonders unter schlechter Raumakustik bzw. sind zur guten Kommunikation umso mehr auf ruhige und nachhallarme Räume angewiesen. Angesichts der mit der Inklusion verbundenen Ziele sollten daher die akustischen Vorgaben noch ernster genommen werden. Mit anderem Hintergrund profitieren auch jüngere Kinder oder Kinder und Jugendliche mit nichtdeutscher Muttersprache überdurchschnittlich von guter Akustik im Sinne hoher Sprachverständlichkeit.

Bei gegebener Raumgröße und -form lässt sich die Nachhallzeit durch schallabsorbierende Maßnahmen im Raum reduzieren. Dabei entscheiden letztlich die Summe der Flächen im Raum und deren Absorptionsvermögen über das Ergebnis. Von geringerer Bedeutung ist die Platzierung, wenn auch die Decke aus praktischen Gründen, z.B. als große und ansonsten ungenutzte Fläche, Vorteile aufweist. Die Vielfalt der Materialien und Produkte sowie ihr Gestaltungsspektrum sind sehr groß. Sowohl bei Neubauten

als auch bei Sanierungen ist daher kaum mit Wünschen an die Schallabsorber zu rechnen, die nicht erfüllt werden können. In einigen Fällen sind zusätzliche akustische Merkmale zu berücksichtigen, z.B. bei Prallwänden neben der Schallabsorption auch eine gewisse Dämpfung der Aufprallgeräusche. Einen Eindruck zur Palette schallabsorbierender Bauteile vermittelt Kap. 6 in Form von Steckbriefen zu ausgeführten Objekten. Die besondere Atmosphäre in Schwimmhallen verlangt noch einen Hinweis bei der raumakustischen Modernisierung und Sanierung. Da die schallabsorbierenden Elemente oftmals auf der Innenseite von Fassaden und Dach angebracht werden, muss im Einzelfall deren Einfluss auf die hygrothermischen Folgen betrachtet werden. Nur so lassen sich Risiken durch Kondensat ausschließen und schadlos bzw. ansehnlich die gewünschten akustischen Ziele erreichen.

Erneut erweist sich also die integrale Planung als großer Vorteil. Insgesamt kann als Erfahrung festgehalten werden, dass die baulichen und technischen zusammen mit organisatorischen und didaktischen Maßnahmen den besten Erfolg versprechen, wenn akustisch angemessenes Lehr- und Lernbedingungen das Gestaltungsziel für Sport- und Schwimmhallen sind.



6 PRAKTIKABLE LÖSUNGSBEISPIELE

Für den Inhalt der in diesem Kapitel vorgestellten Projektberichte sind die genannten Unternehmen (Technische Beratung) verantwortlich. Sie sind zugleich Ansprechpartner für weitere Informationen.

SPORTHALLE IN BIEDENKOPF-WALLAU

Die Sanierung der in den 1970er Jahren gebauten Sporthalle Biedenkopf-Wallau, war notwendig, um eine energetische Verbesserung der Wärmedämmung über den Außenbereich zu erreichen. Im Zuge dessen sollte der Innenbereich an heutige Sportaktivitäten im Schulbetrieb angepasst werden. Dort wurden ausschließlich BER Sonoplus Akustikplatten für die ballwurfsicheren Decken- und Wandverkleidungen sowie für die elastische Prallwand des unteren Wandbereiches eingesetzt. Das Wand- und Deckensystem wurde nach DIN 18032-3 ausgeführt und auf Ballwurfsicherheit nach Prüfzeugnissen MPA Stuttgart geprüft.

Durch die vorteilhaften Eigenschaften der Materialien konnte ein freundliches Farbkonzept umgesetzt werden, dass auch bei voller Belegung der Halle, für Lehrer und Schüler ein optimales Klima schaffte. Da die BER Sonoplus Akustikplatten über gute Absorptionseigenschaften verfügen, konnte die geforderte Nachhallzeit für Sporthallen problemlos erbracht werden.

Sanierung der Sporthalle

Planung

Architekturbüro Gessner, Dautphetal – Holzhausen

Technische Beratung

BER Deckensysteme GmbH Hövelhof, Rüdiger Fürniß

Ballwurfsichere
Decken- und Wandverkleidung sowie
elastisches Holzprallwandsystem.

Fotos: Bernd Gallandi



Sanierung der Sporthalle

Planung

Architekturbüro Kollmann Kreativ, Augsburg

Technische Beratung

Bauphysik Kalwoda, Pfaffstätten

Ballwurfsichere Deckenverkleidung mit BER Naturspan Akustikplatten naturbelassen.

Fotos: Architekturbüro Kollmann Kreativ

TURNHALLE IN EGLING

Bei der Sanierung sollte aus der Turnhalle ein Ort entstehen, der passend für Sportaktivitäten sowie Veranstaltungen und Vorträge ist. Diese duale Nutzung wurde im Gestaltungskonzept u.a. mit der Materialwahl von Holz beachtet. Die BER Naturspan Akustikplatten tragen somit zu dieser angenehmen Atmosphäre bei und sorgen für Sicherheit, denn sie erfüllen die entsprechende Baustoffklasse nach DIN EN 13501 bzw. der bauaufsichtlichen Benennung schwerentflammbar nach DIN 4102. Für den Ausbau konnte das Deckensystem flexibel an Abmessung und Installation angepasst sowie Einbauten und Beleuchtung problemlos installiert werden. Selbstverständlich ist das System nach DIN 18032-3 auf Ballwurfsicherheit nach Prüfzeugnissen MPA Stuttgart geprüft. Es ist schallabsorbierend, um der geforderten Nachhallzeiten im Sportbetrieb, wie auch bei Veranstaltungen gerecht zu werden.

SPORTHALLE IN EISINGEN

Die Dreifeld-Sporthalle im badischen Eisingen wurde für den Sportunterricht der benachbarten Schule neu errichtet. Dabei wurden von Anfang an raumakustische Belange berücksichtigt, nicht nur zur Vorbeugung eines hohen Lärmpegels beim Sport sondern auch weil ortsansässige Vereine die Halle parallel für Ihre Aktivitäten und Veranstaltungen nutzen.

Schon die Holzbau-Dachkonstruktion wurde mit tragenden Scheibenelementen (LIGNO Block Q3 Akustik) hergestellt. Die Brettsperrholz-Kastenelemente integrieren die akustische Absorptionsaufgabe kostensparend. Abhängungsarbeiten für Akustikpaneele erübrigten sich, denn im bzw. am tragenden Element sind ab Hersteller schallabsorbierendes Material und eine fertige Sichtlage (Leisten) aus Weißtanne integriert. Zur Komplettierung des raumakustischen Konzepts wurden im Wandbereich für die kraftabbauende Prallwand eine Verkleidung aus ballwurfsicheren Akustikpaneelen (LIGNO Akustik light) angeordnet – ebenso aus natürlichem Holz. Die Paneele unterbinden die Schallreflexion in horizontaler Richtung und damit den lästigen Effekt von Flatterechos.

Neubau der Sporthalle

Planung

Architekturbüro Fetscher, Illmensee

Technische Beratung

LIGNOTREND Produktions GmbH, Weilheim-Bannholz

Holzbau-Dachkonstruktion mit integrierter Schallabsorption und Prallwände mit ballwurfsicheren Akustikpaneelen.

Fotos: Lignotrend / Herlet, Köln



Akustische Verbesserung der Sporthalle

Planung

Felix Schürmann Ellen Dettinger Architekten, München

Technische Beratung

Silentrooms GmbH & CO. KG und Quattro Schallabsorber GmbH

Schallabsorbierende SoftLine-Segel an der Decke der Zuschauertribüne.

Fotos: Silentrooms,

Quattro Schallabsorber

Kollmann Kreativ

SPORTHALLE GYMNASIUM TRUDERING IN MÜNCHEN

Nach dem Neubau der Dreifach-Turnhalle traten aufgrund der Grundfläche, Deckenhöhe und schallharten Oberflächen enorme Probleme mit der Nachhallzeit und der Sprachverständlichkeit auf, gerade bei mehrzügigem Unterricht. Messungen die vom zuständigen Referat vorgenommen wurden bestätigten diesen Eindruck.

Im ersten Schritt wurden 550 schallabsorbierende SoftLine-Segel (480 m2) an der Decke der Zuschauertribüne montiert. Im Zusammenwirken mit den vorhandenen Trennvorhängen konnte eine deutliche Verbesserung der Nachhallzeit und der Sprachverständlichkeit erreicht werden. Die Vorteile von SoftLine sind:

- Absorptionsklasse B,
- nicht brennbar nach DIN 4102.
- ballwurfsicher nach DIN 18032-3: Ausgabe April 1997,
- WHO-Faser frei,
- ohne chemische Zusätze.

THERME IN ERDING

Mit ca. 10.250 Besuchern am Tag ist gerade das Rutschen-Paradies der Therme Erding (insgesamt 26 Rutschen) ein beliebtes Ziel, nicht nur für Kinder. Durch die extrem hohen Decken und den Einsatz von schallharten Oberflächen wie Fließen, Beton, Stahl und Metall ist die Lärmbelastung für Personal und Besucher sehr hoch. In diesem Sinne lässt sich die Situation auch auf Schwimmhallen für den Sportunterricht übertragen.

Durch den Einsatz von SoftLine-Schallabsorbern an der Decke der Landungsbecken wurde die Nachhallzeit in diesem Bereich merklich verbessert. Durch die wellenförmige Montage der 250 Dämmsegel mit Seilabhängern wurde die verfügbare Fläche optimal genutzt. Akustische Verbesserung von Bereichen der Therme

Planung

THERME ERDING GmbH, Unternehmensgruppe Wund

Technische Beratung

Silentrooms GmbH & CO. KG und Quattro Schallabsorber GmbH

Schallabsorbierende Segel an der Decke im Bereich der Landungsbecken.

Fotos: Silentrooms /
Quattro Schallabsorber



Sanierung des Hallenbades

Planung

KPB Bauatelier GmbH, Hamburg

Technische Beratung

Ecophon Deutschland, Lübeck

Vollflächig verlegte höchstabsorbierende Akustikdecke.

Fotos: Ecophon / HG Esch

HALLENBAD IN BAD NENNDORF

Allein die Schwimmhalle selbst bietet sehr spezielle Herausforderungen für eine Akustiklösung, darunter hohe Luftfeuchtigkeit und chloridhaltige Atmosphäre sowie auch die Gefahr von Spritzwasser. Diese besonderen Anforderungen bedingen, dass herkömmliche Systeme und bestimmte Materialien nicht zum Einsatz kommen können. Die Verwendung von Akustikdeckenplatten von Ecophon aus feuchtigkeitsbeständiger Glaswolle in Kombination mit der entsprechenden, systemgerechten Unterkonstruktion entspricht dem aktuellen Stand der Technik. Dieses System hält nicht nur den sehr speziellen Anforderungen des Schwimmbetriebs stand, sondern bietet dabei auch eine anspruchsvolle Ästhetik.

Zudem empfiehlt es sich in den meist sehr lauten Schwimmbereichen höchstabsorbierende Materialien zu verwenden, um die Schallpegel möglichst effektiv zu reduzieren. In der Halle für Schul- und Vereinsschwimmen sowie für den Freizeitbetrieb kam das System Ecophon Focus Dg mit korrosionsgeschützter Ecophon Connect Unterkonstruktion zum Einsatz.

SPORTHALLE IN BIELEFELD

Seit 2008 erlebt die Dreifeld-Sporthalle in Bielefeld eine mehrstufige Sanierung, zu der die marode Fassade und die heute nicht mehr zulässige Abhängung der ehemaligen Decke Anlass gegeben hatten. Die Sanierung der Decke stellte sich nicht ganz unproblematisch dar, denn die Dachkonstruktion bot einen äußerst eingeschränkten Spielraum. Sie besteht aus jeweils 7,5 m langen Stahlbetonbalken mit aufgelegten Betonbalken in kleinen Abständen in der Querausrichtung und Bimsbeton-Hohlplatten zur Schließung der Dachfläche, die ca. 1.300 m² umspannt.

Im Zusammenhang mit raumakustischen Planungszielen nach DIN 18032-1 und DIN18041 geriet eine abgehängte Akustikdecke in den Fokus der Überlegungen, um die Gesamtproblematik ohne zusätzliche Maßnahmen zu lösen. Die vollflächig verlegte Ecophon-Akustikdecke Ecophon Super G Plus (Absorptionsklasse A) sorgt selbst in der großen Halle bei voller Auslastung der drei Spielfelder für raumakustischen Komfort. Mit seiner robusten Unterkonstruktion und den Absorberelementen, deren sichtbare Oberflächen mit einem überdurchschnittlich widerstandsfähigen Glasfasergewebe ausgerüstet sind, entspricht das System der höchsten Schlagfestigkeitsklasse 1 A nach DIN EN 13964 und damit den Anforderungen der Ballwurfsicherheit nach DIN 18032-3.

Sanierung der Dreifeld-Sporthalle

Planung

Architekturbüro Stüwe – Die Baumanager, Bielefeld

Technische Beratung

Ecophon Deutschland, Lübeck

Vollflächig verlegte höchstabsorbierende Akustikdecke (links), Detail der Akustikdecke mit abgestimmten Heizelementen, Beleuchtung und Oberlicht (rechts).

Fotos: Ecophon / HG Esch



Sanierung des Sportbades

Planung

Architekt Richard Kramer, Freiburg

Technische Beratung

ISO GmbH, Offenau

Situation vor (links) und nach der Sanierung (rechts) mit mikroperforierten Akustik-Membranen an der Decke.

Fotos: ISO

SPORTBAD IN FREIBURG

Das Sportbad der Freiburger Turnerschaft 1844 e.V. ist ein öffentliches Bad in privater Trägerschaft. Es steht den Mitgliedern und anderen Besuchern zur Verfügung. Daher wird es auch von Schulen, der Universität und der Pädagogischen Hochschule genutzt. Im Hallenbad befindet sich ein 25 m Sportbecken, ein Springerbecken mit Sprungturm sowie ein kleineres Lehrschwimmbecken. Das in den 1970er Jahren erstellte Hallenbad wurde 2011 grundsaniert.

Im Zuge der Sanierung wurde auch der Wärmeschutz der Wände und des Daches mit dem ISO-PLUS-SYSTEM verbessert. Die integrierte Alu-Dampfsperre sorgt für die bauphysikalische Sicherheit und Qualität. Zwischen die Unterzüge wurden spezielle mikroperforierte Deckensegel mit optimaler akustischer Wirkung eingespannt. Damit konnte die Nachhallzeit im Frequenzbereich oberhalb von 500 Hz deutlich unter den geforderten Wert von 1,7 s. gesenkt werden. Lehrer und Nutzer äußern sich sehr zufrieden über die erreichten akustischen Verhältnisse.

HALLENBAD IN KETSCH

Das Hallenbad wird für den Schul- und Vereinssportgenutzt und ist zeitweise auch öffentlich zugänglich. Den Besucher erwartet ein sportgerechtes Mehrzweckbecken von 12,5 m auf 25 m mit verschiedenen Wasser-Attraktionen. Im Jahr 2007 wurde das Hallenbad umfassend energetisch saniert, da u.a. korrosive Bestandteile in der Schwimmhallenluft die Tragkonstruktion aus Fachwerkträgern massiv angegriffen hatten. Eine raumseitige Dampfsperre war hier unabdingbar.

Die Dach-Konstruktion ist nun mit einer vollflächigen Beplankung aus OSB-Spanplatten unter den Stahlträgern versehen. Darüber wurde mit Mineralwolle gedämmt, raumseitig das ISO-PLUS-SYSTEM als Innendämmung mit Alu-Dampfsperre angebracht und direkt fugenlos mit dem systemeigenen Schwimmbadputz gestaltet. Dadurch ist die Konstruktion bauphysikalisch sicher und die Stahl-Konstruktion vor korrosiven Angriffen geschützt.

Die Maßnahme bedeutet eine hochwertige energetische Verbesserung und eine optische Aufwertung der gesamten Halle. Zur akustischen Verbesserung dienen zusätzlich textile Akustik-Segel an der Decke.

Sanierung des Hallenbades

Planung

Architekturbüro Schulz, Hirschberg-Leutershausen

Technische Beratung

ISO GmbH, Offenau

Innendämmung mit Dampfsperre und fugenlosem Schwimmbadputz sowie textile Akustik-Segel an der Decke.

Fotos: ISO



Sanierung des Hallenbades

Planung

o2r – Architekten, Sinsheim

Technische Beratung

ISO GmbH, Offenau

Situation vor (links) und nach der Sanierung (rechts) mit innengedämmten und verputzten Wänden sowie mit neuer Akustik-Decke.

Fotos: ISO

HALLENBAD IN NECKARBISCHOFSHEIM

Bei der Sanierung sollte aus der Turnhalle ein Ort entstehen, der passend für Sportaktivitäten sowie Veranstaltungen und Vorträge ist. Diese duale Nutzung wurde im Gestaltungskonzept u.a. mit der Materialwahl von Holz beachtet. Die BER Naturspan Akustikplatten tragen somit zu dieser angenehmen Atmosphäre bei und sorgen für Sicherheit, denn sie erfüllen die entsprechende Baustoffklasse nach DIN EN 13501 bzw. der bauaufsichtlichen Benennung schwerentflammbar nach DIN 4102. Für den Ausbau konnte das Deckensystem flexibel an Abmessung und Installation angepasst sowie Einbauten und Beleuchtung problemlos installiert werden. Selbstverständlich ist das System nach DIN 18032-3 auf Ballwurfsicherheit nach Prüfzeugnissen MPA Stuttgart geprüft. Es ist schallabsorbierend, um der geforderten Nachhallzeiten im Sportbetrieb, wie auch bei Veranstaltungen gerecht zu werden.

SPORTHALLE IN OFFENBACH

Die ca. 4.100 m³ große Sporthalle gehört zu den typischen Vertretern ihrer Art. Die Sanierung der Halle wurde im Jahr 2014 abgeschlossen, wobei die bis dahin mit 4,2 s viel zu lange Nachhallzeit eine wirksame akustische Behandlung dringend erforderlich machte. Zum Einsatz kamen dabei 50 mm dicke Elemente aus Melaminharzschaum (BASOTECT®), die sich auf unterschiedliche Weise an der Decke befestigen lassen. Die hoch absorbierenden Schaumplatten können eben oder strukturiert sein und z.B. auch direkt verklebt werden. In der sanierten Sporthalle kann sich mit nun ca. 1,5 s Nachhallzeit auch die Raumakustik hören lassen.

Bei hohen Ansprüchen an die Ballwurfsicherheit und an die sonstige mechanische Belastbarkeit werden die Schallabsorber z. B. mit einer raumseitigen Streckmetallverkleidung kombiniert, gegebenenfalls mit einem in diese Platinen eingeklebten betongrauen Vlies. In anderen Fällen können zugeschnittene Absorber-Streifen auch in die Tiefsicken der oft verwendeten Trapezblech-Dachelemente eingeklebt werden. Der Gestaltungsspielraum ist also groß und die akustische Wirksamkeit vielfach erprobt.

Grundsanierung der Sporthalle

Technische Beratung

Tschuschke Schallschutz GmbH & Co. KG, Friedberg

Verklebte Absorberplatten aus BASOTECT® an der Decke (links) sowie hinter Streckmetallplatinen gelegt an den Wänden (rechts).

Fotos: Tschuschke Schallschutz



Neubau der Sporthalle

Technische Beratung

Tschuschke Schallschutz GmbH & Co. KG, Friedberg

Verklebte profilierte Absorberplatten aus BASO-TECT® an der Decke.

Fotos: Tschuschke Schallschutz

SPORTHALLE IN HERZOGENAURACH

Die ca. 3.100 m³ große Turn- und Sporthalle war vorrangig für den Schulsport und für die ortsansässigen Vereine vorgesehen. Nach der Fertigstellung und Inbetriebnahme beklagten die Lehrkräfte die viel zu hohen Lärmpegel, die eine gute Sprachverständlichkeit und damit einen vernünftigen Sportunterricht unmöglich machten. Die Geräuschkulisse, die auch durch zu lange Nachhallzeiten entstand, sollte gemindert werden, die Halligkeit im relevanten Frequenzbereich gesenkt und damit das generelle akustische Raumklima gravierend verbessert werden.

Zum Einsatz kam eine direkt verklebte und hochschallabsorbierende Deckenverkleidung aus Basotect®. Der Vorteil dieser Variante lag darin, dass keinerlei Veränderungen an den bauseitigen Leuchten bzw. an den Lüftungseinrichtungen notwendig waren. Die benötigte schallabsorbierende Fläche wurde in Einzelfeldern aufgeteilt, so dass neben den hervorragenden akustischen Eigenschaften auch der Wunsch an eine ansprechende Optik erfüllt werden konnte. Durch diese Maßnahme wurde die mittlere Nachhallzeit von 4,5 s auf 1,4 s reduziert und der Geräuschpegel um 5 dB gesenkt.

SPORTHALLE IN AMSTERDAM

Beim Neubau der Dreifeld-Sporthalle bestanden die Vorgaben darin, eine Schalldämmung von 18 dB zu erreichen und die Nachhallzeit, insbesondere im mittleren Hallendrittel, auf 2 s zu begrenzen.

Die Realisierung erfolgte durch den Einbau von teleskopierbaren Schallsümpfen im Bereich der Wandanschlüsse, die Abschottung des Tribünenbereichs auf 2 Ebenen mittels Trennvorhängen und die Abdichtung des Bereiches zwischen der Oberkante des Trennvorhanges und dem Dach durch eine doppelschalige Blende aus dem Schall absorbierenden Material der Trennvorhänge. Um die Nachhallzeit zu erreichen, wurde mit Vlies beschichtetes, PVC-freies Kunstleder eingesetzt.

Der Gestaltungsspielraum für Schalldämmwerte bis 26 dB und Schallabsorptionsgrade bis 0,5 ist groß, setzt allerdings immer entsprechende Maßnahmen zur Abdichtung der Schallnebenwege voraus. Diese reichen bis zu geschlossenen Notausgängen im Trennvorhang, die bei Gefahr in Sekundenschnelle zu öffnen sind.

Neubau der Sporthalle

Technische Beratung Trenomat GmbH und Co. KG, Wuppertal

Trennvorhang im Hallenbereich (links), Abschottung des Tribünenbereichs auf 2 Ebenen (rechts)

Fotos: Trenomat

7 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

In mehr als 30.000 Sport- und Schwimmhallen hierzulande sind engagierte Sportlehrkräfte mit ihren Schülerinnen und Schüler tagtäglich auf gute Lehr- und Lernbedingungen angewiesen. Wie die anderen Räumlichkeiten in Schulgebäuden auch, müssen die Hallen Anforderungen an die akustische Qualität erfüllen, um nachhaltigen Unterricht zu ermöglichen. Eine erträgliche Lautstärke ist für störungsfreie Kommunikation und Konzentration unabdingbar, nur so lassen sich pädagogische Konzepte praktisch umsetzen. Es geht aber auch um die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Sportlehrerinnen und Sportlehrer, z. B. um eine möglichst geringe Hör- und Sprechanstrengung. Schwierigkeiten mit der Stimme sind ein bekanntes Problem von Pädagogen. Nicht zuletzt ist die Sicherheit und Gesundheit der Schülerinnen und Schüler von den akustischen Raumbedingungen betroffen. Beim Sport- und Schwimmunterricht müssen Hinweise und Warnungen zuallererst hörbar sein, damit sie verstanden und z. B. Bewegungsabläufe korrigiert oder Gefahrensituationen erkannt bzw. vermieden werden können.

Angesichts dieser Ansprüche sollte der guten Akustik in Sport- und Schwimmhallen eine hohe Priorität gelten. Die Praxis zeigt jedoch, dass dies bei weitem noch nicht der Fall ist. Sowohl die Beurteilung der akustischen Arbeitsbedingungen durch die Sportlehrkräfte als auch die gemessene Situation vor Ort belegen erhebliche Defizite. Es ist zu laut, die akustischen Störungen sind lästig und mit erheblichen Beanspruchungen verbunden. Diese und andere Indikatoren begründen die vielerorts große Unzufriedenheit mit den akustischen Bedingungen in Sport- und Schwimmhallen. Dennoch werden die heute vorhandenen bau- und

raumakustischen Forderungen oftmals nicht eingehalten. Selbst bei Neubauten und Modernisierungsobjekten sind Investitionen in geeignete Akustik keineswegs eine Selbstverständlichkeit. Angesichts der Lebensdauer einer Sport- oder Schwimmhalle von 50 Jahren und mehr müssen dort Generationen von Schülerinnen und Schülern, Sportlehrkräften und Sportlern eine schlechte Akustik ertragen.

Dabei geht es auch besser. Im Rahmen dieser Projektinitiative wurde einerseits der Verbesserungsbedarf klar dargestellt, dessen Umsetzung die Zufriedenheit der Sportlehrkräfte erheblich steigern wird. Andererseits wurden die einzelnen Merkmale, Probleme und Spielräume erörtert, die bei der akustischen Gestaltung der Sport- und Schwimmhallen von Bedeutung sind. Danach bestehen Lösungsangebote bereits heute in beachtlichem Umfang. Der Verweis auf akustischen Bestandsschutz kann jedenfalls nicht mit fehlendem Wissen oder fehlenden Lösungsmöglichkeiten begründet werden, das beweisen die guten Beispiele.

Allerdings besteht auch noch Informations-, Entwicklungs- und Forschungsbedarf. Wenn z. B. Standards klarer und verbindlicher werden, lassen sich auch höhere Anforderungen umsetzen. In der Praxis hat sich vielfach eine wirtschaftlich und gestalterisch ausgewogene Balance von (schall-) technischen und anderen baulichen bzw. bauphysikalischen Maßnahmen als vorteilhaft erwiesen. Unabhängig vom Anlass des Neubaus oder der Sanierung ist insbesondere eine ganzheitliche, partizipative Planung von Anfang an die wesentliche Voraussetzung für das Gelingen dieser Balance. Nicht zuletzt bietet auch der bewusste und informierte Umgang mit Sport- und Schwimmhallen Potential für eine Reduzierung akustischer Belastungen oder Belästigungen. Der Austausch zwischen den Akteuren lohnt sich also in mehrfacher Hinsicht.

Die Kommunen und andere Schulträger haben es in der Hand, für akustisch geeignete Sport- und Schwimmhallen zu sorgen. Natürlich ist gute Akustik nicht kostenlos, sie ist aber wertvoll, da alle Betroffenen und Beteiligten spürbar und messbar von ihr profitieren. Daher werden sich die Initiatoren und Partner dieser Projektinitiative auch künftig der akustischen Gestaltung von Sport- und Schwimmhallen widmen. Unterstützung ist dabei jederzeit und herzlich willkommen.

- [1] Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV), 2010.
- 2] ISO/TS 15666: Beurteilung der »Lästigkeit« von Geräuschguellen, 2003.
- [3] Fasold, W. et.al.: Bauphysikalische Entwurfslehre. Bau- und Raumakustik. Verlag für Bauwesen, Berlin, 1987.
- [4] 18. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BlmSchV), 2006.
- [5] DIN 18032: Sporthallen Hallen und Räume für Sport und Mehrzwecknutzung.
 Teil 1: Grundsätze für die Planung, 2014.
 Teil 2 (V): Sportböden, Anforderungen, Prüfungen, 2001.
 Teil 4: Doppelschalige Trennvorhänge, 2002.
- 6] DIN 4109: Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise. 1989.
- [7] KOK Richtlinien für den Bäderbau, 5. Auflage, 2013.
- [8] DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen, 2004.
- [9] DIN EN ISO 10140-5: Akustik Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand, Teil 5: Anforderungen an Prüfstände und Prüfeinrichtungen, 2010.

BEGRIFF BEDEUTUNG	ZEICHEN	EINHEIT	BEGRIFF BEDEUTUNG	ZEICHEN	EINHEIT
Schallpegel	L	LdB	Nachhallzeit	T	S
Umgangssprachliche Bezeichnung für			Zeit nach Abschalten der Schallquelle		
verschiedene akustische Größen wie z.B.			bis der Schalldruckpegel im Raum um		
Schalldruckpegel, Schallleistungspegel, usw.			60 dB gefallen ist, siehe Gleichung (1).		
			Die Nachhallzeit ist frequenzabhängig.		
Energieäquivalenter Abewerteter	$L_{AF,eq}$	dB(A)			
Schalldruckpegel			Hallradius	r_{H}	m
Über die gesamte Messzeit (mit der Zeit-			Im Raumschallfeld die Distanz zu einer		
konstante F für »Fast«) gemittelter Schall-			Schallquelle, ab der die Lautstärke im		
druckpegel am Messort mit Anpassung an			Raum bei weiterer Entfernung nicht mehr		
die menschliche Hörkurve (A-Bewertung).			abnimmt, siehe Gleichung (2).		
Schalldämm-Maß	R	dB	Schallabsorptionsgrad	α	_
(Luftschalldämmung)			Anteil der auf eine Oberfläche auftreffen-		
Widerstand eines Bauteils gegen			den Schallenergie, die nicht zurück in den		
das Durchdringen (Transmission) von			Raum reflektiert wird.		
Schallenergie. Das Schalldämm-Maß ist					
frequenzabhängig.			Körperschallpegel	L_a	dB(A)
			Über die gesamte Messzeit gemittelter		
bewertetes Bau-Schalldämm-Maß	R′ _w	dB	Körperschallpegel (Schwingbeschleunigung)		
Zu Planungs- / Vergleichszwecken			am Messort mit Anpassung an die mensch-		
zusammengefasster Einzahlwert der			liche Hörkurve (A-Bewertung)		
Schalldämmung eines Bauteils – mit allen					
Nebenwegen ermittelt.					

Titel

Lauter Sport in leisen Hallen – Akustische Gestaltung von Sport- und Schwimmhallen

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart www.ibp.fraunhofer.de

Verfasser

Horst Drotleff, Maria Kittel, Mark Koehler, Philip Leistner, Andreas Liebl, Lutz Weber, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Gestaltung

Ansichtssache

Druck

Fraunhofer Verlag, 2. Auflage 3/2015

Copyright

Der Nachdruck ist – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik mit Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

© Fraunhofer-Gesellschaft

WWW.IBP.FRAUNHOFER.DE