Die akustische Situation in Schwimmbädern und deren Auswirkungen auf Mitarbeitende sowie Besuchende

Benjamin Müller[1], Annika Nolte[2], Lisa-Marie Wadle[3]

[1] *Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, 70569 Stuttgart, E-Mail: benjamin.mueller@ibp.fraunhofer.de*
[2] *Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, 70569 Stuttgart, E-Mail: annika.nolte@ibp.fraunhofer.de*
[3] *Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, 70569 Stuttgart, E-Mail: lisa-marie.wadle@ibp.fraunhofer.de*

Abstract

Gute Akustik in Schwimmbädern hat oft keine Priorität und viele Hallen weisen akustische Defizite auf, welche sich sowohl auf die Mitarbeitenden als auch auf die Besuchenden negativ auswirken. Dies steht im Kontrast zur Intention eines Schwimmbadbesuchs, wie zur Ruhe zu kommen oder konzentriert einer Sportart nachzugehen. Zugleich erfordern Sicherheitsaspekte eine angemessene Sprachverständlichkeit. Besonders große Probleme in Schwimmhallen sind der hohe Lärmpegel und der lange Nachhall aufgrund vieler schallharter Oberflächen. Fragt man Sportlehrkräfte nach ihrer Zufriedenheit mit den Umgebungsbedingungen in Schwimmhallen während des Schwimmunterrichts, geben diese die Akustik als größten Kritikpunkt an. Zur Verbesserung der akustischen Situation in Schwimmhallen wurde im Rahmen der Projektinitiative „Akustik in Schwimmbädern“ des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP und der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen DGfdB e.V. eine systematische Untersuchung des Ist-Zustands in Schwimmhallen durchgeführt. Dafür wurden sechs Schwimmbäder mit verschiedenen Nutzungsformen raumakustisch vermessen und Pegel-Messungen während des Betriebs durchgeführt. Zudem erfolgte eine Befragung des Schwimmbadpersonals, an der sich mehr als 150 Personen beteiligten.

Die Sicht der Mitarbeitenden - Befragungsergebnisse

Zur Quantifizierung der akustischen Situation in Sport- und Schwimmhallen befragte das Fraunhofer IBP schon 2015 im Rahmen der Projektinitiative „Lauter Sport in leisen Hallen“ ca. 250 Sportlehrkräfte zur akustischen Situation in Sport- und Schwimmhallen [1]. Die Ergebnisse der Befragungen zeigten erhebliche Defizite bezüglich der akustischen Umgebungsbedingungen. Die hohe Lautstärke und lange Nachhallzeit wirkten sich messbar negativ auf die Sprechanstrengung und Zufriedenheit aus.

Die meisten Schwimmhallen beschränken sich mittlerweile nicht mehr nur auf eine Nutzungsform (wie beispielsweise Schwimmunterricht), sondern werden von verschiedenen Nutzergruppen parallel genutzt. Daher befragte das Fraunhofer IBP ergänzend zur durchgeführten Befragung von Sportlehrkräften in Zusammenarbeit mit der DGfdB e.V. die Mitarbeitenden verschiedener Schwimmbäder in Deutschland zu ihrer Einschätzung der akustischen Situation in Schwimmbädern. 156 Datensätze flossen in die Auswertung ein. Das durchschnittliche Alter lag bei 42,8 Jahren (SD=11,52). Im Schnitt arbeiteten die Befragten schon seit 21,06 Jahren (SD=11,23) in Schwimmhallen. 88% der Befragten arbeiteten Vollzeit in der Schwimmhalle. Befragt wurde ausschließlich Personal von öffentlichen Bädern. Die Personen gaben eine durchschnittliche Besucherzahl von 3.164 Personen (SD=2277) an. In 86% der Schwimmbäder fanden zeitgleich verschiedene Nutzungen statt, wie z.B. normaler Badebetrieb, Schulschwimmen, Vereinsbetrieb, Schwimmunterricht sowie Sonderveranstaltungen.

Baujahr der Schwimmhallen

Ein Drittel der Schwimmhallen stammt nach Angaben der Befragten aus den Jahren 1971-1980, in den darauffolgenden Jahresabschnitten ist mit zwischen 9-16 % pro 10-Jahresabschnitt eine recht gleichmäßige Verteilung zu erkennen. Fast 50 % aller Schwimmhallen wurde vor 1980 gebaut. Es ist davon auszugehen, dass in diesen Hallen großes Optimierungspotential bezüglich der Akustik und anderer bauphysikalischer Faktoren besteht.

Gesamturteil über die Lautstärke in Schwimmhallen

Fast ¾ aller Befragten beurteilte die Lautstärke als „sehr laut“ oder „laut“ (siehe Abbildung 1). Als „leise“ bewerteten die Lautstärke nur 3 %, keiner gab an, die Schwimmhalle sei „sehr leise“. Die Laustärke in Schwimmhallen scheint demnach nicht nur im Unterrichtskontext, sondern generell ein Problem darzustellen. Auch unter sicherheitsrelevanten Gesichtspunkten ist dieses Urteil kritisch zu betrachten, denn eine hohe Sprachverständlichkeit sollte beispielsweise für Sicherheitsdurchsagen jederzeit gewährleistet sein.

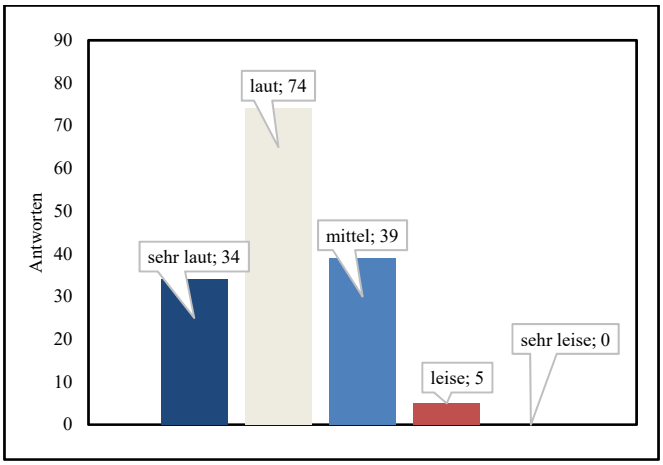

Abbildung 1: Berichtete Lautstärke in Schwimmhallen

Störung durch Schallquellen

Die größte Störung kam nach Angaben des Schwimmbadpersonals durch menschliche Geräusche in Form von Rufen und Schreien zustande (siehe Abbildung 2). Aber auch Wassergeräusche sowie Animation und Unterricht riefen große Störungen hervor. Probleme durch Trittschall sowie Außenlärm gab fast keiner der Befragten an. Dies ist vermutlich darin begründet, dass solche Geräusche im hohen Hintergrundgeräuschpegel untergehen.

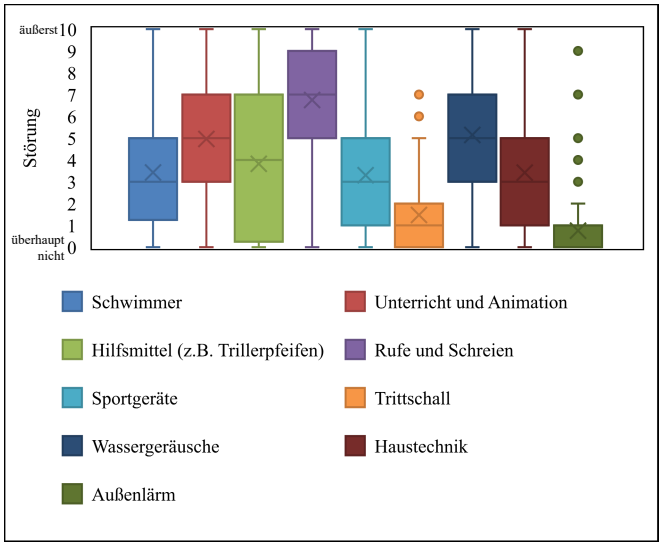

Abbildung 2: Störung durch Schallquellen

Am meisten störende Schallquellen

Auch bei der konkreten Benennung dreier Schallquellen, durch die das Personal sich am stärksten gestört oder belästigt fühlt, stellen menschliche Geräuschquellen die größte Störung dar (siehe Tabelle 1). Ausgewertet wurden zunächst die erstgenannten (also am meisten störenden) Schallquellen. Menschlich verursachte Geräusche (z.B. Geschrei, Lärm durch Kinder und Schulklassen) machen dabei fast 50% der abgegebenen Erstbewertungen aus.

Tabelle 1: Am meisten störende Schallquellen

	Häufigkeit	
Geschrei	25%	36
Wasserattraktionen	14%	20
Kinder	13%	19
Schulklassen	12%	17
Wasserablauf	11%	16
Rutschen	8%	11
Sprunganlage	6%	9

Anstrengung beim Sprechen und Verstehen

Schon bei der Befragung von Lehrkräften wurde nach der Anstrengung beim Sprechen und Verstehen gefragt. 75% der Lehrkräfte berichteten hier von einer hohen oder sehr hohen Sprechanstrengung während des Unterrichts. In der aktuellen Befragung des Schwimmbadpersonals gaben die meisten Personen eine mittlere Anstrengung sowohl beim Sprechen, als auch beim Verstehen an. Die geringere Anstrengung im Vergleich der vorherigen Befragung könnte darin begründet sein, dass das Personal, anders als eine Sportlehrkraft, nicht dauerhaft im Schwimmbad kommunizieren muss, sondern auch Zeiten in ruhigeren Bereichen verbringt.

Akustische Messungen - Messergebnisse

Für öffentliche Schwimmbäder gilt die „Richtlinie für den Bäderbau“, die von den drei Verbänden im Koordinierungskreis Bäder (Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e. V., Deutscher Schwimm-Verband e. V. und Deutscher Olympischer Sportbund e. V.) herausgegeben wird [2]. Sie beinhaltet auch Planungshinweise zur Bädertechnik, wie beispielsweise Akustik und Lärmschutz, und verweist bezüglich der Raumakustik auf die Anforderungen nach DIN 18041:2004-05 (Kategorie Sport 2, entspricht annähernd A5 18041:2016-03) [3].

Raumakustikmessungen

Die Raumakustikmessungen wurden gemäß den Anforderungen nach DIN EN ISO 3382-2:2008-09 (Präzision oder höher) durchgeführt.

Das Mineralbad 1 besteht aus drei Bereichen: Einem großen Schwimmerbecken mit hoher Glaskuppel (Raumvolumen V ca. 4.800 m³), einem ohne Trennung angeschlossenen Thermalbecken mit einer niedrigeren Akustikdecke (V ca. 4.800 m³) sowie einem separaten Therapiebad (V ca. 560 m³). Im Bereich des Schwimmerbeckens mit Glaskuppel lag die gemessene Nachhallzeit über den Anforderungen (T_{20} = 2,0-2,6 s), im Bereich des Thermalbeckens mit niedriger Decke dagegen war die vorherrschende Nachhallzeit niedriger als gefordert (T_{20} = 1,0-1,2 s). Die Anforderungen wurden im Bereich des Therapiebeckens eingehalten (T_{20} = 1,0-1,2 s).

Das Mineralbad 2 besteht aus zwei Bereichen: Einem großen Schwimmbereich mit hoher Akustikdecke (V ca. 5.200 m³) sowie einem separaten Therapiebad (V ca. 1.000 m³). Die Anforderungen an die Nachhallzeit wurden in beiden vermessenen Bereichen eingehalten (Schwimmbereich T_{20} = 1,2-1,6 s, Therapiebad T_{20} = 0,9-1,2 s).

Das Sportbad 1, für Schulschwimmen und öffentlichen Badebetrieb genutzt, verfügt über ein Lehrschwimmbecken (V ca. 3.600 m³) mit hoher, geneigter abgehängter Unterdecke sowie ein ohne Trennung angeschlossenes Nichtschwimmerbecken (V ca. 750 m³) mit niedrigerer, waagrechter abgehängter Unterdecke. Im Sportbad 1 wurden die Anforderungen an die Nachhallzeit im Bereich des Lehrschwimmbeckens und des Nichtschwimmerbeckens erfüllt (Lehrschwimmbecken T_{20} = 0,9-1,2 s, Nichtschwimmerbecken T_{20} = 1,4-2,1 s).

Sportbad 2 stellte einen Sonderfall dar. Das Raumvolumen des Bads ist mit V = 11.000 m³ sehr groß, außerdem lässt sich das Bad nicht in verschiedene Zonen einteilen, sondern stellt vielmehr ein kompaktes Volumen dar. Abgesehen von aufgetragenem Akustikputz wurden keine akustisch wirksamen Maßnahmen in den Raum eingebracht. Die Anforderungen an die Nachhallzeit wurden daher in der Schwimmhalle deutlich überschritten (T_{20} = 1,7-4,4 s).

Pegelschriebe

Die Pegelschriebe wurden an verschiedenen repräsentativen Positionen in den Schwimmbädern mit kalibrierten ½-Zoll Messmikrofonen durchgeführt. Die Mikrofone befanden sich stets im Diffusfeld. Ausgewertet wurde der energieäquivalente, A-bewertete Dauerschalldruckpegel $L_{A,eq}$ sowie der A- und fast-bewertete maximale Schalldruckpegel $L_{A,f,max}$ – jeweils in Zeitabschnitten von 120 s.

Im Mineralbad 1 wurde sowohl im großen Schwimmerbecken (siehe Abbildung 3) als auch im Therapiebad (Pegelschrieb nicht dargestellt) gemessen. Der mittlere Schalldruckpegel lag bei 75 dB(A). Der maximale Schalldruckpegel lag bei 92 dB(A). Aus dem Pegelschrieb lässt sich das repetitive An- und Ausschalten der Wasserattraktionen wie z. B. Massagedüsen erkennen. Eine höhere Besucherzahl führte im Mineralbad 1 zu keiner signifikanten Erhöhung des äquivalenten Schalldruckpegels. Im Therapiebad konnte ein Zusammenhang zwischen Besucherzahl und Schalldruckpegel festgestellt werden, allerdings war der Wechsel der Trainingsmethode entscheidender für den sich im Raum einstellenden Schalldruckpegel. Wurde Musik bei den Therapiestunden verwendet, war der Schalldruckpegel im Raum mit 72 dB(A) im Vergleich zu 65 dB(A) bei einer Therapiestunde ohne Musik um 7 dB höher. Der mittlere Schalldruckpegel lag bei 68 dB(A), der maximale bei 91 dB(A).

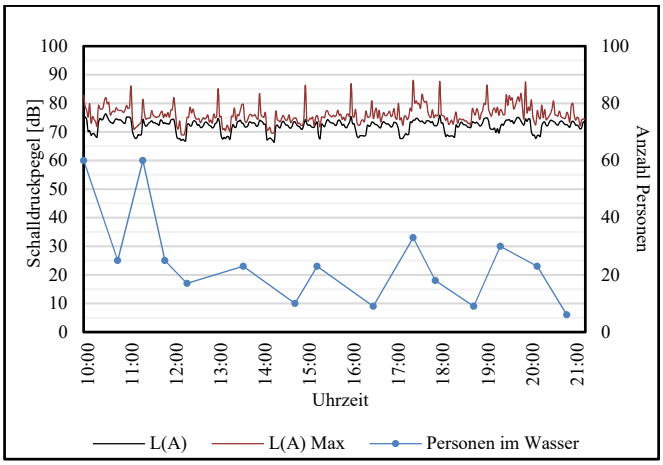

Abbildung 3: Pegelschrieb $L_{A,eq}$ und $L_{A,f,max}$, Mineralbad 1, großes Schwimmerbecken

Im Mineralbad 2 wurde in beiden Bereichen (Schwimmbereich: siehe Abbildung 4, Therapiebad: Pegelverlauf nicht dargestellt) an zwei verschiedenen Tagen gemessen: An einem Werktag mit einer vergleichsweise niedrigen Besucherzahl und an einem Feiertag mit einer höheren Besucherzahl. Während der $L_{A,eq}$ im Schwimmbereich werktags im Betrachtungszeitraum zwischen 63 dB(A) und 75 dB(A) lag, steigerte er sich am Feiertag auf 72 dB(A) bis 79 dB(A). Auffällig ist außerdem, dass bei vergleichbarer Besucherzahl an den beiden Tagen unterschiedliche Schalldrücke erzeugt wurden. An Tag 1 herrschte bei einer Besucherzahl von 43 ein $L_{A,eq}$ von 69 dB(A) um 16:00 Uhr und an Tag 2 bei einer Besucheranzahl von 46 ein $L_{A,eq}$ von 76 dB(A) um 14:00 Uhr. Die Differenz betrug 7 dB und ist v.a. auf die höhere Anzahl von Kindern an Tag 2 zurückzuführen.

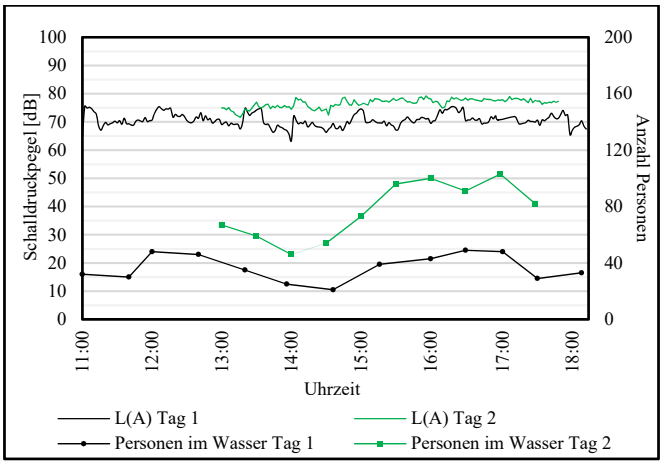

Abbildung 4: Pegelschrieb $L_{A,eq}$, Mineralbad 2, Schwimmbereich, Tag 1 und 2

Im Sportbad 1 wurde sowohl im Schwimmbereich (nicht dargestellt) als auch im Nichtschwimmerbereich (siehe Abbildung 5) gemessen. Der Pegelverlauf zeigte in beiden Fällen einen klaren Zusammenhang zwischen Besucherzahl und $L_{A,eq}$. Mit Beginn einer Schwimmunterrichtseinheit und Betreten der Halle stieg der Schalldruckpegel abrupt an, der $L_{A,eq}$ stieg z. T. auf über 80 dB(A) und es wurden Maximalpegel von fast 100 dB(A) verzeichnet. Generell gilt auch im Sportbad 1 nicht, dass die gleiche Besucherzahl zu gleichem Schalldruckpegel führt, sondern die Nutzungsform maßgeblichen Einfluss hat. Im Schwimmerbecken waren um 14:32 Uhr 33 Schüler anwesend und es wurde ein Schalldruckpegel von ca. 75 dB(A) gemessen. Im Nichtschwimmerbecken wurde um 10:04 Uhr mit 32 Schülern ein Schalldruckpegel von 81 dB(A) registriert. Während das Nichtschwimmerbecken häufig zum freien Spielen genutzt wurde und die Schüler jünger waren, wurde im Schwimmerbecken größtenteils Schwimmunterricht durchgeführt. Die Nutzungsform der Becken hat auch hier einen wesentlichen Einfluss auf die Lautstärke. Außerdem spielt die Art der Besucher (Schüler und Kinder oder Erwachsene) eine Rolle, wobei jüngere Besucher einen größeren Beitrag zur Lautstärke leisten.

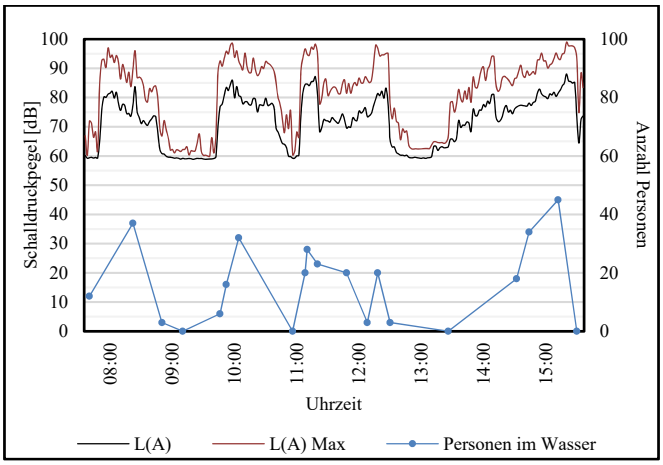

Abbildung 5: Pegelschrieb $L_{A,eq}$ und $L_{A,f,max}$, Sportbad 1, Nichtschwimmerbereich

Aus den Pegelschrieben des Sportbads 2 (siehe Abbildung 6) ist ebenfalls eine allgemeine Abhängigkeit des Schalldruckpegels von der Besucherzahl festzustellen. Der mittlere Schalldruckpegel lag bei 75 dB(A). Der maximale Schalldruckpegel lag bei 94 dB(A).

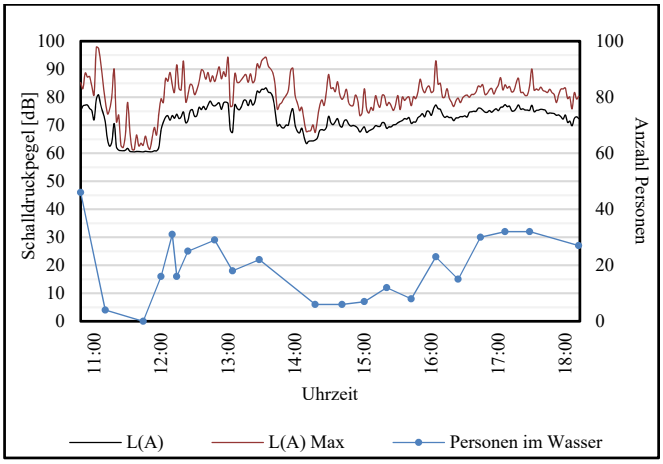

Abbildung 6: Pegelschrieb $L_{A,eq}$ und $L_{A,f,max}$, Sportbad 2, Sprungbereich

Zur Bestimmung der lautesten Geräuschquellen wurden die Pegelspitzen in allen vermessenen Bädern ausgewertet und in Tabelle 2 dargestellt. Am lautesten waren Kinder, gefolgt von Lautsprecherdurchsagen und Geräuschen des Sprungturms.

Tabelle 2: Maximale Schallereignisse in den Schwimmbädern

	Bereich	$L_{A,f,max}$	Ereignis
Mineral-bad 1	Therapiebecken	92	Lautsprecherdurch-sage
Mineral-bad 2	Mineralbecken Tag 2	93	Kinderschreie
Sportbad 1	Nichtschwim-merbecken	99	Lautes Kinderspiel Schwimmnudeln
Sportbad 2	Sprungbecken	98	Springen vom 3-Meter-Turm

Zusammenfassung

Zur Quantifizierung der akustischen Situation in Schwimmbädern und deren Auswirkungen auf Mitarbeitende sowie Besuchende wurden Befragungen und Messungen durchgeführt. Die meisten Befragten gaben an, dass sie die Schwimmhalle als „laut“ oder „sehr laut“ empfinden – vor allem durch von Menschen verursachte Geräusche.

In zwei von sechs Schwimmbädern wurden Nachhallzeiten gemessen, die die Anforderungen nach DIN 18041 Kategorie A5 überschritten. In den anderen Fällen wurden die Anforderungen erfüllt. Die kürzeste gemessene Nachhallzeit lag bei 0,8 s – eine weitere Reduktion könnte zu niedrigeren Pegeln im Diffusfeld führen.

Die Besucher konnten als lauteste Lärmquelle identifiziert werden. Es muss dabei zwischen dem Alter der Besucher differenziert werden. Jüngeren Besuchern und Kindern konnte ein stärkerer Einfluss auf die Lautstärke zugeordnet werden. Das Schulschwimmen brachte bei gleicher Besucherzahl eine höhere akustische Belastung mit sich, als der reguläre Badebetrieb. Freies Spielen von Kindern führte zu nochmals höheren Schalldruckpegeln, als reiner Schwimmunterricht. Besonders laut waren Schwimmen und Spielen mit Schwimmnudeln und Sprungübungen vom Beckenrand sowie Sprungturm.

Aus den Messungen in Zusammenhang mit den Beobachtungen können Möglichkeiten zur Minderung von Lärm in Schwimmbädern festgehalten werden. Um den Schallpegel und die Sprachanstrengung zu senken, können organisatorische Maßnahmen getroffen werden. Beispielsweise können die Schüler für Erklärungen in der Nähe versammelt oder in Kleingruppen unterteilt und getrennt unterrichtet werden. Das verringert die zu betreuende Schülerzahl und folglich die Distanz. Zusätzlich zu organisatorischen Methoden zur Lärmminderung sind bauliche Maßnahmen sinnvoll. Da sie im Nachhinein oft aufwändig und kostenintensiv umzusetzen sind, sollten sie bei der Planung bedacht und im Bau umgesetzt werden. Möglich ist beispielsweise die räumliche Trennung von Bereichen mit unterschiedlicher Nutzungsform, wie Therapie- und Kinderbecken.

Die Messergebnisse bestätigen die Wahrnehmung des Schwimmbadpersonals: In den untersuchten Bädern war es mit einem Hintergrundgeräuschpegel von mindestens 60 dB(A) und Spitzenpegeln von fast 100 dB(A) in allen Fällen sehr laut – meist verursacht durch Geräusche der Besuchenden. Durch Reduktion des Grundgeräuschpegels könnte auch der Einfluss durch Besuchende reduziert werden. Durch den Lombard-Effekt [4] verhalten sich diese unbewusst lauter, als sie es in einer leiseren Umgebung tun würden. Dazu müssen technische (Verringerung der Lautstärke von Wasserabläufen, -attraktionen, etc.), raumakustische (Einbringung von mehr Absorptionsfläche im Raum zur Reduktion des Pegels im Diffusfeld) und organisatorische (sinnvolle Zonierung sowie Planung des Badebetriebs) Maßnahmen ergriffen werden.

Zusammen mit der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen nimmt sich das Fraunhofer IBP diesem Thema an und erforscht Lösungen, mit denen Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit sowie eine ausreichende Sprachverständlichkeit in Schwimmhallen gewährleistet werden können.

Literatur

[1] Leistner, P., Kittel, M. et al.: Akustische Gestaltung von Sport- und Schwimmhallen. Lärmbekämpfung (2015: Band 10, S. 162 – 174).

[2] Koordinierungskreis Bäder: Richtlinien für den Bäderbau; Koordinierungskreis Bäder. H. 5. Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e.V, Essen, Kassel, Frankfurt am Main (2013).

[3] Deutsches Institut für Normung e.V.: 18041:2004-05: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen. Beuth Verlag GmbH, Berlin (2004).

[4] Lombard, E.: Le signe de l’elevation de la voix; Annales des Maladies de l’Oreille, du Larynx, du Nez et du Pharynx (1911: S. 101–119).