

TAGUNGSBAND ZUM 4. KONGRESS  
**ZUKUNFTSRAUM SCHULE**  
SCHULGEBÄUDE NACHHALTIG GESTALTEN



**DIE VERANSTALTUNG FINDET MIT FREUNDLICHER FÖRDERUNG  
NACHSTEHENDER INSTITUTIONEN STATT.**

**WIR BEDANKEN UNS FÜR DIESE UNTERSTÜTZUNG.**

Bundesministerium für Umwelt,  
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit  
(BMUB), Berlin



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

Bundesministerium für Wirtschaft  
und Energie (BMWi), Berlin



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Forschungsinitiative »Zukunft Bau«, Berlin



Förderkonzept »EnOB Forschung für  
Energieoptimiertes Bauen«, Berlin



**EnOB**

Forschung für  
Energieoptimiertes Bauen

Montag Stiftungen, Bonn



**Montag Stiftung  
Jugend und Gesellschaft**

Technische Universität München



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

Universität Stuttgart



**Universität Stuttgart**

## 4. KONGRESS

# ZUKUNFTSRAUM SCHULE

**Dienstag, 17. und Mittwoch, 18. November 2015**  
**Carl Benz Arena, Mercedesstraße 73 C, 70372 Stuttgart**

**Veranstalter:**

**Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart**

## TAGUNGSBAND

Vorwort .....	2
Grußworte .....	3
Programmablauf .....	7
Workshops – Übersicht .....	8
Abstracts der Plenarvorträge .....	14
Abstracts Workshop »Schulbau integral« .....	23
Abstracts Workshop »Viel Raum für Leistung« .....	40
Abstracts Workshop »Energieeffiziente Schule« .....	53
Kongresspartner .....	70
Die Fraunhofer-Gesellschaft .....	72
Das Fraunhofer IBP .....	73
Der Lehrstuhl für Bauphysik Technische Universität München .....	74
Der Lehrstuhl für Bauphysik Universität Stuttgart .....	75
Anfahrt .....	76
Impressum .....	77

## Kongressleitung

**Prof. Dr.-Ing.**

**Klaus Peter Sedlbauer**

Institutsleiter  
des Fraunhofer IBP

**Prof. Dr.-Ing.**

**Philip Leistner**

stellv. Institutsleiter des  
Fraunhofer IBP Stuttgart

**Hans Erhorn**

Abteilungsleiter  
Energieeffizienz und  
Raumklima,  
Fraunhofer IBP Stuttgart

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste,

das klare Votum der Kongressteilnehmer steht für den Bedarf am Format ZUKUNFTSRAUM SCHULE, an einer engen Verbindung von Bau- und Schulentwicklung, an einem Austausch zwischen den Akteuren, der zu neuen Impulsen und Initiativen führt. In diesem Sinne verknüpft auch das Spektrum des 4. Kongresses die wesentlichen Themen und aktuellen Herausforderungen.

Die Gebäude für Bildung und Erziehung bewegen uns nach wie vor, wobei der gesellschaftliche Kontext zur Dynamik beiträgt. Gerade heute müssen Kommunen neue, zusätzliche Aufgaben bewältigen. Dennoch sind Bauvorhaben für Schulen und Kindertageseinrichtungen nachhaltig zu planen und wirtschaftlich zu realisieren, um für die Zukunft gerüstet zu sein. Dabei weisen die europäischen Richtlinien für Energieeffizienz diesen Gebäuden eine besondere gesellschaftliche Vorbildfunktion zu. In diesem Umfeld möchten wir Ihnen mit dem diesjährigen Kongress konkrete Hilfestellung bieten, aber auch praktische Fragen und Probleme aufgreifen, die Sie beschäftigen.

Für die kompetente Darstellung der unterschiedlichen Aspekte des Schulbaus stehen auch in diesem Jahr zahlreiche Referenten, denen wir ausdrücklich danken möchten. Ausnahmslos unterstreichen die Beiträge die Bedeutung von Kommunikation und Kooperation bei der Gestaltung des Zukunftsraums Schule. Auch die Förderer und Partner des Kongress, ob Institutionen oder Unternehmen, setzen auf Wissenstransfer und begleiten ihn mit praktikablen Lösungsangeboten.

Wir möchten Sie erneut einladen, auch mit Ihren Anregungen und Impulsen die Gestaltung unserer Schulen, unserer Zukunft zu bereichern. Sie sind herzlich willkommen.



Schirmherrin  
**Dr. Gisela Splett MdL,**  
 Staatssekretärin im  
 Ministerium für Verkehr  
 und Infrastruktur des  
 Landes Baden-Württem-  
 berg, Stuttgart

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste,

Unser ganzes Leben lang sammeln wir in verschiedensten Bereichen Wissen und Erfahrungen, welche unser zukünftiges Leben und unsere Entscheidungen nachhaltig beeinflussen. Die höchste Dichte des Lernens ergibt sich für die meisten Menschen während Ihrer Schulzeit und der Berufsqualifikation.

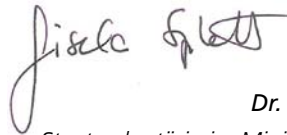
Eine zentrale Rolle spielt dabei der Ort des Lernens. An diese Bildungslebensräume werden mehr denn je hohe Anforderungen gestellt. Denn in Umgebungen, in denen wir uns wohlfühlen, wird das Lernen erleichtert. Dabei geht es um vielfältige Themen wie zum Beispiel die ansprechende optische Gestaltung, die Belüftung, die Belichtung, die Energieeffizienz, die Hygiene und vieles mehr. Das reflektiert auch das breit gefächerte Programm des Kongresses »Zukunftsraum Schule«, der nun zum vierten Mal stattfindet und sich wiederholt eines regen Interesses erfreut.

Mit der Innenraumakustik möchte ich einen Aspekt besonders herausstellen, auch wenn er nur einen von vielen im Schulbau bedeutsamen Themenbereichen darstellt. In der Vergangenheit hat man hierauf vielerorts bei der Planung zu wenig Augenmerk gelegt. Sowohl bei Neuplanungen als auch bei der Nachrüstung im Bestand besteht deshalb dringender Handlungsbedarf.

Gerade bei Schulen, wie auch auch bei Hochschulen und Kindertagesstätten, muss auf eine gute akustische Gestaltung Wert gelegt werden, um so optimale Rahmenbedingungen für Lernende und Lehrende zu schaffen. Mit der Vermeidung von Lärm und Störungen werden viele wichtige Aspekte wie zum Beispiel die Konzentrationsfähigkeit, das Sprachverständnis oder das Wohlbefinden im Allgemeinen gefördert.

Daher freue ich mich besonders, dass auf dem diesjährigen Kongress »Zukunftsraum Schule« das Fraunhofer Institut für Bauphysik eine neue Richtlinie vorstellen wird, die speziell auf die akustischen Bedürfnisse von Kitas, Schulen und Hochschulen in kompakter und leichtverständlicher Form eingeht.

Ich wünsche Ihnen für die nächsten beiden Tage viele neue Erkenntnisse und Impulse für die Praxis, spannende Diskussionen sowie produktives Arbeiten in den Workshops.

A handwritten signature in black ink, reading "Gisela Splett". The signature is written in a cursive style with a large initial 'G'.

**Dr. Gisela Splett MdL**  
*Staatssekretärin im Ministerium für Verkehr  
und Infrastruktur Baden-Württemberg  
Lärmschutzbeauftragte  
der Landesregierung Baden-Württemberg*

**MinRat**

**Hans-Dieter Hegner**

Bundesministerium für  
Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktor-  
sicherheit (BMUB), Berlin

Der Gebäudebestand ist mit etwas mehr als einem Drittel der größte Energieverbraucher der Volkswirtschaft und damit auch einer der Sektoren, die für den höchsten CO<sub>2</sub>-Ausstoß verantwortlich sind. Der Gebäudesektor ist jedoch nicht nur für die Energieeffizienz und den Klimaschutz interessant. Er nimmt auch eine Schlüsselfunktion für die Verbesserung der Rohstoffproduktivität, die Senkung der Flächeninanspruchnahme und die Gestaltung des demografischen Wandels ein.

Trotz insgesamt rückläufiger Einwohnerzahlen in Deutschland weisen die Städte, insbesondere die Metropolregionen deutlich steigende Einwohnerzahlen auf. Mit dem verstärkten Zuzug in Metropolregionen steigt dort nicht nur grundsätzlich die Nachfrage nach Immobilien, sondern schafft die Notwendigkeit des Ausbaus der sozialen Infrastruktur. Darüber hinaus erhöhen sich auch die Mieten auf Grund der Verknappung des Wohnungsangebots. Dieser Entwicklung kann man nur mit einem starken Neubauangebot entgegentreten. Die Bundesregierung hat deshalb mit einem Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen alle beteiligten Kräfte im Bund, den Länder, Kommunen aber vor allem der Wohnungs- und Bauwirtschaft zusammengebracht, um den sozialen Wohnungsbau aber auch den Bau und die Erneuerung von Bildungseinrichtungen sowie die Schaffung von Wohnheimplätzen für Studierende und Auszubildende anzukurbeln.

Diese Ausgangslage stellt die Bundesregierung vor komplizierte Herausforderungen. Sowohl die Maßnahmen der Energiewende und des Klimaschutzes aber auch das kostengünstige Bauen müssen weiter verfolgt werden. Effektiver Klimaschutz, Energiewende und bezahlbares Wohnen lassen sich nur durch wirtschaftliches und effizientes Bauen sicherstellen. Dazu bedarf es verstärkter Innovationen. Die Forschungsinitiative Zukunft Bau wird deshalb vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) fortgesetzt und verstärkt. ►

Das Bauen für die Bildung nimmt geradezu eine Schlüsselstellung ein. Bildung schafft individuelle Teilhabe am gesellschaftlichen Leben und ist ein Motor für Chancengleichheit. Als lebenslanger Lernprozess sichert Bildung wirtschaftliches Wachstum, langfristigen Wohlstand und Fortschritt in einer modernen Gesellschaft.

Bildung in einer modernen Gesellschaft ist nicht mehr durch Frontalunterricht zu beschreiben. Vielfältige pädagogische Methoden aber auch neue Techniken prägen mittlerweile den Schulalltag. Um all diesen Ansprüchen unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit gerecht werden zu können, sind Unterrichtsgebäude ausreichend flexibel zu konzipieren. Dies gilt für die Nutzbarkeit der Räume ebenso wie für die Ausstattung und die Technik. Gleichzeitig ist sicherzustellen, dass das spezifische Bildungsziel der jeweiligen Bildungseinrichtung und die Identifikation der Nutzergruppe mit dem Gebäude angemessen unterstützt werden. In gleicher Weise gilt es, Betriebs- und Unterhaltungskosten im Auge zu behalten. Die angespannte Haushaltssituation in vielen Kommunen erfordert deshalb langfristig tragfähige Konzepte. Diese komplexen Zusammenhänge lassen Unterrichtsgebäude zu Unikaten werden, die eine ganzheitliche fachübergreifende Befassung erfordern.

Mit Modellvorhaben im Bereich der Plus-Energie-Bildungsgebäude und durch die Bereitstellung von Planungsinstrumenten für das nachhaltige Bauen unterstützt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) Bauherren, Architekten und Fachplaner, Schulen für die Bedürfnisse der Gegenwart und auch für auch zukünftige Anforderungen fit zu machen. ■



MinRat Hans-Dieter Hegner



- 17. November 2015**      9:00    Registrierung, Gelegenheit zum Besuch der Ausstellung
- 10:30    Begrüßung und Moderation:  
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer, Fraunhofer IBP  
Grußworte
- Plenarvorträge*      10:50    »**Bildungsgebäude nachhaltig und energieeffizient bauen – die Sicht des Bundesbauministeriums**«  
MinRat Hans-Dieter Hegner, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
- 11:15    »**Lernorte der Zukunft – Nachhaltige Bildungslandschaften als Option**«  
Prof. Dr. Gerhard de Haan, Freie Universität Berlin
- 11:45    »**Arbeitsplatz Schule**«  
Doro Moritz, GEW, Stuttgart
- 12:15 – Mittagspause,  
Gelegenheit zum  
Besuch der Ausstellung
- 13:45    »**Kostensteigerungen bei öffentlichen Bauvorhaben**«  
Prof. Dr. Fritz Berner, Universität Stuttgart
- 14:15    »**Intelligenz im Klassenzimmer**«  
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer,  
Fraunhofer IBP und Technische Universität München
- 15:00 – Beginn der  
Workshops, 1. Teil
- 19:00    **Abendvortrag**  
Dr. Gisela Splett MdL, Staatssekretärin  
im Ministerium für Verkehr und Infrastruktur  
des Landes Baden-Württemberg, Stuttgart
- ca. 19:30 – Abendessen
- 18. November 2015**      9:00    Fortsetzung der Workshops, 2. Teil
- 12:30 – Mittagspause
- 14:00    Verabschiedung der Teilnehmer, Ende der Veranstaltung

*Programmänderungen vorbehalten*

*Stand 5.11.15*

## SCHULBAU INTEGRAL

### Moderation:

Prof. Dr. Philip Leistner,  
Fraunhofer IBP

**Dienstag, 17. November 2015**

### Abstracts

ab Seite 23

### Veranstaltungsort:

Carl Benz Arena  
Plenum

- 15:00 »LernZeITräume« – Raum für eine lernende Schule – den ganzen Tag (Deutscher Schulpreis 2015)**  
Dorothe Block, Arne Brassat, Gesamtschule Barmen, Wuppertal
- 15:30 Lebenszyklus von Schulbauten**  
Gerhard Hoffmann, Ifes GmbH Köln
- 16:00 Die Instandhaltungsstrategie ganzheitlich optimieren**  
Christian Wetzel, CalCon AG, München
- Kaffeepause
- 17:00 Regeln und Lösungen für Notfall- und Gefahrensituationen in Schulen**  
Tobias Töpfer, Arge Planer und Errichter, ZVEI, Frankfurt /M.
- 17:30 Energieeffizienz in Schulen – wie die Heizung dem Stundenplan folgt**  
Achim Schillak, RWE Effizienz GmbH, Dortmund
- 18:00 Pilotprojekte zur Phase Null**  
Barbara Pampe, Montag-Stiftung Jugend und Gesellschaft, Bonn

**Mittwoch, 18. November 2015****9:00 Raumluftechnik für Neubau und Sanierung**

Dr. Hans Werner Roth, LTG AG, Stuttgart

**9:30 Angemessenheit und Mehrwert**

Harald Konsek, DREI ARCHITEKTEN GmbH, Stuttgart

**10:00 Leitfaden für Außenanlagen**

Angela Eckel, Garten-, Friedhofs- und Forstamt  
der Stadt Stuttgart

Kaffeepause

**11:00 Unerhörter Schallschutz**

Dr. Lutz Weber, Fraunhofer IBP

**11:30 Gute Akustik von der Kita bis zur Hochschule**

Prof. Dr. Philip Leistner, Fraunhofer IBP

Mittagspause

**14:00 Verabschiedung der Teilnehmer,**

Ende der Veranstaltung

## VIEL RAUM FÜR LEISTUNG

### Moderation:

Andreas Kaufmann  
Fraunhofer IBP

### Abstracts

ab Seite 40

### Veranstaltungsort:

Business-Bereich der  
Mercedes-Benz Arena,  
Soccer-Lounge  
Raum UK 3.065.2

**Dienstag, 17. November 2015**

### 15:00 Über die Pädagogik des Raumes

Prof. Tobias Wulf, Wulf Architekten GmbH, Hochschule für  
Technik, Stuttgart

### 15:30 Qualität und Effizienz ganzheitlicher Beleuchtungskonzepte

Sebastian Treptow, Fachverband Licht, ZVEI e.V., Berlin

### 16:00 Raum und Inklusion

Dr. Karl-Heinz Imhäuser, Montag-Stiftung  
Jugend und Gesellschaft, Bonn

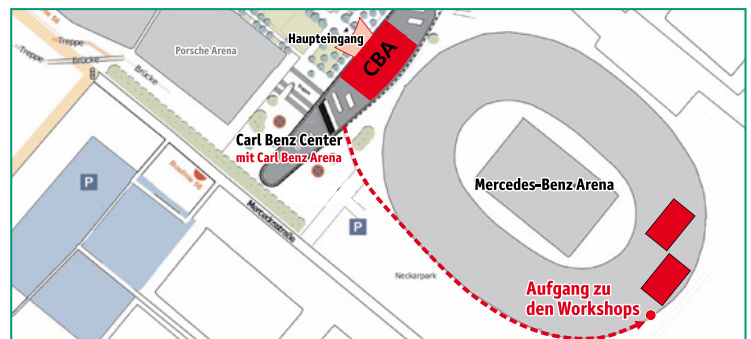
Kaffeepause

### 17:00 Lauter Sport in leisen Hallen

Dr. Moritz Späh, Fraunhofer IBP

### 17:30 Planung und Regelung natürlicher Lüftung

Prof. Dr. Ursula Eicker, Hochschule für Technik, Stuttgart;  
Udo Diesmann, Arbeitskreis Natürliche Lüftung,  
ZVEI, Frankfurt/M.



**Mittwoch, 18. November 2015****9:00 Hygieneleitfaden für die Kindertagesbetreuung –  
Ausblick für Schulen**

Dr. Bertram Geisel, Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg

**9:30 Zur Inklusion Hör- und Sehgeschädigter**

C. Ruhe, Deutscher Schwerhörigenbund e.V., Berlin;  
Taubert und Ruhe GmbH, Pinneberg

**10:00 Barrierefreie Raumgestaltung für Hör- und Sehgeschädigte**

C. Ruhe, Deutscher Schwerhörigenbund e.V., Berlin;  
Taubert und Ruhe GmbH, Pinneberg

Kaffeepause

**11:00 Schule und Sport – Gebautes und Geplantes**

Thorismuth Gaiser, Hans Bühler, Riehle+Assoziierte, Reutlingen

**11:30 Lernraum Berufsschule – Flexible Raumkonzepte  
auf dem Vormarsch**

Dr. Wilhelm Schaffitzel, Alexander Notheiß,  
Hohenloher Spezialmöbelwerk Schaffitzel, Öhringen

Mittagspause

14:00 Verabschiedung der Teilnehmer,  
Ende der Veranstaltung

## 6. SYMPOSIUM ENERGIEEFFIZIENTE SCHULE

### Moderation:

Hans Erhorn,  
Fraunhofer IBP

### Abstracts

ab Seite 53

Business-Bereich der  
Mercedes-Benz Arena,  
Soccer-Lounge  
Raum UK 3.008.2

Zugangsplan  
siehe Seite 10

### Dienstag, 17. November 2015

**15:00 Energieeffiziente Schulen – was haben wir bisher erreicht?**  
Dr. Rodoula Tryfonidou, BMWi, Berlin

**15:20 Wärmeschutz und Wärmebereitstellung – wie wurde dies bei verschiedenen Demoprojekten gelöst?**  
Johann Reiß, Fraunhofer IBP

**16:00 Thermische Behaglichkeit – Messung versus Nutzerauskunft**  
Manuel Winkler, Hochschule München;  
Dr. Annette Roser, IREES Karlsruhe

Kaffeepause

**17:00 Luftqualität – Messung versus Nutzerauskunft**  
Micha Illner, Fraunhofer IBP;  
Karin Schakib-Ekbatan, IREES Karlsruhe

**17:30 Soll oder kann die Automatik dem Nutzer alles abnehmen?**  
Prof. Dr. Werner Jensch, Hochschule München;  
Karin Schakib-Ekbatan, IREES Karlsruhe

**18:00 Investitions- und Verbrauchskosten – wurden die energetischen Ziele erreicht?**  
Johann Reiß, Fraunhofer IBP

### Mittwoch, 18. November 2015

**9:00 Beispiele hochwertiger Schulsanierungen in Österreich – Fokus auf Verwendung vorgefertigter Holzelemente**  
Armin Knotzer, AEE – Institut für Nachhaltige Technologien, Gleisdorf (Österreich)

**9:30 Erhöhte Energieeinsparung bei Schulen durch internes Contracting am Beispiel der Stadt Stuttgart**  
Dr. Jürgen Görres, Amt für Umweltschutz, Stuttgart

**9:50** Standardisiertes Leistungsbild zur Erstellung von  
Energiekonzepten und Sanierungsfahrplänen  
am Beispiel von Hochschulbauten in Baden-Württemberg  
Johannes Schrade, Fraunhofer IBP

**10:10** Sieger-Gebäude des Wettbewerbs  
Schule 2030 – Lernen mit Energie  
Johann Reiß, Fraunhofer IBP

Kaffeepause

**11:00** School of the Future – Innovative Sanierungslösungen  
aus vier europäischen Ländern (Lessons learned)  
Heike Erhorn-Kluttig, Fraunhofer IBP

**11:20** Die »LiTG-Schrift Tageslicht kompakt« und neue lichttech-  
nische Bewertungsmöglichkeiten für Fassaden  
Dr. Jan de Boer, Fraunhofer IBP

**11:40** Stromsparkonzepte für vier Schulen auf der Grundlage  
detaillierter Stromverbräuche  
Ursula Rath, CONSISTE, Tübingen

**12:00** Bildungsbauten im Effizienzhaus Plus-Standard –  
Förder-Initiative zu Modellprojekten des BMUB  
Arnd Rose, BBSR, Berlin

**12:20** Zusammenfassende Schlussworte – Fazit und Ausblick  
Hans Erhorn, Fraunhofer IBP

Mittagspause

**14:00** Verabschiedung der Teilnehmer,  
**Exkursion (mit Bustransfer)**  
zur Besichtigung der Plus-Energieschule in Stuttgart-Rot;  
von dort  
[Bustransfer zum Hbf. Stuttgart \(Ankunft ca.16:30\)](#)

## **BILDUNGSGEBÄUDE NACHHALTIG UND ENERGIEEFFIZIENT BAUEN – DIE SICHT DES BUNDESBAUMINISTERIUMS**

MinRat Hans-Dieter Hegner

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit BMUB, Berlin

Hans-Dieter.Hegner@bmub.bund.de

### **Generelles**

Die Bau-, Wohnungs- und Immobilienwirtschaft steht in vielfältigen Wechselbeziehungen mit Maßnahmen und Zielen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. Hervorzuheben sind insbesondere der Klimaschutz und die Verbesserung der Energieeffizienz, die Verbesserung der Energie- und Rohstoffproduktivität, die Senkung der Flächeninanspruchnahme und die Gestaltung des demografischen Wandels. Der Gebäudebereich nimmt deshalb in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung eine zentrale Rolle ein.

Nachhaltiges Bauen zielt auf eine ganzheitliche Qualitätsverbesserung des Bauens über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks ab – von den ersten Planungsschritten über die bauliche Realisierung bis hinein in die Zeit der eigentlichen Nutzung. Die Bewertung des Beitrags von Bauwerken für eine nachhaltige Entwicklung bezieht umfassend ökologische, ökonomische und sozio-kulturelle Aspekte ein. Dabei ist klar, dass Nachhaltigkeit keine Floskel bleiben darf, sondern sich real messen lassen muss. An erster Stelle stehen deshalb die nachhaltige Beschaffung von Immobilien und die damit im Zusammenhang stehende Einführung eines Bewertungs- und Zertifizierungssystems, das sich überwiegend auf quantitative Bewertungen und Beschreibungen stützen soll. Dieses »Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen« (BNB) wurde als freiwilliges Marktinstrument erarbeitet. Die Bundesregierung hat es mit dem Leitfaden »Nachhaltiges Bauen« verbindlich für die Bundesbauverwaltung umgesetzt. Der Bund konzentriert sich auf Gebäudekategorien, die von erheblichem öffentlichem Interesse sind. In gemeinsamen Arbeitsgruppen mit den Trägern öffentlicher Belange wurde das System auch für Schulen anwendungsbereit gemacht und nicht nur wissenschaftlich erarbeitet sondern auch breit diskutiert und erprobt.



## Nachhaltigkeitsbewertung von Bildungsgebäuden

Der spezifische Nutzerbedarf von Bildungsbauten ist von unterschiedlichen pädagogischen Konzepten und vielfältigen Nutzergruppen im Gebäude geprägt. Nutzungsspezifische Anforderungen sind daher detaillierter in die Planung einzubeziehen und zu berücksichtigen, als dies im Büro- und Verwaltungsbau üblicherweise erforderlich ist. Beispielsweise werden Unterrichtsgebäude und Einzelräume in der Regel von vielen Personen gleichzeitig genutzt. Dadurch kommt den Kommunikationsbedingungen innerhalb der Räume ein hoher Stellenwert zu. Aber auch die gemeinsamen Nutzungs-, Pausen- und Ferienzeiten haben Auswirkungen auf Gebäudeentwurf und Gebäudetechnik. Gemeinsame Aufenthalts- und Pausenräume sowie flexible Räume für unterschiedliche Begegnungs-, Arbeits- und Lernsituationen haben in Bildungsbauten im Allgemeinen eine größere Bedeutung als im klassischen Büro- und Verwaltungsgebäude. In diesem Zusammenhang sei auf wenige hervorzuhebende Punkte kurz eingegangen.

Die nutzerrelevanten Aspekte finden in einigen Steckbriefen besondere Berücksichtigung. Mit den Kriterien »Innenraumqualität«, »Nutzungsflexibilität und Aneignung durch den Nutzer« sowie »Aufenthaltsmerkmale im Außenraum« stehen sowohl die räumlichen Qualitäten im Innen- und Außenraum, als auch die vielfältige, synergetische Nutzung und Multifunktionalität von Räumen und Flächen stärker im Fokus. Freiflächen von Unterrichtsgebäuden werden als integraler Bestandteil des Bauwerks verstanden, da sie von der Funktion des Unterrichtsbetriebes nicht zu trennen sind. Möglichkeiten zur Aneignung von Flächen, hochwertige Materialien und Ausstattungselemente befördern die Identifikation und Wertschätzung des Gebäudes und tragen darüber hinaus zur Vandalismusprävention und zum langfristigen Werterhalt bei.

Die Raumluftqualität hat einen entscheidenden Einfluss auf die Gesundheit und die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit der Nutzer von Bildungsgebäuden. Deshalb ist die Auswahl emissions- und



geruchsarmer Materialien besonders wichtig. Der Erfolg der sorgfältigen Auswahl von Bauprodukten wird nach Fertigstellung des Gebäudes durch die Messung von Raumluftkonzentrationen flüchtiger organischer Verbindungen und Formaldehyd überprüft und bewertet. Des Weiteren wird der erforderliche Luftwechsel anhand des personenbezogenen Außenluftvolumenstroms bemessen, um nutzerbedingte Kohlendioxidkonzentrationen in den Räumen bestmöglich zu minimieren. Da die Belegungsdichte in Unterrichtsgebäuden in der Regel sehr viel höher ist als in Büro- und Verwaltungsgebäuden, wurden die Anforderungswerte an die Luftwechselraten neu definiert. Für den Fall der freien Lüftung sind zusätzliche Randbedingungen zu erfüllen, um den erforderlichen Luftwechsel zu gewährleisten. Dazu gehören beispielsweise Konzepte für eine bedarfsgerechte Lüftung sowie die Kontrolle des CO<sub>2</sub>-Gehalts im Raum über entsprechende Sensoren.

Die Bewertung des akustischen Komforts erfolgt gemäß der DIN 18041 »Hörsamkeit«, die für unterschiedliche Nutzungsbereiche Anforderungswerte für die Nachhallzeiten vorgibt. Die ermittelten Mess- oder Berechnungsergebnisse der einzelnen Raumtypen fließen flächengewichtet in die Gesamtbewertung ein. Im Unterschied zu Bürogebäuden, bei denen die Sprachverständlichkeit vorwiegend über geringere Entfernungen gegeben sein sollte, ist für die meisten Nutzungsbereiche in Unterrichtsgebäuden eine gute Sprachverständlichkeit über mittlere und größere Entfernungen (z. B. Unterrichtsräume, Sporthalle oder Musikraum) erforderlich. Für diese Raumnutzungsarten wurden die Anforderungswerte in Abhängigkeit des Raumvolumens errechnet.

### **Modellvorhaben Plus-Energie-Schulen**

Die Bundesregierung hat im Energiekonzept vom 28. September 2010 beschlossen, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 80–95 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken. Gerade im Baubereich, der zurzeit mit rund 40 Prozent des weltweiten Energiebedarfs für einen großen Teil der Emissionen verantwortlich ist, bedarf es innovativer Lösungen, um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen. Der

nach EU-Vorgabe ab dem Jahr 2019 für öffentliche Neubauten vorgeschriebene »nearly zero energy standard« gibt vor, dass neue Gebäude künftig nur noch einen minimalen Energieverbrauch aufweisen dürfen, der zum überwiegenden Teil aus erneuerbaren Energien gedeckt werden soll. Um bis 2050 wie angestrebt einen nahezu klimaneutralen Gesamtgebäudebestand zu erreichen, bedarf es jedoch zusätzlich einer größeren Anzahl von Gebäuden, die über das Jahr betrachtet mehr Energie erwirtschaften, als sie verbrauchen. Nur so können Defizite in anderen Bereichen ausgeglichen werden. In der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« des früheren Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (jetzt Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit BMUB) wird intensiv an der Entwicklung sogenannter »Effizienzhäuser Plus« geforscht. Diese Gebäude können mehr Energie erzeugen als sie unter voller Nutzung verbrauchen. Der Energieüberschuss soll dann unter anderem für den Ausbau der Elektromobilität oder für die Quartiersversorgung zur Verfügung stehen. Das BMUB hat mit dem Effizienzhaus Plus-Standard hierzu eine eigene Definition geschaffen.

In einem Feldtest unterschiedlicher Wohnhäusern mit 36 Gebäuden (vom Einfamilienhaus bis zum großen Mehrfamilienhaus) konnte der Effizienzhaus Plus-Standard erfolgreich getestet werden. In einem ersten Fazit kann man feststellen, dass Effizienzhäuser Plus einen baulichen Standard benötigen, der in etwa den KfW-55-Häusern (oder besser ist) entspricht. Alle herkömmlichen Wandbildner haben dafür Produkte. Im Bereich der Fenster wird es ganz klar einen Übergang zur 3-Scheibenverglasung geben. Einschränkungen der Architektur oder des Anteils der verglasten Fläche muss es nicht geben. Im Bereich der Heizungstechnik wird die Wärmepumpe weiter Marktanteile gewinnen. Beim größten Plus-Energie-Wohnhaus der Welt in Frankfurt/Main (dem sogenannten »Aktiv-Stadthaus«) wird im Übrigen als Wärmequelle ein städtischer Abwassersammler genutzt. Aber auch verschiedene KWK-Anlagensysteme werden am Markt gewinnen. Der Einbau Energie gewinnender Systeme steht auf der Tagesordnung. Solarthermie, Fotovoltaik aber auch ►

Biomasse in verschiedener Form und mit verschiedenen Technologien müssen in die Struktur und Architektur von Gebäuden eingebunden werden. Die »Einbettung« von Technik in die Architektur ist eine der größten Herausforderungen, die in den nächsten Jahren gemeistert werden muss.

Im Nichtwohnbereich bieten sich gerade Schulen für die Realisierung des Effizienzhaus Plus-Standards an: Die Tageszeiten, an denen im Gebäude die meiste Energie verbraucht wird, decken sich einerseits mit jenen, in denen die Fotovoltaik Anlagen Strom produzieren. Zum anderen sind Schulen dafür prädestiniert, die nachfolgenden Generationen für das ressourcenschonende und zukunftsorientierte Bauen zu sensibilisieren. Als Teil eines Campus können Bildungsbauten zudem hervorragend der Erprobung neuer Energiemanagement-Lösungen auf Quartiersebene dienen.

Um den Bau oder die Sanierung von Bildungsgebäuden im Effizienzhaus Plus-Standard zu fördern, gibt es seit Januar 2015 eine neue Förderrichtlinie des BMUB. Ziel der Förderung ist es, durch Forschung und Entwicklung den Effizienzhaus Plus-Standard und damit den Plusenergiegedanken weiter zu etablieren. Die Ergebnisse der geförderten Modellprojekte sollen über Innovationen informieren und zum Nachahmen anregen. Geeignet für das Förderprogramm sind Gebäude, die der Aus- und Fortbildung, der Forschung und der Lehre dienen. Damit deckt das Förderprogramm eine größtmögliche Bandbreite, von Kindertagesstätten bis zu Universitäten, von Volkshochschulen bis zu Laborgebäuden ab. Die Förderung ist planungs-, material-, und technologieoffen. Alle Projekte werden wissenschaftlich begleitet und evaluiert, um einerseits Erkenntnisse für eine breite Anwendung der Bauweise in der Praxis zu gewinnen und andererseits weiteres Optimierungspotenzial an den einzelnen Gebäuden zu identifizieren. Gegenstand der Förderung ist außerdem die Zertifizierung der Gebäude nach dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen des Bundes. ■

## **LERNORTE DER ZUKUNFT – NACHHALTIGE BILDUNGSLANDSCHAFTEN ALS OPTION**

Prof. Dr. Gerhard de Haan  
Institut Futur, Freie Universität Berlin  
sekretariat@institutfutur.de

Was können wir von der Zukunft erwarten? Wie wünschen wir uns die Zukunft? Welche Zukunftsoptionen haben wir? Entlang dieser Fragen werden schlaglichtartig Aspekte der Entwicklung des allgemeinbildenden Schulsystems für die nächsten zwanzig bis vierzig Jahre aufgegriffen. Dabei geht es um die Sinnsuche von Jugendlichen, gesellschaftliche Entwicklungen und Anforderungen, die an ein zukunftsfestes Bildungssystem gestellt werden. Zudem wird anhand von Szenarien gezeigt, welche Perspektiven derzeit international für die künftige Entwicklung des Bildungssystems ausgemacht werden:

Zwischen Tradition, Markt und neuen Medien, zwischen selbst reguliertem Lernen, individualisierten Lernbiografien und lokalen Bildungsräumen bewegen sich die Überlegungen. Nachhaltige Bildungslandschaften sind dabei eine zentrale Option.

## **ARBEITSPLATZ SCHULE – DER RAUM ALS DRITTER PÄDAGOGE ODER BILDUNG BRAUCHT RAUM**

Doro Moritz

Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft Baden-Württemberg, Stuttgart  
vorsitzende@gew-bw.de

»Ich sei, gewährt mir die Bitte,  
In eurem Bunde der Dritte!«

**Pädagogische Notwendigkeiten:** Die gesetzliche Verankerung der Inklusion und der Ganztagschule sind zwei wichtige Schritte zur Weiterentwicklung des Schulsystems. Bei der Diskussion um die Umsetzung der pädagogischen Konzepte und der Barrierefreiheit ist es um die Rolle der räumlichen Gestaltung jedoch oft sehr still. Dabei sind das pädagogische Konzept einer Schule und die räumlichen Arrangements untrennbar miteinander verknüpft. Der Sanierungsstau ist immens.

**Arbeitsplatz Schule und Arbeitsschutz:** Nicht nur der Unterricht im Klassenzimmer entwickelt sich weiter. An den Schulen arbeiten zunehmend multiprofessionelle Teams, für deren Arbeit adäquate räumliche Voraussetzungen geschaffen werden müssen. Beratung, Lernräume, Pflege, Essen und Freizeit erfordern neue Raumkonzepte.

Unter dem Gesichtspunkt der Gefährdung der Lehrkräfte am Arbeitsplatz stellt die Lärmbelastung mit ihren Auswirkungen auf Hörverständnis und stimmliche Belastung Anforderungen an die Raumakustik der Schulen.

### **Fazit:**

Schulbau muss ein gemeinsames Projekt aller schulischen und außerschulischen Akteure sein.

## **KOSTENSTEIGERUNGEN BEI ÖFFENTLICHEN BAUVORHABEN**

Prof. Dr. Fritz Berner  
Universität Stuttgart  
fritz.berner@ibl.uni-stuttgart.de

Durch die Medien werden in der letzten Zeit Großprojekte der öffentlichen Hand deshalb negativ dargestellt, da Steigerungen bei den Baukosten auftreten, die den ursprünglichen Kostenrahmen zum Teil weit überschreiten. Dies geschieht auch bei kleineren, weit unbekannteren regionalen Projekten nicht selten. Die Gründe für derartige Fehlentwicklungen bei Bauvorhaben durch die öffentliche Hand sind vielseitig. Ein Hauptgrund hierfür ist die Trennung zwischen Planung des Bauwerks im Endzustand und der Verantwortung für die bauliche Umsetzung. Weitere Gründe sind Defizite in den Leistungen für die Planung, in unzureichenden Vorgaben im Detail oder in fehlender Erfahrung der in die Bauabwicklung eingebundenen Personen. Des Weiteren werden die Aufgaben oft zu kleinteilig vergeben. Dies führt zu Problemen bei der Bauzeit und den Baukosten auf Grund der vielen Schnittstellen. Von diesen Entwicklungen sind die Schulbauprojekte maßgebend betroffen.

Um die anstehenden Probleme anzupacken, stellen sich folgende Fragen: Ist die Vorgehensweise der öffentlichen Hand für eine effektive und erfolgreiche Projektabwicklung geeignet? Welche anderen Organisations- und Abwicklungsstrukturen wären hier besser am Platz?

Der Vortrag bietet einen Überblick zu einigen typischen Ursachen von Baukostensteigerungen der öffentlichen Hand im Rahmen der Realisierung von Schulbauvorhaben. Ferner werden anhand von Positivbeispielen Ansatzpunkte zur konsequenten Minimierung dieser Ursachen verdeutlicht.

## INTELLIGENZ IM KLASSENZIMMER

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP; Technische Universität München

klaus.sedlbauer@ibp.fraunhofer.de

Der Titel des Vortrags bezieht sich nicht nur auf die Lernenden und Lehrenden, die sich in Klassenzimmern einen Großteil des Tages aufhalten, sondern insbesondere auf die intelligente Technik, die zur bauphysikalischen Gestaltung der Lernumgebung einsetzbar ist. Das Wissen zu einzelnen bauphysikalischen Größen, wie der Kohlendioxidkonzentration und deren Einfluss auf Behaglichkeit und Leistungsfähigkeit ist seit den Untersuchungen von Pettenkofer in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vertraut. Der Parameter Luftqualität sollte heute bei jeder Schulsanierung und jedem Schulneubau in die Auslegung der (teilautomatisierten) Lüftungsplanung einfließen. Intelligenz ist dabei ebenfalls gefragt, wenn Fensterlüftung und Schallschutz in Einklang stehen sollen. Aber es gibt noch weitere bauphysikalische Parameter, die es intelligent zu integrieren gilt. So wird beispielsweise der Lichtqualität am Arbeitsplatz noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Durch die üblicherweise großen Fensteranteile in Klassenzimmern ist die Ausleuchtung mit Tageslicht oft weit in die Raumtiefe möglich. Erste Untersuchungen zur psychologischen Wirkung von Helligkeit auf dem Menschen konnten zeigen, dass eine helle Umgebung das logische Denken und im Gegensatz hierzu eine dunkle Umgebung die Kreativität fördert. Auch in der Betrachtung der nötigen Energiekonzepte für Bildungsbauten lassen sich intelligente Lösungen finden. Heute können Bildungsbauten auch mit symbolischer Wirkung als Plusenergiegebäude ausgelegt werden. Die hierzu benötigte Integration von erneuerbaren Energien sowie weitere innovative Lösungen eignen sich hervorragend zur Erweiterung des Lehrplanes. Wissen zum Energieverbrauch, zur Energieerzeugung sowie zu korrespondierenden Umwelteinflüssen lassen sich intelligent für die Bildung aufbereiten.




**»LERNZEITRÄUME« – RAUM FÜR EINE LERNENDE  
SCHULE – DEN GANZEN TAG**

Dorothe Block, Arne Brassat  
Gesamtschule Barmen, Wuppertal  
didaktik@gesamtschule-barmen.de

Als Anfang der 1990er Jahre der Ratsentscheid in Wuppertal zur Einrichtung einer fünften Gesamtschule gefällt wurde, war dies der Beginn einer Entwicklung, die für die Gesamtschule Barmen bis heute zu einer immer wieder neuen Herausforderung wurde. Die architektonische Planung und Realisierung des Neubaus bezog sowohl die Lage des Grundstückes als auch die Bedeutung des Stadtteilbezugs in besonderem Maße mit ein. So entstand ein Gebäude, das Transparenz und Offenheit, Alt und Neu, Funktionalität und Behaglichkeit, Natur und Beton, Ökologie und Ökonomie vereint. Leben und Lernen finden statt hinter einer riesigen Glasfassade, in einem offenen Gebäudekomplex, in dem sich die Fabrikarchitektur alter Bandwebereien und das neue Gerüst der Schwebbahn im Glas der Fenster sowie in den Baustoffen Holz, Ziegel, Beton und Stahl widerspiegeln. Die Klarheit der Raumkonzeption und der architektonischen Linienführung begegnen der Lebendigkeit und Eigenwilligkeit vieler Details, üppigen Pflanzen drinnen und draußen sowie einem an das Gebäude angrenzenden Teich. Gemeinschaftsräume wie die Mensa, die Bibliothek, aber auch die große Pausenhalle sind lichtdurchflutet und entsprechen mit ihren Formen dem Lauf der Wupper. Eine Solaranlage auf dem Dach des Gebäudes, viele unveriegelte Flächen sowie energiesparende Gebäudetechnik unterstützen nachhaltige Umweltverantwortung.



Mit dem Einzug der Menschen erhielt das Gebäude neben der zweckgerichteten und ästhetischen Funktion die lebendige Ausgestaltung. Die eigenwillige schulspezifische Entwicklung von Raum-, Zeit- und Bildungsansprüchen haben zu einer gelungenen Umsetzung unserer Visionen, unserer »LernZeITräume« geführt. Lehrerinnen und Lehrer, Schülerinnen und Schüler sowie die Eltern entwickelten gemeinsam die Schule zu ihrer jetzigen Ausbauform, mit einer sechszügigen Sekundarstufe I und einer inzwischen fünfzügigen gymnasialen Oberstufe. Über 1350 Schülerinnen und Schüler sowie 120 Lehrkräfte lernen und arbeiten nun seit fast 20 Jahren gemeinsam in der Gesamtschule Barmen und das so erfolgreich, dass sie in diesem Jahr dafür mit dem Deutschen Schulpreis 2015 geehrt wurden.



## **Phase Null – Erfahrungen und Erkenntnisse aus den Pilotprojekten der Montag Stiftungen**

Barbara Pampe

Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft, Bonn

b.pampe@montag-stiftungen.de

Die Phase Null ist die entscheidende Phase zu Beginn des Planungsprozesses bzw. vor den eigentlichen Leistungsphasen nach HOAI. In ihr werden wichtige Weichen für den Planungs- und Bauprozess gestellt. Wenn alle am Schulbau beteiligten Gruppen – Pädagogik, Architektur, Politik und Verwaltung, unter Einbeziehung der Nutzerinnen und Nutzer – in dieser frühen Phase zusammenarbeiten, kann eine belastbare Grundlage für ein erfolgreiches Projekt entstehen, die weitreichende Folgen für die architektonische, die städtebauliche sowie die ökologische und ökonomische Qualität des Gebäudes hat.

Zeitaufwand und Kosten einer Phase Null sind, gemessen an den gesamten Lebenszykluskosten eines Schulgebäudes, gering. Es ist eine Investition, die nicht als Kosten »on top« gerechnet werden darf, sondern als Einzahlung in die spätere Nutzbarkeit des Gebäudes gilt: Durch eine gute Planung in der Phase Null kann ein Schulträger beim späteren Bau und Betrieb der Schule von erheblichen Einsparungen profitieren – oder umgekehrt Planungsfehler vermeiden, die später nicht mehr rückgängig zu machen sind und unabsehbare Folgekosten verursachen können. Nach einer Untersuchung des Marktforschungsinstituts Bauinfoconsult<sup>1</sup> von 2015 entfallen laut Einschätzung der Akteure der Baubranche zehn Prozent des gesamten Branchenumsatzes auf Fehlerkosten, die z. B. durch Berechnungsfehler, unzureichende oder falsche Kommunikation etc. entstehen. Viele Fehler können durch eine sorgsame Projektentwicklungsphase (Phase Null) vermieden werden. Hinzu kommt, dass eine Phase Null im Schulbau auch immer einen Schulentwicklungsprozess für die Schule selbst darstellt.

---

<sup>1</sup> [http://www.bauinfoconsult.de/presse/pressemitteilungen/2015/9-9\\_milliarden\\_fehlerkosten\\_am\\_deutschen\\_bau\\_2014\\_war\\_erneut\\_katastrophenjahr/2395](http://www.bauinfoconsult.de/presse/pressemitteilungen/2015/9-9_milliarden_fehlerkosten_am_deutschen_bau_2014_war_erneut_katastrophenjahr/2395), Stand 15.10.2015

Die Phase Null ermöglicht es, die später sowieso notwendige Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen Ämtern untereinander sowie mit der Schule zu etablieren. Diese dann erprobte Zusammenarbeit führt später im Planungsprozess zu geringeren Reibungen und effektiveren Aushandlungs- und Entscheidungsprozessen.

Im Vortrag werden anhand von fünf Pilotprojekten der Aufbau, die Methode, die Schwierigkeiten und Herausforderungen sowie die Unterschiedlichkeit und die notwendige Qualität der Phase Null dargestellt sowie die Schnittstellen zu den weiteren Planungsphasen thematisiert. ■

## LEBENSZYKLUS VON SCHULBAUTEN

Gerhard Hoffmann  
Ifes GmbH, Köln  
g.hoffmann@ifes-koeln.de

Dass der Modulbau in Sachen Nachhaltigkeit systembedingt Vorteile geltend machen kann, zeigt sich bereits im Rahmen einer DGNB-Mehrfach-Zertifizierung für ein Kita-Bausystem in Modulbauweise. Doch zahlt sich diese nachhaltige Bauweise auch für denjenigen aus, der die Gebäudeinvestition tragen muss? Wer vermutet, dass nachhaltig zu bauen höhere Kosten bedeutet, hat durchaus Recht, wenn nur die Investitionskosten für die Erstellung betrachtet werden. Was jedoch häufig übersehen wird: Im Laufe des Gebäudelebenszyklus entfallen über 60 Prozent der Aufwendungen auf den Betrieb der Immobilie. Eine langfristige Betrachtung rechnet sich also. Bei einer sogenannten Life Cycle Costs-Analyse (LCC-Analyse) werden die Gesamtkosten ermittelt, die ein Gebäude im Verlauf seines gesamten Lebenszyklus verursacht. Bei dieser Berechnung werden dafür 50 Jahre angesetzt. Doch wie stellen sich die Lebenszykluskosten eines in Modulbauweise errichteten Gebäudes im Vergleich zu konventionellen Bauweisen dar? Eine entsprechende Analyse konkreter Referenzprojekte führte zu eindeutigen Ergebnissen, die belegen, dass die Investition in ein nachhaltiges Modulgebäude auch auf Dauer eine nachhaltige Entscheidung für Ökonomie und Ökologie ist.

## **DIE INSTANDHALTUNGSSTRATEGIE GANZHEITLICH OPTIMIEREN: STANDORTSICHERHEIT, BARRIEREFREIHEIT, FLÄCHENEFFIZIENZ**

Christian Wetzel  
CalCon Deutschland AG, München  
j.distler@calcon.de

Zur erfolgreichen Vermittlung von Wissen benötigt man Räume, die optimale Bedingungen für das Lernen bieten. Um dem gerecht zu werden, müssen sich Schulgebäude in einem entsprechenden baulichen Zustand befinden. Hierzu ist eine ganzheitliche Instandhaltungsstrategie erforderlich, die sich nicht ausschließlich auf die klassischen Kriterien zur Immobilienbewertung stützt. Statt sich auf rein ökonomische Aspekte zu fokussieren ist es (nicht nur bei Schulgebäuden) für eine zukunftsorientierte und nutzergerechte Planung wesentlich, auch soziokulturelle und ökologische Entscheidungskriterien zu berücksichtigen.

Am Beispiel der Universität Wien wird der Aufbau eines innovativen Bewertungssystems dargestellt, bei dessen Einführung es – neben der Realisierung von Kosteneinsparungen – darum ging, die Gebäudequalität im Hinblick auf die Funktionalität zu verbessern. Dabei ist es gelungen, selbst organisatorische Kriterien wie die Standortsicherheit, die Barrierefreiheit und den thermischen Komfort objektiv zu bewerten und im Anschluss konkrete Maßnahmen und damit verbundene Kosten für deren Verbesserung festzulegen. Auf diese Weise lassen sich auch Schulgebäude nicht nur ökonomisch sondern zugleich nachhaltig optimieren. Darüber hinaus sorgt die ganzheitliche Bewertung der Immobilien nach klaren Kriterien dafür, dass strategische Entscheidungen zur Entwicklung des Bestandes – etwa die Sanierung oder Anmietung von Gebäuden – unter Berücksichtigung aller Betrachtungselemente fundiert und objektiv getroffen werden können.

## **ENERGIEEFFIZIENZ IN SCHULEN – WIE DIE HEIZUNG INTELLIGENT DEM STUNDENPLAN FOLGT!**

Achim Schillak

RWE Effizienz GmbH, Dortmund

achim.schillak@rwe.com

Unter dem Titel »RWE SmartSchool« entwickelt die RWE Effizienz GmbH derzeit ein neuartiges Produkt für Schulen und andere Bildungseinrichtungen. Ziel ist dabei, den Energieverbrauch des Schulgebäudes nachhaltig zu reduzieren, somit Betriebskosten zu verringern und einen Beitrag zur Reduktion des Kohlendioxidausstoßes der Kommune zu leisten. Auch können sich Schüler und Lehrer aktiv bei dieser innovativen Form des Energiesparens und des Klimaschutzes einbringen.

RWE SmartSchool nimmt den Heizenergieverbrauch in den Fokus, der bei den meisten Schulen mehr als drei Viertel der gesamten Energiekosten ausmacht. Dabei wird die bewährte RWE SmartHome-Technologie eingesetzt, um die Heizkörper in den Unterrichtsräumen automatisch zu steuern. Über ein neuartiges Interface wird die Heizungssteuerung an die Stundenplansoftware der Schule angebunden. So kann der Heizungsbetrieb optimiert werden: Nur wenn ein Raum genutzt wird, wird eine Temperatur von z. B. 21 °C eingestellt. Wird der Raum nicht benötigt, wird die Temperatur z. B. auf 16 °C heruntergefahren. Zusätzlich an den Fenstern des Unterrichtsraumes angebrachte Sensoren melden den Heizkörperthermostaten, ob die Fenster geöffnet sind. Somit wird verhindert, dass bei offen stehenden Fenstern Energie verschwendet wird.

Seit dem Frühjahr 2014 hat das Energieunternehmen RWE das Produkt RWE SmartSchool in mehreren Schulen in ganz Deutschland installiert. Es zeigte sich, dass Heizenergieeinsparungen in der Größenordnung von 15 bis 20 Prozent im Vergleich zum Vorjahreswert erzielt werden konnten. Durch frühzeitige Einbeziehung von Schulverwaltung, Lehrern und Hausmeistern konnte eine reibungslose Installation sowie ein erfolgreicher Betrieb des Systems erreicht werden.

## GUTE AKUSTIK VON DER KITA BIS ZUR HOCHSCHULE

Prof. Dr. Philip Leistner

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Universität Stuttgart

philip.leistner@ibp.fraunhofer.de

Die Bedeutung der akustischen Umgebungsbedingungen für das Lehren, Lernen und Leben ist wissenschaftlich und praktisch bewiesen. Schlechte Akustik beeinträchtigt Gesundheit und Wohlbefinden, Leistungsfähigkeit und Sicherheit und sogar sozial-emotionale Faktoren in Kitas, Schulen und Hochschulen. Natürlich sind Kleinkinder, Jugendliche und Erwachsene in unterschiedlichem Maße betroffen, aber akute, chronische und kumulative Wirkungen betreffen alle gemeinsam und jeden einzelnen. Im Rahmen einer ganzheitlichen und integralen Behandlung geht es daher um Vermeidung von Lärm, Minimierung von Störungen und Gewährleistung von Sprachverständlichkeit. Die wesentlichen Gestaltungskategorien umfassen dabei den baulichen und technischen Schutz vor Lärmquellen außerhalb und innerhalb des Gebäudes, die Reduzierung der eigenen, nutzungsbedingten Geräusche und eine für ungestörte Kommunikation geeignete Raumakustik. Diese gute Akustik kostet Geld, genauso wie gute Luft- und Lichtqualität. Bei Neubauten und umfassenden Sanierungen liegen die Zusatzkosten für nutzungsgerechte Akustik bei einem Prozent der Bausumme. Höherer Schallschutz ist z. B. bei Leichtbauwänden ca. 10 € pro qm teurer als die einfachste Version und etwa 30 bis 100 € pro Tür kostet eine Absenk-dichtung. Für die Raumakustik gilt: Ein Quadratmeter Raum kostet so viel wie die Akustikdecke für ein ganzes Klassenzimmer. Natürlich ist aber weder Fläche durch gute Akustik ersetzbar, noch umgekehrt.



Als klare und konkrete Hilfestellung zur akustischen Gestaltung von Kitas, Schulen und Hochschulen wurde vom Fraunhofer IBP eine kompakte Richtlinie entwickelt. Sie enthält sinnvolle Anforderungen, die mit dem verfügbaren Planungs- und Gestaltungswissen sowie dem Angebot an Bauteilen und Bausystemen auch praktisch und qualitätssicher ausgeführt werden können. Diese Richtlinie wird vorgestellt sowie mit Argumenten und Anregungen erläutert.

Die Autoren danken dem Ministerium für Verkehr und Infrastruktur des Landes Baden-Württemberg für die wertvolle Förderung des Projektes »Richtlinie zur akustischen Gestaltung von Lebensräumen für Erziehung und Bildung«.



## UNERHÖRTER SCHALLSCHUTZ

Dr. Lutz Weber  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart  
lutz.weber@ibp.fraunhofer.de

Gute akustische Bedingungen in den Schulräumen stellen eine zentrale Voraussetzung für einen erfolgreichen Unterricht dar. In den vergangenen Jahren wurde hierzu viel geforscht und publiziert, so dass die Problematik beim Lehrpersonal und bei den Schulbehörden gut bekannt ist. Allerdings wird das Thema aktuell besonders mit der Raumakustik in den Klassenräumen, d. h. mit Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit, in Verbindung gebracht. Die raumakustische Ausstattung von Klassenräumen ist besonders auffällig und es besteht zweifellos Nachholbedarf. Über die Bauakustik in den Schulen, also die Verhinderung von störendem Luft- und Trittschall in Unterrichtsräumen, wird hingegen kaum gesprochen.

Dabei können bauakustische Mängel, wie z. B. Fenster oder Türen mit unzureichender Schalldämmung, den Lernerfolg erheblich beeinträchtigen. Dies mag sich während des normalen Unterrichts nicht allzu häufig äußern, wenn durch den Sprachschall der Personen im Raum bereits ein vergleichsweise hoher Geräuschpegel vorhanden ist und die Nachbarn Ruhe bewahren. In Phasen konzentrierter Arbeit oder in Prüfungssituationen geht es jedoch um Störungsfreiheit, die durch Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen beeinträchtigt wird. Es lohnt sich daher, die bauakustische Situation in Schulen näher zu betrachten.

Ausgehend von den geltenden baurechtlichen Anforderungen wird im Vortrag untersucht, welche Schallschutzwirkung sich mit üblichen baulichen Konstruktionen im Hinblick auf die einwirkenden Geräusche (Außenlärm, Luft- und Trittschall aus den Nachbarräumen, Geräusche haustechnischer Anlagen, etc.) erreichen lässt. Die wichtigsten bauakustischen Schwachstellen, wie beispielsweise Fenster und Türen, werden identifiziert und geeignete Lösungen zur Verbesserung des baulichen Schallschutzes aufgezeigt. Dabei stehen auch Wechselwirkungen zu anderen Raumparametern wie Luftqualität im Fokus. So kann etwa natürliche Fensterlüftung nicht funktionieren, wenn Verkehrslärm ungehindert durch die geöffneten Fenster eindringt. Auch hier sind neue Ansätze gefragt.



## AMOK-/GEFAHREN-REAKTIONSSYSTEME

Tobias Töpfer


build:ing pro GmbH, Heusenstamm

toepfer@buildingpro.de

Amoksituationen sind bislang nicht ausreichend in Normen oder Gesetzen berücksichtigt und bestehende Vorschriften in jedem Bundesland anders formuliert. So fehlen beispielsweise einheitliche Signale für Amokalarne. Die sicherheitstechnische Ausstattung öffentlicher Einrichtungen ist höchst unterschiedlich, das Spektrum reicht von »nicht vorhanden« bis »aktueller Stand der Technik«. Dementsprechend vielfältig ist der Bedarf bei einer Neuinstallation bzw. bei der Integration bestehender Anlagen, wobei anstehende bauliche Sanierungen zur kostengünstigen sicherheitstechnischen Modernisierung genutzt werden können. Moderne Sicherheitssysteme bieten auch im Alltag einen erheblichen Mehrwert: Sie beschleunigen die Kommunikation, sparen Energiekosten, verbessern das Raumklima und vereinfachen die Verwaltung.

An den rund 40 000 Schulen in Deutschland werden hochgerechnet jährlich 2300 Amok-Bedrohungslagen sowie über 90 000 aus Gewaltvorfällen resultierende Unfallmeldungen registriert. Seit 1964 kam es dabei in Deutschland zu 12 Amokläufen sowie zu über 800 000 weiteren Unfällen, die eine Alarmierung oder Hilfeleistung erforderten. Vor diesem Hintergrund entschließen sich immer mehr schulische Einrichtungen, in einen verbesserten Schutz vor Amokläufen und ähnlichen Bedrohungen zu investieren.

Bei der Umsetzung dieses Vorhabens stehen die Schulverantwortlichen gemeinsam mit den beteiligten Behörden, Planern und Errichtern nicht selten vor großen Schwierigkeiten. Denn im Gegensatz zu anderen Gefahren wie beispielsweise Feuer ist die Behandlung von Amok-situationen im öffentlichen Raum bislang nicht in Gesetzen, Richtlinien oder Normen beschrieben. Auch gibt es keine Patentlösungen zur Verhinderung von Amoksituationen, ein wirksamer Amokschutz besteht vielmehr aus einer individuellen Kombination präventiver, organisatorischer und anlagentechnischer Maßnahmen. Der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. hat daher einen Leitfaden »Amok- und Gefahren-Reaktionssysteme« erstellt und durch diverse weitere Publikationen auf das Thema »Sicherheit an Schulen« hingewiesen. Die neue Norm DIN V VDE 0827 Teil 1 »Notfall- und Gefahren-Reaktionssysteme« ist eine neue sicherheitstechnische Norm für den gesamten Prozessverlauf, vom Ereigniseintritt bis zum Ende. Sie beschreibt Anforderungen an ein Risikomanagement, beleuchtet die Wechselwirkung zwischen organisatorischer und technischer Ebene während des Prozesses, definiert drei Schutzgrade mit entsprechenden Anforderungen und liefert Vorgaben für notwendige Arbeitsabläufe von der Planung bis zum Lebensdauerende eines Systems.



## **RAUMLUFTTECHNIK FÜR NEUBAU UND SANIERUNG**

Dr. Hans Werner Roth  
LTG Aktiengesellschaft, Stuttgart  
roth@ltg.de

Die Raumluftechnik für Schulen beinhaltet alle Prozesse mit mechanisch bewegter Luft zur Belüftung von Klassenräumen, Turnhallen und Schwimmbädern. Für die genannten Nutzungen werden raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen) vorgestellt, die sich in Bezug auf Energiebedarf und Investitionen als nachhaltige Lösungen in Schulen bewährt haben. Bei Neubauten und Sanierungen stehen zentrale und dezentrale Lüftungssysteme zur Wahl. Energieeffiziente RLT-Anlagen werden an ihrem Stromverbrauch gemessen. Hier bieten Wärmerückgewinnung und bedarfsgeregelte Lüftung das größte Einsparpotenzial. Beispiele zeigen, wie dieses Potenzial am besten genutzt werden kann. Neben den Schulräumen werden Besonderheiten der Belüftung von Sporthallen, Aulen und Lehrschwimmbädern an zwei Beispielen erläutert, um die Vielfalt der Anwendungen abzurunden.

Der Vortrag richtet sich vor allem an Laien an mit dem Ziel, diese Anlagen besser zu verstehen und zu entscheiden, wie viel Raumluftechnik für eine Schule notwendig sein sollte.

**ANGEMESSENHEIT UND MEHRWERT –  
EINBLICKE IN UNSERE ARBEIT**


Harald Konsek  
DREI ARCHITEKTEN Stuttgart  
konsek@drei-architekten.de

Der Schulbau befindet sich im Wandel: Ganztags- und Gemeinschaftsschulen, Klassencluster und Lernlandschaften, Mensen und Aufenthaltsräume, Inklusion und Energieeffizienz sind in aller Munde und verändern die Grundrisskonzepte der neuen Schulen grundlegend. Doch auch diese neuen Schulen werden aus Klassenräumen und Lehrerzimmern, aus Fluren und Treppen, aus hallenartigen Aulen und Nebenräumen zusammengesetzt. Die gestalterische und (multi)funktionale Qualität dieser Räume und Zwischenräume wird auch weiterhin entscheidend sein für die Atmosphäre und damit für die Akzeptanz eines Schulgebäudes.

Wir haben im Büro DREI ARCHITEKTEN in den letzten Jahren sechs neue Schulgebäude in Baden-Württemberg und Sachsen geplant und realisiert. Anhand von Plänen und Fotos wird gezeigt, wie durch optimierte Raumanordnung sowohl gute Energiewerte erreicht werden als auch eine zentrale Halle als vielfältig nutzbare Aula fast ohne Mehrkosten entstehen kann, obwohl diese nutzbare Fläche in den Musterraumprogrammen nicht vorgesehen ist und deshalb vom Land nicht bezuschusst wird. Ein zuschaltbarer Musiksaal kann die Nutzungsmöglichkeiten der zentralen Halle noch erweitern. Schließlich kann eine Mensa zu einem kleinen Theater mit Bühne umfunktioniert werden, auch dies ein Mehrwert ohne Mehrkosten.



Flure können mehr sein als notwendige Verkehrsflächen. Integrierte Schließfächer und Ausstellungsvitrinen, farblich oder künstlerisch gestaltete Oberflächen, bewusster Einsatz verschiedener Materialien von Holz über Putz bis Beton, Durchblicke in Klassenzimmer, Oberlichter und Galerien machen die stündlich wiederkehrenden Wegstrecken zu Erlebnisräumen. An Klassenzimmer werden heute hohe Anforderungen gestellt: Raumakustik, Belichtung und Belüftung müssen optimal sein. Beamer und Medienanschlüsse, Projektionsflächen und Tafeln, Waschbecken, Garderoben und Schränke wollen so integriert sein, dass nicht ein additives Sammelsurium entsteht, sondern eine ruhige Gesamtgestaltung, die Konzentration der Schüler fördert und den Lehrern das Unterrichten erleichtert, auf dass alle zusammen gern in ihre Schule gehen, heute und morgen und übermorgen.





## LEITFADEN FÜR DIE PLANUNG VON AUSSENANLAGEN AN SCHULEN

Angela Eckel

Landeshauptstadt Stuttgart, Garten-, Friedhofs- und Forstamt

angela.eckel@stuttgart.de

Die Stadt Stuttgart steht vor der Aufgabe, in den nächsten Jahren umfangreiche Bauvorhaben zu realisieren, um die Veränderung der Schulen von der verlässlichen Grundschule zur Ganztageschule und die Schaffung neuer Campusstandorte mit Mensabauten zu realisieren. Neue Parameter wie heterogene Schulgemeinschaften, der Wunsch nach Partizipation und die Einführung von Inklusion, d. h. gemeinsames Lernen aller Kinder, ob mit oder ohne Behinderung, stellen hohe Anforderungen an die Planung. Durch die baulichen Veränderungen wird der zur Verfügung stehende Freiraum meist geringer bei gleichzeitig größerem Nutzerdruck.

Umfangreiche Studien befassen sich detailliert mit neuen Raumkonzepten der Schulgebäude, jedoch sind die Aussagen zu adäquaten Planungskriterien für qualitätvolle Außenanlagen sehr knapp gefasst. Angesichts des zum Teil großen Sanierungsstaus bei den Außenanlagen bietet jedoch eine bedarfsgerechte Um- oder Neugestaltung enorme Potenziale. Die Fachämter bildeten daher einen interdisziplinären Arbeitskreis um den Fokus auf die Freiräume zu legen. Exemplarisch wurden 14 realisierte Außenanlagen nach Schultypologie untersucht, um eine praxisnahe Grundlage für zukünftige Außenanlagen an Schulen zu erarbeiten.

Auf Grund der verschiedenen Schularten, der unterschiedlichen Betreuungskonzepte und der individuellen pädagogischen Konzepte stellen die Ausgangs- und Zielsituationen jeder Schule jedoch sehr differenzierte Anforderungen an die Planung. Der Leitfaden gibt dazu Impulse, auch im Sinne einer ökologisch ausgerichteten, nachhaltigen Nutzung der Freianlagen.

## ÜBER DIE PÄDAGOGIK DES RAUMES

Prof. Tobias Wulf

Hochschule für Technik Stuttgart


wulf architekten GmbH, Stuttgart

tobias.wulf@hft-stuttgart.de

Immer wieder hört man das Schlagwort: Der Raum als (dritter?) Pädagoge. Diese Einschätzung geht zurück auf ein schwedisches Sprichwort, das besagt, jede Schülerin und jeder Schüler habe drei Lehrer: Die anderen Schüler, die Lehrer und schließlich den Raum. Aber wie kommt man darauf, was kann damit eigentlich gemeint sein? Gibt es tatsächlich einen direkten Zusammenhang zwischen dem gebauten Raum und pädagogischen Ansätzen? Und wie ernst ist so etwas im Planungsalltag von Schulbauten zu nehmen? Wie kann man als Architekt darauf reagieren? Oder muss man vielmehr erkennen, dass dieses Schlagwort am Ende doch nur eine Phrase oder ein Lieblingsthema weltfremder Intellektueller ist?

Schon bei einer ersten Annäherung an dieses Thema stellt sich die grundlegende Frage, ob der Raum zum Werkzeug oder Katalysator für pädagogische Konzepte eingesetzt werden kann, er also zum Impulsgeber werden kann oder sich umgekehrt die pädagogischen Konzepte an gegebenen Räumen orientieren und von ihnen inspirieren lassen sollte. Unsere mitteleuropäische Weltsicht ist immer noch stark funktionalistisch geprägt. Die »Nutzer« brauchen Räume, die nur den Funktionen dienen müssen, alles was darüber hinausgeht, wird als ineffektiv abgetan.

In der Pädagogik geht es dagegen nicht um Effektivität, sondern vielmehr um Wirkung. Wirkung, ein Begriff der häufig im Zusammenhang mit Raum verwendet wird, aus dem die »Raumwirkung« entsteht. Parallel zu neuen pädagogischen Ansätzen entstanden im Schulbau auch neue räumlich Ansätze, die klare abgeschlossene Raumzellen und strenge Funktionsflure durch deutlich offenere Raumstrukturen in Frage stellen. Welche Wirkung hat ein solches modernes multifunktionales Raumkontinuum? Und welche Wirkung die Aula in dem alten Gymnasium, in der ich zum ersten Mal auf der Bühne stand? Woran kann ich mich nach Jahrzehnten noch erinnern? Wie hat das mein Leben begleitet? Der Vortrag unternimmt den Versuch, die Spannung zwischen diesen Polen auszuloten und geht der Frage nach, inwiefern eine Synthese möglich sein kann.



## **QUALITÄT UND EFFIZIENZ GANZHEITLICHER BELEUCHTUNGSKONZEPTE**

Sebastian Treptow

Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Frankfurt/M.

treptow@zvei.org

Heute bedeutet Licht in der Schule leider noch oft niedrige Beleuchtungsstärken und ungleichmäßige Ausleuchtung der Räume. Positiv ist anzumerken, dass moderne Schul- und insbesondere Klassenräume vielfach über große Fensterflächen mit Oberlichtern verfügen und dementsprechend mit relativ guter Tageslichtversorgung ausgestattet sind. Dies ist sicher nicht nur den Bemühungen um Energieeinsparung zu verdanken, sondern auch Studien aus der Vergangenheit, die positive Effekte auf das Lernverhalten von Schülern bei höheren Tageslichtniveaus gezeigt haben. In den letzten Jahren wird zunehmend versucht, ähnliche Effekte mit verbesserter künstlicher Beleuchtung zu erzielen. In den publizierten Studien kommen dabei höhere Lichtfarben und/oder höhere Beleuchtungsniveaus des Kunstlichts bei Szenensteuerung oder dynamischer Beleuchtung zum Einsatz. Die beabsichtigten Wirkungen in den Studien betreffen in der Mehrzahl kognitive Parameter mit Relevanz für das Lernverhalten wie Aufmerksamkeitsleistungen, aber auch circadiane Parameter wurden erhoben.

Die Einzelstudien können kaum in einer Meta-Analyse zusammengefasst werden, da sie sich in der Zielrichtung und besonders in der Methodik oft deutlich unterscheiden. Auch die Aussagekraft der Studien ist teilweise schlecht vergleichbar. Deshalb ist es aufgrund der Datenlage bisher nicht möglich, klare Dosis-Wirkungsbeziehungen und solide evidenzbasierte Empfehlungen abzuleiten. Dennoch zeigen die überwiegend positiven Studienergebnisse viel Konsistenz gerade in Bezug auf die geistige Leistungsfähigkeit und das Lernverhalten der Schüler. Erste Versuche die vorhandenen Studien zusammenzufassen und gemeinsam auszuwerten stützen diese Vermutung und zeigen deutliche Potenziale für den Lernerfolg und letztendlich auch für die Volkswirtschaft auf.

## **HYGIENELEITFADEN FÜR DIE KINDERTAGESBETREUUNG – MIT AUSBLICK FÜR DIE SCHULE**

Dr. Bertram Geisel

Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, Stuttgart

bertram.geisel@rps.bwl.de

Eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Betreuung, Begleitung und Bildung von Kindern in Gemeinschaftseinrichtungen sind gesunde Kinder und gesundes Personal. Sowohl in der Tagesbetreuung für Kinder wie auch in der Schule leben und arbeiten viele Menschen auf engem Raum zusammen. Infektionskrankheiten können sich deshalb dort besonders leicht ausbreiten. Neben baulichen und organisatorischen Maßnahmen kann Infektionskrankheiten durch Schutzimpfungen und konsequente Beachtung von Hygienemaßnahmen vorgebeugt werden. Dazu schreibt das Infektionsschutzgesetz seit 2001 in § 36 auch für die oben genannten Einrichtungen verbindlich einen einrichtungsspezifischen Hygieneplan vor. In ihm werden alle innerbetrieblichen Verfahrensweisen zur Infektionshygiene festgelegt. Hygiene dient ganz wesentlich der Prävention von Infektionskrankheiten. Sie ist als fester Bestandteil der Gesundheitserziehung in ein ganzheitliches pädagogisches Konzept zu integrieren, um nachhaltig wirksam und erfolgreich zu sein, z. B. das Erlernen und Praktizieren des Händewaschens.

Im Oktober 2014 hat das Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg einen »Hygieneleitfaden für die Kindertagesbetreuung« veröffentlicht. Die wesentlichen Kapitel werden im Überblick vorgestellt und der Aufbau und die Zielsetzung eines Hygieneplans dargestellt. Der Leitfaden wurde als Praxisratgeber konzipiert, der sich mit einem Kapitel über Bauhygiene auch an Planer, Architekten und Träger richtet. Zum Abschluss soll mit dem Auditorium diskutiert werden, wie unter Nutzung dieser Vorarbeiten ein Hygieneleitfaden für die Schule erarbeitet werden kann und welche Personengruppen dabei beteiligt werden sollen.

## **LERNRAUM BERUFSSCHULE – FLEXIBLE RAUMKONZEPTE AUF DEM VORMARSCH**

Dr. Wilhelm Schaffitzel, Alexander Notheis

Hohenloher Spezialmöbelwerk Schaffitzel GmbH + Co. KG, Öhringen

wilhelm.schaffitzel@hohenloher.de

An Beispielen aus der beruflichen Bildung und aus Berufsschulen wird gezeigt, wie radikal sich veränderte Anforderungen auf Raumkonzepte auswirken. Und das nicht nur bei Neubauprojekten, sondern auch im Rahmen von vielen anstehenden Sanierungen der in die Jahre gekommenen Gebäude aus den 70er Jahren. Ein Blick auf die wesentlichen Einflussfaktoren zeigt zum Einen die zunehmende Heterogenität der Schüler und Auszubildenden, auf die mit veränderten, individualisierten pädagogischen Konzepten reagiert werden muss. Zum Anderen ergibt sich aus dem rasanten Technologiewandel und zunehmender Digitalisierung ein Schwerpunktwechsel von stationären Maschinen hin zu flexiblen, mobilen, wechselnden und auch kleineren Technologieträgern.

Unter pädagogischen Gesichtspunkten spielen gerade das fächerübergreifende Lernen sowie Soft Skills, wie kooperatives und interaktives Lernen, eine immer wichtigere Rolle. Ein weiterer Einflussfaktor bei der Raumkonzeption liegt in der zunehmenden Thematisierung von Raumauslastungsquoten unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit, die flexible Multifunktionsräume fordert. Darüber hinaus kommt durch die demografische Entwicklung besonderer Druck aus der Wirtschaft auf den Erhalt einer qualitativ hochwertigen Berufsausbildung, die unzweifelhaft auch ein Grundpfeiler des Erfolgs von Industrie 4.0 sein wird. Hier ist zu beobachten, dass Erkenntnisse und Entwicklungen, die in modernen Arbeitsstrukturen in Industrieunternehmen bereits Einzug gehalten haben, nun auch im Ausbildungsumfeld Schule und Betrieb an Bedeutung gewinnen. Gerade die dynamischen Unternehmen sind es, die im Wettbewerb um den knappen Nachwuchs in flexible und hochmoderne Raumkonzepte für ihre Berufsausbildung investieren und damit für die Zukunft optimal gerüstet sind.

## NATÜRLICHE LÜFTUNG IN DER SCHULE

Udo Diesmann, HAUTAU GmbH, Helpsen

u.diesmann@hautau.de


Prof. Dr. Ursula Eicker, Hochschule für Technik Stuttgart

ursula.eicker@hft-stuttgart.de

Spätestens ab Mitte der ersten Stunde stellt sich die Frage nach der Lüftung. Untersuchungen haben ergeben, dass in fensterbelüfteten Klassenräumen in den Wintermonaten Kohlendioxid-Konzentrationen von mehr als 3000 ppm auftreten können. Nach Empfehlungen des Umweltbundesamtes sind aber bei Kohlendioxid-Konzentrationen von über 2000 ppm weitergehende organisatorische, Lüftungstechnische oder auch bauliche Maßnahmen erforderlich. Dazu können unter anderem Maßnahmen der natürlichen Lüftung gerechnet werden. Hintergrund sind Erkenntnisse, wonach die Höhe des Außenluftvolumenstroms einen signifikanten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Schüler hat. Danach gelten Kohlendioxidwerte von weniger als 1000 ppm als hygienisch unbedenklich, Werte zwischen 1000 und 2000 ppm als auffällig und über 2000 ppm als inakzeptabel.

Dabei können mit natürlicher Lüftung Luftaustausch und Energieeffizienz Hand in Hand gehen. Nach der Studie »Pro Fensterlüftung« der Hochschule für Technik (HFT) in Stuttgart garantiert die kontrollierte natürliche Lüftung neben einer guten Raumluftqualität sowie den hygienisch notwendigen Luftwechseln Energieeinsparungen je nach Gebäudetyp, Klimatisierung und Heizbedarf zwischen 30 und 60 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr. Kontrollierte natürliche Lüftung ist damit eine kostengünstige und energieeffiziente Möglichkeit, den notwendigen Luftwechsel zu realisieren. ►

Das vom Bundeswirtschaftsministerium geförderte Projekt »KonLuft – Energieeffizienz von Gebäuden durch kontrollierte natürliche Lüftung«, das von der HFT in Stuttgart gemeinsam mit dem Fachkreis »Rauch- und Wärmeabzugsanlagen/natürliche Lüftung« im ZVEI durchgeführt wird, belegt die Funktionsfähigkeit der natürlichen Lüftung und liefert Erkenntnisse über Regelungsstrategien und einen Planungsleitfaden. Der Vortrag zeigt an Hand einiger konkreter Projektbeispiele, wie und mit welchen Einsparungen natürliche Lüftung in der Schule umgesetzt werden können.





## SCHULE UND SPORT - GEBAUTES UND GEPLANTES

Thorismuth Gaiser, Hans Bühler  
Riehle + Assoziierte GmbH + Co. KG, Reutlingen  
haury@riehle-architekten.de

Schulsport wandelt sich. Vom einstigen Turnunterricht mit preußischem Militärendenken über die politische Prägung der NS-Zeit und dem Muff der Nachkriegsjahre bis zu den heutigen Zielen und Vorgaben der Sportpädagogik: jedem Kind und seinen Möglichkeiten differenziert gerecht werden, Individualismus zulassen und fördern.

Zu Mannschaftssport und Leichtathletik gesellen sich neue Sportarten wie Tanz, Yoga, Pilates, Parkour, Sound-Karate, Slackline und vieles mehr. Sport im Wandel erfordert vielfältige Räume. In der Ganztagsbetreuung durchdringt der Sport den schulischen Alltag. Bewegte Schule mit einem »Sport- Profil« benötigt Frei- und Toberäume, Schulhöfe mit Sport- und Spielangeboten.

Schulraum wird zum Bewegungsraum. Im Vortrag werden gebaute Beispiele aus der Praxis eines Architekturbüros mit den Schwerpunkten Sport und Schule behandelt.

## LAUTER SPORT IN LEISEN HALLEN

Dr. Moritz Späh

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

moritz.spae@ibp.fraunhofer.de

In mehr als 30 000 Sport- und Schwimmhallen hierzulande halten sich tagtäglich Sportlehrkräfte mit ihren Schülerinnen und Schülern während des Sportunterrichts auf. Dabei sind sie auf gute akustische Lehr- und Lernbedingungen angewiesen. Eine erträgliche Lautstärke und weitgehend störungsfreie Kommunikation und Konzentration sind unabdingbar, um effektiven Unterricht durchzuführen, und auch um dabei die Sicherheit und Gesundheit zu gewährleisten. In der Praxis zeigt sich, dass dies bei vielen Sport- und Schwimmhallen nicht der Fall ist. Sowohl die Beurteilung durch Sportlehrkräfte als auch Messungen der Situation vor Ort belegen erhebliche Defizite. Es ist oftmals zu laut, die akustischen Störungen zu häufig und sie sind mit erheblichen Belastungen für alle Betroffenen verbunden. Vielerorts besteht große Unzufriedenheit mit den akustischen Bedingungen. Dennoch werden die heute vorhandenen bau- und raumakustischen Anforderungen oftmals nicht eingehalten, weder beim Neubau noch bei Sanierungen von Sport- und Schwimmhallen. Dabei gibt es auch gute Beispiele und Lösungen. Dennoch besteht weiterhin Informations-, Entwicklungs- und Forschungsbedarf.

In diesem Vortrag werden Ergebnisse einer Befragung von Lehrkräften zum Thema vorgestellt sowie Messergebnisse von raum- und bauakustischen Messungen in Sport- und Schwimmhallen gezeigt. Aus den Ergebnissen werden Konsequenzen für akustische Leitlinien abgeleitet. Die Projektinitiative »Lauter Sport in leisen Hallen« des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP soll die Argumente und Instrumente für gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen aus heutiger Sicht zusammenfassend darstellen und Maßnahmen für eine bessere Akustik in Sport- und Schwimmhallen in Zukunft bündeln.

## ZUR INKLUSION HÖR- UND SEHGESCHÄDIGTER

Carsten Ruhe

Deutscher Schwerhörigenbund e.V., Berlin

Taubert und Ruhe GmbH, Pinneberg

carsten.ruhe@taubertundruhe.de

Dank der UN-Konvention sind die Barrierefreiheit und die Inklusion in aller Munde. Dennoch weiß kaum jemand, was sich dahinter verbirgt, insbesondere dann, wenn es um mehr geht als nur »rolligerecht« zu bauen. Sensorische Beeinträchtigungen erfordern mit dem Zwei-Sinne-Prinzip ganz andere Lösungen als Türbreiten, Wendekreise und Rampen. Dieser Beitrag konzentriert sich auf Notwendigkeiten und Maßnahmen bei Hörverlust, stellt aber auch die dann nach dem Zwei-Sinne-Prinzip erforderlichen visuellen Ausgleichsmaßnahmen dar.

Ausgehend von den Fähigkeiten des gesunden Ohres werden die Einschränkungen bei Hörverlust erläutert und demonstriert. Daraus ergeben sich die Ziele der inklusiven Gestaltung, welche mit zahlreichen positiven und negativen Beispielen dargestellt werden. Viele Maßnahmen schließen auch die »Normalos« unter den Nutzern nicht aus, sind also keine ganz besondere Lösung für ganz besondere Menschen sondern eine Lösung für Alle. Wegen begrenzter Mittel ist häufig zu entscheiden, welche Maßnahmen unabdingbar sind, welche wichtig und welche »nur« hilfreich. Dabei helfen die drei Prioritätsstufen. Die daraus abgeleitete »sensorisch barrierefreie Weltformel« widerspricht den Gesetzen der mathematischen oder physikalischen Logik. Sie lautet (trotz dieser Widersprüche sehr einleuchtend):  $3 + 2 = 1$ . Warum? Das erfahren Sie beim Vortrag.

## RAUM UND INKLUSION

Dr. Karl-Heinz Imhäuser  
Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft, Bonn  
kh.imhaeuser@montag-stiftungen.de

Eine der entscheidenden pädagogischen Veränderungen der letzten Jahre ist in Folge der Unterzeichnung der UN-Behindertenrechtskonvention durch die Bundesrepublik Deutschland die Umstellung von der separierenden zur integrierenden Schulform. Und die Diskussion um Integration und Inklusion wird noch verstärkt durch die Herausforderungen, vor die die Schule durch Migration, Aufnahme von Kindern mit Flüchtlingserfahrung und kriegstraumatisierte Kindergestellt wird. Inklusion ist deshalb einer der wichtigen Indikatoren dafür, wie weit unser Bildungssystem in der Lage ist, mit der Unterschiedlichkeit der Lernenden umzugehen.

Welche räumlichen/architektonischen Konsequenzen ergeben sich daraus? In einem solchen System funktioniert unser Einlehrerlernraum nicht mehr. Als neue Raummodelle kommen so genannte Cluster in Frage; darin gibt es Lernorte, die Gemeinschaft ermöglichen, in denen durch Instruktion gelehrt und gelernt wird, aber auch Räume für individuelle, differenzierende Lernprozesse. Gleichzeitig stellt sich die Frage, wie diese Räume aufeinander abgestimmt sein müssen und in welchen Größenverhältnissen die Gemeinschaftsräume zu den Differenzierungsräumen stehen sollen.

Eine noch weitergehende Vorstellung ist die offene Lernlandschaft. In einer solchen Struktur kann sich das Lernen situativ entwickeln, mit offenen Settings mit semipermeablen Strukturen, die akustisch voneinander getrennt sind und in denen sich unter anderem variable Lerngruppen bilden lassen. Da gibt es zum einen die Homebase, ein großer, flexibel zu gestaltender Lern- und Lehrbereich, der den herkömmlichen Klassenraum ablöst, und daneben Cluster im Bereich Naturwissenschaften, im musisch-ästhetischen Bereich. Bühne, Verkehrsflächen und Nischen werden einbezogen und gewinnen an Bedeutung. Die ganze Schule wird zum attraktiven Lernraum, der je nach Situation von unterschiedlichen Lernergruppen temporär und situativ genutzt wird. Im Vortrag wird an zwei konkreten neueren Schulbaubeispielen der Zusammenhang zwischen pädagogischen Konzepten, die konsequent auf Inklusion abstellen, und den räumlichen Umsetzungen in den genannten Typologien dargestellt.



## **BARRIEREFREIE RAUMGESTALTUNG FÜR HÖR- UND SEHGESCHÄDIGTE**

Carsten Ruhe

Deutscher Schwerhörigenbund e.V., Berlin

Taubert und Ruhe GmbH, Pinneberg

carsten.ruhe@taubertundruhe.de

Als generelle Anforderung einer barrierefreien Raumgestaltung sind für sensorisch beeinträchtigte Menschen angemessene (bedarfsgerechte) Maßnahmen notwendig: Schlecht Hören oder schlecht Sehen erfordern deshalb auch andere Hilfen als nicht Hören oder nicht Sehen:

- Wer schlecht hören oder sehen kann, braucht Unterstützung seines Hör- oder Sehrestes.
- Wer nicht hören kann, muss sehen oder fühlen/tasten.
- Wer nicht sehen kann, muss hören oder fühlen/tasten.

Nicht jeder Hörgeschädigte kann gut sehen und umgekehrt. Ein Blinder muss also optimal hören können, um auch verstehen zu können. Das muss ein Hörgeschädigter auch und eigentlich wollen wir alle es ebenso. Barrierefreie, inklusive Gestaltung schließt also keinen aus. Den Ansatz einer inklusiven Raumakustik, insbesondere in Einrichtungen für Bildung und Kultur, verfolgt auch die Neufassung der Raumakustik-Norm DIN 18041 (2015). Gute Standardlösungen, welche die inklusiven Anforderungen dieser Norm erfüllen, werden ebenso dargestellt wie aufwendige Gestaltungen. Auch hier besteht die Aufgabe, mit wenig Geld viel Gutes zu tun. Das muss bei sachgerechter Planung keinesfalls gestalterisch unbefriedigend sein. Die Schule ist von gestern, wenn es über sie heißt: Sieht gut aus, aber hört sich schlecht an.

## **FORSCHUNGSNETZWERK ENERGIE IN GEBÄUDEN UND QUARTIEREN**

Dr. Rodoula Tryfonidou

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

rodoula.tryfonidou@bmwi.bund.de

Für eine erfolgreiche Umsetzung der energiepolitischen Ziele im Gebäudesektor bis 2050, die eine deutliche Verringerung des Energiebedarfs und die Integration von erneuerbaren Energien im Wärmesektor vorsehen, bedarf es kostengünstiger und hocheffizienter Technologien und Energieinnovationen. Manche davon sind noch nicht verfügbar oder technisch nicht ausgereift. Darüber hinaus werden voraussichtlich vollständig neue Technologien und Konzepte benötigt. Die Energieforschung ist daher ein zentrales Element der Energiewende. Mit Blick auf die Flankierung der Energiewende im Gebäudebereich wird die Energieforschung in den kommenden Jahren neue Herausforderungen angehen: neben der Technologieentwicklung werden die Systemoptimierung und die Beschleunigung des Ergebnistransfers in die Praxis zunehmend in den Fokus gerückt.

Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie das Forschungsnetzwerk »Energie in Gebäuden und Quartieren« gegründet u. a. mit der Aufgabe, bei der Entwicklung künftiger Förderstrategien zu beraten. Nach einem breiten Konsultationsprozess, der im März 2015 mit der Gründung von neun Arbeitsgruppen begonnen hat, wird die Bundesregierung im Jahr 2016 eine ressortübergreifende Forschungsinitiative »solares Bauen / energieeffiziente Stadt« auf dem Weg bringen. Die wachsende Komplexität der Innovationsprozesse und die zunehmende Bedeutung von Systemzusammenhängen in der energetischen Optimierung des Gebäudesektors erfordern programmatische Kooperationen in der Forschungsförderung. Die notwendigen technologischen Durchbrüche können nur durch die Nutzung von Synergievorteilen und Bündelung der Kräfte erzielt werden.

## **WÄRMESCHUTZ UND WÄRMEBEREITSTELLUNG – WIE WURDE DIES BEI VERSCHIEDENEN DEMOPROJEKTEN GELÖST?**

Johann Reiß

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

johann.reiss@ibp.fraunhofer.de

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) initiierte vor nunmehr zehn Jahren den ENOB-Forschungsakzent »Energieeffiziente Schulen – EnEff:Schule«. Im Rahmen dieses Forschungsschwerpunktes werden seither ambitionierte Schulsanierungen umgesetzt und Schulneubauten erstellt, die alle ein zukunftsorientiertes energetisches Niveau aufweisen. Es handelt sich um Plusenergiegebäude, die über das Jahr bilanziert mehr erneuerbare Energie erzeugen, als sie für den Betrieb benötigen und um 3-Liter-Haus-Gebäude, die für die Beheizung, Belüftung und Beleuchtung weniger Primärenergie pro Quadratmeter benötigen als in drei Litern Heizöl enthalten ist. Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik, die Hochschule München und das Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien wurden vom BMWi ausgewählt, die Begleitforschung für diesen Forschungsschwerpunkt durchzuführen. Bei einem Teil der Gebäude ist die zweijährige Monitoring-Phase bereits abgeschlossen. Die Ergebnisse liegen somit umfangreich vor. Im Vortrag wird aufgezeigt, welche unterschiedlichen Lösungen bei der Reduzierung der Transmissionsverluste durch die Hüllflächenbauteile in den Vorhaben gewählt wurden. Neben der drastischen Reduzierung des Energiebedarfs ist das Augenmerk auch auf die effiziente Erzeugung des noch notwendigen Restenergiebedarfs zu legen. Im Gegensatz zu Neubauten, bei denen häufig noch eine freie Wahl vorliegt, muss bei einer Sanierung in der Regel Rücksicht auf die bestehenden Energieversorgungsstrukturen genommen werden. Bei den Demovorhaben wurden recht unterschiedliche Konzepte entwickelt, die im Vortrag aufgezeigt und bewertet werden.



## **THERMISCHE BEHAGLICHKEIT – MESSUNG VS. NUTZERAUSKUNFT**

Dr. Annette Roser, IREES, Karlsruhe

a.rosler@irees.de

Manuel Winkler, Hochschule München

manuel.winkler@hm.edu.de

Die thermische Behaglichkeit ist zu allen Zeiten des Jahres ein wichtiges Qualitätskriterium in Innenräumen. Eine besondere Rolle spielt sie in dicht besetzten Räumen, wie Klassenzimmern. So kann es in derartigen Räumen hochgedämmter Gebäude sogar im Winter schnell zu warm werden. Um die thermische Behaglichkeit bewerten zu können, wurde sie im Projekt »Energieeffiziente Schulen« erstmalig umfassend von zwei Blickwinkeln aus betrachtet. Zum einen wurden in ausgewählten Klassenräumen die vorherrschenden Temperaturen und Luftfeuchten über mindestens zwei Jahre hinweg gemessen. Zum anderen wurden vor und nach einer Sanierung identische Befragungen zu den empfundenen Temperaturen in den drei Jahresabschnitten Winter, Sommer und Übergangszeit durchgeführt. Dank dieser Vorgehensweise wird es möglich, objektiv gemessene Werte und subjektive Bewertungen durch die Nutzer (Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte) miteinander vergleichen zu können. Die Messdaten wurden in der Regel in Fünfzehn-Minuten-Intervallen aufgezeichnet oder – der Vergleichbarkeit wegen – zu solchen zusammengefasst.

Innerhalb dieses Vortrages werden die drei »Jahreszeiten« analog zu den sozialwissenschaftlichen Erhebungen präsentiert und bewertet. Zu fünf abgeschlossenen Schulprojekten liegen insgesamt 5695 Schülerfragebogen und 392 Fragebogen der Lehrkräfte vor. Nach den erfolgreich durchgeführten Sanierungsmaßnahmen bzw. nach Bezug des Neubaus weisen sowohl die Messungen als auch der subjektiv empfundene thermische Komfort in der Regel zufriedenstellende Werte auf. Für ausgewählte Schulen werden aufschlussreiche Beispiele für diese Regel und mögliche Ausnahmen derselben vorgestellt und diskutiert.

## **LUFTQUALITÄT – MESSUNG VS. NUTZERAUSKUNFT**

Micha Illner, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

micha.illner@ibp.fraunhofer.de

Karin Schakib-Ekbatan, IREES, Karlsruhe

k.schakib@irees.de

Gute Luftqualität in Räumen mit hoher Belegungsdichte ist in besonderem Maße abhängig von der Lüftungstechnik und dem Lüftungsverhalten. Aufgrund der recht schnellen menschlichen Adaption an Gerüche, kommt adäquat funktionierenden Lüftungssystemen eine wichtige Rolle zu, um Gesundheit und Wohlbefinden zu erhalten und Leistungsabfall beispielsweise durch Müdigkeit und Konzentrationsrückgang vorzubeugen.

Im Rahmen des BMWi Forschungsschwerpunkts EnEff:Schule stehen Ergebnisse aus besonders energieeffizienten Schulen mit verschiedenen Lüftungskonzepten zur Verfügung. Die Bandbreite erstreckt sich von zentralen Lüftungsanlagen mit Wärme- und Feuchterückgewinnung über dezentrale Lüftungsanlagen und Abluftanlagen mit Zuluftkastenfenstern bis hin zu hybriden Lüftungskonzepten. Aber wie schneiden diese Lüftungskonzepte im Hinblick auf die Raumluftqualität bzw. die CO<sub>2</sub>-Konzentration in den Klassenzimmern während der Nutzung ab und was ergab die sozialwissenschaftliche Befragung der Nutzer zu diesem Thema? Dieser Fragestellung widmet sich der Vortrag. Es werden die Lüftungskonzepte von fünf Schulen und der Energieaufwand zur Herstellung der jeweiligen Luftqualität sowie technische Problemstellungen vorgestellt. Messtechnische Daten werden in Beziehung zu den Befragungsergebnissen gesetzt. Dies wird ergänzt durch Erkenntnisse aus Nutzerrückmeldungen, die im Rahmen von Gruppendiskussionen gewonnen werden konnten.

## **SOLL ODER KANN DIE AUTOMATION DEM NUTZER ALLES ABNEHMEN?**

Prof. Dr. Werner Jensch, Hochschule München

werner.jensch@hm.edu

Karin Schakib-Ekbatan, IREES, Karlsruhe

k.schakib@irees.de

Die Regelung aller gebäudetechnischen Komponenten im gesamten Gebäude bis hin zur Raumebene ist in den vergangenen Jahren zu einem immer wichtiger werdenden Bindeglied zwischen den einzelnen Gewerken am Bau geworden. Große Energie-Einsparpotenziale liegen in Bildungsbauten beispielsweise bei der bedarfsabhängigen Regelung aller Licht-, Luft-, Wärme- und Kältekomponenten auf Raumbasis, der sogenannten Einzelraumregelung. Insbesondere bei den hohen Energiesparzielen der 3-Liter-Haus- und Plusenergieschulen ist eine ausgeklügelte Automation unerlässlich. Ist es für Ingenieure die höchste Kunst auf dem Weg zur maximalen Energieeinsparung und bestenfalls zum optimalen Raumklima, stellt sich die Frage, wie Nutzerinnen und Nutzer die Automation im Unterrichtsalltag bewerten und welche Rolle manuelle Eingriffsmöglichkeiten für die Nutzerzufriedenheit spielen. Funktionierende komplexe Abläufe der Regelungstechnik im Hintergrund sind dabei eine Seite, die es zu beherrschen gilt. Eine simple und leicht verständliche, bestenfalls intuitive Bedienbarkeit der Raumkomponenten auf Nutzerseite stellt dabei die andere große Herausforderung der Planer dar. Im Bildungskontext kommt ein weiterer Aspekt hinzu: Wenn Kinder gar nicht mehr in die Gebäudetechnik (z. B. »Licht aus«) eingreifen können, besteht auch kein Lerneffekt in Bezug auf Nachhaltigkeit, sowohl im schulischen Umfeld als auch hinsichtlich des Transfers ins häusliche Umfeld. Der Vortrag setzt sich eingehend mit diesen Spannungsfeldern auseinander. Dabei werden sowohl die technische als auch die sozialwissenschaftliche Perspektive berücksichtigt. Anhand verschiedener Automatisierungskonzepte in den Klassenzimmern werden Vor- und Nachteile im Hinblick auf Energieeinsparung und Nutzerzufriedenheit thematisiert. Dazu kann auf eine breite Datenbasis zurückgegriffen werden.

## **INVESTITIONS- UND VERBRAUCHSKOSTEN – WURDEN DIE ENERGETISCHEN ZIELE ERREICHT?**

Johann Reiß

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

johann.reiss@ibp.fraunhofer.de

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) initiierte vor nunmehr zehn Jahren den ENOB Forschungsakzent »Energieeffiziente Schulen – EnEff:Schule«. Im Rahmen dieses Forschungsschwerpunktes werden seither ambitionierte Schulsanierungen umgesetzt und Schulneubauten erstellt, die alle ein zukunftsorientiertes energetisches Niveau aufweisen. Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik, die Hochschule München und das Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien wurden vom BMWi ausgewählt, die Begleitforschung für diesen Forschungsschwerpunkt durchzuführen.

Messdaten von derzeit laufenden oder bereits abgeschlossenen Validierungen sind im Internet unter [www.eneff-schule.de](http://www.eneff-schule.de) dargestellt. Es ist so möglich, von den Vorhaben, bei denen bereits die zweijährige Validierungsmessung abgeschlossen ist, die kompletten Energieverbräuche für die Beheizung, Lüftung, Trinkwarmwassererwärmung und Beleuchtung anzugeben. Diese Verbräuche werden den vorherberechneten Bedarfswerten gegenübergestellt. Eventuelle Abweichungen sind aufgrund der detaillierten Datenerfassung erklärbar. Darüber hinaus können auch die jährlichen Energieverbrauchskosten angegeben werden, die der jeweilige Schulträger aufbringen muss.

Die durch die Sanierung entstandenen Investitionskosten sind sowohl für Schulträger als auch für Planer von Bedeutung. Es handelt sich bei der Darstellung um real entstandene Investitionskosten. Im Vortrag sollen analysierte belastbare Kennzahlen vermittelt werden, die für künftige Projekte als Benchmarks herangezogen werden können.

## **BEISPIELE HOCHWERTIGER SCHULSANIERUNGEN IN ÖSTERREICH – FOKUS AUF VERWENDUNG VORGEFERTIGTER HOLZELEMENTE**

Armin Knotzer

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien, Gleisdorf (Österreich)

a.knotzer@aee.at

In Österreich gibt es seit etwa 20 Jahren verstärkte Anstrengungen, auch durch Forschung und Entwicklung sowie durch Demonstrationsgebäude die Sanierungsrate des Gebäudebestands zu heben. Seit ca. zehn Jahren wird dabei die Verwendung vorgefertigter Holzelemente forciert, damals mit Fassadenelementen gestartet, nun auch verstärkt mit Dachelementen. Mit dem Programm »Haus der Zukunft« und »Stadt der Zukunft« des österreichischen Technologieministeriums BMVIT sowie mit Geldern des Klima- und Energiefonds wurden hier viele Vorzeigegebäude und Technologien unterstützt. Inzwischen gibt es einige Erfahrungen, auf die aufgebaut werden kann. Projekte zur Implementierung dieser Art der Sanierung zielen derzeit auf günstige Lösungen für die »Masse«.

Im EU-Projekt »Renew School« soll die energetisch hochwertige Sanierung mit vorgefertigten Holzelementen helfen, die Qualität von Schulsanierungen inklusive bestem Raumklima und Komfort in Europa zu fördern und deren Anzahl zu steigern. Die in Österreich bereits umgesetzten und im Projekt detailliert untersuchten Vorzeige-Schulsanierungen geben Anlass zur Hoffnung, dass die Vorteile dieser ökologisch hochwertigen Art der Sanierung, wie z. B. schnellste Installation vor Ort, Schuleigentümer und Financiers dazu bringen werden, diese umzusetzen.

Im Beitrag werden hochwertig sanierte Schulgebäude in Österreich, wie z. B. Rainbach und Schwanenstadt, vorgestellt. Technologisch interessante Details und Lösungen werden gezeigt, Kooperationsmodelle und die Finanzierung der Sanierungen angesprochen. Auf die Vor- und Nachteile der Sanierung mit vorgefertigten Holzelementen wird im Speziellen eingegangen.

## **ERHÖHTE ENERGIEEINSPARUNG BEI SCHULEN DURCH INTERNES CONTRACTING AM BEISPIEL DER STADT STUTTGART**

Dr. Jürgen Görres

Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz

juergen.goerres@stuttgart.de

Der finanzielle Engpass vieler Kommunen verhindert häufig, dass sinnvolle und notwendige Investitionen zum Energie- und Wassersparen kurzfristig durchgeführt werden. Um dem entgegenzuwirken, wurde in Stuttgart 1995 mit dem stadtinternen Contracting ein Finanzierungsmodell entwickelt, über das unabhängig von der aktuellen Haushaltslage kommunale Energie- und Wassereinsparmaßnahmen finanziert werden. Wirtschaftliche Maßnahmen zur Energieeinsparung werden vom Amt für Umweltschutz in den städtischen Ämtern vorfinanziert und über die erzielten Einsparungen refinanziert. Vorteile gegenüber den bisherigen Contracting-Modellen sind neben der Ungebundenheit von der jeweiligen Haushaltslage, dass das Darlehen zinslos innerhalb der Stadtverwaltung ohne Zuschläge für Wagnis, Gewinn und Verzinsung ausbezahlt werden.

Das Amt für Umweltschutz hat bis 2014 über 320 Vereinbarungen zum stadtinternen Contracting getroffen, mit denen Investitionen von 16,7 Mio. Euro getätigt wurden, die zu Einsparungen von bis zu 19,8 Mio. Euro führten. Die Größenordnung der Energiesparmaßnahmen reichen von wenigen Tausend Euro bei Beleuchtungserneuerungen oder Verbesserungen der Regelungstechnik bis zu mehreren 100 000 Euro zur Dämmung von Dächern oder zum Bau von Holzheizungen oder Blockheizkraftwerken. Die durchschnittliche Kapitalrückflusszeit der eingesetzten Finanzmittel liegt bei 8,4 Jahren.

Auch bei der Sanierung der Uhlandsschule zur Plusenergieschule wurden Contracting-Mittel als Komplementärmittel zur Finanzierung der Photovoltaikanlage und der Wärmedämmung eingesetzt. Ein weiteres Beispiel aus dem Schulbereich ist die Sanierung des Solitude-Gymnasiums, bei dem der Bau eines Blockheizkraftwerks, der Fensteraustausch sowie die Wärmedämmung der Gebäudehülle über das stadtinterne Contracting mit finanziert wurde.



## **STANDARDISIERTES LEISTUNGSBILD ZUR ERSTELLUNG VON ENERGIEKONZEPTEN UND SANIERUNGSFAHRPLÄNEN AM BEISPIEL VON HOCHSCHULBAUTEN I**

Johannes Schrade

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart  
johannes.schrade@ibp.fraunhofer.de

Als wichtiger Baustein in der Energie- und Klimaschutzstrategie für landeseigene Liegenschaften in Baden-Württemberg wurde ein Leitfaden für die Erstellung von Energiekonzepten entwickelt mit dem Ziel, bauliche, technische und betriebliche Einsparpotenziale zu ermitteln und darauf aufbauend geeignete Energieliefermodelle zu entwickeln. Die übergreifende Zielstellung der Energie- und Klimaschutzstrategie der Landesregierung umfasst die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40 Prozent sowie eine Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2020.

Das standardisierte Leistungsbild zur Erstellung von Energiekonzepten sieht eine ganzheitliche Betrachtung aller Energiesparmaßnahmen vor, deren Auswirkungen auf Emissionen, Energiebedarf und Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung von Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zu bewerten sind. Im zugehörigen Leitfaden werden Vorgaben zu Umfang und Detailtiefe für die Datenerfassung und Datenaufbereitung, die energetische und bauliche Analyse des Istzustands sowie zur Untersuchung von Sanierungsmaßnahmen und Energieversorgungskonzepten gemacht. Als Anhang zum Leitfaden stehen Hilfsmittel für Projekteröffnung, Gebäudebegehung, Verbrauchs- und Benchmark-Analyse, Bilanzierung der Liegenschaft, Maßnahmenentwicklung und -bewertung sowie der Dokumentation zur Verfügung. Der standardisierte Bearbeitungsprozess wird am Beispiel der Fachhochschule Pforzheim auf dessen Praxistauglichkeit untersucht. Das Ergebnis und die Erfahrungen bei der mustergültigen Entwicklung eines Energiekonzepts sowie die Hilfsmittel zum Leitfaden werden exemplarisch vorgestellt. Zudem wird auf die vorgegebene Bewertungsmethodik eingegangen und auf Vereinfachungen für die Gebäudebilanzierung hingewiesen.



## **SIEGER-GEBÄUDE DES WETTBEWERBS SCHULE 2030 – LERNEN MIT ENERGIE**

Johann Reiß

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

johann.reiss@ibp.fraunhofer.de

Den Gebäuden der öffentlichen Hand fällt aufgrund der europäischen Gebäudeeffizienzrichtlinie (EPBD) in den kommenden Jahren eine herausragende Vorbildfunktion zu. Daher wurde im Rahmen des vor zehn Jahren eingerichteten ENOB-Forschungsakzents »Energieeffiziente Schulen – EnEff:Schule« ein Ideenwettbewerb mit dem Ziel durchgeführt, Konzepte darzustellen, die zeigen, wie die energieeffiziente Schule 2030 aussehen könnte. Die Planungen sollten anspruchsvolle energetische Konzepte aufweisen, die eine Weiterentwicklung von Schulbauten hin zu Niedrigst-, Null- oder Plusenergiegebäuden aufzeigen. Neben einer hohen Energieeffizienz und einer weitgehend regenerativen Energieversorgung, die auch innovative Nutzungen von Energieüberschüssen berücksichtigt, wurden Lösungen für fortschrittliche Wärmeschutzkonzepte, effiziente Frischluftversorgung, optimale Lichtversorgung sowie integrale und partizipative Konzepte in Planung und Betrieb gefordert.

Der Bewertung lagen folgende Beurteilungskriterien zugrunde:

- Effizienter Umgang mit Energie
- Integration des Energiekonzepts in die städtebauliche und architektonische Gesamtkonzeption
- Innovationscharakter der planerischen und technischen Maßnahmen
- Vorbildfunktion und Übertragbarkeit auf andere Projekte
- Architektonische Gestaltung und Aufenthaltsqualität des Gebäudes
- Berücksichtigung der Nutzerperspektive
- Integration von Forschungsansätzen und innovativer, verfügbarer Technologien

Insgesamt sind sechs Preise und eine lobende Erwähnung vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie vergeben worden. Im Vortrag werden die Konzepte der Preisträger vorgestellt.

## SCHOOL OF THE FUTURE – INNOVATIVE SANIERUNGS- LÖSUNGEN AUS VIER EUROPÄISCHEN LÄNDERN

Heike Erhorn-Kluttig

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

heike.erhorn-kluttig@ibp.fraunhofer.de

Das Ziel des von der Europäischen Union geförderten Projekts »School of the Future« ist es, Leuchtturmprojekte für zukunftsweisende hochwertige energetische Sanierungen zu entwickeln und zu planen, umzusetzen, zu evaluieren und zu kommunizieren. Dafür wurden vier Schulen in vier europäischen Ländern unterschiedlicher Klimazonen als Demonstrationsprojekte ausgewählt, deren Energieverbräuche durch ganzheitliche Sanierungen in den Bereichen Gebäudehülle, technische Gebäudeausrüstung, Integration von erneuerbaren Energien und Gebäudeleittechnik deutlich über die nationalen Anforderungen hinaus reduziert wurden. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Verbesserung des Innenraumklimas (Luftqualität, thermischer Komfort, Licht, Akustik) in den Klassenzimmern.

Die Demonstrationsvorhaben mit ihren Messergebnissen und Erfahrungen bilden auch die Grundlage für die weiteren Projektergebnisse, so z. B. Sanierungsleitfäden für die Gebäudehülle, die Anlagentechnik und das Innenraumklima von Schulgebäuden. Ein Leitfaden zeigt Lösungsansätze für Plusenergieschulen. Hier fließen auch Erfahrungen aus nationalen Projekten ein, wie z. B. in Deutschland »EnEff:Schule«. Ein Technologie-Screening hat Sanierungsmaßnahmen für unterschiedliche Schultypen in den vier Ländern in Bezug auf die Energieeinsparung und die Wirtschaftlichkeit bewertet. Die Demonstrationsvorhaben und die Ergebnisse dieses Screenings werden in einem Informations-Tool präsentiert. Ein Nutzertraining für Schüler, Lehrer und Hausmeister bildet einen weiteren Baustein für den geringeren Energieverbrauch in den Demonstrationsgebäuden, steht aber auch für andere Schulen zur Verfügung. Alle Ergebnisse werden auf der Projektwebseite [www.school-of-the-future.eu](http://www.school-of-the-future.eu) und auf dem EU-Portal für energieeffiziente Gebäude BUILD UP [www.buildup.eu](http://www.buildup.eu) in einem speziellen Diskussionsforum für Schulen veröffentlicht.

## ERSTELLUNG VON STROMSPARKONZEPTEN FÜR VIER SCHULEN

Ursula Rath, CONSISTE, Tübingen

info@consiste.de

Johann Reiß, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

johann.reiss@ibp.fraunhofer.de

In einer ersten Untersuchung zum Verlauf der elektrischen Lastganglinien an 43 Schulen wurde festgestellt, dass bei einem erheblichen Anteil dieser Gebäude eine elektrische Grundlast in nennenswerter Höhe von bis zu einigen zig Kilowatt (10 bis 50 kW, im Extremfall 100 kW) vorhanden war. Diese Grundlast verursachte häufig 40 bis 50 Prozent des Jahresstromverbrauchs dieser Objekte. Es wurden für diese Schulen Kennzahlen gebildet, wie z.B. Grundlast, Spitzenlast und Jahresstromverbrauch jeweils pro Fläche bzw. pro Schülerin und Schüler. Aus den vorhandenen Datensätzen wurden zwei Objekte mit eher niedrigen, zwei mit eher hohen Kennzahlen ausgewählt. Hinsichtlich der Höhe des Stromverbrauchs und der Verteilung auf die verschiedenen Anwendungen wurden sie genauer untersucht sowie ein ausführliches Stromsparkonzept erstellt.

Erste Resultate lassen sich zusammenfassen. Die Belegungsdichte der Gebäude beeinflusst die Kennzahlen stark, die Fläche pro Schülerin und Schüler liegt zwischen 7 und 28 Quadratmeter. Eine knappe Fläche pro Person und eine niedrige Grundlast pro Fläche ziehen einen niedrigen Strombezug pro Person und pro Fläche nach sich. Sind sowohl eine Sport- und eine Gymnastikhalle als auch eine Mensa vorhanden, sind eher hohe Verbrauchswerte zu erwarten. Ein hoher Stromverbrauch ist zu erwarten, wenn die Grundlast pro Fläche hoch liegt. Eine niedrige Grundlast pro Fläche zeigt tendenziell eine Korrelation mit niedrigem Strombezug pro Fläche.

## **DIE LITG-SCHRIFT »TAGESLICHT KOMPAKT« UND NEUE LICHTTECHNISCHE BEWERTUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR FASSADEN**

Dr. Jan de Boer  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart  
jan.deboer@ibp.fraunhofer.de

Der Beitrag informiert über zwei aktuelle Themen im Bereich Tageslichttechnik und Tageslichtplanung. Ende dieses Jahres erscheint die Schrift »Tageslicht kompakt: Tageslichttechnik und Tageslichtplanung in Gebäuden« der Lichttechnischen Gesellschaft, LITG ([www.litg.de](http://www.litg.de)). Die Schrift strukturiert wesentliche Informationen zur gezielten und nachhaltigen Tageslichtversorgung von Gebäuden. Dies erfolgt in Teilen in Anlehnung an klassische Formel- und Wertesammlungen. Neben grundlegenden Daten, z. B. zur Verfügbarkeit von Tageslicht, werden Modelle und Zusammenhänge, wie die blendungstechnische und energetische Wirkung von Tageslicht, vorgestellt.

Die Schrift umfasst eine Darstellung von Komponenten und Systemen zur Tageslichtnutzung (Fassade/Dach und Lichtmanagement) und erläutert deren grundsätzliche Wirkprinzipien. Planungspraktische Aspekte werden angesprochen durch eine Zusammenstellung wesentlicher Planungsprinzipien, Workflows, Anforderungen und eine Übersicht über heute verfügbare Planungswerkzeuge. Ein konkretes Planungsbeispiel illustriert wesentliche Inhalte.

In einem kürzlich abgeschlossenen Projekt wurden neue Möglichkeiten zur Bewertung der Lichttechnik auch komplexerer transparenter Fassadenstrukturen geschaffen und einfach anwendbar in der Software DIALux implementiert (entsprechende Datenschnittstelle auch für andere Programme verfügbar). Zahlreiche Fassaden- und Dachoberlichtkomponenten wurden zunächst in einem weiterentwickelten Goniophotometer lichttechnisch vermessen. Auf den Messdaten arbeitende Algorithmen ermöglichen dann eine Berechnung des Tageslichts in Menge und Richtung im Innenraum in Abhängigkeit der Außenbeleuchtung. Die Messdaten bilden auch die Grundlage für die Erstellung von elektronischen Produktkatalogen, in denen Hersteller ihre Fassadensysteme oder Dachoberlichter mit relevanten technischen Informationen für die Planer anwendungsfreundlich hinterlegen können.



## **DAS FÖRDERPROGRAMM »BILDUNGSBAUTEN IM EFFIZIENZHAUS PLUS-STANDARD« DES BMUB**

Arnd Rose

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung BBSR, Bonn

arnd.rose@bbr.bund.de

Gebäude werden bislang meist als Energieverbraucher wahrgenommen. Allein die im Bestand der Bildungsbauten in Deutschland verbrauchte Endenergie beträgt zurzeit etwa 20 MWh pro Jahr, wovon ca. zwei Drittel auf Schulgebäude entfallen. Demgegenüber gibt der nach EU-Vorgabe ab dem Jahr 2019 für öffentliche Neubauten vorgeschriebene »nearly zero energy standard« vor, dass neue Gebäude künftig nur noch einen minimalen Energieverbrauch aufweisen dürfen, der zum überwiegenden Teil aus erneuerbaren Energien gedeckt werden soll. Technisch ist es bereits heute möglich, darüber hinaus zu gehen und Gebäude zu Energieerzeugern werden zu lassen. Im Wohnbau ist in den letzten Jahren bereits eine wachsende Anzahl so genannter Plusenergiehäuser realisiert worden.

Das BMUB hat mit dem Effizienzhaus Plus-Standard hierzu eine eigene Definition geschaffen. Im Nichtwohnbereich bieten sich gerade Schulen für die Realisierung des Effizienzhaus Plus-Standards an: Die Tageszeiten, an denen im Gebäude die meiste Energie verbraucht wird, decken sich einerseits mit jenen, in denen die Fotovoltaik-Anlagen Strom produzieren. Zum anderen sind Schulen dafür prädestiniert, die nachfolgenden Generationen für das ressourcenschonende und zukunftsorientierte Bauen zu sensibilisieren. Als Teil eines Campus können Bildungsbauten zudem hervorragend der Erprobung neuer Energiemanagement-Lösungen auf Quartiersebene dienen.

Um den Bau oder die Sanierung von Bildungsgebäuden im Effizienzhaus Plus-Standard zu fördern, gibt es seit Januar 2015 eine neue Förderrichtlinie des BMUB. Ziel der Förderung ist es, durch Forschung und Entwicklung den Effizienzhaus Plus-Standard und damit den Plusenergiegedanken weiter zu etablieren. Die Ergebnisse der geförderten Modellprojekte sollen über Innovationen informieren und zum Nachahmen anregen. Geeignet für das Förderprogramm sind Gebäude, die der Aus- und Fortbildung, der Forschung und der Lehre dienen. Damit deckt das Förderprogramm eine größtmögliche Bandbreite, von Kindertagesstätten bis zu Universitäten, von Volkshochschulen bis zu Laborgebäuden ab. Die Förderung ist planungs-, material-, und technologieoffen. Alle Projekte werden wissenschaftlich begleitet und evaluiert, um einerseits Erkenntnisse für eine breite Anwendung der Bauweise in der Praxis zu gewinnen und andererseits weiteres Optimierungspotenzial an den einzelnen Gebäuden zu identifizieren. Gegenstand der Förderung ist außerdem die Zertifizierung der Gebäude nach dem Bewertungssystem nachhaltiges Bauen des Bundes.



## Aussteller

ALHO Systembau GmbH	Friesenhagen
Bosch Sicherheitssysteme GmbH	Stuttgart
CalCon Deutschland AG	München
conceptk AG	Abensberg
EXHAUSTO GmbH	Bingen-Kempton
Fermacell GmbH	Duisburg
Festo Didactic GmbH & Co. KG	Denkendorf
FURAL Systeme in Metall GmbH	Gmunden, Österreich
GAIA NUOVA construction & design GmbH	Göppingen
Goldbeck Ost GmbH	Treuen
Hamberger Flooring GmbH & Co.KG	Rosenheim
Hohenloher Spezialmöbelwerk Schaffitzel GmbH + Co. KG	Öhringen
Knauf Gips KG	Ipshofen
LernLandSchaft	Röckingen
Lignotrend Produktions GmbH	Weilheim-Bannholz
LTG Aktiengesellschaft	Stuttgart
MERK Timber GmbH, Züblin Holzingenieurbau	Aichach
Riehle + Assoziierte GmbH & Co. KG	Reutlingen
Rosenberg Ventilatoren GmbH	Künzelsau-Gaisbach
WindowMaster GmbH	Herford
ZVEI e.V.	Frankfurt am Main
Aug. Winkhaus GmbH & Co.KG	Münster
BINE - Energieforschung für die Praxis	Bonn
D+H Mechatronic AG	Ammersbek
ENOB - Forschung für Energieoptimiertes Bauen	Bonn
ESPERO	Waalwijk, Niederlande
Forschungsnetzwerk	Jülich
Inno-Cube GmbH	Lienz, Österreich



# Akustik- und Brandschutzdecken zum Wohlfühlen

- + robust und langlebig
- + schnell montiert
- + multifunktional



**Forschen für die Praxis** ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 66 Institute und Forschungseinrichtungen. Knapp 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und dem Fokus auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

## Bauphysik – Entscheidend für das Bauen mit Erfolg

Die Aufgaben des Fraunhofer IBP konzentrieren sich auf Forschung, Entwicklung, Prüfung, Demonstration und Beratung auf den Gebieten der Bauphysik. Dazu zählen z. B. der Schutz gegen Lärm und Schallschutzmaßnahmen in Gebäuden, die Optimierung der Akustik in Räumen, Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und Optimierung der Lichttechnik, Fragen des Raumklimas, der Hygiene, des Gesundheitsschutzes und der Baustoffemissionen sowie die Aspekte des Wärme-, Feuchte- und Witterungsschutzes, der Bausubstanzerhaltung und der Denkmalpflege. Über die Ganzheitliche Bilanzierung werden Produkte, Prozesse und Dienstleistungen unter ökologischen, sozialen und technischen Gesichtspunkten analysiert, um die Nachhaltigkeit, die nachhaltige Optimierung und die Förderung von Innovationsprozessen zu bewerten. Die Forschungsfelder Bauchemie, Baubiologie und Hygiene sowie das Arbeitsgebiet Betontechnologie komplettieren das bauphysikalische Leistungsspektrum des Instituts. Der Standort Kassel verstärkt die traditionellen Aktivitäten auf den Gebieten der rationellen Energieverwendung und bündelt die Entwicklung von anlagentechnischen Komponenten. Die Anwendung bauphysikalischer Kompetenzen auf benachbarte Fachgebiete erweitert den Kreis um Partner aus der Kraftfahrzeug- und Luftfahrtindustrie.

Die Arbeitsgruppe »Systemintegration effiziente Gebäude« forscht am Standort Nürnberg an ganzheitlichen Lösungen für Gebäude, die ein Maximum an Komfort und Gesundheitsunterstützung aufweisen und bei geringem Energieeinsatz moderate Kosten verursachen.

Das Fraunhofer-Zentrum Bautechnik in Rosenheim bündelt mit dem Fraunhofer IBP, der Hochschule Rosenheim und dem Institut für Fenstertechnik (ift Rosenheim) drei international anerkannte Einrichtungen im Bereich Forschung und Entwicklung, die gemeinsam mit der Bauwirtschaft innovative Baukonzepte und optimierte Bauteile für Neu- und Bestandsbauten konzipieren.

Das Fraunhofer IBP arbeitet zusammen mit Industriepartnern an der Markteinführung neuer und umweltverträglicher Baustoffe, Bauteile und Bausysteme. Zu den klassischen Kunden zählen vor allem Unternehmen der Bauindustrie, dem Maschinen- und Anlagenbau, Bauträger und Architekten, Planer und Behörden sowie öffentliche und private Bauforschungsträger.



Der Lehrstuhl für Bauphysik wurde zum Sommersemester 2004 unter Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser an der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt eingerichtet, um der wachsenden Bedeutung der Bauphysik im Baugeschehen Rechnung zu tragen.

Er wird heute geleitet von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Peter Sedlbauer, in Personalunion Leiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP.

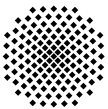
Die Arbeitsschwerpunkte des Lehrstuhls liegen in folgenden Bereichen:

- Berechnungsmodelle für die bauphysikalische Bewertung von Gebäuden
- Energieeffizienz im Gebäudesektor
- Physiologische, psychologische und soziokulturelle Aspekte bauphysikalischer Fragestellungen
- Simulation des thermischen und hygrischen Verhaltens von Gebäuden
- Strömungssimulation und ihre Validation

Die bauphysikalische Gestaltung von Schulgebäuden stellt auch für den Lehrstuhl für Bauphysik der Universität Stuttgart einen Arbeitsschwerpunkt in Forschung und Lehre dar. Projekte und Themen wie ganzheitliche Bilanzierung, das Lernnetz Bauphysik und die bauphysikalische Altbaumodernisierung sind Beispiele für die wissenschaftliche Ausrichtung.

Darüber hinaus wurde ein Tag der Bauphysik eingerichtet, um zwischen Hochschule, Forschung und Praxis sowie zwischen ehemaligen, heutigen und künftigen Studierenden den fachlichen Austausch zu ermöglichen. Schülerinnen und Schüler, besonders aus den Neigungs- und Profilkursen im Fach Physik, erhalten so bereits im Vorfeld des Studiums Einblicke in die bauphysikalische Lehre an einer Universität, aber auch in die wissenschaftliche Forschung. Künftigen Studentinnen und Studenten wird vorgestellt, welche Berufsfelder Bauingenieuren, Architekten, Immobilien- und Umwelttechnikern mit bauphysikalischer Ausbildung zur Verfügung stehen.

Der ZUKUNFTSRAUM SCHULE ist eine gemeinsame Initiative mit dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP.



**Universität Stuttgart**

Lehrstuhl für Bauphysik



## Carl Benz Arena (CBA) im Carl Benz Center, Mercedesstraße 73C, 70372 Stuttgart

### Mit dem Flugzeug


Flughafen Stuttgart, mit S-Bahn Linie 3 bis Stuttgart-Bad Cannstatt, weiter wie unten.

### Mit der Bahn

**DB** bis Stuttgart Hbf., weiter mit der **S-Bahn** Linie 1, 2 oder 3 bis Bad Cannstatt, dann mit der **Buslinie 56** Richtung Wagenburgstraße bis Haltestelle NeckarPark (Stadion) gegenüber des Haupteingangs zur Carl Benz Arena.

### Mit dem Auto:

Beschilderungen mit einem Stadion-Symbol leiten Sie von den Autobahnen über die B10 oder B14 zur Mercedes-Benz Arena. Dort beachten Sie bitte die Hinweisschilder zum **Parkhaus Carl Benz Center**. Die Zufahrt in das Parkhaus erfolgt über die Benzstraße.

Folgen Sie bitte dem Symbol  des Carl Benz Centers auf dem Parkleitsystem NeckarPark.

**A8 aus Richtung München, Augsburg, Ulm:** an Anschlussstelle Wendlingen Richtung Esslingen/Stuttgart ausfahren. Auf der B10 in Richtung Bad Cannstatt.

**A81 aus Richtung Singen, A8 von Karlsruhe:** am Kreuz Stuttgart Richtung Stuttgart-Zentrum abbiegen. Der A831/B14 folgen.

**A81 aus Richtung Frankfurt, Heilbronn:** ab der Ausfahrt S-Zuffenhausen der B10. Richtung Bad Cannstatt folgen.

**B14 aus Aalen, Schw. Gmünd, Waiblingen:** B14 Richtung Stuttgart bis Ausfahrt Bad Cannstatt/Mercedes-Benz Arena bzw. NeckarPark.

Herausgeber	Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart
Institutsleitung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Peter Sedlbauer
Anschriften	<p>Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart          Postfach 800469, 70504 Stuttgart          Telefon +49 711 970-00          Fax +49 711 970-3395          info@ibp.fraunhofer.de          www.ibp.fraunhofer.de</p> <p><b>Standort Holzkirchen</b>          Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley          Postfach 1152, 83601 Holzkirchen          Telefon +49 8024 643-0          Fax +49 8024 643-366</p> <p><b>Standort Kassel</b>          Gottschalkstraße 28a, 34127 Kassel          Telefon +49 561 804-1870          Fax +49 561 804-3187</p> <p><b>Standort Nürnberg</b>          Energie Campus Nürnberg, Fürther Straße 250,</p> <p><b>Fraunhofer-Zentrum Bautechnik</b>          Hochschulstraße 1, 83024 Rosenheim          Telefon +49 8031 805-2687          Fax +49 8031 805-2697</p>
Layout und Herstellung	Rita Schwab, Fraunhofer IBP Heimo Klose, Weil der Stadt
Bildquellen	Titelseite: istockphoto – Randy Plett
Druck	Druckerei Weser, Stuttgart
Copyright	© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart 2015
	<p>Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen sowie das der Übersetzung vorbehalten.</p> <p>Abstracts als nicht redigierte Manuskripte abgedruckt.</p> <p>Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.</p>

