

TAGUNGSBAND ZUM 5. KONGRESS  
**ZUKUNFTSRAUM SCHULE**  
BILDUNGSBAUTEN 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



Forschungsinitiative  
»ENERGIE WENDE BAUEN«  
Berlin



Ministerium für Wirtschaft, Arbeit  
und Wohnungsbau Baden-Württemberg,  
Stuttgart



Baden-Württemberg

Universität Stuttgart



**Universität Stuttgart**

Technische Universität München



## 5. KONGRESS

# ZUKUNFTSRAUM SCHULE

**Dienstag, 14. und Mittwoch, 15. November 2017**

**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« .....	21
Abstracts Workshop »Viel Raum für Leistung« .....	39
Abstracts Workshop »Energieeffizienz« .....	54
Kongresspartner .....	79
Die Fraunhofer-Gesellschaft .....	80
Das Fraunhofer IBP .....	81
Technische Universität München Lehrstuhl für Bauphysik .....	82
Universität Stuttgart Institut für Akustik und Bauphysik IABP .....	83
Anfahrt .....	84
Impressum .....	85

## Kongressleitung

**Prof. Dr.-Ing.**

**Philip Leistner**

Institutsleiter

des Fraunhofer IBP

**Prof. Dr.-Ing.**

**Klaus Peter Sedlbauer**

Institutsleiter

des Fraunhofer IBP

**Hans Erhorn**

Abteilungsleiter

Energieeffizienz

und Raumklima,

Fraunhofer IBP, Stuttgart

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste,

sehr gern erinnern wir uns an den lebendigen und fruchtbaren Austausch mit Ihnen bei den bisherigen vier Veranstaltungen. Umso mehr freuen wir uns, Sie in diesem Jahr zum 5. Kongress ZUKUNFTSRAUM SCHULE in Stuttgart begrüßen zu dürfen.

In der öffentlichen Debatte ist die Präsenz der Räume und Gebäude für Erziehung und Bildung, von der Kita bis zur Hochschule, unvermindert. Vielfach sorgen Zahlen und Summen für Aufsehen, werden verpasste Chancen und versäumte Trends zitiert. Mit unserem Kongress möchten wir die großen Herausforderungen aufgreifen und gute Lösungen für eine konkrete Bau- und Schulentwicklung vor Ort anbieten. So wird z. B. die allgegenwärtig diskutierte Digitalisierung weder um die Schule noch um den Bau einen Bogen machen. Künftig steht also ihre sinn- und wertvolle Umsetzung im Fokus von Forschung und Praxis. Aber auch die bekannten Handlungsfelder bleiben aktuell, wie Energie- und Ressourcenbilanz, Inklusion sowie Schul- und Hochschulbau im urbanen Kontext. Zu all diesen Themen werden wir beim Kongress Wissen verbreiten, Erfahrungen austauschen sowie eine Plattform für direkte Diskussion und Kooperation vorfinden.

Die Voraussetzungen für eine attraktive Veranstaltung haben unsere engagierten Mitstreiter geschaffen. Dafür gebührt ihnen unser Dank, zumal dieses Engagement lange vor Kongresseröffnung beginnt. Auch der 5. Kongress lebt von kompetenten Referentinnen und Referenten, die über ihre Projekte, Objekte und Initiativen berichten. Herzlichen Dank für diese Beiträge, die das vielfältige und lebendige Kongressprogramm ermöglichen. Das Fundament der Veranstaltung schließlich verdanken wir den Förderern und Partnern, ob Ministerien, Stiftungen oder Unternehmen, die den ZUKUNFTSRAUM SCHULE unterstützen.

Seien Sie herzlich willkommen, wir wünschen Ihnen zwei erfahrungsreiche, stimmungsvolle Tage.



**Schirmherrschaft**

**Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut MdL**  
 Ministerin für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau des Landes Baden-Württemberg, Stuttgart

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste,

ich begrüße Sie herzlich zum 5. Kongress »Zukunftsraum Schule«. Das große Interesse daran zeigt die besonderen Anforderungen an Schulgebäude und die Schule selbst und unterstreicht die folgerichtige Fortführung dieser inzwischen etablierten Veranstaltung.

In den kommenden zwei Tagen werden Sie in den Plenarvorträgen und Workshops die unterschiedlichsten Anforderungen und Konzepte anhand von Beispielen aktuell und praxisnah beleuchten und diskutieren können. Der Kongress bildet eine Plattform, die alle Akteure und Aspekte einer nachhaltigen Schulgestaltung zusammenführen soll. Sie alle sind also die Hauptakteure des Kongresses – von Pädagogen und Psychologen über Handwerker und Forscher bis hin zu Architekten, Planern und Praktikern.

Schulbauten begleiten unsere Kinder in einem ihrer wichtigsten Lebensabschnitte und sind prägend für ihr späteres Leben – hier wird der Grundstein für eine erfolgreiche Zukunft gelegt. Die Gebäude sind einerseits von besonderer Langlebigkeit und vielfältigen Nutzungsansprüchen geprägt, andererseits unterliegen sie im Wandel der Zeit den ständig wechselnden Anforderungen. Im digitalen Zeitalter ergeben sich hieraus besondere Herausforderungen. Digitale Bildung bildet die Basis für die zukünftige Innovationsfähigkeit unseres Landes. Besonders wichtig ist daher die Ausstattung unserer Schulen mit digitaler Technik, die mit der Umsetzung unserer Landesziele zur Digitalisierung vorgesehen ist.

Die Digitalisierung unserer Gesellschaft und Industrie 4.0 sind bereits in aller Munde. Mit Building Information Modeling (BIM) beschreiten wir auch in der Bauwirtschaft neue Wege, um die Potenziale der Digitalisierung zu nutzen. Die durchgängige Digitalisierung aller planungs- und realisierungsrelevanten Bauwerksinformationen als virtuelles Bauwerksmodell kann uns zukünftig helfen, die Energie- und Ressourceneffizienz



im Bauwesen zu steigern und das Gebäudemanagement zu verbessern. In unseren Schulen und den bestehenden Gebäuden, die unsere Lebenswelt in besonderem Maße prägen, können sich hieraus vielfältige Nutzungs- und Gestaltungsmöglichkeiten bieten. Digitalisierung bedeutet insofern Chance und Herausforderung zugleich.

Ich danke dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP sowie allen Unterstützern für die erneute Organisation und Durchführung des Kongresses. Mit einer Vielzahl hochkarätiger Referenten in den Workshops und Plenarvorträgen handelt es sich auch in diesem Jahr um eine Veranstaltung von hervorragender Qualität.

Ihnen, liebe Besucherinnen und Besucher, wünsche ich anregende Diskussionen und Ideen, um gemeinsam den Zukunftsraum Schule nachhaltig gestalten zu können.

Schließlich lebt ein solcher Kongress immer von den Begegnungen und dem Austausch miteinander.

A handwritten signature in black ink, reading "Mica Hoffmeister-Urland". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

*Ministerin für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau  
des Landes Baden-Württemberg*

**MinDirig**

**Lothar Fehn Krestas**

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

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste,

Ab 2050 sollen auch Bildungsbauten klimaneutral sein. Das BMUB greift diese Herausforderung in seiner »Initiative Effizienzhaus Plus« auf. Bundesweit werden Modellvorhaben im »Effizienzhaus Plus«-Standard gefördert, die mehr Energie produzieren als sie verbrauchen. Gezielt verfolgt das Bundesbauministerium mit der Markteinführung dieses neuen Gebäudestandards neben der Vorbildfunktion auch den Ausgleich für alle Gebäude, die bis dahin noch nicht effizient genug sind.

Wissenschaftliche Untersuchungen bestätigen den erfolgreichen Praxistest der ersten klimagerechten »Effizienzhaus Plus« im Wohnungsbau. Prognosen zu CO<sub>2</sub>-Reduzierungspotenzialen im Gebäudebereich stimmen hoffnungsvoll, die »Effizienzhaus Plus«-Pioniere von heute als Marktführer von morgen auch im Bildungsbau fest zu etablieren. Bei einer Marktdurchdringung des »Effizienzhaus Plus«-Gebäudestandards von 15 Prozent im Gesamtgebäudebereich bei Neu- und Altbauten sind 2050 voraussichtlich 14 Millionen Tonnen jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparung zu erwarten.

Bei über 150 Millionen Quadratmeter Nutzfläche im deutschen Bildungsbau liegen hier nicht nur große CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale. Schulen eignen sich insbesondere als gesamtgesellschaftlicher Impulsgeber zur Umsetzung der Energie- und Klimaziele. Nachhaltige Schulgebäude führen junge Generationen anschaulich an Gebäudestandards von morgen heran. Bewusstsein und Verhalten zu diesem Thema werden nachhaltig positiv geprägt.

Zudem sind Bildungsbauten baukulturelle Visitenkarten. Der erste vom BMUB geförderte »Effizienzhaus Plus«-Bildungsbau in Hockenheim bildet eindrucksvoll Bauen und Umwelt im Schulgebäude als sinnfällige Einheit ab. Im Klimaschutzplan 2050 verfolgt das BMUB mit seinen »Effizienzhaus Plus«-Bildungsbauten Lösungen für kreative Ideen, wissenschaftliche Forschung und technische Innovationen, um den Lebensraum Schule nachhaltig und attraktiv weiterzuentwickeln.

**Dr. Peter Vach**  
Bundesministerium für  
Wirtschaft und Energie  
(BMWi)

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste,

ein Kongress wie hier der »ZUKUNFTSRAUM SCHULE« ist eine schöne Gelegenheit, die vielen Menschen zu treffen, die Tag für Tag daran arbeiten, dass Schulen und Hochschulen ihre vielfältigen Zwecke erfüllen, dabei Ressourcen schonen und erneuerbare Energie effizient einsetzen. Damit bringen diese Menschen die Energiewende voran und helfen mit, den Klimawandel zu begrenzen. Sie leisten auch einen Beitrag zur Erreichung der klima- und energiepolitischen Ziele der Bundesregierung, darunter der nahezu klimaneutralen Gebäudebestand im Jahr 2050.

Die Forschungsförderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) adressiert das Ziel eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands im Rahmen der Forschungsinitiative ENERGIEWENDEBAUEN. Neben innovativer Gebäudetechnik, Energie erzeugenden Gebäudehüllen oder saisonalen Wärmespeichern wird insbesondere die Frage adressiert, wie Einzeltechnologien in einem effizienten Gesamtsystem zusammenwirken können: sei es in einem Einzelgebäude, in einem Energienetz oder einem ganzen Quartier. Aktuell werden zum Beispiel sechs Leuchtturmprojekte in Stadtquartieren in der Förderinitiative »Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt« durch das BMWi zusammen mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit rund 100 Millionen Euro gefördert.

Mit insgesamt mehr als 500 laufenden Projekten unterstreicht die Forschungsinitiative ENERGIEWENDEBAUEN den hohen Stellenwert von Gebäuden und Quartieren für die Zukunft unseres Energiesystems. Unter den zahlreichen aktuell geförderten und bereits abgeschlossenen Vorhaben sind auch viele, die auf Bildungsbauten fokussieren. Einige davon finden sich in den vorliegenden Tagungsunterlagen wieder.

Die effiziente Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen wird für zukünftige Generationen hoffentlich eine Selbstverständlichkeit sein. Wenn mit den Innovationen von heute diese Zukunft in Schulen und Hochschulen bereits jetzt Realität wird, verbessert das sicherlich auch den Nährboden für die Innovationen von morgen.

- 14. November 2017**
- 9:00 Registrierung, Gelegenheit zum Besuch der Ausstellung
- 10:30 Begrüßung und Moderation:  
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer, Fraunhofer IBP
- Grußworte**  
Lothar Fehn Krestas, Bundesministerium für Umwelt,  
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)  
Dr. Peter Vach, Bundesministerium für Wirtschaft  
und Energie (BMWi)
- Plenarvorträge*
- 11:00 **Schulbau in Österreich – Aus der Tradition in die Zukunft**  
Prof. Dr. Caroline Jäger-Klein, Technische Universität Wien
- 11:30 **Inklusion – Chancen und Stolpersteine**  
Prof. Dr. Kerstin Ziemer, Universität Köln
- 12:00 – Mittagspause,  
Gelegenheit zum  
Besuch der Ausstellung
- 13:30 **Stadtplanung und Bildungslandschaften**  
Dr. Anna J. Heinrich, Prof. Dr. Angela Million,  
Technische Universität Berlin
- 14:00 **Integrale Planung von Bildungsbauten –  
Optimierung von Raum und Bau mit digitalen Modellen**  
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer,  
Fraunhofer IBP und Technische Universität München
- 15:00 – Beginn der  
Workshops, 1. Teil
- 19:00 **Abendvortrag**  
**Bildung in der Schule –  
Anspruch, Wirklichkeit und Herausforderungen**  
Prof. Dr. Dr. h.c. Manfred Prenzel, Lehrstuhl für Empirische  
Bildungsforschung, Technische Universität München
- ca. 19:30 – Abendessen
- 15. November 2017**
- 9:00 Fortsetzung der Workshops, 2. Teil
- 12:30 – Mittagspause
- 13:00 Verabschiedung der Teilnehmer, Ende der Veranstaltung

*Programmänderungen vorbehalten*

*Stand 19.10.17*

## SCHULBAU INTEGRAL

### Moderation:

Prof. Dr. Philip Leistner,  
Fraunhofer IBP

**Dienstag, 14. November 2017**

### Abstracts

ab Seite 21

### Veranstaltungsort:

Business-Bereich der  
Mercedes-Benz Arena,  
Sportstudio

#### 15:00 Digitalisierung und Inklusion

Jochen Nossek, Tausschule Backnang

#### 15:30 Visuelle Barrierefreiheit durch die Gestaltung von Kontrasten

Prof. Irene Lohaus, TU Dresden

#### 16:00 Brandschutzkonzepte für Schulen

Thomas Kolb, Brandschutzconsult GmbH & Co. KG, Ettenheim

Kaffeepause

#### 17:00 Garderobenschränke und Schließfächer – Best Practice

Björn Beppler,

C+P Möbelsysteme GmbH & Co. KG, Breidenbach.

#### 17:30 Nachhaltigkeit von Sportfreianlagen – Ansätze zur nachhaltigen Entwicklung

Jutta Katthage, Prof. Dr. Martin Thieme-Hack,  
Hochschule Osnabrück

#### 18:00 Sicherheit für Schulen – Konzepte, Technik, Praxisbeispiele

Raphael Mayer, Bosch Sicherheitssysteme GmbH, Stuttgart



**Mittwoch, 15. November 2017**

**9:00 Vom Container zum l'espace vécu –  
Ein multiprofessionelles Lehrprojekt aus der demokratisch-  
inklusive BildungsRAUMentwicklung**

Prof. Dr. Christina Hansen, Kathrin Eveline Plank, Eduard Arndt,  
Universität Passau

**9:30 Lebensmittelabfälle und deren Vermeidung  
in der Schulverpflegung –  
Status Quo, Messmethoden und Maßnahmen**

Prof. Dr. Martin Kranert, Dominik Leverenz,  
Universität Stuttgart

**10:00 Innovative und minimalinvasive Sanierung  
von Wasserschäden**

Christian Gahle, Sprint Sanierung GmbH, Köln

Kaffeepause

**11:00 Effizienz macht Schule –  
Mit Energiecontracting gegen den Sanierungsstau**

Rüdiger Lohse, Kompetenzzentrum Contracting BW, Karlsruhe

**11:30 Akustik in Sporthallen**

Prof. Dr. Philip Leistner, Fraunhofer IBP

Mittagspause

**13:00 Verabschiedung der Teilnehmer,  
Ende der Veranstaltung**

## VIEL RAUM FÜR LEISTUNG

**Moderation:**  
Andreas Kaufmann  
Fraunhofer IBP

**Dienstag, 14. November 2017**

**Abstracts**  
ab Seite 39

**15:00 Raum und Zeit am Süsteresch**  
Heike Draber, Heinrich Brinker,  
Grundschule auf dem Süsteresch, Schüttdorf

**15:30 Lernimpulse durch Raumimpulse**  
Prof. Eva Filter, Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Detmold

**16:00 Schulen der Zukunft –  
Gestaltungsvorschläge der Architekturpsychologie**  
PD Dr. Rotraut Walden, Universität in Koblenz

**Veranstaltungsort:**  
Carl Benz Arena,  
Plenum

Kaffeepause

**17:00 Richtig verstanden – Gute Akustik in Unterrichtsräumen**  
Dr. Moritz Späh, Fraunhofer IBP

**17:30 Großbaustelle Schulverpflegung**  
Dr. Michael Polster, DNSV e.V., Berlin



**Mittwoch, 15. November 2017****9:00 Wirksame Räume für eine Pädagogik der Vielfalt**

Ueli Keller, Europäisches Netzwerk Bildung&Raum,  
Basel (Schweiz)

**9:30 Potenzialentfaltung durch Raumanpassungen**

Željko Marin, Architekturbüro Marin, Basel (Schweiz)

**10:00 Qualität der Räume – Abgleich mit der Wirklichkeit**

Hans Bühler, Immo Scholze, Riehle+Assoziierte, Reutlingen

Kaffeepause

**11:00 Lichtstrahlung und Farbkonzeption:**

**Ressourcen oder auch Blockaden für Lernprozesse**

Prof. Karl Albert Fischer,  
Österreichisches Institut für Licht und Farbe, Wien

**11:30 Gutes Klima – gutes Lernen**

Prof. Dr. Gunnar Grün, Fraunhofer IBP

Mittagspause

**13:00 Verabschiedung der Teilnehmer,**

Ende der Veranstaltung

## ENERGIEEFFIZIENZ

### Moderation:

Hans Erhorn,  
Fraunhofer IBP

### Abstracts

ab Seite 54

### Veranstaltungsort:

Business-Bereich der  
Mercedes-Benz Arena,  
Sportforum

### Zugangsplan

siehe Seite 8

**Dienstag, 14. November 2017**

### ENERGIEEFFIZIENTE SCHUL- UND HOCHSCHUL-CAMPUS

**15:00** Querauswertung und Merkmale von EnEff:Campus-Projekten

Heike Erhorn-Kluttig, Fraunhofer IBP

**15:10** Best-Practice-Projekte:

– Planungsstrategien am Beispiel Campus Aachen/Jülich

Prof. Dr. Dirk Müller; RWTH Aachen University

– Campus Technische Universität Braunschweig –

**Auf dem Weg zum klimaneutralen Stadtquartier**

Prof. Dr. Norbert Fisch; Thomas Wilken; TU-Braunschweig

– Leuphana Universität Lüneburg

Dr. Oliver Opel, Leuphana Universität Lüneburg

– Ludwig-Maximilian-Universität München

Prof. Dr. Werner Jensch, Hochschule München

– CAMPER (CAMPus EnergieverbrauchsReduktion)

Prof. Dr. Clemens Felsmann, Prof. Dr. John Grunewald

Technische Universität Dresden

Kaffeepause

**17:20** Energie- und Klimaschutzkonzepte für Hochschulen und andere landeseigene Liegenschaften

Torsten Wenisch, Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg

**17:40** Technisches Monitoring, Inbetriebnahmemanagement und Betriebsoptimierung

Dr.-Ing. Stefan Plesser, SIZ energie+ an der TU Braunschweig

**Mittwoch, 15. November 2017**

### ENERGIEEFFIZIENTE BILDUNGSBAUTEN

**9:00** Initiative Effizienzhaus Plus

Lothar Fehn Krestas, Petra Alten, BMUB

**9:15** 10 Jahre energetische Schulforschung – Resümee

Hans Erhorn, Fraunhofer IBP

9:40 Effizienzhaus Plus Bildungsbauten –  
Die neue Forschungsinitiative  
Arnd Rose, BBSR

10:00 Best-Practice-Projekte:

– LOP Schule Hockenheim – Vorstellung Architektur,  
technisches Konzept, Kosten, Monitoring

Jürgen Roth, Roth.Architekten; Michael Keller, ina Planungsges.

– Um- und Neubau des Jakob-Bruckner-Gymnasiums  
Kaufbeuren zum Effizienzhaus Plus

Rainer Bäurle, Stadt Kaufbeuren

– Effizienzhaus Plus Berufsschulzentrum Mühldorf am Inn

Andreas Reithmeier, aris architekten | ingenieure | sachverständige

– Gymnasium Neutraubling –

Wirtschaftliche Lösungen durch integrale Planung

Werner Haase, Architekturbüro Werner Haase

Mittagspause

13:00 Verabschiedung der Teilnehmer, Ende der Veranstaltung

**fakultativ:** 13:00 ÖFFENTLICHES NETZWERKTREFFEN EFFIZIENZHAUS PLUS

Was bewegt die Initiative Effizienzhaus Plus

Diskussionsrunden (World-Café-Format):

– Harmonisierung energetischer Standards erforderlich?

– Monitoring und Betriebsoptimierung

– Vergleichbarkeit oder lokales Optimum: Bilanzierung  
mit EnEV-Randbedingungen oder Standortwetter  
und stundenplanscharf

– Vorbehalte des Bauherren gegenüber  
Effizienzhaus Plus-Gebäuden

– Zusammenfassung der Ergebnisse der Thementische

**fakultativ:** 15:00 **Exkursion** zur Plusenergieschule Stuttgart (mit Bustransfer)

anschließend ÖPNV-Transfer zum Hbf. Stuttgart

(Abfahrt ca.16:30)

**SCHULBAU IN ÖSTERREICH –  
AUS DER TRADITION IN DIE ZUKUNFT**

Prof. Dr. Caroline Jäger-Klein,  
Technische Universität Wien  
jaeger-klein@tuwien.ac.at

Die Österreichisch-Ungarische Monarchie präsentiert sich auf ihrer Weltausstellung 1873 als fortschrittlichstes Bildungsland der Welt. Damit wird auch ein ehrgeiziges Schulneubau-Programm gestartet, das zu den bis heute erkennbaren Schulbauten der Habsburger-Monarchie in ihren Kronländern führt. Die in der Architekturgeschichte bisher nicht beachteten Architekten Moritz und Carl Hinträger sowie die Brüder Drexler sind in diesem Modellprogramm für zukunftsweisende Schulgebäude die treibenden Protagonisten. Auch ein sehr geschätzter Architekt des Kaiserhauses, Ludwig Baumann, führt unter Patronanz der Industriellenfamilie Krupp in Berndorf in Niederösterreich 1908–09 ein ungewöhnliches Schulgebäude durch – mit Klassenzimmern, die in den kunsthistorischen Stilen der Kulturgeschichte ausgestattet werden und bis heute in Betrieb sind.

Der Beitrag Österreichs zur Internationalen Moderne am Sektor des Schulbaues erfolgt in der Zwischenkriegszeit durch die Architektin Margarete Schütte-Lihotzky, die zuerst für das Neue Frankfurt von Ernst May, dann für die frisch gegründeten Industriestädte der Sowjetunion und später für die junge Türkei von Kemal Attatürk Schulbauten und kindgerechte Schulmöbel entwarf. In Österreich selbst kommt sie als bekennende Kommunistin nicht zum Zug.

Dennoch werden auch hier avantgardistische Schulbauten durch den Orden der Schulschwestern in Auftrag gegeben. Selbst das bis heute aufregendste Schulgebäude Österreichs, das Gymnasium der Ursulinen in Innsbruck nach den Planungen von Josef Lackner, entstand unter der Führung eines Schwesternordens von 1971 bis 1979. Zehn Jahre früher hatte allerdings auch der Staat endlich eine Schulbau-Offensive ausgerufen, die in Bundesschulzentren mündete und auf Basis der Studie »Vorfertigung im Schulbau« als modulare Betonfertigteilbauten durchgeführt wurde. Die künstlerisch-architektonischen Qualitäten dieser Programme stehen bis heute außer Zweifel, weshalb die Frage ihrer denkmalgerechten Sanierung bei Adaptierung an die zukünftigen Anforderungen des Schulbetriebs in jüngster Zeit massiv in den Vordergrund getreten ist. Aus dieser österreichischen Perspektive erscheint der Zukunftsraum Schule als logisches »Weiter-Bauen« aus und in der Tradition des Bestandes. ■

## **INKLUSION – CHANCEN UND STOLPERSTEINE**

Prof. Dr. Kerstin Ziemer  
Universität Köln  
kziemer@uni-koeln.de

Mit der Vorstellung des Begriffs »Inklusion« und seiner Bedeutung wird auf die grundlegenden Prämissen wie: Haltung/Einstellung; Vielfalt/Differenzierung und Partizipation Bezug genommen. Der Terminus »Inklusion« fokussiert auf Teilhabechancen und -möglichkeiten ebenso wie auf Exklusionsrisiken und -praktiken.

Anhand der vielfältigen heterogenen Ausgangs- und Umfeldbedingungen der Schülerinnen und Schüler und auf der Basis unterschiedlicher didaktischer Modelle und Konzepte ergeben sich Konsequenzen für die Gestaltung von Räumen. Die Flexibilität von Raum und Mobiliar berücksichtigt die vielfältigen unterschiedlichen Bedürfnisse der Raumnutzer\*innen – vom Lehrpersonal über weitere betreuende bzw. assistierende Personen bis hin zu den Schüler\*innen.

## STADTPLANUNG UND BILDUNGSLANDSCHAFTEN

Dr. Anna J. Heinrich, Prof. Dr. Angela Million

Technische Universität Berlin

juliane.heinrich@isr.tu-berlin.de

Das Thema Bildungslandschaften hat Konjunktur. Bildungspraxis, -politik und -wissenschaft diskutieren seit Mitte der 2000er Jahre hoffnungsvoll über diese Konzeptfigur. Kern des Konzepts ist die langfristige Kooperation verschiedener formaler und non-formaler Institutionen der Bildung, Betreuung und Erziehung in einem bestimmten Bezugsraum. Deutschlandweit werden Bildungslandschaften umgesetzt – über 400 Beispiele können bereits gezählt werden.

Grundlage für die Konzeptfigur der Bildungslandschaft ist ein ganzheitliches Bildungsverständnis, welches Bildung nicht auf Schule und formale Bildungsabschlüsse reduziert, sondern durch die gleichrangige Bedeutung formeller und informeller Bildungsprozesse sowie formaler und non-formaler Bildungssettings gekennzeichnet ist. Mit dieser Berücksichtigung von Bildungssettings rückt eine weitere Facette von Bildungslandschaft in den Fokus: der Raumbezug.

Praktiker und Wissenschaftler fordern in der Diskussion um Bildungslandschaften, den Fokus auf Institutionen der Bildung aufzulösen und die Stadt als Bildungsraum mitzudenken und zu gestalten. Mit der Idee, Städte und Gemeinden mit ihren öffentlichen Räumen als Settings der Bildung und als Teil von Bildungslandschaften zu verstehen, geht die Mitwirkung von Stadtplanern an der Konzipierung und Umsetzung von Bildungslandschaften einher.



Mittlerweile hat die Planungspraxis die Konzeptfigur der Bildungslandschaft für sich entdeckt. Stadtplaner erhoffen sich durch die Umsetzung von Bildungslandschaften unter anderem die Aufwertung benachteiligter Quartiere in Großstädten, die Schaffung multifunktionaler und lebendiger öffentlicher Räume in Wohngebieten und die Belebung von Innenstädten im Kontext der Stadtschrumpfung.

Mit dem Vortrag wird das Themen- und Handlungsfeld der Bildungslandschaften aus planerischer Perspektive beleuchtet. Entlang verschiedener Praxisbeispiele werden Gestaltungsprozesse und umgesetzte Bildungslandschaften diskutiert.



## **INTEGRALE PLANUNG VON BILDUNGSBAUTEN – OPTIMIERUNG VON RAUM UND BAU MIT DIGITALEN MODELLEN**

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP; Technische Universität München

klaus.sedlbauer@ibp.fraunhofer.de

Im Zuge der Digitalisierung zeichnen sich zwei Lager innerhalb der Baubranche ab: Jenen, die sie als Methode für höhere Produktivität und Qualität zur Heilsbringerin stilisieren, stehen diejenigen gegenüber, die den zunehmenden Einsatz digitaler Informations- und Kommunikationstechnik als Drohkulisse wahrnehmen. Der Vortrag zeigt Perspektiven des Building Information Modeling (BIM) auf und skizziert realistische Optionen in der Anwendung. In den Anfängen des digitalen Zeitalters im Bauprozess wurden gezeichnete Pläne am Computer erneut generiert. Diese Pläne wurden mit mehr integrierten Daten zunehmend komplexer, bis – als vierte Dimension – nun auch der Bauablauf abgebildet werden kann. Dennoch hat sich BIM im Sinne einer integralen Planung noch immer nicht durchsetzen können.

Eine integrale Planung würde bedeuten, dass über Normanforderungen hinaus im Planungsprozess beispielsweise bauphysikalische Aspekte mit ihren Interdependenzen abgestimmt werden. Und dies nicht nur für die Erstnutzung, sondern unter Berücksichtigung des gesamten Gebäudelebenszyklus. Mit BIM haben wir eine Methodik zur Verfügung, die uns von der Optimierung des Fensterflächenanteils über die Simulation verschiedener Belüftungssysteme bis zu Nachhaltigkeitsbewertungen von Baustoffen die Voraussetzungen für eine integrale Planung bietet.



Die Berücksichtigung möglicher Nachnutzungen mit anderen Anforderungen an das Gebäude macht Abwägungen und Kompromisse notwendig. Je nach potenzieller (Nach-)Nutzergruppe wird beispielsweise die Priorität zwischen guter Raumakustik und behaglichem und gesundem Raumklima unterschiedlich ausfallen. Ein möglicher Lösungsansatz nutzt den Einfluss der bauphysikalischen Parameter auf die menschliche Leistungsfähigkeit, um eine Gewichtung und ggf. eine Amortisation aufzeigen zu können. Digitale Gebäudemodelle, die nach dem Bau weiter genutzt werden und den Istzustand mit dem Plan-Zustand abgleichen können, ermöglichen es, auch Fehler in der Planung bzw. im Gebäudebetrieb aufzuzeigen. Diese direkte Rückkoppelung erhalten die Fachplaner heute in der Regel nicht. Digitale Gebäude-Zwillinge ließen sich auch im Unterricht zur Vermittlung bauphysikalischer Effekte einsetzen. Noch werden sie mit hohem manuellen Aufwand erstellt. Durch sinnvolle Integration der diversen Fachplanungstools können sie künftig in der Planungsphase als Nebenprodukt anfallen und als Entscheidungsgrundlage für den gesamten Gebäudelebenszyklus dienen.



## DIGITALISIERUNG UND INKLUSION

Jochen Nossek  
Tauschule Backnang  
jochen.nossek@tauschule-backnang.de

Die Gemeinschaftsschule in der Taus ist eine von mittlerweile etwa 400 Gemeinschaftsschulen im Land. Eine über viele Jahre konsequent durchgeführte Schulentwicklung hat dazu geführt, dass die Schule 2011 mit dem Prädikat »Starke Schule« (1. Platz in Baden-Württemberg, 2. Platz in Deutschland) zertifiziert wurde und 2013 den Deutschen Schulpreis gewann. Von beiden Juroren-Teams wurde die hervorragende online basierte Dokumentation schulorganisatorischer Prozesse und Verfahren explizit erwähnt. Aber auch im Bereich der Unterrichtsentwicklung spielt die Digitalisierung eine immer größere Rolle.

Mooc (Massive Open Online Course), BYOD (Bring your own device), LYOD (Leave Your Own Device) oder Blended Learning sind nur einige von zahlreichen Schlagwörtern im Kontext digitalisierter Lernumgebungen und online basierten Lernens. Selbstverständlich sorgt der Besitz eines Tablets oder Smartphones nicht zwangsläufig zu mehr fachlichen und überfachlichen Kompetenzen bei den Kindern und Jugendlichen. Damit diese in einer von Digitalisierung geprägten Welt aber den Anschluss nicht verpassen, hat sich das Kollegium der Gemeinschaftsschule in der Taus zusammen mit 30 Schulen aus Deutschland auf den Weg gemacht, kreatives, individuelles oder interaktives Lernen konzeptionell zu entwickeln und nachhaltig zu fördern. ►

Das Projekt »Werkstatt.Schulentwicklung.digital« hat 2017 begonnen und wird von der Robert Bosch Stiftung und der Telekom Stiftung unterstützt. Ein weiteres aktuelles Handlungs- und Entwicklungsfeld ist für unsere Schule die Umsetzung der in der Behindertenkonvention definierten »Inklusion« benachteiligter Kinder. Auch hier konnten wir in den vergangenen Jahren gewinnbringende und manchmal auch schmerzhaft Erfahrungen bei den Planung und Umsetzung von sonderpädagogischen Prozessen sammeln. In beiden Aufgabenfeldern war und ist eine enge Kooperation mit dem Schulträger von größter Bedeutung. Nicht zuletzt auch deshalb, weil sowohl die Digitalisierung an Schulen als auch das inklusive Beschulen von Kindern eine Menge finanzieller und personeller Ressourcen benötigt. Ausgefeilte pädagogische Konzeption, Differenzierungsmöglichkeiten und ein guter Wille genügen hier leider nicht. ■

## **VISUELLE BARRIEREFREIHEIT DURCH DIE GESTALTUNG VON KONTRASTEN**

Prof. Irene Lohaus  
Technische Universität Dresden  
irene.lohaus@tu-dresden.de

Die menschliche Wahrnehmung und damit die Informationsaufnahme erfolgt zu 80–90 Prozent über das Auge. Das Sehvermögen ist demnach entscheidend für die Orientierung im Raum. Bei sehbehinderten Menschen ist die visuelle Orientierung und Information noch möglich, insbesondere bei deutlich unterscheidbaren Helligkeitskontrasten der eingesetzten Gestaltungselemente. Bei blinden Menschen dagegen fällt das Sehvermögen vollständig oder fast vollständig aus. Orientierung und Information erfolgen daher primär taktil und akustisch, z. B. mit Hilfe eines Langstocks. Die situationsspezifische Gestaltung visueller und taktiler Kontraste in Verbindung mit einem Orientierungs- und Leitsystem ist daher ein wesentliches Mittel zur Orientierung, zur Informationsvermittlung und Kennzeichnung von Gefahren. Sie unterstützt die selbstbestimmte Mobilität möglichst vieler Menschen mit visuellen Einschränkungen. Auch wenn verschiedene Navigationssysteme die Orientierung in Zukunft unterstützen werden, bleiben bauliche Lösungen unerlässlich. Denn sie sind auch bei geringen Einschränkungen der Sehfähigkeit vorteilhaft und können allen Nutzern den Mehrwert einer verbesserten räumlichen Orientierung bieten.

### **Barrierefreie Lösungen entwerfen**

Entsprechend beinhalten die normativen Grundlagen (DIN 18040-1, DIN 18040-3) ausdrücklich auch Anforderungen und Bedürfnisse von Menschen mit visuellen Einschränkungen. Die Auseinandersetzung mit den Anforderungen an motorische Einschränkungen ist für die meisten Planer inzwischen selbstverständlich, die Bedürfnisse von Menschen mit visuellen Einschränkungen sind dagegen oftmals weniger geläufig. Der Vortrag legt den Fokus auf gestalterische Spielräume für das Entwerfen von Leitsystemen mit barrierefreien Kontrasten in Schulen. ■

## BRANDSCHUTZKONZEPTE FÜR SCHULEN

Thomas Kolb

Brandschutzconsult GmbH & Co. KG, Ettenheim

kolb@brandschutzconsult.de

Allein auf Grund der betroffenen Personen stellen Schulen eine besondere Art der Herausforderung an den Brandschutz dar. Die einzuhaltenden baurechtlichen Anforderungen sind vielschichtig und weichen, da Bau-recht Länderrecht ist, von Bundesland zu Bundesland voneinander ab. Im Wesentlichen basieren sie jedoch auf den Anforderungen der »Muster-Richtlinie über bauaufsichtliche Anforderungen an Schulen« (MSchulbauR). Diese wurde in manchen Ländern zu eigenen Schulbau Richtlinien umgesetzt und teilweise auch komplett übernommen. In anderen wiederum wird die Muster-Richtlinie als Entscheidungshilfe herangezogen.

Grundsätzlich müssen Schulen immer über zwei bauliche Rettungswege verfügen. In der Regel sind das zwei notwendige Treppenräume, die von jedem Raum aus jeweils voneinander unabhängig erreicht werden müssen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Räumung einer Schule über Rettungsgeräte der Feuerwehr auf Grund der Personenzahlen nicht in einer akzeptablen Zeit möglich ist. Des Weiteren setzt die MSchulbauR in der Regel die Ausbildung notwendiger Flure voraus, in denen keine größeren Brandlasten zulässig sind. Leider stehen solche Auflagen modernen Ganztagskonzepten entgegen. Deshalb wurden brandschutzgerechte Möglichkeiten entwickelt, um Räume vergrößern oder Flure in die pädagogische Arbeit einbeziehen zu können: In der Regel muss dies beispielsweise durch den Einbau einer Brandmeldeanlage kompensiert werden, die eine frühzeitige Branderkennung ermöglicht und so zu einer schnelleren Räumung und früheren Brandbekämpfung führt. Dadurch können in Abstimmung mit der genehmigenden bzw. prüfenden Stelle oft größere Lernbereiche ohne notwendige Flure realisiert werden.

Dazu haben der Arbeitskreis vorbeugender Brand- und Gefahrenschutz (AGBF Bund), ein Gremium der Berufsfeuerwehren Deutschlands, und der Deutsche Feuerwehrverband Empfehlungen für moderne Schulbau- und Unterrichtskonzepte veröffentlicht. Diese lassen Lerncluster (Fläche 200 bis 400 Quadratmeter) ohne notwendige Flure zu, wenn entweder aus jedem Cluster zwei notwendige Treppenräume direkt erreicht werden können oder eine flächendeckende automatische Brandmeldeanlage vorhanden ist und der zweite Rettungsweg über einen anderen Cluster geführt wird. Noch größere Lernlandschaften (größer 400 Quadratmeter) sind dann möglich, wenn das Gebäude zusätzlich über einen umlaufenden Rettungsbalkon verfügt, der von jedem Klassenraum aus erreicht werden kann und an den auch beide notwendige Treppenräume angeschlossen sind.



## **GARDEROBENSCHRÄNKE UND SCHLISSFÄCHER**

Björn Beppler

C+P Möbelsysteme GmbH & Co. KG, Breidenbach

bjoern.beppler@cp-furniture.com

Es gibt viele gute Gründe, weshalb jede Schülerin und jeder Schüler ein eigenes Schließfach in seiner Schule haben sollte – so, wie es z. B. in den Niederlanden und den USA längst üblich ist. Zu nennen wären da nicht nur die steigende Anzahl der Diebstahlsdelikte, die auch der Reputation einer Bildungseinrichtung wenig zuträglich ist. Schließlich werden die Dinge, die in einer Schule gestohlen werden können, immer wertvoller. Allein die vielen elektronischen Geräte der Schüler sind oft Objekt der Begierde. Doch auch das immer größer werdende Gewicht von Schulbüchern und Zusatz-Lernmaterialien, die Schülerinnen und Schüler ständig hin und her schleppen müssen, ist ein Thema, das auch Eltern nervt und im wahrsten Sinne des Wortes bedrückt.

Ein weiterer Aspekt, der für das Image einer Bildungseinrichtung immer bedeutender wird, ist die gelebte Ressourcenschonung. Hinzu kommen Themen wie Brandschutz, Konnektivität und in diesem Kontext sogar Präventionsmaßnahmen für mögliche Terrorhandlungen. Aber was ist bei der Anschaffung von Schließfachschränken zu beachten? Welche Materialien und welche Art der Verarbeitung sind zu empfehlen? Welche Schließsysteme sind üblich und sinnvoll? Wer soll das finanzieren? Und gibt es sonstige Tücken, die man beachten sollte, um wirklich ein optimales Ergebnis zu erzielen? All diese Fragen werden während des Vortrags behandelt, einfach verdeutlicht und beantwortet.

## NACHHALTIGKEIT VON SPORTFREIANLAGEN

Jutta Katthage, Prof. Dr. Martin Thieme-Hack  
 Hochschule Osnabrück  
 j.katthage@hs-osnabrueck.de

Sportfreianlagen haben einen hohen Flächenverbrauch, stellen einen Eingriff in das Umfeld (z. B. Lärm) und die Umwelt dar, sind kostenintensiv und benötigen besondere Baustoffe bei den Sportbelägen. Häufig errichten kommunale Betreiber Sportfreianlagen für Sportvereine und Individualsportler. Zudem gibt es ein verändertes Nutzerverhalten. Insbesondere der Gesundheits- und Freizeitsport ist in der Beliebtheit deutlich gestiegen. Um eine dauerhafte Entscheidungsgrundlage darzustellen, besteht das Bewertungssystem für nachhaltige Sportfreianlagen insgesamt aus drei Elementen. Diese sind: Kriterien-Steckbriefe, Baustoff-Bewertungskatalog und Standardplanung

Die Inhalte der Kriterien-Steckbriefe entwickeln sich aus:

- Modifikationen von vorhandenen Kriterien-Steckbriefen anderer Bewertungssysteme,
- speziellen Anforderungen an Sportanlagen im Freien, welche in anderen wissenschaftlichen Arbeiten erarbeitet wurden und
- einer Expertenbefragung.

Der Baustoff-Bewertungskatalog unterstützt bei der Auswahl verschiedener Bauweisen und Baustoffe. Hierfür sind zunächst die Nutzer- und Betreiberansprüche zu erheben, um anschließend einen Vergleich durchführen zu können. Die Standardplanung ergänzt die beiden genannten Elemente. Hier werden typische Sportfreianlagen-Situationen geklärt. Die Elemente wurden unter Einbindung eines Begleiterkreises aus der Wissenschaft und Wirtschaft entwickelt. Zur Umsetzung in der Praxis sind Qualifizierungsseminare geplant.



Ein Bewertungssystem für eine nachhaltige Sportfreianlage ist nicht als Schablone zu verstehen, die bei jeder Anlage anzuwenden ist und überall das gleiche Ergebnis bringt. Gegenläufige Optionen in der Bewertung müssen untereinander abgewägt und in einem Entscheidungsprozess dargelegt werden. Durch diesen Prozess entsteht eine individuell optimierte Lösung. Wichtig ist, dass alle Beteiligten eingebunden sind und ein einheitliches Verständnis entsteht.



**SICHERHEIT FÜR SCHULEN –  
KONZEPTE, TECHNIK, ERFAHRUNGEN AUS DER PRAXIS**

Robert Rateike, Michael Wiese, Raphael Mayer  
Bosch Sicherheitssysteme GmbH, Stuttgart  
buildingsolutions.stuttgart@bosch.com

Zahlen und Fakten von Schulunfällen, Amokläufen und Lessons Learned aus Winnenden waren Anlass genug, dass sich Sonderausschüsse mit dem Thema Sicherheit an Schulen befassten. Gefordert wurde ein Sprach-Verifikationssystem für Einsatzkräfte, sollte es zu einer Gefahrensituation kommen. In Situationen mit großer Aufregung und Panik muss für Hilfeleister und Interventionskräfte eine erste Lagebeurteilung möglich sein.

Ein individuelles Sicherheitskonzept ist Grundvoraussetzung für den Schutz von Menschen in öffentlichen und privaten Einrichtungen. Jede Einrichtung muss mit unterschiedlichen Bedrohungen rechnen, hat individuelle bauliche Gegebenheiten und ist damit individuellen Risiken ausgesetzt. Notfall- und Gefahren-Reaktionssysteme, die nach DIN VDE V 0827 anwenderspezifisch definiert werden, unterstützen bei allen Abläufen: von der Erfassung einer Notfall- oder Gefahrensituation bis zu deren abschließenden Bearbeitung.

Im Vortrag werden die Schritte einer Risikobeurteilung zur Ermittlung einer technischen Lösung im Sinne eines Notruf- und Gefahren-Reaktionssystems nach DIN VDE V 0827 vorgestellt und erläutert. Zur greifbaren Illustration dieser Informationen dient ein aktuelles Referenzprojekt und die dort integrierte technische Lösung.

## VOM CONTAINER ZUM *L'ESPACE VÉCU* – EIN MULTIPROFESSIONELLES LEHRPROJEKT AUS DER DEMOKRATISCH-INKLUSIVEN BILDUNGSRAUMENTWICKLUNG

Prof. Dr. Christina Hansen, Kathrin Eveline Plank, Eduard Arndt  
Universität Passau  
kathrin.plank@uni-passau.de

»Raum entsteht durch gesellschaftliche, kollektive Prozesse«.<sup>1</sup>

Erst der Umgang mit Raum, das Handeln in und mit, ihm macht diesen zum *l'espace vécu*<sup>2</sup>, zum gelebten Raum. Raum verändert und wird verändert, kann Zutritt erleichtern oder erschweren, Bewegungen ermöglichen oder verhindern. Gerade demokratisch-inklusive Settings stellen angesichts der Notwendigkeit einer Implementierung individualisierter und barrierearmer Lernumgebungen komplexe Anforderungen an das professionelle pädagogische Handeln. Die »Kunst der Artikulation«, eines aneignungsoffenen, inklusiven Bildungsraums, bedarf eines multiprofessionellen Dialogs zwischen den beteiligten Fachdisziplinen. Dennoch stellt die Auseinandersetzung mit Raum nach wie vor ein randständiges Thema in der Erziehungswissenschaft dar. Gleichzeitig werden Pädagogen und Pädagoginnen kaum in Schulneu- und Umbauprozesse einbezogen.

Im Beitrag stellen wir ein interdisziplinäres Hochschulprojekt vor, das Architektur, Erziehungs- und Kulturwissenschaft im Bereich demokratisch-inklusive BildungsRAUMENTwicklung verbindet. Seit dem Wintersemester 2014/15 arbeiten Wissenschaftler und Studierende der Universität Passau und der OTH Regensburg gemeinsam mit pädagogischen Akteuren aus Schule und Sozialverbänden an sozialen Strategien und nachhaltigen Strukturen für inklusive Bildungsräume.

<sup>1</sup> Rothfuß, E., 2012: 65 (Quelle: Rothfuß, Eberhard (2012): Exklusion im Zentrum. Die brasilianische Favela zwischen Stigmatisierung und Widerständigkeit. Bielefeld)

<sup>2</sup> vgl. Lefebvre, 1974 (Quelle: Lefebvre, Henri (1974/ 1991): The production of space, Oxford: Blackwell)

Die Studierenden aus Architektur und Lehramt reflektieren in gemeinsamen Lehrveranstaltungen nicht nur ihren jeweiligen theoretischen »Fundus«, sondern setzen darüber hinaus ihre Ideen kooperativ an einem konkreten Bildungsraum um. Ziel des Projekts ist das Generieren domänenübergreifender Einblicke, um inhaltliche Synergien aufdecken und tragfähige Konzepte der multiprofessionellen Kooperation ableiten zu können.



## **LEBENSMITTELABFÄLLE UND DEREN VERMEIDUNG IN DER SCHULVERPFLEGUNG – STATUS QUO, MESSMETHODEN UND MASSNAHMEN**

Prof. Dr. Martin Kranert, Dominik Leverenz  
Universität Stuttgart  
dominik.leverenz@iswa.uni-stuttgart.de

In Deutschland entstehen jährlich rund zwei Millionen Tonnen Lebensmittelabfälle im Bereich der Außer-Haus-Verpflegung, 36 000 Tonnen davon in Einrichtungen der Schulverpflegung (Kranert et al., 2012). Die Universität Stuttgart hat zur Verringerung dieser Lebensmittelabfälle Messmethoden und Maßnahmen entwickelt. Grundlage für die Identifikation und Erarbeitung von Lösungsansätzen zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen ist die Kenntnis über die Abfallmengen, deren Entstehungsort sowie deren Ursachen. Zur vergleichbaren Erfassung dieser Informationen wurde von der Universität Stuttgart ein Messinstrument zur automatisierten Wiegung von Lebensmittelabfällen entwickelt. Der sogenannte RESOURCEMANAGER FOOD funktioniert dabei als direktes Feedback-Instrument, welches wichtige Informationen für die Systemoptimierung im laufenden Betrieb durch automatisch generierte Diagramme bereitstellt. Neben der reinen Mengenerfassung werden zeitgleich auch die jeweiligen Lebensmittelkategorien protokolliert sowie Gründe für die Abfallentstehung erfasst.

Das Potenzial zur Einsparung an Lebensmittelabfällen unterscheidet sich in den jeweiligen Einrichtungen sowohl im Umfang als auch in der Ursache. Erste Messungen haben gezeigt, dass es individueller Potenzialbestimmungen bedarf, welche mit dem Resourcemanager Food jedoch schnell und unkompliziert vorgenommen werden können. Die Ableitung von geeigneten Lösungsansätzen erfolgt aufbauend auf den hinzugewonnenen Erkenntnissen aus den Messungen. Die Entwicklung der Vermeidungsstrategien variiert in Abhängigkeit von standortspezifischen Gegebenheiten wie der Küchengröße und -ausstattung sowie weiteren Faktoren, wie z. B. dem Zubereitungsverfahren (Warmverpflegung, Cook and Chill, etc.) oder dem Speisenangebot (à la carte, Buffet, Menü, etc.).

## INNOVATIVE UND MINIMALINVASIVE SANIERUNG VON WASSERSCHÄDEN

Christian Gahle  
Sprint Sanierung GmbH, Köln  
christian.gahle@sprint.de

**Schaden begrenzen:** Ob lokaler Rohrbruch oder weitreichende Naturkatastrophe, Wasserschäden gehen (Schul-)Gebäuden an die Substanz. Schon nach kurzer Zeit bilden sich mineralische Ausblühungen, Pilze und Schimmel. Holz quillt auf, organische Materialien zersetzen sich und gefährden im schlimmsten Fall die gesamte Statik. Hier ist schnelles Handeln geboten. Um den Schaden zu begrenzen, wird z. B. ein bundesweiter Notdienst angeboten, der an jedem Tag des Jahres innerhalb von drei Stunden vor Ort ist. Zu den Erstmaßnahmen gehören das Bergen von Hausrat, Sichern von Dokumenten und Absperren der betroffenen Bereiche.

**Ursache feststellen:** Ist die Schadenursache noch unklar, kommt die Messtechnik zum Einsatz. Fachleute orten die Leckage punktgenau, messen den Feuchtigkeitsverlauf und dokumentieren die vorgefundene Situation für Versicherer und nachfolgende Gewerke. Mit Endoskopie, Thermografie und zahlreichen Spezialverfahren werden verdeckte Leckagen nahezu ohne weitere Beschädigungen gefunden. Auch die zerstörungsfreie Demontage von Fliesen macht die Suche »minimalinvasiv«. Sind später doch Bohrungen notwendig, insbesondere beim Aufbau der Trocknung, gibt es weitere Möglichkeiten der »unsichtbaren« Wiederherstellung.



**Effizient trocknen:** Die Gerätetechnik ist sicher ein wesentlicher Baustein. Wichtiger sind umfangreiches Wissen über Baustoffe und Baukonstruktionen sowie darauf abgestimmte Trocknungsverfahren, um schnell und effizient zum Ziel zu kommen. Immer häufiger ist Forschung notwendig, um auf bauliche Trends reagieren zu können, beispielsweise die Lanzentrocknung, die für kerngedämmte Ziegel entwickelt worden ist. Begleitet wird jede Trocknung durch weitere Maßnahmen: vom Korrosionsschutz, über die Reinigung bis hin zur Desinfektion. Die Kaltvernebelung von Wasserstoffperoxid ist eine neue, »sanfte«, Antwort auf hygienische Herausforderungen. Bei der Sanierung von Feuchte- und Schimmelschäden, der Neutralisation von Gerüchen und in allen sensiblen Bereichen zeigt das Verfahren seine besonderen Stärken. Zum Schluss jeder Sanierung erfolgt die Wiederherstellung des ursprünglichen baulichen Zustandes mit professionellen Fachhandwerkern. ■

## **EFFIZIENZ MACHT SCHULE – MIT ENERGIE-CONTRACTING GEGEN DEN SANIERUNGSSTAU**

Rüdiger Lohse  
Kompetenzzentrum Contracting BW, Karlsruhe  
Ruediger.Lohse@kea-bw.de

Viele öffentliche Schulträger konnten in den zurückliegenden Jahren nur begrenzt in den Substanzerhalt und die Renovierung ihrer Schulgebäude investieren. Die Folge ist eine in die Jahre gekommene Bausubstanz, veraltete und ineffiziente Energieversorgungstechnik, ungünstige Lichtverhältnisse in den Klassenräumen und Fluren, undichte Fenster und ein ungenügender baulicher Wärmeschutz. Lehrer wie Schüler klagen deshalb über kalte oder überhitzte Klassenzimmer und eine insgesamt angespannte Lernatmosphäre.

Auf mindestens drei Milliarden Euro schätzt der Städtetag Baden-Württemberg den Finanzierungsbedarf, um öffentliche Gebäude zu modernisieren und instand zu halten. Schulen kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da sie unter den kommunalen Liegenschaften häufig die größten Energieverbraucher sind. Trotzdem fassen viele Kommunen die Sanierungsvorhaben nicht an, ein wesentliches Hemmnis sind fehlende Finanzmittel und fehlende eigene Personalkapazitäten.

Mit der Kampagne »Effizienz macht Schule« bietet das Kompetenzzentrum Contracting seit dem Sommer 2017 ein umfassendes Informationspaket, das Kommunen in die Lage versetzt, ihre Schulgebäude auch mit geringen eigenen Investitionsmitteln auf den neuesten energietechnischen Stand zu bringen. Diese nicht kommerzielle Hilfe umfasst kostenlose Erstberatungen, weiterführende Kosten-/Nutzen-Beratungen sowie die Unterstützung bei der Auswahl und Beantragung von Förderprogrammen. ▶

Ein wesentliches Handlungsinstrument, das die Kommunen bei der Finanzierung und Umsetzung ihrer Sanierungsvorhaben unterstützt, ist das Energie-Contracting: Hierbei plant, finanziert und realisiert ein Contracting-Unternehmen ein individuell auf das Schulgebäude zugeschnittenes Energiespar- und Sanierungskonzept. Der Contractor garantiert dabei vertraglich die zuvor ermittelte Energiekosteneinsparung. Vorteilhaft für die Kommunen ist die Risikoübertragung für den Erfolg der Sanierungsmaßnahmen auf das Contracting-Unternehmen: Dieses ist für den wirtschaftlichen Betrieb und die Instandhaltung der Anlagen verantwortlich. Damit ist sichergestellt, dass sich die errechneten Energieeinsparungen im Betrieb auch tatsächlich einstellen. In den vergangenen Jahren wurden bereits zahlreiche Contracting-Projekte in Schulen umgesetzt und dabei Energie- und Betriebskosten um bis zu 80 Prozent reduziert. ■

## AKUSTIK IN SPORTHALLEN

Prof. Dr. Philip Leistner

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP; Universität Stuttgart, Institut für Akustik und Bauphysik IABP

philip.leistner@ibp.fraunhofer.de

In mehr als 30 000 Sporthallen sind Schülerinnen und Schüler sowie Sportlehrkräfte tagtäglich auf gute Lehr- und Lernbedingungen angewiesen. Für diesen Unterricht ist eine akustische Mindestqualität unerlässlich, um Gesundheit zu erhalten, Kommunikation zu ermöglichen und Sicherheit zu gewährleisten. Die Beurteilung der tatsächlichen akustischen Bedingungen in Sporthallen könnte kaum schlechter ausfallen. Es ist dauerhaft zu laut, die akustischen Störungen sind lästig und mit erheblichen Belastungen verbunden. Der Bedarf und das Potenzial zur Verbesserung wurden in mehreren Forschungsprojekten mit folgenden Schwerpunkten aufgegriffen:

Die Schallentstehung bei bestimmungsgemäßer Nutzung von Sportböden ist hoch, insbesondere bei Impulsbelastung, wie z. B. beim Laufen und Ballprellen. Konventionelle Maßnahmen zur vibro-akustischen Dämpfung müssen jedoch die sport- und sicherheitsfunktional relevanten Bodeneigenschaften berücksichtigen. Um die Bodensysteme dennoch zu beruhigen, wurden schwingungstechnisch wirksame Modifikationen der Böden untersucht. Auch an Prallwände werden komplexe sport- und schutzfunktionale Ansprüche gestellt. Die Kombination mit einer schallabsorbierenden Wirkung ist jedoch zweifellos möglich, z. B. mit perforierten Elementen und rückseitiger Hohlraumdämpfung. Diese Verknüpfung wäre umso attraktiver, wenn die Schallabsorption hoch, die Kosten gering und gestalterische Anforderungen erfüllt sind. Ein »Dauerthema« sind Trennvorhänge in Mehrfeldhallen. Wie der im Labor erreichte Schallschutz auch in der Praxis gelingen kann, zeigen Lösungsvorschläge auch für die nachträgliche Verbesserung. Zugleich lässt sich die große Vorhangfläche auch für Schallabsorption nutzen.



Die Ergebnisse erweitern und verbessern die akustischen Gestaltungsmöglichkeiten von Sporthallen. Damit können höhere Anforderungen sowohl gestellt als auch erfüllt werden, so dass die Ansätze auch in Normung und Planung einfließen können. Für die wertvolle Projektförderung sei der »Forschungsinitiative Zukunft Bau« ausdrücklich gedankt.



**RÄUME ZUM LERNEN – LERNATELIERS AM SÜSTERESCH**

Heike Draber, Heinrich Brinker

Grundschule auf dem Süsteresch, Schüttdorf

heike.draber@suesteresch.de

An der Grundschule auf dem Süsteresch verfolgen wir seit vielen Jahren die Umsetzung einer pädagogischen Architektur. Mittlerweile spiegelt das räumliche Angebot das pädagogische Profil unserer Schule wider. Süsteresch-Kinder gehen neue Wege und gestalten ihren Lernprozess inhaltlich, personell, sozial aber auch räumlich mit. Die Vielfalt der kindlichen Lernwege und die Verschiedenheit der Lernhandlungen benötigen stimulierende Lernumgebungen bzw. -erfahrungen. Geht es um Umsetzung der Inklusion, um echte Teilhabe aller, so verliert das traditionelle Klassenzimmer als Raum der Instruktion seine zentrale Rolle. Vielmehr gilt es, eine Wahlmöglichkeit zwischen verschiedenen Raumsituationen zu realisieren und Wege zu finden, um den Schülern mehr Verantwortung für ihr inhaltliches Voranschreiten zu übertragen. Die durch unser Team entwickelte anregende Lernumgebung fordert den Entdeckergeist heraus, weckt den Forscherdrang. Nach und nach passten wir unsere Schule neben didaktisch, methodischen Veränderungen auch durch eine Erweiterung des Lernraumangebots an die veränderten Bedürfnisse unserer Kinder an. So gestalteten wir in den vergangenen zehn Jahren sukzessive thematische Lernateliers sowie Arbeitsinseln auf den Flurbereichen, die den individuellen Bedürfnissen der uns anvertrauten Kinder in besonderer Weise während des Schultages Rechnung tragen, die deren Drang nach Bewegung, Kreativität, Spielen und Lernen unterstützen, die aber auch Möglichkeiten zum jahrgangsübergreifenden Austausch, Plätze der Begegnung und Vertiefung oder wichtige Rückzugsinseln darstellen. Insgesamt bieten wir unseren Kindern neben den Klassenräumen zehn thematische Lernateliers, die vertiefende Erfahrungen in den Bereichen Mathematik, Musik, Kommunikation, Kreativität, Sprache, Informatik und Sachunterricht ermöglichen. Hier erhalten Kinder Gelegenheit, sich während der



täglichen Selbstlernzeit intensiv mit ihren Interessen und Spezialfeldern auseinanderzusetzen oder aber sich mit nicht Verstandenem in Ruhe zu beschäftigen und dabei dem inneren Takt zu folgen. Eine motivierende Lernumgebung sollte allerdings nicht nur funktionalen Erfordernissen gerecht werden, sondern auch attraktiv und einladend gestaltet sein. Kinder müssen sich wohl und geborgen fühlen, um sich angstfrei mit dem Unterrichtsstoff auseinanderzusetzen.



## LERNIMPULSE DURCH RAUMIMPULSE

Prof. Eva M. Filter  
 Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Detmold  
 eva.filter@hs-owl.de

In der Beziehung von Mensch und Raum ist der menschliche Körper der wichtigste Maßstab und das Schlüsselinstrument für die Aktionen und Empfindungen des Menschen in seinem Umfeld. Raumgestaltung korrespondiert bestenfalls mit den Sinnen, den Gefühlen und Erinnerungen des Menschen. Sein Wohnverhalten, sein Freizeitverhalten, sein Lernverhalten und Arbeitsverhalten zeigt sich im Raum. Der Philosoph Hermann Schmitz schlägt vor, bei der Analyse den »Körper« vom »Leib« zu unterscheiden...

Innenräume umschließen uns. Das »Drinnen sein« im Raum ist ein wesenhafter Seinszustand, in dem wir nahezu Inhalt des Raumes werden. Durch die Art und Weise, in der sich ein Mensch im Raum verhält, entsteht eine Art Wege- und Ortesystem, ein Verhaltensraum. Innenraumkonzepte denken das Verhalten voraus. Orte sind dabei nie nur geometrische Orte sondern immer auch Erfahrungsorte. Sie müssen zu gestaltaktiven emotionalen Orten, mit Erlebnis geladen, entwickelt werden. Sinnstiftend miteinander verknüpft korrespondieren sie mit den Bewegungs- und Gefühlserwartungen unseres Leibes und tragen den Stoff der Erinnerung in sich.

Zu den Akteuren im Schulraum zählen die Lehrer. Sie sind Initiatoren, Mentoren und Koordinatoren des Lernens. Wo finden sie Ruhepausen mit Muße und wo ist ihr Ort emotionaler Balance, ihre Kommunikationsmöglichkeit? Die Schüler könnten ihr »Umfeld Schule« anders erleben als ihr »Zuhause«. Impulse aus dem Raum veranlassen sie zum Umdenken und Neu denken. Wo finden sie charakteristische, ganzheitlich erfahrbare Erlebnisorte, in deren Verknüpfungen ihre Aktivitäten eine Resonanz erfahren? Wo sind Rückzug und Fokus möglich? Wo gibt es »Andockmöglichkeiten«, Identifizierungschancen?

## **SCHULEN DER ZUKUNFT. GESTALTUNGSVORSCHLÄGE DER ARCHITEKTURPSYCHOLOGIE**

Priv.-Doz. Dr. phil. Rotraut Walden

Universität Koblenz

walden@uni-koblenz.de

### **PISA-Schock und Architekturpsychologie**

Seit dem so genannten PISA-Schock wird wieder verstärkt über Bildung nachgedacht. Dabei stehen die Entwicklung von Leistungsstandards, stärkere Kontrollen durch Tests und die Ausweitung des Lernangebots auf den Nachmittag im Mittelpunkt. Daneben wird nach den Ursachen der Lernschwächen gefragt und über die Lernbedingungen und das Lernumfeld gesprochen. In diesem Zusammenhang wird auch die Architekturpsychologie stärker beachtet. Sie befasst sich mit dem Erleben und Verhalten von Menschen unter der Wirkung von Gebäuden – z. B. Krankenhäusern, Wohnungen und Schulen.

### **Pädagogische Ansprüche an Schulgebäude**

Dabei gehen wir davon aus: Neben den anderen Kindern in einer Klasse und den Pädagogen selbst ist der »dritte Lehrer« die Schulumwelt. Ziele monumentaler Schularchitektur sollten dabei pädagogischen Ansprüchen untergeordnet werden. Ergebnisse aus verschiedenen Studien ergaben:

Pädagogische Anforderungen an eine Schule sind vielfältig: Schule soll Lern- und Lebensstätte sein, ein Ort der Begegnung – soziales Lernen, Konfliktfähigkeit, Privatheit und Öffentlichkeit ermöglichen. Schule soll zur Sinneserfahrung und Umweltkompetenz führen, Entfaltungsraum für Aktivitäten und Kreativität bieten sowie individuelle Vielfalt und Teamverfahren gewähren. Gleichzeitig ist Schule ein bauliches, ästhetisches, ökologisches, ökonomisches und nachhaltiges Vorbild. Bei gut gelungener Schularchitektur werden Voraussetzungen für erfolgreiche, motivierende Lernverfahren bereitgestellt, die ebenfalls zur Lernfreude und Leistungsbereitschaft beitragen.

Zielsetzung für unsere Interviews mit innovativen Architekten sowie Ziel von Neu- und Umbaumaßnahmen an einer Lernumwelt ist die physische Unterstützung von Leistung, sozialem Miteinander und Wohlbefinden. Eine Schule der Zukunft soll für Schüler, Lehrer und Eltern diese Aufgabe erfüllen.



## GROSSBAUSTELLE SCHULVERPFLEGUNG

Dr. Michael Polster

Deutsches Netzwerk Schulverpflegung DNSV e.V., Berlin

vorsitzender@schulverpflegungev.net

Die Qualität beim Mittagessen in der Schule lässt zu wünschen übrig. Es bestehe »Handlungsbedarf«, schrieb die noch amtierende Bundesregierung. Zwischen 2003 und 2009 hatte die Bundesregierung den Ausbau der Ganztagschulen mit insgesamt 4 Milliarden Euro gefördert, im Jahr 2014 waren das für das Thema Schulverpflegung an Ganztagschulen noch 23 Cent pro Schüler. Die Qualität blieb mancherorts auf der Strecke. Es gibt immer noch zu wenig Schulen, die ein warmes Mittagessen anbieten und wenn, dann wird es über Stunden warm gehalten. Zu wichtigen Fragen wie dem »Grad der Ausstattung bzw. über die Art der Verpflegungssysteme« und »wie viele Schulen keine Mittagessen anbieten«, liegen keine(!) Angaben vor, so die Aussagen auf eine der Anfragen im Bundestag.

Die Schulverpflegung in diesem Land braucht endlich mehr als nur gute Ratschläge und Empfehlungen, und der Bund kann sich nicht permanent hinter den Ländern und Kommunen verstecken und ihnen den »schwarzen Peter« zustecken! Schon zur Anhörung im Deutschen Bundestag im November 2013 hatte die Politik Verbesserungen versprochen. Viel Wasser ist seit dem die Spree heruntergeflossen, grundsätzlich verbessert hat sich seitdem nur wenig. Immer noch zahlt man für Hundefutter nur sieben Prozent und für Schulessen 19 Prozent Mehrwertsteuer, noch immer gibt es keine gesetzliche Regelung zur Schulverpflegung. Die Ernährungspolitik für Schulen muss endlich bundesweit gesetzlich geregelt werden.

18 Millionen Kinder zwischen null und 21 Jahren leben in Deutschland und es werden nach jüngsten Hochrechnungen mehr werden. Deshalb müssen grundlegende Fragen beantwortet werden: Wie plant und baut man eine zukunftsfähige Schule? Wie kann eine nachhaltige Architektur das gesunde Lernen bestmöglich unterstützen? Umso wichtiger ist es, dass Schulen in Deutschland nicht nach veralteten Standards und überholten Funktionsbeschreibungen gebaut werden. Wie muss eine Schulmensa heute aussehen? Schulen und deren Mensen sind Lebensräume, deren Gestaltung tief greifende pädagogische Wirkung hat. In diesem Sinne ist Schulverpflegung mehr als nur ein warmes Mittagessen für alle Schüler\*innen an allen Schulformen. Was gebraucht wird, sind pragmatische und wirtschaftliche Lösungskonzepte, die über einzelne »Leuchtturmeffekte« hinausgehen: Jeder Schule eine Schulküche und täglich frisch gekochte Mahlzeiten und ein Angebot von Zwischenmahlzeiten, die über den ganzen Tag vorgehalten werden.



## **RICHTIG VERSTANDEN – GUTE AKUSTIK IN UNTERRICHTSRÄUMEN**

Dr. Moritz Späh  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart  
moritz.spaeh@ibp.fraunhofer.de

Die Raumakustik von Klassenzimmern und anderen Unterrichtsräumen spielt eine entscheidende Rolle beim täglichen Lernen und Lehren. Sie beeinflusst die Sprachverständlichkeit und den Lärmpegel und trägt so zum Lern- und Lehrerfolg bei. Mit der überarbeiteten DIN 18041 (März 2016) werden für Unterrichtsräume der Raumgruppe A3 und für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind, neue Anforderungen an die Nachhallzeit gestellt. In vielen Klassenzimmern kommen daher Unterdecken mit besonders hohem Schallabsorptionsgrad zum Einsatz, so dass rechnerisch (bei unterstelltem diffusen Schallfeld im Raum) die geforderten Nachhallzeiten erreicht werden.

Akustische Raumgestaltung reduziert sich aber nicht nur auf die Decke. Eine wichtige Vorgabe für eine ausgewogene Raumakustik besteht darin, dass die schallabsorbierenden Flächen in allen drei Dimensionen des Raumes ausgewogen verteilt werden. Dies wird in DIN 18041 (Anhang A.2) mit der Forderung verdeutlicht, dass sich die mittleren Schallabsorptionsgrade der Flächen in den drei Raumdimensionen um nicht mehr als den Faktor drei unterscheiden sollen. In einem Forschungsprojekt mit der Knauf Gips KG wurde die Auswirkung der Absorptionsflächenverteilung auf die Nachhallzeit im Klassenzimmer sowohl rechnerisch als auch messtechnisch betrachtet. Aus den Untersuchungen geht deutlich hervor, dass eine unausgewogene Verteilung der Absorption, vor allem bei den meist wenigen Streukörpern im Raum, zu deutlich längeren Nachhallzeiten führen kann. Dies ist einerseits bei der Abnahmemessung von Räumen zu beachten. Andererseits ist eine ungeeignete Raumakustik, z. B. in Gestalt von Flatterechos, die spürbare Folge. Die im Projekt neu entwickelte Planungsgrundlage wird in ihren Grundzügen vorgestellt und anhand von Beispielen demonstriert.

## QUALITÄT DER RÄUME – ABGLEICH MIT DER WIRKLICHKEIT

Hans Bühler, Immo Scholze  
 Riehle+Assoziierte, Reutlingen  
 scholze@riehle-architekten.de

Als Architekturbüro in der dritten Generation sanieren, ergänzen und verändern wir heute die Werke unseres Gründers Eugen Riehle. Schulräume haben in den vergangenen Jahren eine immense qualitative Entwicklung erfahren: Von der »höheren Lehranstalt« zum Lern- und Lebensort. Vor dreizehn Jahren hatten wir Gelegenheit, zwei Schulen zu erweitern, in denen Ansätze heutiger Anforderungen bereits gestellt wurden. Lernzonen, Arbeitsplätze für Lehrer im Schulgebäude, Chillzonen, Ganztagsräume oder multifunktionale Sportflächen. Wir durften Schule neu und anders denken und uns mit den politischen Veränderungen entwickeln. Und auch die Gebäude verändern sich weiter: Damals festgelegte Nutzungen haben sich gewandelt, die Räume werden flexibel genutzt. Die gewählten Materialien haben weitgehend standgehalten, Modematerialien an Türoberflächen sind abgenutzt. Verkehrswege werden noch mehr zu Lernzonen als damals. Brandschutzanforderungen verändern die Möblierungsmöglichkeiten. Einfache Ausstattungsgegenstände, wie kleine Teppiche und Lernbretter, ergänzen wirkungsvoll damalige Gedanken. Heute verstehen wir uns als Moderatoren von Prozessen, die unsere Planung als Architekten begleiten. Hat der Hausmeister damals eher genervt, sind wir heute dankbar für sein Wissen, weil es uns bei Materialwahl und hilfreichen Details Grundlagen liefert. Leitlinien zu Beginn eines Planungsprozesses geben allen Beteiligten Leitplanken für die unterschiedlich tiefen Entwicklungsstadien. Gemeinsam erarbeitet, haben sie höchste Akzeptanz.

Diese Entwicklung im Planungsweg zur Schule von heute und morgen und deren Eroberung im gebauten Raum durch den Schüler, den Lehrer, möchten wir anhand gebauter und geplanter Beispiele als sich wechselseitig stimulierenden Prozess aufzeigen: Schule ist Zukunftsraum.

## GUTES KLIMA – GUTES LERNEN

Prof. Dr. Gunnar Grün  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Valley  
gunnar.gruen@ibp.fraunhofer.de

Schulen sind viel mehr als Arbeitsräume: Sie sind Lebensräume, die Einfluss auf Konzentration, Motivation und produktives Lernen der Lehrenden und Lernenden gleichermaßen ausüben. Neben einer Qualitätssicherung in der Lehre muss auch das Schulgebäude als ein Baustein zur Verbesserung der Ausbildungssituation begriffen werden. Auch wenn bekannt ist, dass ein gutes Innenraumklima die Leistungsfähigkeit steigert und motiviertes Lernen fördert: viele der Bildungsstätten können aus unterschiedlichen Gründen kein optimales Innenraumklima anbieten. Eine mangelnde Lüftungsrate mit daraus resultierendem zu hohem CO<sub>2</sub>-Gehalt findet sich bei Messungen ebenso, wie zu hohe Raumtemperaturen im Sommer.

Ergebnisse aus ca. 200 wissenschaftlichen Studien von 1965 bis 2015 aus unterschiedlichen begutachteten Fachpublikationen weisen ein breites Spektrum auf: bezüglich der CO<sub>2</sub>-Konzentration fanden sich in der Mehrzahl unbedenkliche Messwerte von 750 bis 2000 ppm. Oft werden jedoch CO<sub>2</sub>-Konzentrationen von über 2000 ppm angetroffen, die für einen längeren Aufenthalt nicht mehr akzeptabel sind. Nur eine Handvoll der analysierten Originalstudien befassen sich explizit mit der Untersuchung verschiedener Lüftungsraten hinsichtlich der Leistungsfähigkeit von Schülern. Zusammenfassend kommen die Studienautoren zu ähnlichen Schlussfolgerungen – nämlich, dass die Fehlerrate bei zunehmendem Luftwechsel abnimmt. Für unterschiedliche Leistungsmaße liegt die angegebene Leistungszunahme zwischen ca. zwei Prozent und bis zu 15 Prozent (bzgl. Arbeitsgeschwindigkeit). Wird die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Klassenzimmer als Indikator für die Luftqualität verwendet, so ist das Bild ähnlich. Die Datengrundlage wissenschaftlicher Untersuchungen ist klein, jedoch zeichnet sich der Trend ab, dass bei abnehmender CO<sub>2</sub>-Konzentration die Aufmerksamkeit und Konzentration der Schüler besser ist.

## **LICHTSTRAHLUNG UND FARBKONZEPTION IN LERNRÄUMEN: RESSOURCEN ODER AUCH BLOCKADEN FÜR DIE LERNPROZESSE**

Prof. Mag.art. Karl Albert Fischer  
Österreichisches Institut für Licht und Farbe, Wien  
karl.a.fischer@lichtundfarbe.at

Das Thema Licht und Farbe wird unter dem Aspekt behandelt, dass ein untrennbarer Zusammenhang zwischen den beiden Bereichen besteht: Alle Licht- und Farbenplanungen, wie auch die gesamte Lichtforschung, müssen heute holistisch erfolgen, damit nicht einseitige Denkmodelle und Konzepte zu Fehlplanungen führen.

Die Wissenschaft hat erst kürzlich in vollem Umfang erfasst, was die Dauereinflussgröße von Licht – einer hoch energetischen Photonenstrahlung – auf nahezu alle physiologischen Bereichen des Organismus bewirkt. Und vor allem auch die Stimulierung der Psyche über das zentrale und vegetative Nervensystem ist hervorzuheben. In der gegenwärtigen Situation der Licht- und Beleuchtungstechnik unterscheiden wir klar zwischen den positiv-förderlichen wie auch erheblich belastenden und leider auch ausgesprochen gefährlichen Wirkungen des künstlichen Lichtes. Die Qualität neuer Leuchtmittel wird mit spektralmesstechnischen Daten und deren lichtbiologischer Interpretation untersucht, wobei die Erkenntnisse neuer Netzhautforschung und Zellbiologie zugrunde liegen. Multispektrale Lichtplanung ist derzeit eine zielführende Strategie. ▶

Menschgemäßes Licht im »Zukunftsraum Schule« ist nicht nur verantwortlich für Lernvermittlung und Befinden aller Partner (für Konzentration, Leistungsbereitschaft und tieferes Verständnis wie auch für das Wohlfühlen und die Freude an Erkenntnissen), solches Licht ist zugleich auch die Grundlage für das Farbsehen und damit für eine optimale Farbgestaltung: der Lernräume, der Lehrmittel sowie aller peripheren Seh- und Erlebnisbereiche. Ein optimales Farbkonzept nützt die täglich bewusst werdenden Kräfte der Farben (als Erscheinungen von Gegenständen und Raumelementen, als Farb-Signale und Farb-Symbole, als Moden und Trends) wie auch die unbewussten Kräfte der Farben, die wir als archetypischen Bestand im individuellen und kollektiven Unbewussten in uns tragen. Sach- und Themenbereiche wie auch Raumgruppen können so ein einprägsames farbiges Aussehen erhalten.

Holistisch ist auch eine enge Bezugnahme zwischen Farben und Helligkeiten während des Tagesverlaufs, also den chronobiologischen Anforderungen an Licht und Farbe im Hinblick auf die natürlichen zeitlichen Rhythmen. Dies kann durch optimale Lichtsteuerung und Lichtmodulation über den Tag hin erfolgen, wobei hier bei der technischen Licht-Dimmung das heute noch nicht perfekt beherrschte Problem des Flimmerns (flickering) durch bessere Elektrotechnik gelöst werden muss.

## WIRKSAME RÄUME FÜR EINE PÄDAGOGIK DER VIELFALT

Ueli Keller

Europäisches Netzwerk Bildung&Raum, Basel (Schweiz)

ue.keller@bluewin.ch

Begriffe wie »Integration« oder »Inklusion« sind in aller Munde. Aber sind sie auch in den Köpfen, Herzen und Händen? Es ist menschlich und professionell sehr anspruchsvoll, mit Vielfalt kreativ und konstruktiv zu arbeiten und zu leben. Vielfalt ist eine Tatsache und nicht verhandelbar. Sie besteht immer und überall. Gute Schulen sehen Vielfalt als Reichtum und als Chance.

Damit Vielfalt sich entfalten und produktiv sein kann, braucht eine Schule einen Rahmen und Strukturen, die uneingeschränkt allen Beteiligten bestmöglich für ihr Leben und Lernen dienen. Wichtig sind dabei teilhaben und teilnehmen können. Gute Schulen wollen und können mit Vielfalt sowohl bei den Schüler\*innen als auch bei den Erwachsenen (Betreuungs- und Lehrpersonen, Eltern, Personal für spezielle Aufgaben) so umgehen, dass alle sich mit ihren Stärken und Schwächen konstruktiv für sich und für die andern einbringen können und alle ihren individuell bestmöglichen Erfolg erleben.

Dieser Vortrag ist speziell auf die Frage ausgerichtet, was es in Bezug auf »Integration« oder »Inklusion« mit den Räumen auf sich hat: Wie lässt sich das Potenzial von Innen- und Außenräumen und von Infrastruktur optimal für eine »Pädagogik der Vielfalt« nutzen? Was ist unter einem veränderungsfähigen Schulbau zu verstehen? Und wie kommen wir noch besser zu einer Nutzung von Räumen und Infrastruktur, die den Ansprüchen einer »Schule für alle« entspricht?



Das Zielpublikum sind Schulleitungen, Betreuungs- und Lehrpersonen, Architekten\*innen und Bauverantwortliche, Politiker\*innen und Verwaltungsangestellte. Sie sehen ihre Schule als Lern- und Lebensraum. Wenn möglich mit einem Ganztagesbetrieb. Offen für Vielfalt. Ob mit bestehenden Räumen bereits gebaut oder als Neubau geplant: Wie kann eine solche »Schule für alle« durch eine flexibel dem Bedarf angepasste Raumentwicklung und Raumnutzung bestmöglich und kostengünstig realisiert und betrieben werden?



## POTENZIALENTFALTUNG DURCH RAUMANPASSUNGEN

Željko Marin

Architekturbüro Marin, Europäisches Netzwerk Bildung&Raum, Basel (Schweiz)

info@ab-marin.ch

Die Pädagogik hat sich in den letzten Jahren massiv verändert. Und sie wird sich in den nächsten Jahren ebenso stark weiterentwickeln. Ob alt oder neu: Räume sind und bleiben für die Umsetzung von pädagogischen Konzepten immer ein wesentlicher Gelingensfaktor. Veränderungsfähige Schulräume eignen sich für unterschiedliche Konzepte und unterstützen flexibel eine bedarfsgerechte Weiterentwicklung. Einem Raum kann nicht mehr nur eine einzige Funktion, z. B. das Unterrichten, zugeordnet werden. Um die notwendige räumliche Flexibilität und die wesentlichen lernatmosphärischen Veränderungen zu ermöglichen, eignet sich ein beweglicher und veränderungsfähiger »Raum-im-Raum«.

Vielfalt und Chancengerechtigkeit betreffen alle, die in ihrer Schule am Bildungsgeschehen beteiligt sind. Alle sollen bei der Schulraumplanung relevant und gefragt sein. Die Schulraumplanung ist jedoch einmalig. Eine permanente Partizipation bei der Schulraumgestaltung ist gut möglich, wenn die Räume veränderungsfähig sind. Je adäquater und einfacher pädagogische Methoden räumlich umsetzbar sind, desto besser und schneller können alle, und insbesondere auch Personen mit speziellen Bedürfnissen, in die Lernprozesse mit einbezogen werden.

In den nächsten Jahren werden auch viele bereits gebaute Schulen gebraucht, die für fortschrittliche pädagogische Prozesse räumlich nicht mehr geeignet sind. Erfahrungsgemäß lassen sich auch in bestehenden Gebäuden mit vernünftigen, wenig aufwendigen Änderungen bessere Raumwirkungen erzielen.

Der Vortrag beschäftigt sich mit den Herausforderungen einer zeitgemäßen Pädagogik. Es werden konkrete Lösungen vorgestellt, wie dafür eine veränderungsfähige lebens-, lehr- und lernfreundliche Raumgestaltung möglichst einfach und kostengünstig umgesetzt werden kann.

## QUERAUSWERTUNG UND MERKMALE VON ENEFF:CAMPUS-PROJEKTEN

Heike Erhorn-Kluttig

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

heike.erhorn-kluttig@ibp.fraunhofer.de

In der Initiative »Forschung für die energieeffiziente Stadt EnEff:Stadt« fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) innovative Forschungsprojekte mit dem Ziel, den Energieverbrauch von Stadtquartieren zu verringern. In diesem Rahmen werden, neben der Entwicklung neuer Technologien und Planungsinstrumente, vor allem Pilotprojekte bei der integralen Planung, Umsetzung und messtechnischen Evaluierung von Stadtquartieren unterstützt. Diese Quartiere sind in ihrer Zusammensetzung unterschiedlich. Viele bestehen vorrangig aus Wohngebäuden, andere sind überwiegend von Nutzgebäuden geprägt, die im Rahmen der Pilotprojekte energetisch optimiert werden sollen.

Eine besondere Gruppe von Projekten sind die Campusvorhaben (EnEff:Campus). In dem einleitenden Vortrag zum Schwerpunkt »Schul- und Hochschulcampus« werden Besonderheiten von Universitätskomplexen wie Gebäudetypen, Finanzierungshintergrund und Akteure und Prozesse vorgestellt, bevor vier EnEff:Campus-Projekte einander vergleichend gegenübergestellt werden. Zu zwei Vorhaben, Campus TU Braunschweig und Campus Leuphana Universität Lüneburg, können dabei auch energetische Kennwerte vor und nach der Projektphase gezeigt werden. Lessons Learned umfassen neben den Erfahrungen mit Planungshilfsmitteln auch solche mit den eingesetzten Technologien, erste energetische Benchmarks und praxisnahe Vorschläge, um Hemmnisse bei der Planung und in Entscheidungsprozessen zu überwinden.

## PLANUNGSSTRATEGIEN AM BEISPIEL CAMPUS AACHEN/JÜLICH

Prof. Dr. Dirk Müller  
RWTH Aachen University  
dmueller@eonerc.rwth-aachen.de

Für eine nachhaltige Energieversorgung von Gebäuden mit Wärme, Kälte und Strom rückt der Blick vom einzelnen Gebäude immer stärker auf größere Liegenschaften oder Stadtquartiere. Die Konzeptentwicklung wird dadurch jedoch vielschichtiger und komplexer und erfordert neue Herangehensweisen, Planungstools und Werkzeuge zur Begleitung der Umsetzung. Ganzheitliche Energiekonzepte, die durchgängig das städtebauliche Konzept mit einem technischen Konzept verknüpfen und den Nutzer mit seinem Verhalten und Bedürfnissen integrieren, konnten bisher noch nicht entwickelt und demonstriert werden. Im Rahmen dieses Beitrags soll am Beispiel zweier großer Liegenschaften – dem Campus des Forschungszentrums Jülich und der RWTH Aachen – dieser nächste, notwendige Schritt für die Erreichung der energiepolitischen Ziele der Bundesregierung diskutiert werden.

Zur Berücksichtigung der komplexen Interaktionen wird die Konzeptentwicklung auf einem detaillierten Berechnungsmodell aller Erzeugungseinheiten und Verbraucher aufbauen. Dazu wird als ganzheitliches Planungsinstrument das Konzept einer dynamischen »Living Road map« verfolgt. Dieses modellgestützte System erlaubt es, dass sich die Planung bei sich ändernden Rahmenbedingungen automatisiert anpasst und neu berechnet werden kann. Dadurch wird gewährleistet, dass sich das Projekt auch bei den immer vorhandenen unvorhersehbaren Einflüssen im definierten Zielkorridor bewegt und der Umsetzungsplan angepasst werden kann.

## **AUF DEM WEG ZUM KLIMANEUTRALEN STADTQUARTIER – ENEFF CAMPUS 2020**

Prof. Dr. M.Norbert Fisch, Thomas Wilken, Tanja Beier

Technische Universität Braunschweig

igs@igs.tu-bs.de

Der Campus der Technischen Universität Braunschweig wird zum Forschungslabor für die energetische Sanierung von Stadtquartieren. Ein umfangreiches Sanierungskonzept sowie weitere Maßnahmen zur Betriebsoptimierung und Verbesserung der Flächeneffizienz, aber auch zur individuellen Information und Motivation der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sollen eine Einsparung von 40 Prozent Primärenergie bis zum Jahr 2020 und einen CO<sub>2</sub>-neutralen Campus bis zum Jahr 2050 ermöglichen. Dafür arbeiten die TU Braunschweig, das Land Niedersachsen und ein lokaler Energieversorger im Rahmen des Projektes »EnEff Campus 2020« zusammen. Auf der Grundlage eines »Integralen Energetischen Masterplans« werden bis 2020 ausgewählte Maßnahmen für einen Großteil der rund 200 Gebäude des Campus umgesetzt. Diese umfassen die Aufgabenfelder »Neubautätigkeit, Sanierung und Instandhaltung«, »Erneuerbare Energieversorgung«, »Information und Motivation der Nutzer« und »Ganzheitliche städtebauliche Entwicklung«. Parallel dazu entwickelt das Projektteam eine Forschungsplattform, das »Real-Life-Lab Campus TU BS«. Hier sollen Gebäudedaten zur Optimierung der Gebäudeperformance genutzt werden. Erste Maßnahmen wurden auf dem Campus der TU Braunschweig bereits umgesetzt.

Das Forschungsprojekt »EnEff Campus 2020« wird als Bestandteil der Förderinitiative »Energieeffiziente Stadt« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) mit einer Summe von 1,7 Millionen Euro gefördert. Seit dem Jahr 2012 arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Architektur, Psychologie, Informations- und

Elektrotechnik gemeinsam mit Expertinnen und Experten aus Gebäudetechnik und Hochschulleitung der TU Braunschweig sowie in Kooperation mit dem lokalen Energieversorger BS I ENERGY und weiteren Partnern in dem Projekt zusammen. Tatsächlich kommt den Hochschulen eine Schlüsselrolle zur Erreichung der Klimaschutzziele zu. Sie sind mit ihrem umfangreichen und heterogenen Gebäudebestand sowie ihren Neubauten dazu prädestiniert, ein Lernlabor für »Energieoptimiertes Bauen und Betreiben« (EnOB/EnBop/EnEff:Stadt etc.) zu bilden. Unter diesem Aspekt ist das Forschungsprojekt »EnEff Campus 2020« Katalysator und Multiplikator für Innovationen. Durch die beiden Schwerpunktthemen im Forschungsprojekt, Evaluierung der Umsetzungsszenarien im Campus-Quartier und der Ergebnisse im Forschungs-Lab, findet ein kontinuierlicher Austausch bei der Entwicklung, Realisierung und Erprobung innovativer Technologien statt.



## **LEUPHANA UNIVERSITÄT LÜNEBURG – DAS NEUE ZENTRALGEBÄUDE, KONZEPT UND ERSTE ERGEBNISSE**

Prof. Dr. Oliver Opel, Karl Werner, Jan Geffken, Andreea Tribel

Leuphana Universität Lüneburg

Samuel Rischmüller, Maik Wussler, Dr. Stefan Plessler

SIZ energie+ an der Technischen Universität Braunschweig

opel@fh-westkueste.de

Das neue Zentralgebäude der Leuphana Universität Lüneburg vereint in vier Gebäudeteilen mit insgesamt 17 400 Quadratmetern verschiedene Nutzungen. Neben Seminar- und Büroräumen und einem großen Hörsaal mit 1200 Plätzen bietet das Gebäude Besprechungs- und Gruppenarbeitsräume, eine Cafeteria, eine Maschinenhalle sowie Archive und Lagerräume. Besonders ist zudem die flexible Raumaufteilung im Erdgeschoss, die Veranstaltungen bis zu 2500 Personen oder bis zu drei gleichzeitige Veranstaltungen ermöglicht. Es wird neben der originären Nutzung durch die Universität zusätzlich durch die Hansestadt Lüneburg als Veranstaltungsort genutzt und an Dritte vermietet.

Die vier Gebäudeteile – das Seminarzentrum, das Studierendenzentrum, das Forschungszentrum sowie das Auditorium – sind dabei nicht nur in Formgebung und Nutzung verschieden, sondern unterscheiden sich auch hinsichtlich des Energiekonzepts. Während in Foyer und Auditorium, den primären Veranstaltungsflächen, mechanisch belüftet und gekühlt wird, besitzen Seminar- und Studierendenzentrum ein Hybridlüftungskonzept. Im Forschungszentrum sind nur innenliegende Besprechungsräume belüftet und mit PCM-Kühldecken ausgestattet, die fassadenseitigen Räume werden durch öffnenbare Fenster mit Kontakten zur Abschaltung der Heizung belüftet. Für den sommerlichen Wärmeschutz, aber auch für höhere solare Gewinne im Winter, wurde eine schaltbare Verglasung eingesetzt, die ca. 10 Prozent des gesamten Endenergiebedarfs des Gebäudes einspart. Die Wärmeversorgung nutzt den Rücklauf aus dem Campusnetz auf 58-°C-Niveau mit interner Kaskadierung zur

Rücklaufabkühlung und besseren Integration von Speichern im System und ist klimaneutral (Biomethan-BHKW). CO<sub>2</sub>-Ampeln und ein Gebäude-Nutzer-Interaktionssystem mit Feedback-Funktion helfen bei der effizienten Nutzung und sind Inhalt eines laufenden Monitoring- und Optimierungsprojekts.

Zusammen mit präsenz- und tageslichtabhängiger LED-Beleuchtung in den Veranstaltungsflächen und Büros wurde damit ein insbesondere beim Strombedarf effizientes Konzept umgesetzt, wobei sich bei der Belüftung als größtem Primärenergieverbraucher (ca. 30 kWh/m<sup>2</sup>a PE) wahrscheinlich noch Einsparpotenziale ergeben, die im Rahmen des noch bis 2020 laufenden Projekts gehoben werden sollen. Der Beitrag stellt das Gebäudekonzept und Energiekennwerte aus der Planung kurz vor und zeigt erste Ergebnisse aus dem Jahr der Inbetriebnahme und des Nutzungsbeginns.



## LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Prof. Dr. Werner Jensch  
Hochschule München  
werner.jensch@hm.edu

Das Forschungsvorhaben »HoEff – Die Hochschule auf den Weg zu einem energieeffizienten Gebäudebetrieb« demonstriert am Campus der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), wie Bedarfsreduktion und Effizienzsteigerung die Hochschulen auf ihrem Weg zu einem klimaneutralen Campus unterstützen. Zur langfristigen Reduktion von Treibhausgasemissionen wurden Entscheidungshilfen geschaffen, um die Energieversorgung so auszurichten, dass erneuerbare Energien gefördert und der Energieverbrauch über die Gebäudesanierung unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit optimiert werden.

Ziel der ersten Stufe des Vorhabens war die Entwicklung hochschul-spezifischer Energievergleichskennwerte auf Basis von Raumklassen, um den Ist-Zustand eines derart weitreichenden und heterogenen Areals möglichst effizient und zugleich fundiert erfassen zu können. Die zweite Bearbeitungsstufe »HoEff-CIM – Campus Information Modeling« analysierte, welche Daten, Informationen, Werkzeuge und Methoden eine energetische Bewertung als Basis für einen energieeffizienten Gebäudebetrieb bzw. ein kontinuierliches Energiemanagement realisieren können. Das webbasierte »QuickCheck-Tool« erlaubt eine stufenartige Bestandsaufnahme, um die Begehung eines komplexen Hochschulareals zu strukturieren, den Bearbeitungsaufwand zu reduzieren und dem Nutzer die aufbereiteten Informationen für die tägliche Anwendung zielgerichtet bereitzustellen. Die Gebäudeinformationen sind auf möglichst wenige, aber aussagekräftige Parameter beschränkt. Zur Ermittlung dieser maßgebenden Parameter wurden Unsicherheitsanalysen durchgeführt. Der vorhandene Energiebedarf ist zudem unter Berücksichtigung von Gebäudetyp und -nutzung abgebildet.

Eine Referenzraummethode basiert auf dem Rechenkern der Open-Source-Software »EnergyPlus« des U. S. Department of Energy. Die Applikation importiert automatisiert die maßgebenden Parameter zur Energiebedarfsermittlung »QuickCheck-Tool« in »EnergyPlus«. Die Hochrechnung des energetisch-thermischen Verhaltens erfolgt dabei über typisierte Räume in Abhängigkeit ihrer Nutzungsverteilung. Sensitivitätsanalysen reduzieren die Eingabeparameter. Statistische Methoden und Case Studies belegen, dass mittels dieser Referenzraummethode der Aufwand für die Modellierung und Berechnung eines Gebäudes und damit eines gesamten Campus deutlich reduziert und gleichzeitig ein Genauigkeitsgrad einer umfassenden Gebäudesimulation ermöglicht wird. Die Erkenntnisse des Projekts mündeten in einen Energiemasterplan am Beispiel der LMU München mit Handlungsempfehlungen für das Erreichen der Klimaschutzziele 2050.

Diese Methoden ermöglichen, komplexe Liegenschaften einfach zu verwalten und Einsparungs- sowie Sanierungspotenziale mit geringem Zeitaufwand aufzuzeigen und zu bewerten. Sie unterstützen somit nicht nur Universitäten sondern auch private Liegenschaftsverwaltungen. ■

## **CAMPER (CAMPUS ENERGIEVERBRAUCHSREDUKTION)**

Prof. Dr. Clemens Felsmann, Prof. Dr. John Grunewald, Dr. Annina Gritzki, Dirk Weiß  
Technische Universität Dresden  
clemens.felsmann@tu-dresden.de

Im Rahmen des Vorhabens soll für den Campus der TU Dresden unter Beachtung des urbanen Kontextes ein Energieentwicklungsplan (»Campus-Energieplan«) erarbeitet werden mit dem Ziel, den Energieverbrauch zu reduzieren. Den Ausgangspunkt bildet eine detaillierte Analyse des Ist-Zustandes, um mögliche Einspar- und Optimierungsmöglichkeiten im Hinblick auf den Energieverbrauch und damit verbundene Treibhausgasemissionen zu identifizieren. Dafür kommen unterschiedliche Analysewerkzeuge und Detaillierungsgrade zur Anwendung. Auf Grundlage der dabei gewonnenen Erkenntnisse werden Maßnahmen unterschiedlichster Art hinsichtlich ihrer Eignung für den Campus überprüft und ökonomisch-ökologisch bewertet. Für die viel versprechendsten Ansätze werden in enger Abstimmung mit den Praxispartnern, der Universitätsverwaltung und dem Staatsbetrieb »Sächsisches Immobilien- und Baumanagement« konkrete Umsetzungspläne erarbeitet. Dies betrifft u. a. Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs bei der Kälteerzeugung, die erweiterte Nutzung der Abwärme von Rechentechnik und die Beförderung eines energiesparenden Nutzerverhaltens. Auch wird die verstärkte regenerative Kompensation des Elektroenergiebedarfes durch Nachrüstung von Photovoltaik auf dafür geeigneten Dachflächen angestrebt.

In der Präsentation wird auf die Analyse- und Planungswerkzeuge eingegangen und der Arbeitsstand sowie -prozess dargestellt.

## **ENERGIE- UND KLIMASCHUTZKONZEPT FÜR HOCHSCHULEN UND ANDERE LANDESEIGENE LIEGENSCHAFTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG**

Torsten Wenisch  
Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg, Stuttgart  
torsten.wenisch@fm.bwl.de

Das Land Baden-Württemberg ist Eigentümer von rund 8000 Gebäuden mit einer Nutzfläche von ca. zwölf Mio. Quadratmetern. Die Energiekosten der Landesgebäude betragen jährlich ca. 230 Mio. Euro. Im Klimaschutzgesetz für Baden-Württemberg ist das Ziel einer weitgehend klimaneutralen Landesverwaltung bis 2040 fest verankert. Entscheidend für die Zielerreichung ist die Reduzierung der in Landesgebäuden verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Hierzu wurde das Energie- und Klimaschutzkonzept entwickelt, das CO<sub>2</sub>-Ziele für Landesliegenschaften bis 2020 (minus 40 Prozent) und 2030 (minus 60 Prozent) gegenüber dem Basisjahr 1990 sowie notwendige Maßnahmen enthält.

Die energetische Sanierung ist ein wesentliches Handlungsfeld des Energie- und Klimaschutzkonzepts für Landesliegenschaften. Hierzu wurde ein systematisches Verfahren entwickelt, bei dem eine umfassende Bestandsaufnahme aller Landesgebäude die Grundlage bildet. Mit verschiedenen Instrumenten wie der Vierfelder-Matrix sowie gezielten Schwerpunktuntersuchungen (z. B. WRG bei RLT-Anlagen) werden notwendige energetische Maßnahmen festgestellt. Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP wurde ergänzend ein Musterenergiekonzept entwickelt, auf dessen Grundlage energetische Sanierungsfahrpläne für Landesliegenschaften erstellt werden. Die erkannten energetischen Maßnahmen werden in einem landesweiten Energiekatalog erfasst, anschließend priorisiert und in verschiedene Bauprogramme überführt.



Im Zeitraum 2011–2016 wurden auf der Grundlage dieses Verfahrens über 800 energetische Maßnahmen mit einem energetischen Kostenanteil von ca. 280 Mio. Euro realisiert. Der Energiebericht 2017 für Landesgebäude dokumentiert, dass die CO<sub>2</sub>-Ziele bis 2020 auch dadurch bereits vorfristig erreicht werden konnten.

Punktuelle Neubaumaßnahmen ergänzen die Sanierungsaufgaben, die den Schwerpunkt im Landesbau bilden. Pilotprojekte wie der abgeschlossene Neubau eines Seminargebäudes an der Hochschule Offenburg in Passivhausbauweise sowie das aktuell geplante Energieeffizienzhaus Plus an der Hochschule Ulm zeigen, dass energieeffiziente Hochschulgebäude auch unter wirtschaftlichen Randbedingungen machbar sind.



**TECHNISCHES MONITORING, INBETRIEBNAHME-  
MANAGEMENT UND BETRIEBSOPTIMIERUNG –  
NEUE PROZESSE FÜR BESSERE GEBÄUDEPERFORMANCE!**

Dr.-Ing. Stefan Plesser  
SIZ energie+ an der Technischen Universität Braunschweig  
stefan.plesser@stw.de

Bauen ist in den letzten Jahrzehnten in jeder Hinsicht deutlich komplexer geworden. Die funktionalen Anforderungen haben zugenommen, die Gebäude- und Anlagentechnik wird insbesondere durch die Automation immer anspruchsvoller und die organisatorisch-administrative Projektumgebung wird meist auch nicht übersichtlicher. Diese Situation schafft große Risiken für die Qualität der Gebäude. Trotz integraler Planungsansätze und hocheffizienter Produkte beeinträchtigt dies die Performance von Gebäuden in der Praxis.

Für Bestandsgebäude ist die Betriebsoptimierung – ob als Energie-Audit, Energetische Inspektion, Ingenieurleistung, als Performance-Contracting oder im Rahmen des Facility-Managements – der »nachsorgende« Weg zur Verbesserung der Gebäudeperformance.

Um die Risiken im Neubau von vorneherein zu beherrschen, sind in den letzten Jahren Regelwerke entwickelt worden, die Prozesse zur Verbesserung der Qualität von Gebäuden definieren. Mit der VDI 6041 »Technisches Monitoring« und der AMEV-Empfehlung »Technisches Monitoring 2017« wird die neue Rolle eines unabhängigen Dritten im Projekt definiert. Seine Aufgabe ist es, in der Planung Performance-Ziele festzustellen, ein Prüfkonzept zu definieren und in Probetrieben und im Regelbetrieb zu prüfen, ob diese Ziele erreicht werden.



Auf Seiten der Planung wurde über die VDI 6039 das Inbetriebnahme-Management definiert. Diese Leistung war bisher ein stiefmütterlich behandelter Teil der Leistungen nach HOAI, z. B. mit der Planung von Schnittstellen in LPH 2 und der Objektüberwachung LPH 8. Dies ist jedoch bei komplexen Gebäuden heute oft unzureichend. Die Richtlinie definiert hierzu umfangreiche zusätzliche Leistungen für das Inbetriebnahme-Management und macht Vorschläge für Arbeitsmittel.

Die Implementierung dieser neuen Prozesse als wirksame und wirtschaftliche Schritte zur Qualitätssicherung in Bauprojekten bietet eine große Chance zur Erreichung der Klimaschutzziele im Gebäudebestand. Werden sie nicht angewendet, droht ein erheblicher wirtschaftlicher und ökologischer Schaden.



## INITIATIVE EFFIZIENZHAUS PLUS

Lothar Fehn Krestas, Petra Alten

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

lothar.fehnkrestas@bmub.bund.de

Das Ziel ist klar: Klimaneutralität ab 2050! Gesucht wird eine umwelt- und klimaverträgliche Energieversorgung für eine wachsende Bevölkerung und deren steigende Bedürfnisse. Diese gesamtgesellschaftliche Aufgabe fordert von Politik, Wirtschaft und Bevölkerung einen verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen. Für diese Zielvorgabe müssen für den energieintensiven Gebäudebereich zeitnah wirtschaftliche und praxisnahe Lösungen gefunden werden.

Im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« stieß das BMUB die Entwicklung einer neuen nachhaltigen Gebäudegeneration von »Effizienzhäusern Plus mit Elektromobilität« als einen Lösungsansatz zu diesen Herausforderungen an. Die seit 2011 laufende Förderung für Modellvorhaben im Effizienzhaus Plus-Standard setzt dabei sehr erfolgreich Maßstäbe und Trends im Gebäudebereich der Zukunft, der keine fossile Energie mehr benötigen soll. Das Gebäude der Zukunft wandelt sich vom Energie verbrauchenden zum Energie liefernden und Energie managenden Gebäude.

Das Bundesmodellvorhaben diente als Forschungs-, Anschauungs- und Wohngebäude sowie als Auftaktprojekt für das zeitgleich vom BMUB bekannt gegebene Förderprogramm für Effizienzhaus Plus-Wohngebäude. Hieraus erwuchsen 37 Wohngebäude in vielfältiger Architektur, die bundesweit realisiert wurden. Diese Vorhaben bauten das »Netzwerk Effizienzhaus Plus« auf, das den zeitnahen fachübergreifenden Erfahrungsaustausch mit allen an diesem Programm Beteiligten fördert. Wissenschaftlich begleitet liefern alle Netzwerkgebäude im zweijährigen Praxistest Informationen über ihre Marktfähigkeit, integrale Planung, moderne Technologien und über die Schnittstelle »Mensch und Technik«.



Das Hauptforschungsergebnis ist der wissenschaftlich geführte Nachweis, dass Effizienzhäuser Plus aktiv zum Energie- und Klimaschutz im Gebäudebereich beitragen können. Die wissenschaftliche Begleitforschung rechnet bei einer zukünftigen Marktdurchdringung der Effizienzhäuser Plus von 15 Prozent im Neubau sowie in der Sanierung potenziell mit jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen in Höhe von über zehn Millionen Tonnen CO<sub>2,äq</sub> ausgehend von 50 kg CO<sub>2,äq</sub>/m<sup>2</sup>a zusätzlichen Einsparungen gegenüber EnEV-Anforderungen durch energieeffiziente hochwertige Gebäudeflächen. Eine zukünftig breite Markteinführung dieser hocheffizienten Gebäudegeneration im Wohn- und Nichtwohnbereich ermöglicht auch weitere notwendige Informationen für zukunftsgerechtes Bauen. So weisen bei der Mehrheit der Modellvorhaben vielfältige Nachjustierungen im ersten Jahr des Monitorings auf bestehende Entwicklungspotenziale in den Bereichen Planung und Technik innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette Bau hin.

Besonders gefordert sind hierbei innovative Kommunikationslösungen. Alle Forschungsvorhaben zeigen, dass sich nachhaltiges Nutzerverhalten allein über eine direkte Rückmeldung des Stromverbrauchs an die Nutzer entwickelt. In diesem Zusammenhang ist auch die intelligente Kommunikation zwischen Gebäude und Haushaltsgeräten sowie zwischen Gebäude und Elektromobilen auszubauen. Auch derzeit noch offene Fragen zur Stromspeicherung und -vernetzung, dem sinnfälligen Austausch der Energiegewinne mit anderen Gebäuden bzw. im Quartier warten auf wirtschaftlich vertretbare Lösungen. Zu Letzterem werden aufschlussreiche Erkenntnisse aus zwei Kooperationsprojekten des Netzwerkes Effizienzhaus Plus in der Altbausanierung und Erfahrungen aus den ersten Effizienzhaus Plus-Bildungsbauten innerhalb der nächsten zwei Jahre erwartet.

**»ENEFF:SCHULE«: 10 JAHRE ENERGETISCHE  
SCHULFORSCHUNG – EIN RESÜMEE**

Hans Erhorn, Johann Reiß, Micha Illner; alle Fraunhofer IBP, Stuttgart  
hans.erhorn@ibp.fraunhofer.de

Bereits im Jahr 2005 wurde auf Initiative des Fraunhofer IBP als Innovationsidee für Forschung und Entwicklung im Bauwesen die energieeffiziente Schulsanierung von der Bundesregierung aufgegriffen, um neben der Effizienzerhöhung in Schulgebäuden auch positive Impulse für die Bauwirtschaft und die Umwelt setzen zu können. Der Forschungsakzent »Energieeffiziente Schulen« wurde in Folge vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) in das Schwerpunktprogramm »Energieoptimiertes Bauen« (EnOB) aufgenommen. Bei den im Forschungsschwerpunkt EnEff:Schule eingebundenen zwölf Schulen handelt es sich um sieben Sanierungen und fünf Neubauten. Sowohl für vier Sanierungen als auch für vier Neubauten war ein Plusenergiestandard in unterschiedlicher Definition und für die übrigen der 3-Liter-Haus-Standard angestrebt. In den Gebäuden wurden verschiedene innovative Maßnahmen umgesetzt, die heute alle zu vertretbaren Preisen am Markt angeboten werden. Die dadurch reduzierten Endenergie-Bedarfswerte bewegen sich bei den sanierten Schulen zwischen 30 Prozent und 87 Prozent. Von allen Schulen sind Messwerte über mindestens ein Jahr vorhanden. Schulgebäude haben sich als hervorragend geeignet erwiesen, als energetische Leuchtturmprojekte ausgeführt zu werden und so einen wesentlichen kommunalen Impuls zur Erreichung der Klimaneutralität im Gebäudebereich zu geben.

Um eine übergreifende Untersuchung, Auswertung und Darstellung der komplexen Einzelprojekte zu ermöglichen, wurde während der gesamten Laufzeit des Programms »Energieeffiziente Schulen« (2006–2016) ein Begleitforschungsteam aus Fraunhofer IBP, dem Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien und der Hochschule München zugeordnet.

Im Vortrag werden die verallgemeinerbaren Ergebnisse des Begleitforschungsvorhabens dargestellt und Erfahrungen der Gebäudenutzer mit den Technologien und Strategien aufbereitet.

## **EFFIZIENZHAUS PLUS-BILDUNGSBAUTEN – DIE NEUE FORSCHUNGSINITIATIVE**

Dr. Arnd Rose

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)  
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn  
Arnd.Rose@BBR.Bund.de

Schulen, die die Anforderungen des Effizienzhaus Plus-Standards erfüllen, gehören zu den energieeffizientesten Gebäuden überhaupt. Doch auch wenn es bereits heute möglich ist, ein solches Gebäude mit Komponenten zu errichten, die am Markt verfügbar sind, muss für deren Planung doch in vielen Bereichen technisches Neuland betreten werden. Mit dem 2015 aufgelegten Programm »Bildungsbauten im Effizienzhaus Plus-Standard« unterstützt der Bund Bauherren, die sich für die Realisierung solch anspruchsvoller Konzepte entscheiden.

Kern des Förderprogramms ist eine wissenschaftliche Begleitung jedes teilnehmenden Projekts von der Planungsphase bis zum Abschluss eines zweijährigen Intensivmonitorings des Gebäudes im Betrieb. Die Vielfalt der unterschiedlichen Gebäudetypen im Förderprogramm spiegelt sich auch in den Schwerpunkten der Untersuchungen, die im Vorfeld mit den jeweiligen Forschungsteams abgestimmt worden sind. So geht es z. B. in Projekten, in denen mehrere verschiedene Energiequellen genutzt werden darum, das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten zu optimieren. In mehreren Schulen werden prototypische Systeme zur Heizung, Kühlung und Lüftung der Klassenräume eingesetzt. Hier gilt es, die Funktionsweise zu überprüfen und zu evaluieren, inwiefern die Anlagen die an sie gestellten Erwartungen erfüllen. Neben Neubauten sind auch mehrere Erweiterungen projektiert, hier stellt die Verzahnung mit Bestandsanlagen eine besondere Herausforderung dar. Spezifische Fragestellungen ergeben sich auch bei den Sanierungsprojekten, die die Umsetzbarkeit von Effizienzhaus Plus Schulen im Bestand unter Beweis stellen sollen.

Die (Zwischen-)Ergebnisse der jeweiligen Forscherteams werden in Zusammenarbeit mit diesen zusammengeführt, um im Sinne einer Begleitforschung die projektübergreifenden Erkenntnisse aus dem Programm herauszuarbeiten. Ziel dieser Begleitforschung ist es, aufbauend auf den Erfahrungen mit den Modellvorhaben anhand von belastbaren Daten Empfehlungen für Planung und Bau zukünftiger Bildungsbauten zu erarbeiten. Dies umfasst auch die monatliche Veröffentlichung von Energiebilanzen im Internet und eine laufende Analyse der Soll- und Ist-Werte, die von den einzelnen Projekten geliefert werden. Bilanzierungs- und Berechnungsmethoden werden gegenübergestellt und mit den Messdaten aus dem realen Betrieb abgeglichen, um Erkenntnisse für zukünftige Normungsprozesse zu gewinnen. Neben der technischen Evaluation ist ebenfalls geplant, die Projekte im Programm mit sozialwissenschaftlichen Methoden zu untersuchen. Hier kann bereits auf umfangreiche Erkenntnisse aus Vorgängerprogrammen zurückgegriffen werden. Neu ist hingegen, dass bei den zwei teilnehmenden Hochschulgebäuden eine aktive Integration der Gebäudekonzepte in Forschung und Lehre am Standort erfolgen soll und diese gleichermaßen den Studierenden als Labore für den (Bildungs-)Bau der Zukunft dienen.



## **NEUBAU DER LOUISE-OTTO-PETERS-SCHULE IN HOCKENHEIM IM PLUS-ENERGIE-STANDARD**

Jürgen Roth, ROTH.ARCHITEKTEN.GMBH, Schwetzingen  
Michael Keller, ina Planungsgesellschaft mbH, Darmstadt  
info@ina-darmstadt.de

Der Rhein-Neckar-Kreis (RNK) als Träger der beruflichen Schulen führt derzeit den Neubau der Louise-Otto-Peters-Schule (LOP) am Standort Hockenheim für 280 Schüler durch. Der RNK setzt dabei auf ein nachhaltiges und umweltfreundliches Gebäudekonzept. Konkret bedeutet dies die Errichtung der LOP im Passivhausstandard sowie die Teilnahme am Modellprojekt »Bildungsbauten im Effizienzhaus-Plus-Standard«. Der Z-förmige Baukörper, entworfen von Roth Architekten, ist übersichtlich strukturiert; von einem zentralen Aufenthalts- und Erschließungsbereich aus mitsamt zuschaltbarer Aula werden pro Geschoss zwei Gebäudeflügel erschlossen.

Ausgangs- nicht Endpunkt für das Energiekonzept war 2014 der Passivhausstandard. Neben dem hohen Wärmeschutz der Gebäudehülle sorgt eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für die notwendige Senkung der Heizlast. Ausgeführt als Zweikanalsystem (System »Bauer Optimierungstechnik«) regeln raumseitige Thermostate und Volumenstromklappen in der Abluft den Wärmeeintrag in den Raum im Rahmen des hygienisch notwendigen Luftwechsels. Die Heizwärmeversorgung erfolgt über eine Sole-Wasser-Wärmepumpe. Diese nutzt einen Eispeicher als Umweltwärmequelle, der im Sommer über Wärmeeinträge regeneriert wird. Zur Spitzenlastabdeckung dient das anliegende Fernwärmenetz der Stadtwerke Hockenheim mit einem Primärenergiefaktor von 0,64. Die Warmwasserbereitung erfolgt aus hygienischen und ökonomischen Gründen dezentral elektrisch.

Das Konzept für die Positionierung der Sensoren und Zähler wurde von der ina Planungsgesellschaft erstellt. Es ergibt sich aus den Vorgaben des Leitfadens Monitoring des BMUB zum Modellvorhaben. Die Erfassung aller Werte erfolgt auf 15-Minuten-Basis, aus diesen werden Stunden-, Tages-, Monats- und Jahreswerte gebildet. Neben dem Verständnis des Gebäudeverhaltens und der Betriebsoptimierung nach dem ersten und zweiten Jahr des Intensiv-Monitorings dient die Datenerfassung auch der Überprüfung der berechneten Plus-Energie-Bilanz in der Praxis. ■

## UM- UND NEUBAU DES JAKOB-BRUCKER-GYMNASIUMS KAUFBEUREN ZUM EFFIZIENZHAUS PLUS

Rainer Bäurle  
Stadt Kaufbeuren  
rainer.baeurle@kaufbeuren.de

Derzeit laufen umfangreiche bauliche Maßnahmen am Jakob-Brucker-Gymnasium in Kaufbeuren. Der weitläufige Schulkomplex in Zentrumsnähe der kreisfreien Stadt im Herzen des Allgäus besteht aus mehreren einzelnen Gebäudeteilen unterschiedlichen Baualters. Das älteste Gebäude stammt aus dem Jahr 1956. Die geplante Maßnahme erstreckt sich auf die Neugestaltung des 1972 errichteten Schulgebäudes in Stahlbetonfertigbauweise. Auslöser der Maßnahme waren unter anderem bauliche sowie strukturelle Mängel. Konkret wird in einem ersten Bauabschnitt ein neuer zweigeschossiger Fachklassentrakt (ca. 1983 m<sup>2</sup> BGF) errichtet. Im zweiten Bauabschnitt wird das Bestandsgebäude zum Teil rückgebaut und einer Generalsanierung unterzogen (ca. 6808 m<sup>2</sup> BGF). Der entstehende Neubau sowie der Bestand sollen jeweils für sich betrachtet den Anforderungen »Bildungsbauten im Effizienzhaus Plus-Standard« genügen.

Neben einer effizienten Gebäudehülle ist folgendes innovatives Gebäudekonzept geplant. Beide Gebäude werden über eine gemeinsame Grundwasserwärmepumpe beheizt. Im Sommer wird mittels Heiz- und Kühldecken durch die direkte Nutzung von Grundwasser gekühlt. Die Klassenräume erhalten jeweils eigene dezentrale Lüftungsgeräte. Das besondere hierbei ist, dass das jeweilige Lüftungsgerät die gesamte Raum-Regelung übernimmt. Durch die besondere hydraulische Verschaltung der statischen Heiz- und Kühlflächen sowie des Heiz- und Kühlregisters der Lüftung und die übergeordnete Regelung durch das Lüftungsgerät sollen einerseits optimale Nutzungsbedingungen erzielt werden. Andererseits lässt sich der Energieverbrauch weiter senken. Ein gegenläufiges Arbeiten (statisches System <> luftbasiertes System) wird

ebenfalls verhindert, wodurch ein gleichzeitiges Heizen und Kühlen sowie eine Überhitzung der Räume zu Unterrichtsbeginn vermieden werden.

Zu Beginn der Planung wurden im Rahmen einer Vorstudie umfangreiche energetische Simulationen durchgeführt und dadurch die Funktion des geplanten innovativen Haustechnikkonzeptes und die Behaglichkeit im Vorfeld sichergestellt. Durchgeführt wurden unter anderem Simulationen zur Funktionsweise der Raumautomation, der thermischen Behaglichkeit sowie zum Anlagenbetriebsverhalten. Zudem wurden die beiden Gebäude hinsichtlich des Energiebedarfs mit drei unterschiedlichen Methoden berechnet und die Ergebnisse insgesamt miteinander verglichen und bewertet (Nachweis nach EnEV / DIN V 18599, PHPP sowie Heiz- und Kühllastberechnung nach DIN EN 12831 und VDI 2078).

Kernstück des Effizienzhaus Plus-Gedankens ist ja die Produktion der benötigten Energie am bzw. im Gebäude. Im vorliegenden Fall geschieht dies durch Erzeugung von Solarstrom auf den Gebäudedächern. Um die Stromnetze zu entlasten und den Eigenstromverbrauch zu erhöhen, wird der nicht unmittelbar direkt im Gebäude nutzbare Strom auf weitere Gebäude im Schulcampus verteilt und verbraucht. Ein weiterer Teil des nicht direkt genutzten Stroms (z. B. im Winter am Nachmittag) wird in einem ca. 10 000 m<sup>3</sup> großen thermischen Speicher kurzfristig gepuffert. Der Ertrag der PV-Anlage und die Größe des Pufferspeichers wurden ebenfalls anhand der Simulation ermittelt.

Mit der Maßnahme am Jakob-Brucker-Gymnasium soll aufgezeigt werden, wie bekannte und bewährte Technologien sinnvoll kombiniert werden können, damit die Effizienz steigt und der Energiebedarf gesenkt wird. Ein weiterer wichtiger Nebeneffekt liegt in der angestrebten hohen winterlichen und sommerlichen Behaglichkeit in den beiden Gebäuden. ■

## EFFIZIENZHAUS PLUS BERUFSSCHULZENTRUM MÜHLDFORD AM INN

Andreas Reithmeier

aris architekten | ingenieure | sachverständige, Kraiburg am Inn

info@ar-i-s.de

Im Vortrag werden das energetische und funktionale Konzept des Gebäudes und die Herausforderungen der aktuellen Bauentwicklung der Berufsschule in Mühltdorf präsentiert. Die Besonderheit des Projektes ist, dass neben der Realisierung des Objektes im Effizienzhaus Plus-Standard die bestehende Berufsschule im mehreren Abschnitten abgebrochen wird und auf dem aktuellen Grundstück neu aufgebaut werden soll, ohne dass der Schulbetrieb in Container ausweichen muss. Aktuell wird der erste von drei Bauabschnitten umgesetzt.

Die Nettogrundfläche des ersten Abschnitts umfasst 5122 Quadratmeter, des zweiten rund 4474 Quadratmeter. Im Gebäude befinden sich vom Untergeschoss bis ins zweite Obergeschoss verschiedene Klassen- und Fachklassenzimmer, z. B. auch eine Bäckerei. Insgesamt werden etwa 1400 Schüler und 100 Lehrkräfte die Schule und ihre 31 Klassenräume besuchen.

Auf Grund der Ausrüstung in den Fachklassen wird der Nutzerstrombedarf mit  $17,96 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  relativ hoch angesetzt. Die Hüllfläche des Gebäudes ist mit einer 24 Zentimeter starken Dämmung der Fassade, einer 35-Zentimeter-Dämmung im Dach und Fenstern mit einem UW-Wert von  $0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$  energetisch deutlich besser als das Niveau der aktuellen Energieeinsparverordnung.

Die Klassenzimmer gruppieren sich um einen gemeinsamen Innenhof und sind umfänglich mit Tageslicht versorgt. Alle Klassenzimmer werden mittels deckenhängenden Einzelraumlüftungsgeräten be- und entlüftet. Die Lüftung in jedem Klassenzimmer ist hierzu einzeln regelbar

und CO<sub>2</sub>-gesteuert. Die Wärmeerzeugung in der Berufsschule erfolgt mittels einer Wärmepumpe, die an einen Eisspeicher angeschlossen ist. Der Eisspeicher soll teilweise die entstehende Kühllast abdecken und somit zu einer Wärme-Kälte-Koppelproduktion der Wärmepumpe führen. Der Eisspeicher umfasst eine ca. 400 Kubikmeter große Wanne, die in die Außenanlagen der Schule integriert wird.

Auf dem Dach der Berufsschule werden rund 210 Quadratmeter Solarluftkollektoren als Niedertemperatur-Energielieferant für Eisspeicher und Wärmepumpe installiert. Die bestehende PV-Anlage mit einer Leistung von 66,5 kWp wird um 1090 neue PV-Module erweitert und soll am Ende des dritten Bauabschnitts eine Leistung von insgesamt 386,2 kWp erbringen. ■

## **GYMNASIUM NEUTRAUBLING – WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG DURCH INTEGRALE PLANUNG**

Werner Haase

Architekturbüro WERNER HAASE, Karlstadt

werner.haase@arch-haase-karlstadt.de

Die Sanierung und Erweiterung des Gymnasiums Neutraubling hat das Ziel, neben der Umsetzung neuer pädagogischer Konzepte und Einführung zukünftiger Kommunikationstechniken ein »Gebäude für die Zukunft« in baulicher, pädagogischer und energetischer Hinsicht zu schaffen.

Nach der Sanierung wird das Schulgebäude ausschließlich mit Nieder-temperatur-Systemen beheizt, mit zusätzlicher Nutzung aktiver Kühlung im Sommer. Energiequelle ist Grundwassernutzung zum Heizen und zum Kühlen. Das Wärmepumpensystem ist nahe den Verbrauchsstellen angeordnet und wird durch kalte Leitungen dezentral versorgt. Der Strombedarf der Wärmepumpen wird weitgehend durch eigengenutzten PV-Strom gedeckt. Pufferspeicher sorgen für Lastverschiebungen. Für Heizung und Kühlung werden die Möglichkeiten der dezentralen Raumlufttechnikgeräte mit den Heizflächen kombiniert und unter Nutzung von Synergien betrieben. Es ist kein 4-Leiter-Betrieb geplant; die MSR-Technik soll zurückhaltend eingesetzt werden.

Ein Kostenvergleich zwischen Nahwärmeanschluss und dem geplanten Energiesystem mit Gewinnung der Energie auf dem eigenen Grundstück unter Einbeziehung von Zuschuss- und Finanzierungsmöglichkeiten führte zur Entscheidung »Plus-Energie-Schule«.

## Aussteller

AEREX HaustechnikSysteme GmbH

ALHO Systembau GmbH,

Bosch Sicherheitssysteme GmbH

C + P Möbelsysteme GmbH & Co. KG

Hamberger Flooring GmbH & Co.KG

KASPER Fotostudio Digitaldruck Werbetechnik GmbH

KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH

kplan AG

LTG AG

ORG-DELTA GmbH

OWA Odenwald Faserplattenwerk GmbH

Riehle + Assoziierte GmbH & Co. KG

Rosenberg Ventilatoren GmbH

Sonova Deutschland GmbH

TROX GmbH

WindowMaster GmbH

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

RWTH Aachen University – EON

Bad Grund Eisdorf

Friesenhagen

Stuttgart

Breidenbach

Rosenheim

Rielasingen

Karlsruhe

Abensberg

Stuttgart

Reichenbach a.d. Fils

Amorbach

Reutlingen

Künzelsau-Gaisbach

Fellbach

Neukirchen-Vluyn

Hamburg

Bonn

Aachen

**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 69 Institute und Forschungseinrichtungen. 24 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen 1,9 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Mehr als 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 ihrer Fokussierung 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.

## AUF WISSEN BAUEN

Die Anwendung bauphysikalischer Grundsätze ist das Fundament der Forschungs- und Entwicklungsarbeit des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP. Neben klassischen bauphysikalischen Themen wie Akustik, Energieeffizienz und Raumklima, Hygiene und Sensorik, Baustoffrecycling sowie Hygrothermik forscht das Institut an Vorhaben einer großen Bandbreite von hoher gesellschaftlicher Relevanz. So geht es beispielsweise darum, Schulen oder Arbeitsräume integral zu gestalten, das Fliegen umweltfreundlicher zu machen oder das energetische Potenzial ganzer Städte auszuloten. Produkte, Prozesse und Dienstleistungen unter ökologischen, ökonomischen, sozialen und technischen Gesichtspunkten zu analysieren und sie der ganzheitlichen Bilanzierung zu unterziehen, bilden weitere Arbeitsschwerpunkte.

Leistungsfähige Labore und Prüfeinrichtungen sowie das größte bekannte Freilandversuchsgelände am Standort Holzkirchen ermöglichen komplexe bauphysikalische Untersuchungen. Moderne Labormesstechnik und Berechnungsmethoden optimieren Bauprodukte für den praktischen Einsatz. Untersuchungen in Modellräumen, im Prüffeld und am ausgeführten Objekt dienen der bauphysikalischen Erprobung von Komponenten und Gesamtsystemen für den Neubau wie für den Sanierungsfall.

Bauphysikalische Erkenntnisse fließen nicht nur in Gebäude und Bauelemente ein; sie beflügeln vielmehr auch anlagentechnische Entwicklungen und erweitern die Anwendung bauphysikalischer Kompetenzen auf benachbarte Fachgebiete der Kraftfahrzeug- und Luftfahrtindustrie. Gleichzeitig bietet die Anbindung an die regionale Industrie ein Höchstmaß an Präsenz der jeweiligen Fachkompetenz.

Für anspruchsvolle Projektarbeit im In- und Ausland bringen rund 250 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an den Standorten Stuttgart, Holzkirchen und Nürnberg ihre wissenschaftliche Expertise ein. Das Institut für Akustik und Bauphysik der Universität Stuttgart sowie der Lehrstuhl für Bauphysik der Technischen Universität München sichern den permanenten Austausch in Forschung und Lehre.



Der **Lehrstuhl für Bauphysik** der Technischen Universität München wurde im Sommersemester 2004 unter Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser an der Ingenieurfacultät Bau Geo Umwelt eingerichtet, um der wachsenden Bedeutung der Bauphysik im Baugeschehen Rechnung zu tragen. Er wird seit April 2014 von Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer geleitet, der in Personalunion einer der Leiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP ist. Am Lehrstuhl wird in den Kernbereichen der Bauphysik (Wärme, Feuchte, Schall, Licht) Lehre und Forschung betrieben. Von besonderer Bedeutung sind dabei zwei Themenbereiche, bei denen vielfältige bauphysikalische Fragestellungen in Verbindung mit anderen Disziplinen untersucht werden:

### **Menschen in Räumen und Climate Culture Building**

Im Rahmen des Themenfelds »Menschen in Räumen« sind physiologische, psychologische und sozio-kulturelle Aspekte von Interesse, da sie alle Einfluss auf das Wohlbefinden der Nutzer haben. Da sich viele Menschen, insbesondere in den Industrienationen, auch zum Arbeiten überwiegend in Räumen aufhalten, stehen nicht nur Fragen zur Behaglichkeit sondern auch zur Leistungsfähigkeit, zur Arbeitssicherheit und zur Gesundheit im Fokus zugehöriger Forschungen. Typische bauphysikalische Erkenntnisse, beispielsweise über das Wachstum von Schimmelpilzen in Räumen, bilden hierbei die Basis für weitergehende Untersuchungen.

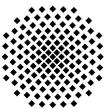
Im Rahmen des Themenfelds »Climate Culture Building« werden unter anderem neue Methoden und Verfahren zum thermischen und hygrischen Verhalten von Gebäuden betrachtet. Aufgrund verschiedener innen- und außenräumlicher Randbedingungen sowie unterschiedlichem Nutzerverhalten lassen sich bauphysikalische Erkenntnisse nicht einfach von einer Klimazone in andere übertragen. Mittels heutiger Berechnungsverfahren werden adaptive Prozesse der Nutzer nur in geringem Maße berücksichtigt. Auch hier sind kulturelle Besonderheiten von großem Interesse.

In beiden Bereichen bestehen thematische Überschneidungen, so dass sowohl Ergänzungen als auch Synergieeffekte zu erwarten sind. Als Basis dienen jeweils bauphysikalische Grundlagen. Studenten am Lehrstuhl für Bauphysik haben die Möglichkeit, Abschlussarbeiten am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP durchzuführen, sofern entsprechende Arbeiten im Rahmen von Forschungsvorhaben ausgeschrieben werden.

Die bauphysikalische Gestaltung von Bildungsgebäuden stellt für das **Institut für Akustik und Bauphysik** an 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**



## 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 Prof. Philip Leistner,  
Prof. Klaus Peter Sedlbauer
- Anschriften 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
- Standort Holzkirchen**  
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley  
Postfach 1152, 83601 Holzkirchen  
Telefon +49 8024 643-0  
Fax +49 8024 643-366
- Standort Nürnberg**  
Energie Campus Nürnberg, Fürther Straße 250
- 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 2017
- Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen sowie das der Übersetzung vorbehalten.

Abstracts sind als nicht redigierte Manuskripte abgedruckt.

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.

