

TAGUNGSBAND ZUM 6. KONGRESS
ZUKUNFTSRAUM SCHULE
BILDUNGSBAUTEN NACHHALTIG GESTALTEN



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

WIR BEDANKEN UNS FÜR DIESE UNTERSTÜTZUNG.

Universität Stuttgart
Institut für Akustik und Bauphysik (IABP)



Universität Stuttgart

Technische Universität München
Lehrstuhl für Bauphysik



6. KONGRESS

ZUKUNFTSRAUM SCHULE

**Mittwoch, 13. und Donnerstag, 14. November 2019
Carl Benz Arena, Mercedesstraße 73 C, 70372 Stuttgart**

Veranstalter:

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

TAGUNGSBAND

Vorwort	2
Grußwort.....	3
Programmablauf	5
Workshops – Übersicht	6
Abstracts der Plenarvorträge	12
Abstracts Workshop »Schulbau integral«	19
Abstracts Workshop »Viel Raum für Leistung«	36
Abstracts Workshop »Energieeffizienz«.....	49
Kongresspartner	74
Die Fraunhofer-Gesellschaft	79
Das Fraunhofer IBP.....	80
Universität Stuttgart Institut für Akustik und Bauphysik IABP.....	81
Technische Universität München Lehrstuhl für Bauphysik.....	82
Anfahrt.....	83
Impressum	U3

Kongressleitung**Prof. Dr.-Ing.****Philip Leistner**Institutsleiter
des Fraunhofer IBP**Prof. Dr.-Ing.****Klaus Peter Sedlbauer**Institutsleiter
des Fraunhofer IBP**Hans Erhorn**Principal Adviser der
AbteilungEnergieeffizienz
und Raumklima,
Fraunhofer IBP, Stuttgart

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste,

zehn Jahre sind seit dem ersten Kongress vergangen und bisher haben insgesamt mehr als 2500 Gäste die Gelegenheit zum Austausch über den Zukunftsraum Schule genutzt. Das Rezept war und bleibt, die vielfältigen, konkreten Herausforderungen der Bau- und Schulentwicklung aufzugreifen. Dabei hat sich die adressierte bauliche Zielgruppe um weitere Bildungsbauten erweitert. Die Brisanz und Präsenz der Räume und Gebäude für Erziehung und Bildung in der öffentlichen Debatte sind unvermindert. Bildungsqualität und Investitionsbedarf, verpasste Chancen und versäumte Trends sorgen für Aufsehen.

Heute stehen mehr denn je neue, starke Impulse zum Klimawandel im Blickpunkt, sowohl zum Umgang mit den Ursachen als auch zur Bewältigung der Folgen. Dafür sind Konzepte und Lösungswege in die Praxis gesucht. Von diesen Treibern bewegt, bietet auch das diesjährige Themenspektrum des Kongresses zahlreiche neue Anregungen und Anknüpfungspunkte.

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

Wir laden Sie erneut ein, auch mit Ihren Anregungen und Impulsen die Gestaltung unserer Schulen, unserer Zukunft zu bereichern. Seien Sie herzlich willkommen; wir wünschen Ihnen zwei erfahrungsreiche und stimmungsvolle Tage.


Schirmherrschaft**Ministerin****Dr. Susanne Eisenmann**Ministerium für Kultus,
Jugend und Sport
des Landes Baden-
Württemberg, Stuttgart

Sehr geehrte Kongressteilnehmerinnen und -teilnehmer,

sehr gerne habe ich die Schirmherrschaft für den 6. Kongress »Zukunftsraum Schule – Bildungsbauten nachhaltig gestalten« übernommen. Bei einer Stärkung von Qualität und Leistungsfähigkeit des Schulsystems – meinem bildungspolitischen Hauptanliegen – kommt es neben den zentralen inhaltlichen und prozessualen Fragen guter Bildung selbstverständlich auch auf den baulichen Rahmen an: also ganz konkret auf den Raum des Unterrichts, des Lernens und Arbeitens, in dem gute und passgenaue Bildung stattfindet.

Für dessen Gestaltung gibt es viele unterschiedliche Ansätze und viele Faktoren, die eine Rolle spielen. Richtigerweise ist das Spektrum der Workshops im Rahmen des Kongresses daher weit gespannt und bezieht so unterschiedliche Aspekte wie Digitalisierung, Energieeffizienz und Schulverpflegung mit ein. Zeitgemäße und wirkungsvolle Pädagogik muss diese und viele weitere Gesichtspunkte berücksichtigen und in vor Ort praktikable Lösungen umsetzen. Gerade Digitalisierung und BIM (Building Information Modeling) stellen zahlreiche neue Möglichkeiten für den Bau von Bildungseinrichtungen insgesamt zur Verfügung. Es gilt, diese je nach konkretem Bedarf zu definieren und gute technisch-pädagogische Lösungen zu finden. Dazu ist ein fachkundiger Dialog zwischen Bauträger und Bauauftragnehmer von größtem Vorteil.

Das Land Baden-Württemberg stellt für die Jahre 2017–2019 mit dem kommunalen Sanierungsfonds Fördermittel für die Sanierung bestehender Schulen öffentlicher Schulträger zur Verfügung. Schulen sind vielseitige, dynamische Orte des Lernens und Lehrens, die sich immer wieder an die Bedürfnisse der Schüler und Lehrer anpassen müssen.

Schließlich hängt erfolgreiches Lernen auch damit zusammen, dass sich die Schülerinnen und Schüler genauso in ihren Klassenzimmern wohlfühlen und auch damit, dass die Lehrerinnen und Lehrer ihren Arbeitsplatz angemessen ausgestattet vorfinden.

Im Übrigen bin ich der Auffassung, dass das Land seine Kommunen auch künftig unterstützen sollte – unabhängig vom nach wie vor richtigen Hinweis, dass in erster Linie die Schulträger für die sächliche Infrastruktur ihrer Bildungseinrichtungen zuständig und verantwortlich sind.

Dem Kongress wünsche ich einen erfolgreichen und informativen Verlauf mit vielen Anregungen für die Praxis guter Gestaltung von Lernumgebungen.



*Dr. Susanne Eisenmann
Ministerin für Kultus, Jugend und Sport
des Landes Baden-Württemberg*

- 13. November 2019**
- 9:00 Registrierung, Gelegenheit zum Besuch der Ausstellung
- 10:30 Begrüßung und Moderation
Prof. Dr. Philip Leistner, Fraunhofer IBP
- Grußworte**
- Plenarvorträge**
- 10:50 **Digitalisierung und Building Information Modeling – Ist der Schulbau im Wandel?**
Prof. Dr. Katharina Klemt-Albert, Universität Hannover
- 11:25 **Eine für Alles – Passende Lösungen für die ganze Schule**
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer, Fraunhofer IBP
- 12:00 – Mittagspause,
Gelegenheit zum
Besuch der Ausstellung
- 13:30 **Innenarchitektur – Raum schaffen für den eigenen Weg**
Andrea Männel, Innenarchitektin,
amae interiors, Berlin, Architektenkammer Berlin
- 14:05 **Bildung im Wandel – Herausforderungen an das System und die Akteure**
Prof. Dr. Kai Maaz, DIPF – Leibniz-Institut für Bildungsforschung
und Bildungsinformation, Frankfurt am Main
- 15:00 – Beginn der
Workshops, 1. Teil
- ca. 19:30 – Abendessen
- 14. November 2019**
- 9:00 Fortsetzung der Workshops, 2. Teil
- 12:30 – Mittagspause
- 14:00 Verabschiedung der Teilnehmer, Ende der Veranstaltung

*Programmänderungen vorbehalten
Stand 25.10.19*

SCHULBAU INTEGRAL

Moderation:
Prof. Dr. Philip Leistner,
Fraunhofer IBP

Abstracts
ab Seite 19

Veranstaltungsort:
Business-Bereich der
Mercedes-Benz Arena,
Sportstudio

Mittwoch, 13. November 2019

- 15:00 Schulwege sicher und gesund gestalten**
Alexander Seeger, Unfallkasse Baden-Württemberg UKBW,
Stuttgart
- 15:30 Saubere Schulen brauchen saubere Planung –
Über die Sauberkeit und ihre Wirkung in Schulen**
Irina Pericin Häfliger, Zürcher Hochschule für Angewandte
Wissenschaften (ZHAW), Winterthur (Schweiz)
- 16:00 Neue Schulen: vielseitig, lebendig, lebenswert –
Evangelische Gemeinschaftsschule in Karlsruhe**
Ingmar Menzer, wulf architekten gmbh, Stuttgart;
Friederike Heidland, Schulstiftung der Evangelischen Landes-
kirche in Baden und EFS gGmbH, Karlsruhe
- Kaffeepause
- 17:00 Nachhaltigkeit im Schulbau:
Auf dem Weg zum neuen Normal**
Dr. Anna Braune, Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
(DGNB) e. V., Stuttgart
- 17:30 Sanierung oder Abriss? Schadstoffuntersuchungen
als Entscheidungsgrundlage**
Dr. Christian Scherer, Fraunhofer IBP



Donnerstag, 14. November 2019

- 9:00 Barrierefreiheit von Bauelementen: Forschungsergebnisse
zur Bewertung von Fenstern und Türen**
Knut Junge, ift Rosenheim GmbH, Rosenheim
- 9:30 Qualität der Schulverpflegung –
auch eine Frage des Raumes**
Prof. Ulrike Arens-Azevedo,
Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., Bonn
- 10:00 Digitalpakt Schule – Chance für mehr Sicherheit**
Michael Wiese, Bosch Sicherheitssysteme GmbH, Stuttgart
- Kaffeepause
- 11:00 BIM und Digitalisierung für Bestandsgebäude**
Christian Wetzel, Voxelgrid GmbH, München
- 11:30 Schadstoffsanierung:
praktische Erfahrungen, passende Lösungen**
Dr. Jörg Meyer, Christian Gahle; Sprint Sanierung GmbH, Köln
- 12:00 Unerwartete Schadstoffe in Provisorien:
Ergebnisse und Empfehlungen**
Dr. Andrea Burdack-Freitag, Fraunhofer IBP

Mittagspause

- 14:00 Verabschiedung der Teilnehmer,
Ende der Veranstaltung**

VIEL RAUM FÜR LEISTUNG

Moderation:
Andreas Kaufmann,
Fraunhofer IBP

Mittwoch, 13. November 2019

15:00 In der ersten Reihe lernt man besser!? Studienergebnisse in virtuellen Klassenzimmern
Dr. Friederike Blume, Universität Tübingen

15:30 MITgestaltung von Lernräumen
Dr. Carola Gnadt, Humboldt-Gymnasium, Potsdam, Preisträger des Deutschen Schulpreises 2016

16:00 Lehrerarbeitsplätze und Teamstationen
Egon Tegge, Schulberatung, Hamburg/Pforzheim

Kaffeepause

17:00 Old School oder New Work? Warum Innenarchitekt*innen in Zukunft Schulräume planen sollten
René Pier, Schienbein + Pier GbR Innenarchitekten, Stuttgart, bdia Baden-Württemberg, Stuttgart

17:30 Cafeteria und Mensa: Wirkung und Planung guter Akustik
Alexander Dickschen, Fraunhofer IBP

Abstracts
ab Seite 36

Veranstaltungsort:
Carl Benz Arena,
Plenum



Donnerstag, 14. November 2019

9:00 Pädagogik, Nachhaltigkeit, Digitalisierung – Entwicklung eines innovativen Berufsschulstandortes im integralen Prozess

Uwe Liestmann, Christian Pfefferling, Landkreis/Stadt Uelzen

9:30 Perspektiven für eine zukunftsorientierte Raumgestaltung
Prof. Dr. Richard Stang, Hochschule der Medien (HdM), Stuttgart

10:00 einLEUCHTend – Licht für Lernen, Kreativität, Zusammenarbeit
Prof. Dr. Anna Steidle, Hochschule für öffentliche Verwaltung und Finanzen, Ludwigsburg

Kaffeepause

11:00 Akustische Gestaltung von Unterrichtsräumen
Dr. Moritz Späh, Fraunhofer IBP

11:30 Wärme, Luft und Akustik in Unterrichtsräumen – Ergebnisse einer Feldstudie in Nordrhein-Westfalen
Tobias Burgholz, Prof. Dr. Dirk Müller, Heinz Trox Wissenschafts gGmbH, Aachen

12:00 Gelebte Architektur entsteht durch Wertschätzung und Verständnis
Anke Hecker-Natt, Adolf-Reichwein-Bildungshaus, Freiburg;
Ulrich Becht, Stadt Freiburg;
Hans Bühler, campus GmbH, Reutlingen

Mittagspause

14:00 Verabschiedung der Teilnehmer, Ende der Veranstaltung

ENERGIEEFFIZIENTE BILDUNGSBAUTEN

Moderation:
Hans Erhorn,
Fraunhofer IBP

Mittwoch, 13. November 2019

Netzwerk Effizienzhaus Plus 1. Tag (15. öffentlicher Workshop)

- 15:00** Effizienzhaus Plus Bildungsbauten –
Neues aus der Forschungsinitiative
Miriam Hohfeld, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und
Raumforschung BBSR, Bonn
- 15:25** **Erfahrungsbericht zur Luise-Otto-Peters-Schule Hockenheim**
Fred Gallian, Eigenbetrieb Bau und Vermögen Rhein-Neckar-
Kreis, Sinsheim
- 15:50** **Planerisches Vorgehen und erste Erfahrungsberichte**
für die Gesamtanierung Gymnasium Neutraubling
Stephan Schwarzkönig, IB Scholz, Ingenieurbüro für
Technische Gebäudeausrüstung, Regensburg
- 16:05** **Erfahrungsbericht zum Beruflichen Schulzentrum (BSZ)**
Mühldorf am Inn
Elisabeth Boger, Landratsamt Mühldorf am Inn;
Andreas Reithmeier, aris – PartG mbB, Kraiburg am Inn
- Kaffeepause
- 17:00** **Erfahrungsbericht Grundschule Giebelstadt**
Werner Haase, Haase & Bey Architekten PartG mbB, Karlstadt
- 17:25** **Erfahrungsbericht Ersatzneubau Hochschule Ulm**
Milica Jeremic, Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Ulm
- 17:50** **Querauswertung Energieeffiziente Schulen**
Johann Reiß, Fraunhofer IBP

Abstracts
ab Seite 49

Veranstaltungsort:
Business-Bereich der
Mercedes-Benz Arena,
Sportforum

Zugangsplan
siehe Seite 6

Donnerstag, 14. November 2019

Netzwerk Effizienzhaus Plus 2. Tag, Weitere Highlights

- 9:00** **Kennwerte und Charakteristika von Campus-Projekten**
Heike Erhorn-Kluttig, Fraunhofer IBP
- 9:20** **EnergiePLUS-Studentenwohnheim CAMPO V, Stuttgart**
Prof. Dr. M. Norbert Fisch, Dr. Christian Kley,
EGS-plan Ingenieurgesellschaft, Stuttgart
- 9:40** **Leitfaden Kommunale Energieeffizienz-Netzwerke**
Hartmut Kämper, HEA, Berlin
- 10:00** **Effizienz und Suffizienz in Stuttgarter Schulen**
Dr. Jürgen Görres, Amt für Umweltschutz der Stadt Stuttgart
- 10:20** **Intracting zur Finanzierung von**
Energiespar-Maßnahmen an Hochschulen
Prof. Dr. Jens Knissel, Universität Kassel
- Kaffeepause
- 11:00** **Zukunftsfähiger Schulbau –**
Pädagogische Architektur im Plusenergiestandard
Sabine Djahanschah, Deutsche Bundestiftung Umwelt, Osnabrück
- 11:20** **Erzeugung und Nutzung von Direktstrom in Schulen –**
Betreibermodelle – Chancen durch Sektorkopplung
Dr. Harald Will, Fraunhofer IBP
- 11:40** **Erfahrungsbericht Campus Technische Universität**
Braunschweig – Auf dem Weg zur Klimaneutralität
Prof. Dr. M. Norbert Fisch, Thomas Wilken, TU Braunschweig
- 12:00** **Geschäfts- und Finanzierungsmodelle für die integrale**
Sanierung von öffentlichen Gebäuden
Dr. Rüdiger Lohse, KEA Baden-Württemberg, Karlsruhe;
Michael Pietzner, E1 Energiemanagement GmbH, Nürnberg

Mittagspause

- 14:00** Verabschiedung der Teilnehmer, Ende der Veranstaltung

DIGITALISIERUNG UND BUILDING INFORMATION MODELING – IST DER SCHULBAU IM WANDEL?

Prof. Dr. Katharina Klemt-Albert
Leibniz Universität Hannover
klemt-albert@icom.uni-hannover.de

Die Ansprüche an die moderne und zeitgemäße Schule steigen kontinuierlich an. Dies impliziert, dass auch erhöhte Anforderungen an Funktionalität, Flexibilität und Energieeffizienz der Schulgebäude gestellt werden, während gleichzeitig kaum ein Spielraum bei den Bau- und Betriebskosten sowie den (Um-)Bauzeiten vorhanden ist. Diese »Quadratur des Kreises« sorgt nicht zuletzt dafür, dass Schulbauprojekte vielerorts in den Schlagzeilen stehen. Hinzu kommt, dass im Gegensatz zur produzierenden Industrie, die Produktivitätssteigerung in der Baubranche über die letzten Jahrzehnte quasi stagniert ist. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand – und doch muss die Baubranche dringend damit beginnen, effizienter zu arbeiten. Die Digitalisierung und insbesondere die Einführung der digitalen Methode Building Information Modeling, kurz BIM, soll hier Abhilfe schaffen. Mit ihr steht die Baubranche tatsächlich vor einem zukunftsweisenden Umbruch. Mit dem richtigen Einsatz der BIM-Methode kann eine höhere Kosten- und Terminalsicherheit im gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks erzielt werden.

Die Einführung von mehrdimensionalen Datenmodellen in allen Lebenszyklusphasen eines Bauwerkes, von der Bestandsaufnahme bestehender Bauwerke über die Planung, Realisierung und das Betreiben, impliziert ein Umdenken in der Projektbearbeitung aller Akteure der Bauindustrie. Die intelligente Anwendung von BIM fördert die interdisziplinäre Zusammenarbeit und Kommunikation und führt zu einer erhöhten Planungsqualität, Termintreue und Kostensicherheit bei der Durchführung von Bauprojekten.

Das Institut für Baumanagement und Digitales Bauen der Leibniz Universität Hannover unter der Leitung von Prof. Dr. Katharina Klemt-Albert, fokussiert sich in Forschung und Lehre auf die Digitalisierung der Baubranche und die Methode Building Information Modeling.

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.

EINE FÜR ALLES – PASSENDE LÖSUNGEN FÜR DIE GESAMTE SCHULE

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Technische Universität München, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Valley

klaus.sedlbauer@ibp.fraunhofer.de

Erst vor Kurzem titelten die Medien »Immer mehr Einser-Abiturienten« und Kritik an einer »Noteninflation« kam auf. Aber die Ursache hierfür exakt zu erfassen ist schwierig. Vielleicht sind die Kinder nur zielstrebig geworden, oder doch auch intelligenter. Oder es zeigt sich das Ergebnis besserer Lernumgebungen. Hierzu trägt auch der nun sechste Kongress Zukunftsraum Schule bei. Die Themen reichen jedoch weiter und decken Bereiche von der Bildungsforschung über die Innenarchitektur bis hin zur Energieeffizienz der Gebäude ab. Denn die Wirkung von Gebäuden auf Mensch und Umwelt ist mannigfaltig. Letztendlich werden alle Sinnesorgane des Menschen durch Gebäude beeinflusst. Der Einfluss des Gebäudes auf die Umwelt ist im Wesentlichen durch den Energieverbrauch für den Gebäudebetrieb und die Herstellung der Bauprodukte für das Gebäude bestimmt. Der Gebäudesektor ist mit seinen CO₂-Emissionen einer der großen Einflussfaktoren für den Klimawandel und dieser wirkt durch eine zunehmende Anzahl an Extremwetterlagen wie Schneechaos im Winter und tropische Temperaturen im Sommer auf die Gebäude zurück, somit auch auf die Schulen. Durch Sehen (Lichtwirkung), Hören (Raumakustik, Schallschutz), Riechen (Raumluftqualität) bis zum Fühlen (Haptik der Raumausstattung) nimmt der Mensch seine Umwelt wahr.

Einige Aspekte, wie der Einfluss der Lüftungsrate bzw. des CO₂-Gehaltes der Raumluft auf die menschliche Leistungsfähigkeit, sind seit langem belegt. Neuere Erkenntnisse zeigen Abhängigkeiten von Kreativität und logischem Denken von der Beleuchtungsumgebung auf. Die Wirkung

der Raumumgebung auf die Gesundheit ist deutlich schwieriger zu erfassen. Alarmierend ist, dass mittlerweile jeder zweite Jugendliche allergisch sensibilisiert ist. Auch Übergewicht und Adipositas sind weiter auf hohem Niveau. Jedoch zeigt sich, dass eine bewegungsfreundliche Umgebung im Zusammenhang mit dem Sporttreiben von Kindern und Jugendlichen steht. Das heißt für Schulen, dass auch die Sport- und Turnhallen gut geplant und einer vielfältigen Nutzung offenstehen müssen.

Eine besondere Herausforderung für die Schulen wird das Thema Digitalisierung. Dies betrifft einerseits die Ausstattung der Schulen mit digitalen Medien, andererseits auch die Planung und den Betrieb der Schulen. Building Information Modeling (BIM) ist sicher die grundlegende Methodik, welche die Art des Bauens verändert. In Zukunft muss verstärkt die bauphysikalische Simulation der Wirkgrößen Anwendung finden, um passende Lösungen für alle Nutzungen und Anforderungen zu entwickeln. Die Begleitforschung im Rahmen der Entwicklung von Plusenergie-Gebäuden, wie beispielsweise der Stuttgarter Uhlandschule, zeigte, dass ein Monitoring der Gebäude- und Anlagentechnik zumindest in den ersten Betriebsjahren unerlässlich ist, um die gesamten Energieeffizienzpotenziale zu erschließen. Ein »digitaler Gebäudezwilling«, der die Planung mit dem Betrieb des Gebäudes abgleicht, wäre hier das Mittel der Wahl. Nachhaltige und Plusenergie-Gebäude können auch den Schülerinnen und Schülern zeigen, dass sich modernes Bauen und Klimaschutz nicht widersprechen.

INNENARCHITEKTUR – RAUM SCHAFFEN FÜR DEN EIGENEN WEG.

Andrea Männel

freischaffende Innenarchitektin, amae interiors, Berlin

Vorstandsmitglied Architektenkammer Berlin

amaeinteriors@gmail.com

Die Berufsbezeichnung Innenarchitekt sucht man bei öffentlichen Vergabeverfahren meist vergeblich. Ausgeschrieben sind Leistungen für Architekten, Landschaftsarchitekten und TGA- Fachplaner. Das mag für eine Vielzahl an Bauten der öffentlichen Hand auf den ersten Blick plausibel erscheinen. Vor allem für die Komplexität der Planungsaufgaben im Bereich der Bildungsbauten ist der Ausschluss eines nutzerorientierten Berufsstandes allerdings denkbar fragwürdig.

Innenarchitektur umfasst, wie landläufig manchmal immer noch angenommen, nicht nur den Innenausbau oder die Bemusterung der Ausstattung. Neben der Einrichtung und Ausstattung von Neubauten sind Aus- und Umbauten, Einrichtung und die Ausstattung von Gebäuden im Bestand sowie räumliche Erweiterungen und Ergänzungen vorhandener Objekte, auch Umnutzungen mit Nutzungsänderungen, Modernisierungen, Sanierungen, Entkernungen und Revitalisierungen Teil der Fachexpertise. Das physische, psychische und soziale Wohlbefinden der Nutzer steht dabei immer im Mittelpunkt.

Dieser Blick für das große Ganze mit einem Fokus auf die umfangreichen diffizilen Details für die Lernorte der Zukunft ist ein Mehrwert, der bis dato bei öffentlichen Bildungsbauten nicht wahrgenommen wird. Privatwirtschaftlich haben dagegen viele Unternehmen schon erkannt, dass eine gelungene Innenarchitektur ein Mitgarant für konzentriertes, effektives Arbeiten sowie eine hohe Nutzerzufriedenheit ist. Die Unterschiedlichkeit der Auftraggeber schließt sich dabei nicht aus: Eine frühe



Beteiligung eines Innenarchitekten spart gerade im Hinblick auf die Betriebsausgaben bares Geld. Auf jede Anforderung des Nutzers gibt es viele planerische Antworten, die auch Einfluss auf die Architektur haben können. Zu empfehlen ist es daher, den Innenarchitekten bereits in die Vorüberlegungen einzubeziehen. Sowohl in der Konzeption als auch im Rohbau können nachfolgende Ausbaugewerke vorbereitet werden, was sowohl die Ausführungsqualität, die Termineinhaltung als auch die Wirtschaftlichkeit fördert. Die Fehler- und damit Ausbesserungsquote sinkt, das Verhältnis von reiner zu ggf. nutzbarer Verkehrsfläche kann verbessert werden und viele weitere Faktoren wie beispielsweise Akustik, Brandschutz, Barrierefreiheit, Ergonomie, Nachhaltigkeit und Ökologie finden schon früh eine ganzheitliche Berücksichtigung in der Planung eines zukunftsfähigen Gebäudes.

Vor allem aber muss auch der ideelle Wert passgenauer Ergebnisse sowie der Aneignung der umgebenden Architektur durch den Nutzer hervorgehoben werden. Bildungsbau ist – von der Außenhülle des Gebäudes bis zur Oberfläche des Schreibtisches – gebaute gesellschaftliche Verantwortung. Gerech wird man dieser mit einer partnerschaftlichen, partizipativen und ganzheitlichen Planung. Anders werden wir es nicht schaffen, das zu fördern, was wir fordern: ein gemeinsames Leitbild, das sich an Individualität und inklusiver Pädagogik orientiert.



BILDUNG IM WANDEL – HERAUSFORDERUNGEN AN DAS SYSTEM UND DIE AKTEURE

Prof. Dr. Kai Maaz

DIPF – Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation, Frankfurt am Main
maaz@dipf.de

Schule ist mehr als ein Bildungsraum für Kinder und Jugendliche. In der Schule verbringen junge Menschen einen Großteil ihrer Zeit mit unterschiedlichsten Aktivitäten. Schule ist Lebensraum, der immer wieder neu gestaltet und gelebt werden muss. Nach dem allgemeinbildenden Schulabschluss prägen andere Institutionen wie die Berufsschule oder die Hochschule die Lebenswelt der heranwachsenden Menschen. Alle Institutionen, in denen gelernt werden soll, von der frühen Bildung bis zur Bildung im Erwachsenenalter, sind einem permanenten Wandel ausgesetzt. Gesellschaftliche Veränderungen, technologische Entwicklungen und nicht vorhersehbare Ereignisse fordern das Bildungssystem ständig heraus, sich weiterzuentwickeln. Vor dem Hintergrund dieser Veränderungen sollen im Vortrag zentrale Entwicklungslinien im Bildungssystem beleuchtet werden. Hierzu zählen unter anderem der anhaltende Trend zu höherer Bildung, die Zusammensetzung der Lernenden in Bildungseinrichtungen, die für die Entwicklung positive wie hemmende Wirkungen haben kann, anhaltende Disparitäten zwischen Bildungsbenachteiligten und Leistungsspitze oder unterschiedliche Entwicklungsperspektiven von Bildungsregionen. Vor dem Hintergrund werden abschließend Herausforderungen für die Weiterentwicklung des Bildungssystems abgeleitet und diskutiert.

SCHULWEGE SICHER UND GESUND GESTALTEN

Alexander Seeger

Unfallkasse Baden-Württemberg (UKBW), Stuttgart

alexander.seeger@ukbw.de

Der Schulweg – Ein Alltag mit Gefahren

Bundesweit wurden den gesetzlichen Unfallversicherungsträgern im Jahr 2017 insgesamt 1 321 925 Unfälle gemeldet. Auf dem Schulweg ereigneten sich 109 375 Unfälle, bei 58 191 handelte es sich um Straßenverkehrsunfälle (26 199 mit dem Fahrrad, 10 081 mit PKW, 5405 zu Fuß, 3871 mit einem motorisierten Zweirad, 3117 im/am Schulbus). Insgesamt 33 Unfälle endeten tödlich. Knapp jeder dritte Weg von Kindern unter zehn Jahren ist ein Fußweg. Später erweitern sie ihren Aktionsradius durch die Nutzung von Fahrrädern sowie den öffentlichen Personennahverkehr und den eigenen PKW. Je nach Alter lauern unterschiedliche Gefahren auf dem Schulweg. Grund genug, Schulwege sicher und gesund zu gestalten.

Zusammenarbeit ist gefragt

Die Schulwegsituation kann nur dann besser werden, wenn alle Betroffenen zusammenarbeiten. Dazu gehören Schulleiterinnen und Schulleiter oder von ihnen beauftragte Lehrer, Eltern, Schulträger, Polizei, Straßenverkehrsbehörden, Verkehrssicherheitsbeauftragte, Straßenbaubehörden und die örtliche Verkehrswacht. Kenntnisse über die Schulwege sind notwendig, um Problemstellen auf Schulwegen sinnvoll einzuschätzen und um später möglichst sichere Schulwege empfehlen zu können. Durch eine umfangreiche Situationsanalyse aller Beteiligten kann erreicht werden, dass Schulwege sicher und gesund gestaltet werden, Schulbuslinien sinnvoll und zweckmäßig fahren und Schulbus-haltstellen abseits von verkehrsreichen Straßen eingerichtet werden.

Lernort Schulweg

Das selbstständige Zurücklegen des Schulweges ist ein zentrales Element in der Entwicklung der eigenen Mobilität von Schülerinnen und Schülern. Sie müssen lernen, den Schulweg alleine, sicher und vorausschauend zu meistern, denn der Weg zur Schule ist mehr als das Zurücklegen von räumlichen Entfernungen. Schulwege sind Erlebnis-, Erfahrungs- und auch Lernwege. Egal, ob zu Fuß, mit Inline-Skates, Kickboards, Rollern oder mit dem Fahrrad, Schülerinnen und Schüler entwickeln im aktiven Tun und Handeln verschiedene Kompetenzen, wie z. B. das räumliche und periphere Sehen oder die Wahrnehmung von Entfernung, Zeit und Geschwindigkeit. Aber auch die sozialen Aspekte werden gefördert, denn die Schulwege sind wichtige Begegnungsmöglichkeiten mit Gleichgesinnten und auch vielen anderen Verkehrsteilnehmenden.

Bewegung tut gut

Kinder und Jugendliche, die zu Fuß zur Schule gehen oder mit dem Fahrrad fahren, fördern ihre eigene Gesundheit und der Schulweg leistet direkt einen großen Beitrag zur täglichen Bewegungszeit. Außerdem ist der Schulweg zu Fuß und mit dem Rad eine umweltfreundliche Alternative zur Fahrt mit dem Auto im »Elterntaxi« und die Gefahr durch ein erhöhtes Verkehrsaufkommen an den Schulen wird deutlich reduziert.

Illusion Multitasking

Das Handy gehört auf dem Schulweg in die Schultasche. Ein Handy hat im Straßenverkehr nichts zu suchen, es lenkt einfach viel zu sehr ab. ■

SAUBERE SCHULEN BRAUCHEN SAUBERE PLANUNG – ÜBER DIE SAUBERKEIT UND IHRE WIRKUNG IN SCHULEN

Irina Pericin Häfliger

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Winterthur (Schweiz)

pina@zhaw.ch

Was bringt Sauberkeit in Schulanlagen? Es ist allgemein bekannt, dass sich Sauberkeit und Ordnung positiv auf das Lern-, Lehr- und Arbeitsklima auswirken. Weiter weiß man, dass Schmutz mehr Schmutz anzieht und somit saubere Umgebungen sauberer bleiben.

Die aktuellen Entwicklungen in und von Schulen weisen darauf hin, dass das Erreichen einer adäquaten Sauberkeit vor neuen Herausforderungen steht. Die Entwicklung hin zu Ganztageschulen führt zu einer Zunahme der Nutzungsintensität und -variabilität in Schulgebäuden. Die Räume werden analog zur Arbeitswelt offener. Innen- und Außenräume werden vermehrt verbunden, alles Indizien für eine Zunahme der Schmutzmenge in Schulanlagen. Gleichzeitig werden Gelder für die Schulhausreinigung gekürzt. Bei öffentlichen Beschaffungen entsteht ein Preiskampf der Reinigungsdienstleister. Es stellt sich auf Grund der geschilderten Tendenzen die Frage, wie Schulleitungen, Reinigungsverantwortliche und deren Kostenträger in heutigen und künftigen Schulanlagen eine anforderungsgerechte Sauberkeit und Hygiene gewährleisten können.

Die Zusammenhänge zwischen Raum, Nutzung, Budget und Reinigungsleistung brauchen sowohl in der Planungs- als auch in der Nutzungsphase entsprechende Achtsamkeit. Konkret geht es aus baulicher Sicht beispielsweise um die Integration angemessener Reinigungsräume und Schmutzschleusen, die zur Reduktion der Reinigungskosten führen. Aus organisatorischer Sicht beeinflussen vor allem ein realistisches Zeitbudget, die partnerschaftliche Zusammenarbeit der Reinigungskräfte mit dem Lehr- und Betreuungspersonal oder die Partizipation der Schülerinnen und Schülern in der Reinigung die Sauberkeit positiv. Die Beachtung der Reinigungsaspekte in Gebäudeplanung und Schulbetrieb setzt also Potenzial für saubere und erfolgreiche Schulen frei. ■

NACHHALTIGKEIT IM SCHULBAU: AUF DEM WEG ZUM NEUEN NORMAL

Dr. Anna Braune
Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) e.V., Stuttgart
A.Braune@dgnb.de

Klimaschutz und Komfort, Schadstofffreiheit und gute Innenraumluft, Förderung der Biodiversität und maßvoller Einsatz von Gebäudetechnik, hohe Aufenthaltsqualität und hohe Flexibilität – und das zu vergleichbaren Baukosten. Der DGNB e.V. will das Bauen und Betreiben von Gebäuden zugunsten hoher Nachhaltigkeitsqualität verändern. Dafür qualifiziert sie Menschen in Nachhaltigkeitsthemen, bezieht politisch Stellung, arbeitet mit ihren 1200 Mitgliedsorganisationen an der Transformation des Bau- und Immobiliensektors und zeichnet Gebäude und Quartiere aus, die besondere Nachhaltigkeitsqualitäten erreicht haben. Mit dem DGNB-Zertifikat für Bildungsbauten sind bisher 22 Projekte ausgezeichnet worden: Kindergärten, Schulen, Weiterbildungseinrichtungen sowie Universitätsgebäude. Dr. Anna Braune, Leiterin Forschung und Entwicklung der DGNB, erläutert die Wirkweise des DGNB-Systems und die zur Bewertung hinzugezogenen Nachhaltigkeitsaspekte anhand von Beispielen.

Die Wirkweise des Systems lässt sich mit den Begriffen Unabhängigkeit, Ganzheitlichkeit, Aktualität und kontinuierliche Qualitätssicherung beschreiben. Ganzheitlichkeit der Betrachtung bedeutet für die DGNB von Anfang bis zum Ende des Lebenszyklus der Gebäude zu optimieren, und zwar hinsichtlich ökologischer, sozialer und wirtschaftlicher Aspekte. Ein auf Nachhaltigkeit ausgerichtetes Bauen bedeutet nicht nur den Einsatz neuartiger und wiederverwertbarer Baumaterialien, sondern auch das Senken des Energiebedarfs oder das Vermeiden hoher Transportkosten durch die bewusste Entscheidung für regionale Bauteile und -stoffe. Der Nutzer soll sich in den Bauten wohlfühlen: Das beginnt beim Design und geht über zu wohltemperierten Räumen, der bestmöglichen Raumluft bis hin zur idealen Beleuchtung und Schalldämmung. Aber auch barrierefreie Planung ist mit Blick auf die Nachhaltigkeit wichtig. ■

DIGITALPAKT SCHULE – CHANCE FÜR MEHR SICHERHEIT

Michael Wiese
Bosch Sicherheitssysteme GmbH, Stuttgart
Michael.Wiese@de.bosch.com

Der Bund unterstützt mit dem «DigitalPakt Schule» die Länder und Gemeinden (Gemeindeverbände) bei Investitionen in die Ausstattung mit IT-Systemen für die Digitalisierung der Schulen. Seit dem 19. Mai 2019 werden über einen Zeitraum von fünf Jahren insgesamt fünf Milliarden Euro bereitgestellt, um dem gesamtstaatlichen Interesse gerecht zu werden, eine zukunftstaugliche digitale Bildungsinfrastruktur zu schaffen. Rund 43 000 allgemeinbildende und berufliche Schulen in Deutschland sehen dem Aufbau bzw. der Verbesserung der digitalen Vernetzung z. B. durch Serverlösungen, schulisches WLAN sowie der Weiterentwicklung digitaler Lehr-Lern-Infrastrukturen entgegen.

Im Beitrag wird erläutert, welche Chancen und Möglichkeiten das Thema Digitalisierung in Form von technischer Netzinfrastruktur dem Aspekt der Sicherheit an Schulen durch Notfall- und Gefahrenreaktionssystemen (NGRS) eröffnet. Neben dem Aufzeigen von Synergien- und Kompensationseffekten werden mehrere Projekte zum Thema Sicherheit an Schulen und Nutzung bestehender Netzinfrastrukturen vorgestellt. ■

SCHADSTOFFSANIERUNG: PRAKTISCHE ERFAHRUNGEN UND PASSENDE LÖSUNGEN

Dr. rer. nat. Jörg Meyer, Christian Gahle
Sprint Sanierung GmbH, Köln
christian.gahle@sprint.de

Seit über 25 Jahren ist der Einsatz von Asbest verboten. Dennoch ist der krebserregende Faserstoff nach wie vor in vielen (Schul-)Gebäuden verbaut und stellt bei Umbau- oder Abrissarbeiten sowie nach einem Brand- oder Wasserschaden ein massives Problem dar. Und Asbest findet sich in mehr Bauteilen, als allgemein bekannt. Bei einem entsprechenden Verdacht oder Fund müssen geeignete Sofort- und Sicherungsmaßnahmen ergriffen werden: persönliche Schutzausrüstung, Gefahrenbereiche, Schleusen etc. Bei der Beurteilung kann zunächst zwischen schwach- und stark gebundenem Asbest unterschieden werden. Die dann erforderlichen Schutzmaßnahmen unterscheiden sich gravierend. Beispielsweise werden asbesthaltige Fliesenkleber und Bodenbeläge mit dem neuen, emissionsarmen BT-40-Verfahren entfernt. Andere Sanierungsaufgaben erfordern hingegen eine weitaus höhere Sicherheitsstufe. Am Ende steht in jedem Fall der Nachweis des Sanierungserfolges.

Weitere Gefahrstoffe, die im Gebäude verborgen sind, können Dioxine, Naphthalin oder PCB sein, sowie biologische Gefahren wie Bakterien oder Schimmel. Hier nicht direkt in Aktionismus zu verfallen, sondern ein planvolles Sanierungskonzept aufzustellen, das insbesondere die Schadstoffquelle und die Ursachen (plötzlicher) Emissionen berücksichtigt, ist in solchen Situationen der Weg zum langfristigen Erfolg der Maßnahme. Im Einzelfall kann das auch bedeuten, dass entsprechende, leistungsstarke Luftreinigungs- oder Filtersysteme oder provisorische, einkapselnde Maßnahmen den Beginn der Sanierung bis zu einem zumutbaren Zeitraum überbrücken, beispielsweise bis entsprechende Budgets bereitgestellt bzw. Freigaben von Versicherungen erteilt werden – oder bis zum Ende des Schuljahres, um den Betrieb störungsarm aufrechtzuerhalten.

BIM UND DIGITALISIERUNG FÜR BESTANDSGEBÄUDE

Christian Wetzel
Voxelgrid GmbH, München
C.Wetzel@voxelgrid.com

Building Information Modeling (BIM) kann ohne die entsprechenden Daten nicht funktionieren. Aber gerade im Bestand fehlen in 95 Prozent aller Fälle zuverlässige Planungsunterlagen. Ohne die ist jedoch nicht nur kein BIM möglich, sondern auch keine vernünftige Bewirtschaftung von Immobilien wie Schulen. Um hier Abhilfe zu schaffen, bedarf es selbstverständlich Hightech – aber die Lösung muss in der Praxis zugleich einfach und schnell anwendbar sein. Das Münchner Start-up VOXELGRID GmbH hat ein Verfahren entwickelt und zum Patent angemeldet, das komplexe Methoden, wie LIDAR, Fotogrammetrie, Deep Learning und Hyperspektralanalyse einsetzt, um zunächst einfach die Fassaden- und Dachflächen sowie die Nutzflächen von Bestandsgebäuden mit minimalem Aufwand zu erfassen. Und zwar bis zu 10 000 Quadratmeter BGF pro Tag. Damit verfügen Kommunen über die Informationen, die sie beispielsweise für die Ausschreibung und Kalkulation von Modernisierungsmaßnahmen benötigen.

SANIERUNG ODER RÜCKBAU? SCHADSTOFF- UNTERSUCHUNGEN ALS ENTSCHEIDUNGSGRUNDLAGE

Dr. Christian Scherer

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Valley

christian.scherer@ibp.fraunhofer.de

Viele Schulgebäude, insbesondere aus den späten 1960er bis frühen 1980er Jahren, stehen inzwischen zu einer grundlegenden Sanierung und Erweiterung an. Aus Sicht der Nutzer und der Sachaufwandsträger stehen bei einer Sanierungsentscheidung Brandschutz, Wärmedämmung, Barrierefreiheit, Kapazitätserweiterung und Anpassung an neue Unterrichtskonzepte meist im Vordergrund.

In vielen dieser Gebäude sind noch Bauprodukte eingebaut, die nach dem heutigen Wissensstand gesundheitlich bedenklich und/oder umweltschädlich sein können. Für die Sachaufwandsträger und im kommunalen Bereich insbesondere für die politisch verantwortlichen Stadt- und Gemeinderäte stellt sich die Frage, ob der Neubau kostengünstiger ist als eine grundlegende Sanierung. Für eine so weitreichende Entscheidung muss eine belastbare Grundlage geschaffen werden. Gerade für das Erkennen von Gebäudeschadstoffen ist eine gründliche Erkundung unumgänglich, sollen im späteren Verlauf der Sanierung Verzögerungen, Stilllegungen der Baustelle und natürlich Preissteigerungen vermieden werden. Vielen mit öffentlichen Bauten befassten Personen sind diese Zusammenhänge nicht ausreichend präsent, den politisch Verantwortlichen sind die für eine Schadstofferkundung anfallenden Kosten oft nur sehr schwer zu vermitteln. Die Schulleitungen empfinden Schadstofferkundungen, die nicht immer nur in den Ferien durchgeführt werden können, als störend für den Unterrichtsablauf und befürchten eine Verunsicherung der Eltern und Lehrer. ▶

Trotzdem sind Schadstofferkundungen im Vorfeld einer Entscheidung über die Sanierung oder den Rückbau von Schulgebäuden unerlässlich, denn abhängig von den Untersuchungsergebnissen

- muss bei der Ausschreibung auf eine entsprechende Qualifikation der Betriebe geachtet werden,
- sind sowohl beim Rückbau als auch bei der Sanierung die Arbeitsschutzmaßnahmen auszulegen,
- können die Entsorgungswege der ausgebauten Materialien unterschiedlich sein,
- können belastete Bereiche bei der Sanierungsplanung berücksichtigt werden und
- müssen zusätzliche Player in den Planungs- und Bauprozess mit einbezogen werden.

Sind all diese Details bekannt, können der Sachaufwandsträger und die politisch Verantwortlichen eine kundige Entscheidung über das weitere Vorgehen treffen und diese auch fundiert begründen. ■

UNERWARTETE SCHADSTOFFE IN PROVISORIEN: ERGEBNISSE UND EMPFEHLUNGEN

Dr. Andrea Burdack-Freitag

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Valley

andrea.burdack-freitag@ibp.fraunhofer.de

Bei der Sanierung von Schulgebäuden und Kindergärten oder zur Überbrückung bei Raummangel greifen öffentliche Träger gerne auf Container-Lösungen (Provisorien) zurück. Diese lassen sich in Modulbauweise flexibel und schnell an die notwendigen Raumanforderungen anpassen und erfüllen standardmäßig die Anforderungen an Brandschutz, Klimatisierung und Dimensionierung. Bei der Ausschreibung werden zwar die Leitlinien für öffentliche Gebäude beachtet, jedoch gibt es keine explizite Anpassung an den Sonderfall Container. Sie unterscheiden sich von normalen Gebäuden in den verwendeten Materialien. Während in normalen Kindergarten-Gebäuden mineralische Baustoffe und Holz zum Einsatz kommen, bestehen Container in Leichtbauweise aus innen gedämmten Blechwänden, Bodenaufbauten aus Holzwerkstoffen mit Kunststoffbelägen sowie akustisch gedämmten Decken. Alle verwendeten Materialien müssen die Feuerwiderstandsklasse F30/EI30 (»feuerhemmend«) erfüllen. Dies erfolgt durch Ausrüstung mit zulässigem Flammschutzmittel auf organischer (halogen- oder phosphorhaltig) oder anorganischer (Metallhydroxide, Stickstoff-, Borverbindungen) Basis. Deren Einsatzkonzentrationen in den jeweiligen Baumaterialien sind geregelt. Das DIBt erstellte zwar Regeln für reaktive Brandschutzbeschichtungen, über deren tatsächliches Emissionsverhalten im Innenraum ist wenig bekannt. ▶

Die Unkenntnis darüber führte in einem konkreten Schadensfall zu Beschwerden. Während der mehrjährigen Sanierungsphase eines öffentlichen Kindergartens wurde die Betreuungseinrichtung in einen temporären Containerbau ausgelagert. Nach Freigabe und Inbetriebnahme im Winter gab es zunächst keine Beanstandungen. Im Laufe des aufziehenden wärmeren Wetters im Frühling und später im Jahr bei sonnigem Herbstwetters traten temporär Klagen über eine schlechte Luftqualität und unangenehme Gerüche auf. Im Sommer traten die Beschwerden weniger auf, da regelmäßig gelüftet wurde. Der Träger veranlasste daraufhin eine Innenraumluftmessung. Als ursächlicher Schadstoff wurde in der Innenraumluft das Flammschutzmittel Triethylphosphat (TEP) in auffällig hohen Konzentrationen identifiziert. Für diesen Stoff existierten zum gegebenen Zeitpunkt keine Innenraumluftwerte. Die ermittelten Raumluftkonzentrationen lagen um den Faktor 100 über dem Orientierungswert der AGÖF, der statistisch aus den Messungen in Gebäuden abgeleitet wurde. Eine Auswertung der wissenschaftlichen Literatur der Jahre 2010 bis 2018 ergab, dass von einzelnen Ausnahmen abgesehen, die TEP-Konzentrationen in Innenräumen ebenfalls mehrere Größenordnungen unter den gemessenen Konzentrationen liegen. Zum Zeitpunkt der Raumluftmessung gab es noch keinen Hinweis auf das verantwortliche Baumaterial. Daher wurde eine Schadstoffbegehung mit Entnahme potenziell relevanter Baumaterialien veranlasst. Die entnommenen Materialproben wurden im Labor auf die Freisetzung von TEP untersucht. Die Quelle ließ sich lokalisieren; Maßnahmen zur Minderung der Belastung der Nutzer wurden getroffen. ■

BARRIEREFREIHEIT VON BAUELEMENTEN: FORSCHUNGSERGEBNISSE ZUR BEWERTUNG VON FENSTERN UND TÜREN

Knut Junge
ift Rosenheim GmbH, Rosenheim
k.junge@ift-rosenheim.de

Die Bedeutung des barrierefreien Bauens nimmt stetig zu, nicht zuletzt, da es sich dabei nunmehr um eine rechtliche Verpflichtung handelt und die Zahl der Betroffenen jährlich steigt. Derzeit leben in Deutschland über 7,8 Millionen schwerbehinderte Menschen, zwei Prozent davon sind Jugendliche unter 18 Jahren, sowie eine Vielzahl von Menschen mit temporären Einschränkungen, beispielsweise in Folge eines Unfalls. Aus diesem Grund muss im Neubau und bei genehmigungspflichtigen Sanierungen die baurechtlich eingeführte Norm DIN 18040-2 eingehalten werden. Diese enthält für Türen eine Vielzahl von konkreten Regelungen. Für Fenster gibt es hingegen nur rudimentäre Vorgaben und insgesamt wenige Hinweise zur praktischen Umsetzung. Planer und Hersteller müssen in der Praxis jedoch Kompromisse entwickeln und dabei unterschiedliche, mitunter gegenläufige Faktoren berücksichtigen.

Um dieses baupraktische Problem zu lösen, hat das ift Rosenheim 2018 ein Forschungsprojekt durchgeführt. Ziel war die Erarbeitung konstruktiver Lösungen, um die Anforderungen an die Funktion, die Gebrauchstauglichkeit und die Schutzziele der DIN 18040 in Abhängigkeit von der Nutzergruppe gleichermaßen zu erfüllen. Denn es ist ein großer Unterschied, ob Türen und Fenster in einer Wohngemeinschaft junger Rollstuhlfahrer, in Blindenwohnstätten oder in einer Schule eingesetzt werden. ▶

Hier ist eine situative Planung, Ausschreibung und Ausführung der Bauelemente sinnvoll, um das Optimum für die jeweilige Nutzergruppe zu erreichen. Auf Basis von Praxisuntersuchungen und Befragungen von Betroffenen wurden Kenngrößen entwickelt, mit denen sich die Handhabung und Sicherheit von Fenstern und Türen bewerten und klassifizieren lassen. Ein neu entwickelter Bedienkraftsimulator ermöglicht die realistische Ermittlung der aufzuwendenden Kräfte beim Öffnen und Schließen.

Zudem wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens ein Messverfahren entwickelt, welches die objektive Klassifizierung von Schwellen anhand ihrer Überrollbarkeit ermöglicht. Dies erlaubt wiederum einen direkten Vergleich unterschiedlicher Schwellensysteme. Darüber hinaus können die Klassen bereits bei der Planung und Ausschreibung herangezogen werden. ■

QUALITÄT DER SCHULVERPFLEGUNG – AUCH EINE FRAGE DES RAUMES!

Prof. Ulrike Arens-Azevedo,
Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e. V., Bonn
ulrike.arens-azevedo@haw-hamburg.de

Die Verpflegung in Schulen ist für Kinder und Jugendliche inzwischen zu einer wichtigen Säule der täglichen Ernährung geworden, denn in Ganztagschulen muss ein Mittagessen angeboten werden. Rund 8,4 Millionen Schülerinnen und Schüler besuchten im Schuljahr 2016/2017 allgemeinbildende Schulen (Destatis 2018) und mehr als drei Millionen von ihnen nehmen am Ganztagsunterricht teil (KMK 2018). Der Anteil der Ganztagschulen (derzeit 18 358 Verwaltungseinheiten) hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen, einzelne Bundesländer wie Berlin und Hamburg haben inzwischen ihr Schulsystem voll umfänglich auf den Ganztagsbetrieb umgestellt.

Wer sich ganztägig in der Schule aufhält, muss sich dort ausgewogen ernähren können, ungeachtet des jeweiligen sozialen Status. Denn abwechslungsreiche, vollwertige Mahlzeiten leisten einen wesentlichen Beitrag zur Gesundheitsförderung und -erhaltung von Schülerinnen und Schülern. Die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit wird erhöht, Konzentration und Aufmerksamkeit unterstützt. Gleichzeitig kann so über mehrere Jahre ein gesundheitsförderliches Ernährungsverhalten eingeübt und Esskultur erlernt werden. Dies gelingt umso besser, je passgenauer die Verpflegung in das pädagogische Konzept der Schule eingebunden ist.



Der Einfluss der Räume und der Raumgestaltung auf die Akzeptanz des Angebots ist groß. Dies konnte schon im Abschlussbericht zur Qualität der Schulverpflegung 2015 gezeigt werden. Dabei sind die Bewertungen der Räume durch Schulleitungen und Schüler ähnlich ausgefallen. Negativ fielen vor allem die fehlende Gemütlichkeit und der hohe Lärmpegel in den Mensen auf. Auch, dass keine Rückzugsmöglichkeiten und keine getrennten Bereiche für ältere Schüler vorhanden waren, wurde kritisch gesehen. Letztlich haben selbst die Anordnung der Ausgabe und damit verbunden die Präsentation der Speisen einen Einfluss auf die Wahrnehmung der Qualität des Angebots. So sind beispielsweise Free-Flow-Anlagen, die eine freie Komponentenwahl ermöglichen, deutlich günstiger einzuschätzen, verlangen aber viel Platz und entsprechende Bewegungsflächen.

Soll die Mensa bzw. das Schulrestaurant zu einem Lieblingsort werden, müssen hinsichtlich der Möblierung und Ausstattung entsprechende Investitionen erfolgen. Ein Schwerpunkt hierbei ist sicherlich die Reduzierung von Lärm. Darüber hinaus müssen weitere technische Rahmenbedingungen erfüllt werden. Hier den geeigneten Mix zu finden, ist nicht einfach und erfordert Fingerspitzengefühl, ganz besonders dann, wenn die Schülerinnen und Schüler an der Gestaltung der Räume beteiligt werden sollen.



NEUE SCHULEN: VIELFÄLTIG, LEBENDIG, LEBENSWERT – EVANGELISCHE GEMEINSCHAFTSSCHULE IN KARLSRUHE

Ingmar Menzer, wulf architekten gmbh, Stuttgart

Friederike Heidland, Schulstiftung der Evangelischen Landeskirche in Baden,

Evangelische Fachschulen für Sozialpädagogik gGmbH, Karlsruhe

info@wulfarchitekten.com

Schulen sind ein Ort der gelebten Erfahrung und prägen diejenigen, die unsere Zukunft sind. Schülerinnen und Schüler sollen sich dort wohl und wie in einem zweiten Zuhause fühlen. Schule muss ein lebenswerter Ort sein!

Schulgebäude können gute Pädagogik unterstützen – oder auch verhindern. Als Architekten haben wir die Aufgabe, mit unseren Schulgebäuden neue Lernformen zu ermöglichen, um Bildung und individuelles Lernen zu fördern.

Das bauliche Konzept der Evangelischen Gemeinschaftsschule in Karlsruhe, das wir gemeinsam mit der Lehrerschaft entwickelten, ist ein Konzept der Lernhausschule mit unterschiedlichen Lern- und Lebensbereichen. Ziel der Architektur ist es, bauliche Schwellen aufzulösen und damit die pädagogische Verzahnung von Theorie und Praxis mit ihren vielfältigen Lehr- und Lernszenarien zu ermöglichen. Anstelle eines herkömmlichen Klassenverbandes gibt es nach Thema und Lerntätigkeit organisierte Schülerverbände. Dieses Konzept prägt auch den etwas anderen Schulalltag. ▶

Die Aufgabe des neuen Gebäudes ist es, Offenheit und Flexibilität zu ermöglichen und gleichzeitig den Schülern eine Adresse und einen Ruhepol zu geben.

Der viergeschossige Neubau gliedert sich in zwei jeweils um ein Halbgeschoss versetzte Teile, in denen die Fachklassen und Lernbereiche untergebracht sind. Eine große offene Mitte mit Sitzstufen und vielfältigen Blickbeziehungen verbindet alle Schulbereiche und bildet als Treffpunkt, Verbindungsweg und Kommunikationszone das lebendige Herz der Schule. Daneben stehen den Schülerinnen und Schülern in ihren »Lernbüros« personalisierte Arbeitsplätze zur Verfügung.

Die Schule von morgen ist kein reiner Zweckbau mehr. Sie ist ein Kulturbau, der atmosphärische Behaglichkeit schafft und durch seine Architektur eine hohe Bildungsqualität ermöglicht. ■

IN DER ERSTEN REIHE LERNT MAN BESSER!? STUDIENERGEBNISSE IN VIRTUELLEN KLASSENZIMMERN

Dr. Friederike Blume
Universität Tübingen
friederike.blume@uni-tuebingen.de

Schülerinnen und Schüler mit Schwierigkeiten in der Selbstregulation werden häufig als unaufmerksam, überaktiv und impulsiv beschrieben (Barkley, 2013¹). Diese Verhaltensmerkmale beeinträchtigen das Lernen der Kinder und sorgen zudem für Unruhe in der Klasse. Dadurch wird möglicherweise auch das Lernen anderer Kinder beeinträchtigt. Lehrkräfte haben folglich zum Ziel, die Selbstregulation von Schülerinnen und Schülern zu unterstützen, um so das Lernen zu fördern. Dabei können sie auf eine Reihe von Maßnahmen zurückgreifen, welche sowohl externale als auch internale Regulationsstrategien umfassen (DuPaul & Stoner, 2014²). Externale Strategien zielen darauf, die äußere Lernumgebung so zu gestalten, dass Selbstregulation erleichtert wird – beispielsweise durch die Anordnung der Tische in Reihen oder die gezielte Zuweisung von Sitzplätzen an bestimmte Schülerinnen oder Schüler (Mackowiak & Schramm, 2016³). Internale Strategien hingegen zielen auf die individuelle und dauerhafte Stärkung der Selbstregulation durch Trainingsprogramme, wie beispielsweise die Wenn-Dann-Pläne (Gawrilow, 2016⁴). Ob externale und internale Strategien das Lernen im Rahmen einer Unterrichtsstunde jedoch tatsächlich wirksam steigern, ist meist unklar, da entsprechende Untersuchungen fehlen. ▶

1 Barkley, R. A. (2013). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, self-regulation, and executive functioning. In K. D. Vohs & R. F. Baumeister (Eds.), *Handbook of self regulation: Research, theory, and applications* (2nd ed., pp. 551–563). New York, NY, USA: Guilford Press.

2 DuPaul, G. J., & Stoner, G. (2014). *ADHD in the Schools* (3rd ed.). New York, NY, USA: The Guilford Press.

3 Mackowiak, K., & Schramm, S. A. (2016). *ADHS und Schule*. (N. Grewe, H. Scheithauer, & W. Schubarth, Eds.). Stuttgart: Kohlhammer.

4 Gawrilow, C. (2016). *Lehrbuch ADHS*. München: Ernst Reinhardt, UTB.

Dieser Beitrag stellt Studien vor, die in virtuellen Klassenzimmern durchgeführt wurden. Sie untersuchten zum einen die Wirksamkeit und Wirkungsweise einer internalen Regulationsstrategie: die Zuweisung eines Sitzplatzes nahe der Lehrkraft. Die Ergebnisse zeigten, dass Schülerinnen und Schüler nahe der Lehrkraft im Allgemeinen besser lernten sowie, dass ein Sitzplatz nahe der Lehrkraft besonders bei Aufmerksamkeitsproblemen und ein Sitzplatz weiter entfernt bei Impulskontrollschwierigkeiten hilfreich sein könnte (Blume et al., 2019; Blume, Hirzel, Conzelmann, Ehlis, & Gawrilow, in preparation⁵). Des Weiteren untersuchten sie, ob eine Wenn-Dann-Plan-Intervention als externale Regulationsstrategie im Rahmen einer Unterrichtsstunde das Lernen fördern kann (Blume, Schwarz, & Gawrilow, in preparation). Die Ergebnisse legen nahe, dass dies eher nicht der Fall ist.

Praktische Implikationen dieser Ergebnisse für den Schulalltag werden diskutiert. ■

5 Blume, F., Göllner, R., Moeller, K., Dresler, T., Ehlis, A.-C., & Gawrilow, C. (2019). Do students learn better when seated close to the teacher? A virtual classroom study considering individual levels of inattention and hyperactivity-impulsivity. *Learning and Instruction*, 61, 138–147. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.10.004>

PERSPEKTIVEN FÜR EINE ZUKUNFTSORIENTIERTE RAUMGESTALTUNG

Prof. Dr. Richard Stang
Hochschule der Medien (HDM), Stuttgart
stang@hdm-stuttgart.de

E-Learning, Online-Lernen, mobiles Lernen – die digitalen Medien halten seit Jahren Einzug in die Klassenzimmer. Es wird von der Zukunft des Lernens gesprochen und von der Notwendigkeit durch veränderte didaktische Konzepte neue Zugänge bei der Unterstützung der Schülerinnen und Schüler bei deren Lernprozessen zu schaffen. Eine Perspektive rückt dabei allerdings meistens in den Hintergrund: Wie soll das »neue« Lernen räumlich verortet werden? Doch die Frage stellt sich grundsätzlich: Wie sollte pädagogische Arbeit räumlich situiert werden?

Die Gestaltung von Lernräumen – sowohl von Klassenräumen als auch von Lernzonen – erhält in Anbetracht verschiedener Lernzugänge auf Seiten der Lernenden und Lernmethoden auf Seiten der Lehrenden eine immer größere Relevanz bei der Raumgestaltung in Schulen. Ermöglichungsräume, die Freiräume zum Lernen eröffnen, müssen nicht nur räumlich, sondern auch pädagogisch gestaltet werden. Die Gestaltung von Lernraumsettings ist eben nicht nur Aufgabe im Rahmen von Planungsprozessen bei der Gestaltung von Räumen, sondern ein elementarer Bestandteil didaktischen Handelns in pädagogischen Prozessen.

In diesem Vortrag sollen die Herausforderungen vermessen und Perspektiven für eine zukunftsorientierte Raumgestaltung aufgezeigt werden.



LEHRERARBEITSPLÄTZE UND TEAMSTATIONEN – DAS ENDE DER »KÄFIGHALTUNG« IM LEHRERZIMMER

Egon Tegge
Schulberatung, Hamburg/Pforzheim
tegge@web.de

Mit der rasant zunehmenden Ganztagsbeschulung haben wir bundesweit ein zumeist wenig beachtetes Problem erhalten: Was bei einer Halbtagschule noch halbwegs funktionierte, indem die Lehrkraft um 13 Uhr nach Hause gehen konnte, führt bei Öffnungszeiten bis 16 Uhr oder auch noch länger zu einer permanenten sozialen und akustischen Reizüberflutung, wie man es negativ auch aus Studien zu Großraumbüros kennt. Komplementär dazu führt die mangelnde Trennung von beruflicher und privater Sphäre auch zu einer ungesunden Work-Life-Balance. Es fehlen in den Schulen für das pädagogische Personal einfach geeignete Lehrerarbeitsplätze und Rückzugsmöglichkeiten. Für die veränderte, teamorientierte Lehrerrolle braucht man außerdem entsprechende Teamstationen.

Das fordert indirekt auch die 2016 verschärfte Arbeitsstättenverordnung, indem sie entweder Büroräume oder solche Sozialräume vorschreibt, die »frei von Arbeit« sein müssten – ein klassisches Lehrerzimmer erfüllt diese Vorgabe mitnichten. Nur drücken sich die meisten Bundesländer und Schulträger vor den damit verbundenen zusätzlichen Kosten – allein Baden-Württemberg nimmt hier mit seinen neuen Schulbauförderrichtlinien eine lobenswerte Vorreiterrolle ein, allerdings gilt dies aktuell nur bei Neubau und großflächiger Sanierung.

Anhand der Einrichtung von festen Arbeitsplätzen in kleinen Mehrpersonbüros in einer Schule kann der Vortrag auch mittels empirischer Untersuchungen belegen, dass diese Einrichtung maßgeblich zu einer geringeren Burn-out-Gefährdung beiträgt, die zugleich die Teamarbeit fördert und damit auch zum deutlich verbesserten Wohlbefinden in der Schule führt.



CAFETERIA UND MENSA: WIRKUNG UND PLANUNG GUTER AKUSTIK

Alexander Dickschen

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

alexander.dickschen@ibp.fraunhofer.de

Cafeterien und Mensen dienen neben der Nahrungsaufnahme dazu, sich zu unterhalten und Erholung zu finden. Leider sind Gespräche dort oft nur schreiend möglich und von Erholung kann keine Rede sein. Es stellt sich die Frage, warum das so ist und was getan werden kann, um diese Räume akustisch attraktiver zu gestalten.

Die wichtigsten Störschallquellen für eigene Gespräche sind fremde Gespräche an anderen Tischen, deren Pegel in diesem Kontext relativ einfach vorhersagbar sind. Außerdem tragen die Lüftung und die Küchengeräte in offenen Essensausgaben zu erhöhten Schallpegeln im Raum bei. Die Stimmleistung der Sprechenden Personen wird abhängig vom Hintergrundgeräusch so gewählt, dass man gut verstanden werden kann. Sprechen viele Personen gleichzeitig, steigt die Stimmleistung (Lombard-Effekt).

In diesem Vortrag wird der Frage nachgegangen, wie Cafeterien und Mensen auf Basis der Erkenntnisse zur Sprachverständlichkeit bei Störgeräuschen und unter Berücksichtigung der Stimmleistung geplant werden können. Dazu dient ein einfaches Modell, das anhand von Sitzplatzanzahl, Raumvolumen und Nachhallzeit eine Pegelprognose für viele Raumtypen von Cafeterien und Mensen ermöglicht. Die errechneten Lärmpegel werden mit Messungen verglichen und Lärmpegeln typischer maximaler Stimmpegel gegenübergestellt. Damit erhält man eine genaue Vorstellung zur Sprachverständlichkeit und den akustischen Grenzen eines geplanten Raumes. Von den Ergebnissen ausgehend werden die Vorschläge der oft angewendeten Raumakustiknorm DIN 18041 für diese Räume hinterfragt.

OLD SCHOOL ODER NEW WORK? WARUM INNENARCHITEKTEN UND INNENARCHITEKTINNEN IN ZUKUNFT SCHULRÄUME PLANEN SOLLTEN

René Pier

Schienbein + Pier GbR Innenarchitekten, Stuttgart, bdia Baden-Württemberg, Stuttgart

RP@SP-ID.DE

Viele Schulen in Deutschland sind in einem katastrophalen Zustand. Geld vom Bund und den Ländern steht bereit, doch laut Aussage von Anja Karliczek MdB fehlt es an Planern, die die Sanierungen konzipieren und durchführen.

Nun ist Bauen im Bestand eine Kernaufgabe der Innenarchitektur, doch verschiedene Gründe hindern Innenarchitekten und Innenarchitektinnen daran, für die Sanierung von Schulen beauftragt zu werden. Der erste Teil des Vortrags handelt davon. Warum es aber so wichtig ist, Innenarchitekten und Innenarchitektinnen mit solchen Schulsanierungen zu beauftragen, darum geht es im zweiten Teil.

Als Fazit hoffe ich, mit diesem Vortrag dazu beizutragen, dass der Zugang zu Wettbewerben im Schulbau für Innenarchitekten und Innenarchitektinnen gewährt wird und Städte und Gemeinden ein Gespür dafür gewinnen, dass Innenarchitekten und Innenarchitektinnen geeignete Partner sind, die besseren Räume für Lernende und Lehrende entwickeln zu können.

Die Unternehmen in Deutschland setzen auf die Erkenntnisse von »New Work« aber auch in modernen Schulbauten und erst recht in Sanierungen ist davon nicht viel zu sehen. Unsere Zukunft hängt von der Innovationsfähigkeit der kommenden Generationen ab, es ist daher essenziell, dass Schulbauten agiles Denken und Co-Kreativität fördern.

PÄDAGOGIK, NACHHALTIGKEIT, DIGITALISIERUNG – ENTWICKLUNG EINES INNOVATIVEN BERUFSSCHULSTANDORTES IM INTEGRALEN PROZESS

Uwe Liestmann, Christian Pfefferling
Landkreis / Stadt Uelzen
christian.auerbach@conceptk.org

Der Landkreis Uelzen plant die Zusammenlegung der zwei Standorte der Berufsbildenden Schule I in Uelzen an einem Campus gemeinsam mit der dort bereits ansässigen Berufsschule II. Dafür wurden im Rahmen der »Leistungsphase 0« unter Integration der Nutzer, der Verwaltung, der Politik, von Fachberatern und anderen Beteiligten, begleitet von externer Moderation durch das Beratungsbüro »conceptk« aus Regensburg, ein ganzheitliches Planungskonzept entwickelt, das in ein Quartierskonzept zur Nachhaltigkeit und Verkehr eingebettet ist.

Besonderes Augenmerk wurde dabei auf nachhaltige Strukturen, die Entwicklung neuer pädagogischer Ansätze und die Integration digitaler Lern- und Arbeitsstrukturen gelegt. Das Projekt ist in der Entwicklungsphase abgeschlossen und wird im 4. Quartal 2019 als Generalplanerleistung in einer detaillierten Leistungsbeschreibung als VgV-Verfahren ausgeschrieben.



MITGESTALTUNG VON LERNRÄUMEN

Dr. Carola Gnadt
Humboldt-Gymnasium, Potsdam, Preisträger des Deutschen Schulpreises 2016
c.gnadt@de.humboldtgyim.de

Wachsende Schülerzahlen, in die Jahre gekommene Gebäude und dringender Sanierungsbedarf haben in Potsdam Anfang der 2000er Jahre die Notwendigkeit baulicher Maßnahmen im schulischen Kontext verstärkt. Das Humboldt-Gymnasium gehörte zu den Schulen, die einen Bedarf an Sanierung und an Erweiterung hatten. Zu kleine Räume in einem Altbau, der nicht als Schule geplant war, fehlende Rückzugs- oder Gruppenarbeitsräume, ein für unterschiedliche Altersgruppen wenig geeignetes Außengelände und ein für den Ganztagsbetrieb wenig förderliches Lernumfeld waren Umstände, mit denen die Schule kreativ umzugehen gelernt hatte. Und gerade deshalb war die Vorfreude auf bauliche Veränderungen groß.

Ausgehend von der These »Der Raum als dritter Lehrer« gelang es, Entscheidungsträger davon abzubringen, ein neues Gebäude zu errichten und dann als Schule zu nutzen. Von Beginn an sollte eine SCHULE, ein Haus des Lernens, geplant und gebaut werden, und zwar unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Lehrkräfte, der Schülerschaft und weiterer Nutzer und Nutzerinnen und unter Beachtung der schulischen Besonderheiten und des Schulprogramms. Anforderungen an individualisierten und heterogenen Unterricht sollten ebenso beachtet werden, wie wissenschaftliche Erkenntnisse über erfolgreiches und zeitgemäßes Lernen.

Da die Lernumgebung einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf Lernende, Lehrende und auf das Schulklima hat, sollte sie mit Aufmerksamkeit bedacht, gestaltet und gepflegt werden. Mängel im Bereich einer lernförderlichen Umgebung hat die Schule als Lernanlass verstanden und genutzt. Für jeden sichtbaren Problem wurden zum Unterrichtsgegenstand.



Ausgehend von einer (T)Raumplanung, zunächst getrennt durch Lehrkräfte, Schülerschaft und Elternvertretung, dann zusammengeführt in einer Zukunftswerkstatt, wurde das vorgesehene Raumprogramm des Brandenburger Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport mit Leben erfüllt. Flächen wurden berechnet und geplant, Probleme der Statik besprochen, die Inneneinrichtung von Räumen am PC erstellt, Entwürfe für die Schulhöfe einer Jury präsentiert, bauliche und künstlerische Elemente für den Innen- und Außenbereich hergestellt oder nachhaltige Nutzungsvarianten von Räumen erarbeitet. Außerdem war es nötig, durch vielfältige und kreative Maßnahmen Mittel für die Realisierung besonderer Ausstattungswünsche einzuwerben, Konzeptionen für die Bewerbung um Fördermittel zu entwickeln oder bei der Anlage des schulischen Gartens Mittel durch Baumpatenschaften einzusparen.

So wurde die Traumplanung immer weiter zur realen Planung und Gestaltung des schulischen Lebensraums. Wenn die Schulgemeinschaft an der Planung und Umsetzung beteiligt wird, führen Mitgestaltungsprozesse zu Achtsamkeit, zur Übernahme von Verantwortung und auch zum sorgsamem Umgang mit Geschaffenem. ■

einLEUCHTEND – LICHT FÜR LERNEN, KREATIVITÄT UND ZUSAMMENARBEIT

Prof. Dr. Anna Steidle
Hochschule für öffentliche Verwaltung und Finanzen, Ludwigsburg
Anna.Steidle@hs-ludwigsburg.de

Eine komfortable und leistungsförderliche Beleuchtung orientiert sich an den Ansprüchen und Bedürfnissen der Nutzer. An den Schulen sind das Schüler und Lehrer. Für Lichtplanung und -design ist es also erforderlich, die Wirkung von Licht auf ihr Erleben und Verhalten von Nutzern verstehen und vorhersagen zu können. Im Vortrag wird die psychologische Wirkung von Licht auf Lernen, Zusammenarbeiten und kreatives Denken in Schulen dargestellt. Diese entsteht dadurch, dass eine Lichtsituation unbewusst Assoziationen mit bestimmten Kognitionen, Emotionen, Bedürfnissen und Verhaltensweisen aktivieren kann, die ihrerseits Einfluss auf die Arbeitsleistung, Interaktionen mit anderen Personen, das Lernen und Denken ausüben. Anstatt kleinteilig einzelne Befunde und deren Wichtigkeit darzustellen, zielt der Vortrag darauf ab, die Bedeutung der Beleuchtung im Kontext komplexer Einflüsse der physikalischen, sozialen und mentalen Schulumgebungen zu vermitteln. ■

AKUSTISCHE GESTALTUNG VON UNTERRICHTSRÄUMEN

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

Die akustische Gestaltung von Unterrichtsräumen spielt eine entscheidende Rolle für die Wissensvermittlung in Schulen, die zum Großteil mit Sprache stattfindet. Dabei ist die Nachhallzeit in den Räumen ein wichtiger Einflussfaktor für eine gute Sprachverständlichkeit und damit für gute Unterrichtsbedingungen, aber nicht der einzige. Die Normung hat mit der DIN 18041 von 2016 Vorgaben für eine gute Hörbarkeit in Unterrichtsräumen durch Anforderungen an die Nachhallzeit formuliert. Sie enthält weiterhin Hinweise zum baulichen Schallschutz zwischen Räumen und Empfehlungen zum Hintergrundgeräusch in Unterrichtsräumen. Zum Bodenaufbau wird z. B. angemerkt, dass dieser geringe A-bewertete Gehschallpegel aufweisen soll.

Alle diese Hinweise sind darauf ausgerichtet, Störgeräusche zu minimieren und die Sprachverständlichkeit in Klassenzimmern zu maximieren. Dennoch sind nicht alle Zusammenhänge für eine gute Sprachverständlichkeit in Unterrichtsräumen in der Norm klar ersichtlich. Daher werden in diesem Beitrag die Einflussfaktoren dargestellt sowie die Erkenntnisse zu einer guten Sprachverständlichkeit und Unterrichtsvermittlung aus einer Vielzahl an Untersuchungen, auch aus dem Ausland, zusammengefasst.



WÄRME, LUFT UND AKUSTIK IN UNTERRICHTSRÄUMEN – ERGEBNISSE EINER FELDSTUDIE IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Tobias Burgholz, Prof. Dr. Dirk Müller
Heinz Trox Wissenschafts gGmbH, Aachen
tobias.burgholz@htx-wissenschaft.de

Unter den rund 35 000 allgemeinbildenden Schulen in Deutschland findet sich eine sehr große Bandbreite an unterschiedlich ausgestatteten und sanierten Schulgebäuden, die von denkmalgeschützten und umgewidmeten Klosteranlagen bis hin zu Neubauten im Passivhausstandard mit moderner Lüftungstechnik reichen. Alle Gebäude haben dabei die Aufgabe gemeinsam, eine dem Lernen und dem Lehren förderliche Umgebung bereitzustellen. Als besonders wichtige Voraussetzungen sind in diesem Zusammenhang gute Luftqualität und geeignete Raumakustik in den Klassenräumen anzusehen.

Um den aktuellen Status Quo an Schulen in NRW stichprobenartig zu beleuchten, fanden im Rahmen einer Feldstudie von April bis Juli 2019 an 23 Schulen in insgesamt 48 Klassenräumen in Aachen und Neukirchen-Vluyn messtechnische Untersuchungen statt. In jeder Klasse und in ausgewählten zusätzlichen Funktionsbereichen wurden während des Unterrichts Messungen zur Luftqualität, zum thermischen Komfort und zur Beleuchtung vorgenommen. Zusätzliche akustische Messungen nach Unterrichtsende ermöglichten, auch Größen wie die Nachhallzeit zu erfassen, die üblicherweise nicht während des Unterrichts messbar sind. Die Auswahl der Schulen repräsentierte sowohl sanierte als auch nicht sanierte Gebäude. Insbesondere waren Objekte gesucht, die bereits mit maschineller Lüftungstechnik ausgestattet sind.



EFFIZIENZHAUS PLUS-BILDUNGSBAUTEN – NEUES AUS DER FORSCHUNGSINITIATIVE

Miriam Hohfeld
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung BBSR, Bonn
Miriam.Hohfeld@BBR.Bund.de

Im Gegensatz zu Interventionsstudien, die ein festes Lüftungsverhalten vorgeben, wurden in dieser Studie ausschließlich die tatsächlich anzutreffenden Gegebenheiten unter üblichen Nutzungsbedingungen analysiert. Neben kontinuierlich aufgezeichneten physikalischen Messgrößen wie dem CO₂-Gehalt, der als Indikator für die Raumluftqualität verwendbar ist, erfasste man minütlich die Anzahl der anwesenden Schülerinnen und Schüler sowie Fenster- und Türöffnungen. Dadurch sind Defizite im Bereich der Luftqualität aufgrund von unzureichendem Luftqualitätsmanagement aufzudecken, die nicht nur die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit beeinträchtigen, sondern auch Fehlzeiten begünstigen und sich nachweislich negativ auf die Gesundheit von Schülerinnen und Schülern wie auch Lehrkräften auswirken.

Im Rahmen dieses Beitrags wird eine Auswahl der gewonnenen Ergebnisse in Bezug auf den angetroffenen Ist-Zustand im Bereich Luftqualität, thermischer Komfort, Raumakustik und Beleuchtung unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens in verschiedenartig belüfteten Klassenräumen vorgestellt. Insbesondere ist auf den Einfluss maschineller Lüftung auf die Messergebnisse eingegangen.

Seit 2011 fördert das Bundesbauministerium, jetzt Teil des Bundesministeriums des Innern für Bau und Heimat, die Entwicklung und Markteinführung des klimafreundlichen Gebäudestandards Effizienzhaus Plus. Solche Gebäude gewinnen über erneuerbare Energien in der Jahresbilanz mehr Energie, als sie verbrauchen. Das Plus an überschüssiger Energie kann an andere Gebäude abgegeben oder für alternative Zwecke genutzt werden.

Zentraler Bestandteil der Effizienzhaus Plus-Initiative ist die wissenschaftliche Begleitung, die Auswertung und der Vergleich von geförderten Modellvorhaben im Realbetrieb. Die in der Einzelbetrachtung gewonnenen Erkenntnisse sollen auf andere Vorhaben übertragen werden und so zu einer nachhaltigen Verbesserung technischer Komponenten und beim Zusammenspiel der eingesetzten Systeme beitragen.

Das Effizienzhaus Plus-Netzwerk unterstützt den transparenten Erfahrungsaustausch zwischen den Beteiligten und den zeitnahen Wissenstransfer aus der Forschung in die Praxis. Nach der wissenschaftlichen Untersuchung von Effizienzhaus Plus-Wohngebäuden stehen inzwischen Nichtwohngebäude – konkret Bildungsbauten – im Fokus des Interesses. Die Mehrzahl der mit Bundesmitteln geförderten Bildungsbauprojekte befindet sich aktuell in der Baudurchführung oder im Monitoring. Erste Erfahrungswerte aus den Modellprojekten werden vorgestellt und diskutiert.

Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung ist für die fachliche Umsetzung der Förderprogramme des BMI zu Effizienzhäusern Plus verantwortlich; das Fraunhofer IBP stellt die wissenschaftliche Querauswertung sicher.

ERFAHRUNGSBERICHT ZUR LOUISE-OTTO-PETERS-SCHULE HOCKENHEIM

Fred Gallian
Eigenbetrieb Bau und Vermögen Rhein-Neckar-Kreis, Sinsheim
Fred.Gallian@Rhein-Neckar-Kreis.de

Der Rhein-Neckar-Kreis betreibt in Hockenheim eine hauswirtschaftlich-sozialpädagogisch-pflegerische Schule für ca. 300 Schüler. Die Schule wurde im Jahr 2015 als Effizienzhaus Plus geplant und gebaut und im Juli 2017 zur Nutzung übergeben.

Im Workshop wird das technische Versorgungskonzept, die Gebäudetechnik, die Energieerzeugung und das Monitoring vorgestellt. Die Baukosten wurden in der Entwurfsphase nach EnEV (2014), Passivhaus und nach Effizienzhaus Plus ermittelt. Die wesentlichen Unterschiede der technischen Versorgungskonzepte mit den jeweiligen Baukosten werden erläutert.

Berichtet wird über die Erfahrungen der ersten beiden Jahre des Gebäudebetriebs, den technischen Betreuungsaufwand aus Sicht der Schule. Gezeigt werden die berechneten und tatsächlichen Energieverbräuche der Schule.



PLANERISCHES VORGEHEN UND ERSTE ERFAHRUNGSBERICHTE FÜR DIE GESAMTSANIERUNG GYMNASIUM NEUTRAUBLING

Stephan Schwarzkönig
IB Scholz, Ingenieurbüro für Technische Gebäudeausrüstung, Regensburg
schwarzkoenig@ibscholz.de

Das Gymnasium in Neutraubling ist für den Landkreis Regensburg eine sehr wichtige Institution, um eine hochwertige Ausbildung für die Jugend in der Region zu gewährleisten. Aus diesem Grund hat man sich dazu entschlossen, das in die Jahre gekommene Gebäude zu sanieren und zu erweitern. Die maßgeblichen Ziele hierbei sind neben der Vergrößerung der räumlichen Kapazitäten und der Anpassung des Unterrichtskonzeptes an die modernen Lehranforderungen auch eine Optimierung der hohen Energieverbräuche. Ferner wird die gesamte Neubau- und Sanierungsmaßnahme im laufenden Schulbetrieb durchgeführt.

Hierzu wurde im Vorfeld eine intensive Beratung unter Einbeziehung eines energetischen Projektsteuerers durchgeführt. Um für die Zukunft optimal vorbereitet zu sein wurde gemeinschaftlich entschieden, den Plusenergiestandard sowohl für den Neubau als auch die Sanierung umzusetzen. Maßgeblich dabei war auch die Berücksichtigung möglicher Fördergelder, um die entstehenden höheren Investitionskosten für den Landkreis auffangen zu können. Ebenso sollte das Augenmerk auf ein möglichst einfach gestaltetes System gelegt werden, welches im laufenden Unterhalt für den Betreiber handhabbar ist.



Das ausgewählte TGA- und Gebäudekonzept wurde hierzu gemeinsam mit der Technischen Universität Dresden im Vorfeld mittels einer thermischen Gebäudesimulation betrachtet, um die Auslegung und Eignung festzulegen und zu definieren, wie der Plusenergiestandard im Zusammenspiel aller Parteien erreicht werden kann. Bereits in diesem Stadium wurden regelungsseitige Optimierungen untersucht, um höhere TGA-Investitionskosten für Anlagenkomponenten zu vermeiden.

Nach der erfolgreichen Umsetzung des Neubaus wird aktuell durch das installierte Monitoring, welches gemeinsam mit der TU Dresden implementiert wurde, überprüft, inwiefern die Simulationsergebnisse in der Praxis umgesetzt werden und wie innerhalb kürzester Zeit der Plusenergiestandard als Planungsziel erreicht wird.



ERFAHRUNGSBERICHT ZUM BERUFLICHEN SCHULZENTRUM (BSZ) MÜHLendorf AM INN

Elisabeth Boger, Landratsamt Mühldorf am Inn

Andreas Reithmeier, aris – Anglhuber und Reithmeier Partnerschaftsges. mbB, Kraiburg am Inn
elisabeth.boger@lra-mue.de

Dem Landkreis Mühldorf mit seinen 31 Städten, Märkten und Gemeinden ist es als verantwortlicher Sachaufwandsträger für seine acht Schulen wichtig, den jeweiligen Schulfamilien optimale Lernbedingungen zu ermöglichen, indem die Schulstandorte ständig modernisiert werden. Im Fokus stehen dabei die hoch gesteckten Klimaschutzziele des Landkreises Mühldorf a. Inn, insbesondere auch bei dem Meilensteinprojekt »Teilabbruch und Neubau des Beruflichen Schulzentrums« in Mühldorf.

Der viergeschossige Neubau mit einer Gesamt-Hauptnutzfläche von ca. 6400 Quadratmeter beherbergt ein breit angelegtes Portfolio an Ausbildungsrichtungen (z. B. Bankkaufleute, Bäcker, medizinische Fachangestellte, Alten- und Kinderpflege etc.) mit sehr unterschiedlichen Anforderungen an die jeweilige Fachraumausstattung.

Die Gesamtmaßnahme wird in drei Bauabschnitten stufenweise bei laufendem Schulbetrieb realisiert. Insgesamt 1400 Schüler(innen) sowie rund 100 Lehrkräfte erhalten Lernbedingungen in einem Gebäude nach dem Standard »Energieeffizienzhaus Plus«. Dies gelingt mit einem innovativen Konzept aus aktiven und passiven Elementen zur Optimierung des Energieverbrauchs sowie der Bereitschaft zum Einsatz neuester Technologien. Die Grundlastabdeckung der Wärmeversorgung erfolgt über eine Sole-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit einem Eisspeicher (380 Kubikmeter) und Solarabsorbern.

Gefördert wird die Maßnahme »Effizienzhaus Plus« durch das Bundesinstitut für Bau, Stadt und Raumforschung (BBSR).

Bauherrenvertreter und Planer berichten über Ihre Erfahrungen von dieser komplexen Baustelle.



ERFAHRUNGSBERICHT GRUNDSCHULE GIEBELSTADT

Werner Haase
Haase & Bey Architekten PartG mbB, Karlstadt
werner.haase@arch-haase-karlstadt.de

Die Grundschule Giebelstadt wurde 1973/74 als Stahlbeton-Skelettbau errichtet und mit einer 400-kW-Elektroheizung beheizt. 2010/11 wurde die Bestandsschule einer Generalsanierung mit energetischer Sanierung unterzogen. Hierbei konnte durch Verbesserung die Effizienz des Gebäudes und der Technik inklusive Solaranlage (zwei Wärmepumpen mit je 22,5 kW Heizleistung bei 2 x 5 kW Stromaufnahme) erhöht sowie der Energieverbrauch deutlich reduziert werden.

Von Juni 2017 bis September 2018 wurde dieses Schulgebäude um den Bereich Mittagsbetreuung mit einem Buttorauminhalt von 357 Kubikmeter und einer Bruttogesamtfläche von 759 Quadratmeter in Holzständerbauweise in passivhausähnlicher Bauweise erweitert. Die Beheizung dieses Neubaubereiches erfolgt über zwei Luft-Wasser-Wärmepumpen mit jeweils 11,2 kW Nennleistung, Zieltemperatur ca. 15 °C. Bei »Wärmelieferung« 15 °C oder mehr aus Kollektor entfällt der vorgelagerte Wärmepumpenbetrieb. Eine nachgelagerte Wärmepumpe mit 17 kW Wärmeleistung liefert die Heiztemperatur für Deckensegel und Nacherwärmung der Lüftungsanlagen. Dies ergibt für die nachgelagerte Wärmepumpe einen sehr hohen COP. Im Sommer kann damit aktiv gekühlt werden. Ein Solardach mit einer PV-Anlage von 54,6 kWp Leistung versorgt das Objekt mit Eigenstrom. Der rechnerische Strombedarf beträgt ca. 34 500 kWh pro Jahr und der rechnerische PV-Ertrag ca. 34 800 kWh/a. Dies ergibt rechnerisch einen Überschuss von ca. 300 kWh pro Jahr. Die verarbeiteten Module werden jedoch ca. 45 000 kWh pro Jahr erzeugen, sodass ein deutlicher Stromüberschuss entstehen wird. Da das Schulgebäude im Bestand verstärkt vormittags und die Mittagsbetreuung im Erweiterungsbau vorwiegend nachmittags benutzt wird, kann ein sehr hoher Anteil des PV-Stromes eigenverwendet werden. ■

ERFAHRUNGSBERICHT ERSATZNEUBAU HOCHSCHULE ULM

Milica Jeremic
Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Ulm
milica.jeremic@vbv.bwl.de

Projektbeschreibung

Der Ersatzneubau der Hochschule Ulm befindet sich an der Albert-Einstein-Allee, östlich des vorhandenen Hochschulbauwerks, und bildet zusammen mit diesem den neuen Hochschulcampus auf dem Oberen Eselsberg. Das im Effizienzhaus Plus-Standard geplante Haus soll die Hochschulflächen im stark sanierungsbedürftigen Objekt in der Eberhardt-Finck-Straße in Ulm-Böfingen ersetzen. Das Gebäude dient der Lehre und Forschung mehrerer Institute der Hochschule Ulm und enthält Laborräume sowie Büro-, Besprechungs- und Seminarbereiche. Mit dem Effizienzhaus Plus-Standard entspricht der Bau den Vorgaben des Landes Baden-Württemberg, seinen Gebäudebestand bis 2050 klimaneutral zu gestalten.

Architektur

Der Neubau ist als kompaktes, quadratisches viergeschossiges Gebäude geplant und wird neben dem bestehenden Hochschulbau errichtet. Durch den zwischen Neu- und Altbau entstehenden gemeinsamen Freibereich werden die beiden Häuser zu einem Komplex verbunden. Der Baukörper wirkt durch seine klare Struktur. Unterschiedlich geformte Innenhöfe sorgen im inneren für Transparenz und führen die Geschosse optisch zusammen. Um die beiden Innenhöfe, die für Belichtung und Belüftung sorgen, gruppieren sich Laborflächen. Weiter um diesen Kern herum sind Büro und Seminarräume angeordnet, mit Aussicht auf die Albert-Einstein-Allee und die angrenzende Natur. ▶

Ein Werkstattbereich liegt im Untergeschoss an der Ostseite. Für das Haupteingangsareal ist eine variable Nutzung vorgesehen. Damit kann ohne zusätzliche Verkehrsfläche ein großzügiges Foyer geschaffen werden, der sich zum westlichen Innenhof hin orientiert. Eine Teilfläche des Flachdachs oberhalb der Labore wird als Versuchsfläche für die Hochschule ausgebaut. Das übrige Dach dient vollständig der Energiegewinnung mittels Photovoltaik.

Anlagentechnik

Die Wärme- und Kälteerzeugung für die Gebäudeheizung/-kühlung erfolgt über eine reversible Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit einer Leistung von $145 \text{ kW}_{\text{thermisch}}$ und $85 \text{ kW}_{\text{Kälte}}$. Je nach Bedarf und Angebot wird ganzjährig die Wärmequelle »Rücklauf Fernkältenetz« und vorrangig in der Kühlperiode die Abwärme aus der Raumkühlung genutzt. Die Abwärme der umliegenden Gebäude wird im Rücklauf des Fernkältenetzes als Wärmequelle zur Verfügung gestellt, dabei wird dem Kältenetz entsprechend Wärme entzogen. Durch den Einsatz einer reversiblen Wärmepumpe kann diese als Erzeuger sowohl zur Gebäudeheizung als auch zur Kühlung, dann als Kompressionskältemaschine, herangezogen werden. Die Spitzenlastabdeckung erfolgt über die anliegende Fernwärme. An die Wärmepumpe ist je ein Pufferspeicher

Wärme und Kälte mit jeweils 50 Kubikmetern angeschlossen. Die Wärmeübertragung an die verschiedenen Nutzungsbereiche erfolgt über Bauteilaktivierung, Flächenheizung, Heizkörper sowie über die Lüftungsanlage. Die Trinkwarmwasserbereitung für die Sanitärbereiche und Teeküchen geschieht dezentral mit Elektro-Durchlauferhitzern. Die Räume um die südliche Spange an der Außenfassade sowie die Werkstätten und Sanitärbereiche werden mechanisch belüftet. Alle übrigen Flächen werden natürlich über die Fenster mit Frischluft versorgt. Zwei zentrale Lüftungsanlagen sorgen für die mechanische Lüftung. Ein Gegenstrom-Wärmetauscher und ein Kreislaufverbundsystem ermöglichen eine effiziente Wärmerückgewinnung, indirekte Kühlung und die Nutzung der Lüftungsanlage als Rückkühlwerk für die Rückkühlung der reversiblen Wärmepumpe oder die freie Kühlung. Zur Deckung des Endenergiebedarfs des Gebäudes sind auf dem Neubau sowie auf dem Bestandsbau Hochleistungsmodule eingesetzt, die in einem flachen Winkel von etwa 10° aufgeständert und in Süd- und Süd-Ost-Richtung parallel zu den Dachkanten ausgerichtet werden. Die gesamte Anlage hat eine Größe von 1880 Quadratmetern und soll am Standort Ulm gemäß der Simulationsrechnung bei einer Leistung von 368 kWp einen Ertrag von $373\,229 \text{ kWh/a}$ liefern.

QUERAUSWERTUNG ENERGIEEFFIZIENTE SCHULEN

Johann Reiß, Hans Erhorn, Micha Illner
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart
johann.reiss@ibp.fraunhofer.de

Viele Schulgebäude in Deutschland befinden sich in einem sanierungsbedürftigen Zustand. Die Gebäude weisen einen hohen Energieverbrauch aus, sind abgenutzt und die räumlichen und hygienischen Bedingungen entsprechen nicht mehr dem heutigen Standard. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) förderte daher die Forschungsinitiative »Energieeffiziente Schulen – EnEff:Schule«. Es wurden in diesem Rahmen bundesweit energetisch ambitionierte Schulsanierungen und auch Schulneubauten umgesetzt. Von den zwölf Gebäuden erzielten acht das energetische Niveau einer Plusenergieschule und vier das einer 3-Liter-Haus-Schule. Die anspruchsvollen Energiekonzepte wurden von örtlich in der Nähe liegenden Forschungs- und Hochschulinstituten in Zusammenarbeit mit den für die Planung zuständigen Architekten und Anlagenplaner erstellt. Nach der Fertigstellung erfolgte in allen Schulen ein Monitoring über einen mindestens zweijährigen Zeitraum.

Die übergreifende Zusammenfassung der Ergebnisse aller Vorhaben erfolgte im Rahmen der Begleitforschung, die vom Fraunhofer IBP, der Hochschule München (HM) und dem Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) durchgeführt wurde. Die Vielzahl der Mess- und Befragungsergebnisse lässt eine umfangreiche Querauswertung zu, in der die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Konzepte aufgezeigt werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können von allen Akteuren, die sich mit dem Schulbau befassen, genutzt werden, um Schulen künftig so zu bauen oder zu sanieren, dass sie einerseits das energetische Niveau einer Plusenergie-Schule und damit die Anforderungen der Zukunft erfüllen und andererseits ein hohes Maß an Nutzerkomfort aufweisen.

KENNWERTE UND CHARAKTERISTIKA VON CAMPUS-PROJEKTEN

Heike Erhorn-Kluttig
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart
heike.erhorn-kluttig@ibp.fraunhofer.de

Im BMWi-Forschungsbereich »EnergieWendeBauen« wurden und werden eine größere Anzahl Projekte im Bereich Hochschul- und Technologie-Campus gefördert. Die Schwerpunkte in den Projekten sind unterschiedlich, beinhalten zumeist aber einen energetischen Masterplan, d. h. ein Energieversorgungskonzept für den Campus. Weitere oder alternative Projektinhalte sind energieeffiziente Einzelgebäude bzw. Gebäudesanierungen, Netzplanung für eine zentrale Nahwärme, die Betriebsoptimierung, Toolentwicklungen, Finanzierungsmethoden und Nutzersensibilisierung. Die Projektphasen reichen von Planung und Simulation über die Umsetzung bis zur Messung bzw. Evaluierung.

Innerhalb der wissenschaftlichen Begleitforschung »EnergieWendeBauen« führt das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP eine Querauswertung von dreizehn Campus-Projekten durch, in der die Campustypen, die Projektinhalte und -ergebnisse, die Organisationsstrukturen, Hemmnisse und Lösungsansätze, die Energieverbräuche vor und nach den Projekten, die angewendeten und entwickelten Planungstools und die eingesetzten Technologien in den Umsetzungsprojekten miteinander verglichen werden. Die Verdichtung arbeitet unter anderem energetische Benchmarks, erfolgsversprechende Organisationsstrukturen und mögliche Planungstools für die weitere energetische Optimierung an Hochschul- und Technologiestandorten heraus.

ENERGIEPLUS-STUDENTENWOHNHEIM CAMPO V

Prof. Dr. M. Norbert Fisch, Dr. Cristian Kley
EGSplan Ingenieurgesellschaft, Stuttgart
prof.fisch@egs-plan.de

Im Zentrum von Stuttgart-Vaihingen, nahe dem Campus Vaihingen der Universität Stuttgart, wurde im Dezember 2018 das Studentenwohnheim Campo V fertiggestellt. Das Bauunternehmen Wohnbau-Studio, Stuttgart, errichtete damit sein fünftes Studentenwohnheim und das erste seiner Art im Gebäudestandard EnergiePlus in Deutschland. Das Heim bietet Wohnraum für 126 Studenten in Form von Mikrowohnungen mit einer Wohnfläche von ca. 18 Quadratmetern pro Wohneinheit und einer Gesamtwohnfläche von 2644 Quadratmetern. Eine Wohnung besteht aus einem Schlaf-/Ess-/Wohnbereich (etwa 15 Quadratmeter) und einer vorgefertigten Bad-Zelle mit rund drei Quadratmetern.

Das energetische Ziel, einen Energieüberschuss zu erreichen (positive Netto-Jahresbilanz), wird im realen Betrieb durch eine wirtschaftlich abgestimmte Kombination aus reduziertem Energiebedarf und der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energiequellen angestrebt. Mit Hilfe einer gut gedämmten Gebäudehülle (KfW 40), einer nahezu vollständigen Dachbelegung mit Photovoltaik-Modulen (143 kWp), einer Lithium-Ionen-Batterie (100 kWh) und einer monovalenten elektrischen Wärmepumpe (155 kWth) produziert das Studentenwohnheim in der Jahresbilanz mehr PV-Strom (ca. 40 kWh/(m²a)), als es zur Wärmeversorgung (Heizung und Warmwasser) und zur Deckung des Nutzerstroms von gesamt etwa 36 kWh/(m²a) benötigt. Die Wärmeübergabe in den Wohnungen erfolgt mittels Fußbodenheizung bei einem niedrigen Temperatur-Niveau von max. 40 °C. Als Wärmequelle dienen 15 senkrechte Erdsonden mit einer Tiefe von je

rund 140 Metern. Aufgrund der beengten Grundstückfläche – typisch für innerstädtische Bauvorhaben – wurde ein Teil der Erdsonden unter dem Gebäude platziert. Für diese »überbauten Erdsonden« wurde eine neuartige magnetisch dotierte Baustoffsusension für die Verpressung verwendet. Dies erlaubt die Prüfung der Abdichtung während und nach dem Verpressungsvorgang und den Verzicht auf Revisionsschächte in der Bodenplatte.

Das relativ große Pufferspeicher-Volumen von rund 2200 Litern ermöglicht einen taktungsfreien Betrieb der Wärmepumpe und kann gleichzeitig zur Erhöhung des Eigenstrom-Nutzungsanteils der PV-Anlage genutzt werden (Energie-Management). Die Warmwasserbereitung erfolgt zentral über ein Speicherladesystem mit einem Volumen von rund 3200 Litern. Auch dieser Speicher kann zur Steigerung des Eigenstrom-Nutzungsanteils stromgeführt beladen werden. Beide Speicher sind zusätzlich mit elektrischen Heizstäben für eine redundante Wärmeversorgung ausgestattet. Im Sommer besteht die Möglichkeit, mittels passiver Kühlung über die Erdsonden bei einer Vorlauf-Temperatur um 18 °C die Wohnräume zu temperieren. Diese passive Kühlung dient gleichzeitig zur Regeneration der Erdsonden.

Das Projekt wird seit Fertigstellung bzw. Erstbezug über etwa zwei Jahre mit einem wissenschaftlichen Monitoring begleitet.

LEITFADEN KOMMUNALE ENERGIEEFFIZIENZ-NETZWERKE

Hartmut Kämper

HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e. V., Berlin

kaemper@hea.de

Ein inzwischen bewährtes Instrument zur Steigerung der Energieeffizienz in Unternehmen und Kommunen sind Energieeffizienz-Netzwerke. Sie tragen dazu bei, wirtschaftlich sinnvolle Energieeffizienz-Potenziale möglichst rasch zu erschließen. Sie basieren auf einem regelmäßigen und professionell moderierten Erfahrungsaustausch zwischen den Energieverantwortlichen der teilnehmenden Kommunen.

Ziel eines Energieeffizienz-Netzwerkes für Kommunen ist es, durch einen regelmäßigen und professionell moderierten Erfahrungsaustausch innerhalb einer Netzwerkgruppe Effizienzpotenziale zu erschließen – und zwar schneller und mit geringerem Einsatz von Ressourcen im Vergleich zu einer Vorgehensweise, bei der kein Austausch stattfindet. Mindestens sechs Kommunen, idealerweise aus einer Region, können ein Netzwerk bilden.

Das Netzwerk bietet Initialberatung, Entwicklung einer Strategie und eines Maßnahmenkatalogs zur Steigerung der Energieeffizienz in der Kommune sowie die Beantragung von Fördergeldern. Dazu über die gesamte Laufzeit professionelle Begleitung und Beratung bei allen energietechnischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Fragen der Energieeffizienz mit einer sinnvollen Priorisierung von Maßnahmen. In Kombination mit dem intensiven Erfahrungsaustausch und dem Know-how-Transfer können Netzwerke eine Fülle von Angeboten und Leistungen bündeln, die insbesondere von kleineren Kommunen alleine nicht zu »stemmen« wären, weder in Hinblick auf Fachwissen, Manpower noch auf die meist angespannte Finanzsituation. Umso wertvoller ist daher die Netzwerk-Arbeit mit strukturierten Abläufen, einem gemeinsamen Ziel und einer »Erfolgsgarantie«.

Die Netzwerkarbeit lässt sich in vier Phasen gliedern. In der Gewinnungsphase werden Teilnehmer für das Netzwerk akquiriert. In der anschließenden Initiierungsphase wird der Effizienzstatus der Teilnehmer erhoben und ein gemeinsames Netzwerkziel formuliert. In der Umsetzungsphase wird die eigentliche Netzwerkarbeit geleistet, die identifizierten Maßnahmen werden in den Kommunen mit Unterstützung qualifizierter Energieberater umgesetzt. Den Abschluss bildet das Monitoring, die erreichten Einsparungen werden ermittelt und im Rahmen einer Soll-Ist-Analyse mit den ursprünglichen Zielen verglichen. Erfahrungsgemäß übertreffen die Ergebnisse der Netzwerkarbeit die Erwartungen deutlich.

Die Arbeit im kommunalen Netzwerk wird mit einem attraktiven Förderprogramm im Rahmen der Kommunalrichtlinie unterstützt. Gefördert werden kommunale Netzwerke zu den Themenbereichen Energieeffizienz, Klimaschutz, Ressourceneffizienz sowie klimafreundliche Mobilität.

Die unmittelbar mit der Einrichtung und Umsetzung eines Energieeffizienz-Netzwerks verbundenen Kosten sind im Wesentlichen die Honorare, Reisekosten und sonstige Spesen für Moderation und Energieberatung, Kosten für die Organisation der regelmäßigen Netzwerktreffen sowie das Monitoring und die Ergebnisdarstellung des Netzwerk-Effizienzziels. Dem stehen die Erlöse, die eingesparten Energiekosten, aber auch die durch eine gute Öffentlichkeitsarbeit ausgelöste positive Reaktion der Öffentlichkeit gegenüber.

EFFIZIENZ UND SUFFIZIENZ IN STUTTGARTER SCHULEN

Dr. Jürgen Görres

Amt für Umweltschutz der Landeshauptstadt Stuttgart

Juergen.Goerres@stuttgart.de

Die Klimaschutzkonferenz von Paris hat als klaren Handlungsauftrag zur Erreichung des 1,5-Grad-Ziels formuliert, dass alle Länder ihre Anstrengungen für den Klimaschutz erheblich verstärken müssen. Stuttgart handelt hier bereits seit Jahren und hat nicht ohne Grund im Jahr 2016 ein Energiekonzept verabschiedet, das nicht nur für 2020 Ziele fixiert, sondern bereits damals die Vision »Klimaneutralität« integriert hat.

Bei dieser Zielsetzung spielen die Schulen im doppelten Sinne eine wichtige Rolle: Zum einen sind nahezu 80 Prozent der Gebäudefläche der Kommunen im Schulbereich angesiedelt. Zum anderen wird in den Schulen die jüngere Generation ausgebildet, deren Zukunft in entscheidendem Maß vom Gelingen der Energiewende beeinflusst wird. In der Bewegung »Fridays for future« wird dies nun auch klar zum Ausdruck gebracht.

Insofern müssen wir nun Antworten auf die Fragen finden, die uns bereits in der Vergangenheit umgetrieben haben: Wie werden wir unsere Gebäude klimaneutral betreiben? Welche baulichen Veränderungen müssen wir herbeiführen? Welchen Beitrag müssen die Nutzer der Gebäude leisten? Wie viel Komfort können wir uns noch leisten und mit was müssen wir zufrieden sein?



INTRACTING ZUR FINANZIERUNG VON ENERGIESPAR-MASSNAHMEN AN HOCHSCHULEN

Prof. Dr. Jens Knissel

Universität Kassel, Fachgebiet Technische Gebäudesanierung

knissel@uni-kassel.de

Intracting ist ein Finanzierungskonzept, bei dem Energiekosteneinsparungen, die sich nach der Umsetzung von Energiesparmaßnahmen an Gebäuden ergeben, auf eine gesonderte (Intracting-)Kostenstelle überwiesen und in neue Energiesparmaßnahmen reinvestiert werden. Der Kreislauf von Gutschriften der Energiekosteneinsparung und Reinvestieren verstärkt sich selbst und nach einer Anlaufphase stehen ausreichend Finanzmittel auf der Intracting-Kostenstelle zur Verfügung, um unabhängig von bestehenden Haushaltsplänen kontinuierliche energetische Verbesserungen an Gebäuden durchführen zu können. In Zeiten angespannter Haushalte und gleichzeitig hohen Zielen zur Nachhaltigkeit und CO₂-Einsparung kann Intracting ein interessantes Instrument für den Start einer zukunftsfähigen Entwicklung sein.

Um den Intracting-Kreislauf in Gang zu setzen, ist – neben dem politischen Willen – eine einmalige Anschubfinanzierung erforderlich. Zudem müssen die verwaltungsinternen Abläufe und Rückzahlungsmodalitäten vor dem Hintergrund der gesetzten Ziele, der verfügbaren Finanzmittel und dem jeweiligen Gebäudebestand sinnvoll ausgestaltet werden.

Das Forschungsprojekt Intracting an Hochschulen – IntrHo – zeigt Lösungen für die Umsetzung von Intracting an Hochschulen auf, analysiert den Einfluss unterschiedlicher Ausgestaltungsmöglichkeiten und entwickelt Werkzeuge für die Konzeption und Anwendung. Ergebnisse des Forschungsprojektes sowie die Einführung des Intracting-Ansatzes an der Universität Kassel werden in dem Vortrag schlagwortartig vorgestellt.



GESCHÄFTS- UND FINANZIERUNGSMODELLE FÜR DIE INTEGRALE SANIERUNG VON ÖFFENTLICHEN GEBÄUDEN

Dr. Rüdiger Lohse, KEA Baden-Württemberg, Karlsruhe;
Michael Pietzner, E1 Energiemanagement GmbH, Nürnberg
Ruediger.Lohse@kea-bw.de

Die Sanierung von öffentlichen Gebäuden kommt deutlich langsamer voran als dies für die Erreichung der 2030-Ziele der Bundesregierung notwendig ist: Die Sanierungsquote ist immer noch deutlich zu niedrig, und häufig werden Gebäudesanierungen nur nach dem Mindeststandard durchgeführt. In öffentlichen Verwaltungen zählen in erster Linie begrenzte finanzielle und personelle Ressourcen und auch eine gewisse Skepsis gegenüber den in Aussicht gestellten Energie- und Kosteneinsparungen zu den wesentlichen Hemmnissen. Im Rahmen eines BMWi-Forschungsprojektes (EDLIG – Energiedienstleistungen für die Integrale Gebäudesanierung) wurde gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern untersucht, wie durch den Einsatz von neuen Finanzierungs- und Geschäftsmodellen die Sanierungsquote und die Zielsetzungen der energetischen Sanierungen erhöht werden können.

Energiedienstleistungen, insbesondere Energieeinsparcontracting (ESC) bieten mit ihren Geschäftsmodellen öffentlicher Gebäudeeigentümer einen sehr guten Lösungsansatz, um trotz knapper Finanzmittel und Personalressourcen ihren Gebäudebestand zu sanieren und dabei auch energetisch zu ertüchtigen: Die Finanzierung der Investitionen erfolgt beim ESC aus den nachgewiesenen eingesparten Energiekosten, Planung, Bau und auch der Betrieb nach der Sanierung werden vom Energiedienstleister übernommen. Bei der Sanierung der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung werden eine ganze Reihe



von Synergien erschlossen, allerdings erhöht sich mit den hohen Investitionen auch das Risiko deutlich. Untersuchungen von rund zwanzig abgeschlossenen integralen energetischen Gebäudesanierungen der letzten Jahre zeigen, dass die prognostizierten Investitionsbudgets in der Regel deutlich überschritten und die Einsparungen in den meisten Fällen deutlich verfehlt wurden. Im Rahmen des Energieeinsparcontractings übernimmt der Energiedienstleister diese Risiken von den Bauherren. Hierzu wurden Qualitätssicherungsmaßnahmen erarbeitet, wie diese Risiken in der Planungs- und Ausführungsphase reduziert und kalkulierbar gemacht werden können.

Die Erkenntnisse wurden in einem ersten Projekt 2017/18 in die Praxis umgesetzt: Hierzu wurden insgesamt fünf Wohngebäude des Studierendenwerks Mannheim energetisch saniert, bei einem der Gebäude wurde die Gebäudehülle in den Sanierungsumfang einbezogen. Im Rahmen dieses ersten deutschen »integralen Einsparcontractings« garantiert der Energiedienstleister E1 sowohl die Höhe des Investitionsbudgets als auch die Höhe der Einsparungen. Nach Ablauf des ersten Jahres und Vorlage des ersten Energieeinsparnachweises wird nun das Projekt »Integrale Gebäudesanierung mit Energieeinsparcontracting im Studierendenwerk Mannheim« zum ersten Mal vorgestellt.



ZUKUNFTSFÄHIGER SCHULBAU – PÄDAGOGISCHE ARCHITEKTUR IM PLUSENERGIESTANDARD

Sabine Djahanschah

Deutsche Bundestiftung Umwelt (DBU), Osnabrück

S.Djahanschah@dbu.de

Im DBU-Modellvorhaben des Gymnasiums Diedorf konnten mit einem nachhaltigen Holzbau im Plusenergiestandard optimale architektonische, bauliche und technische Voraussetzungen für ein zukunftsfähiges Lern- und Lehrumfeld geschaffen werden. Wichtiger Schlüssel hierzu war ein integraler Planungsansatz, bei dem ein interdisziplinär zusammengesetztes Team bereits im frühen Planungsprozess innovative Lösungen erarbeitet.

Anstelle geschlossener Klassenzimmer hat sich das Lehrerkollegium in Diedorf für offene Lernräume und Methodenvielfalt entschieden. Das Gebäude mit rund 75 000 Kubikmetern Bruttorauminhalt gliedert sich in vier große kubische Baukörper, die aus zwei Klassentrakten, einem Trakt für Aula, Bibliothek und Mensa sowie einer Dreifach-Turnhalle bestehen. Die Klassenräume sind in Form sogenannter Cluster an einem Marktplatz angeordnet. Die Marktplätze erweitern mit einem breiten Angebot an Sitz- und Versammlungsmöglichkeiten die Aktionsräume für den Unterricht.

Um die Vorfertigung im Holzbau zu optimieren, wurde die präzise Elemententeilung in Hinblick auf das größtmögliche Transportmaß sowie alle wichtigen Elementstöße schon in der Ausschreibungsphase auf den Montageablauf abgestimmt. Für den Neubau wurde eine Holz-Beton-Verbunddeckenlösung mit einer neuartigen Kombination von Betondecken und Holzrippen entwickelt. Eine Ökobilanz stellte dann die hier realisierte Holzbauweise einer konventionellen Bauweise gegenüber. Das Ergebnis: Der Klimagasausstoß für die Errichtung des Gebäudes kann durch den Holzbau nahezu ausgeglichen werden. ▶

Das Energiekonzept vereint einen hervorragenden Dämmstandard, strömungsgünstige Lüftungsanlagen, effiziente Sonnenschutzlösungen, Wärme- und Kältespeicher sowie Wärmerückgewinnungseinheiten. Zur umfassenden Tageslichtnutzung wurden in die großen kubischen Baukörper Lichthöfe und Oberlichter integriert. Sowohl der spezifische Heizwärmebedarf mit 14 kWh/m²a, als auch der spezifische Primärenergiebedarf mit 55,3 kWh/m²NGFa ist modellhaft und wurde im Monitoring bestätigt. Die mögliche Erzeugung über PV-Anlagen auf den Dachflächen von 431 000 kWh pro Jahr kann damit den Bedarf von rund 346 000 kWh/a mit einem deutlichen Überschuss abdecken.

Eine gut geplante Lernumgebung kann Lärm, Konzentrationsstörungen und Ermüdungserscheinungen durch Überforderung vorbeugen. Bei der Auswahl der Bauprodukte wurde zusätzlich auf niedrige Immissionskonzentrationen geachtet. Nach Messergebnissen kann das Gymnasium als sehr schadstoffarmes Gebäude gemäß DIN EN 15251 eingestuft werden. Auch die ehrgeizigen Ziele im Bereich der Akustik wurden durch Messungen des Schallschutzes und der Nachhallzeit belegt: Die angestrebten Werte wurden durchweg erreicht, z. B. Nachhallzeit $T \leq 0,45$ s.

Das Projekt ist gut aufbereitet im Detailverlag als Bauband 1 »Schmuttertal-Gymnasium – Architektur – Pädagogik – Ressourcen« erschienen. ■

ERZEUGUNG UND NUTZUNG VON DIREKTSTROM IN SCHULEN – BETREIBERMODELLE – CHANCEN DURCH DIE SEKTORKOPPLUNG

Dr. Harald Will
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart
harald.will@ibp.fraunhofer.de

Die Nutzung von Photovoltaik (PV) als dezentralen Energieträger auf Dächern und in sehr viel geringerem Umfang an Fassaden von Bildungseinrichtungen wie Kitas, Horten, Schulen etc. stand zu Beginn der EEG-Förderung im Mittelpunkt des Interesses vieler Kommunen in Stadt und Land. Nach den ab 2011 stark gekürzten Vergütungssätzen ebte die »Solarwelle« auf Bildungsbauten jedoch stark ab, als das vorherrschende Dachpacht-Modell für kaum einen der beteiligten Akteure mehr wirtschaftlich blieb. Wesentliche Gründe waren dabei vergabe- und vor allem planungsrechtliche Vorgaben. Im Ergebnis konnten Photovoltaik-Anlagen auf Schulen nur deutlich teurer als auf Gewerbedächern errichtet und betrieben werden. Die resultierende fehlende Wirtschaftlichkeit verhinderte so die meisten aus technischer Sicht möglichen Projekte. Im Ergebnis waren in den letzten Jahren PV-Anlagen nur noch bei speziell geförderten Projekten realisierbar. Die Alternative, Dächer an Dritte zu verpachten, erwies sich ebenfalls als problematisch, da aus kommunaler Sicht erforderliche Ausschreibungen und Planungsvorgaben stark preistreibend für diese Dritten wirkten.

Nicht zuletzt die Klimastreiks von »Fridays for Future« und das im Gesetzgebungsprozess befindliche Klimagesetz verschaffen den Schulträgern nun wieder erweiterte Handlungsoptionen, da klar ist, dass die völkerrechtlich verbindlichen »Paris-Verpflichtungen« mit einer ausschließlich auf Kosten fokussierten Argumentation nicht erfüllt werden können.



Es bietet sich an, Solaranlagen als bewährte aktive Klima-Kompensationsmaßnahme auf Schuldächern wieder verstärkt zu installieren. Gerade Bildungsbauten sind von herausragender Bedeutung, um den Nachweis zu führen, dass es nur die Kombination von Energieeffizienz-Maßnahmen und dem Einsatz erneuerbarer Energie vor Ort ermöglicht, die beim Betrieb der Gebäude für Heizen, Kühlen und Lüften entstehenden CO₂-Emissionen auszugleichen (inkl. des Stromverbrauchs der Nutzer).

Die Leuchtturmprojekte des Fraunhofer IBP im Schulbau zeigen, dass Klimaneutralität erreicht werden kann, wenn die Potenziale auf Dächern und ggf. an Fassaden der Gebäude im Quartier und zum Teil auch auf Nachbargebäuden konsequent und systematisch erschlossen werden. Damit die Schulträger jedoch in PV investieren können, benötigen sie neue Betreibermodelle. In diesem Vortrag soll untersucht und gezeigt werden, welche an die aktuelle Gesetzgebung angepassten Betreibermodelle für die Solarnutzung auf Dächern von Bildungseinrichtungen zukünftig in Frage kommen, um regenerativen Strom und/oder Wärme rentabel vor Ort erzeugen zu können.



ERFAHRUNGSBERICHT CAMPUS TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG – AUF DEM WEG ZUR KLIMANEUTRALITÄT

Univ. Prof. Dr. M. Norbert Fisch, Thomas Wilken
Technische Universität Braunschweig
wilken@igs.bau.tu-bs.de

Der Campus als innerstädtisches Quartier, das ist der Maßstab für die Umsetzung von Klimaschutzziele an der TU Braunschweig. Mit Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft (BMWi) im Forschungsprojekt »EnEff Campus« wurden beispielhaft Planungs- und Optimierungsmethoden zur Verbesserung der Energieeffizienz von Stadtquartieren entwickelt und erprobt. Aufbauend auf einer validen Datenbasis für Flächen-, Energie-, Kosten-Kennzahlen etc. wurden Szenarien zur Reduzierung des Energieverbrauchs auf Gebäudeebene, zum rationellen Energieeinsatz und zur Nutzung erneuerbarer Energien auf dem Hochschulcampus unter ökologischen und ökonomischen Kriterien untersucht.

Die Basis für die Implementierung von Prozessen und Methoden sowie die Realisierung von konkreten Maßnahmen ist ein integraler energetischer Masterplan. Als Ziel ist unter anderem die Reduzierung von CO₂-Emissionen bis 2020 um 40 Prozent vorgesehen, was einer Verdoppelung der politischen Vorgaben entspricht. Bis 2050 soll dann eine nachhaltige Energieversorgung erreicht sein. Mit einem Konzept für die methodische Erfassung und Dokumentation von über 200 Gebäuden mit einer Nettogeschossfläche von ca. 400 000 Quadratmetern wurde der Bestand des der TU-Braunschweig-Campus abgebildet, sodass Sanierungskonzepte einschließlich der Skalierung auf die Quartiersebene entwickelt und Einsparpotenziale bewertbar sind.



In der wissenschaftlich begleiteten Umsetzung geht es vorrangig um Veranlassung hochwirtschaftlicher Maßnahmen, wie die Verbesserung der Flächeneffizienz, die Betriebsoptimierung sowie die Nutzermotivation und -information. Kostenintensive Sanierungen wie z. B. umfangreiche Dämmmaßnahmen rücken im Gebäudekontext in den Fokus.

Energieverbrauch Wärme und Strom

Die differenzierte gebäude-, flächen- und nutzungsspezifische Erfassung von Verbrauchsdaten bildet seit 2011 die Basis für den Nachweis von Einsparungen im Bereich Wärme und Strom. Bis 2018 konnten Wärme- und Stromverbrauch signifikant, jedoch nicht in dem geplanten Umfang gesenkt werden. Zum einen gab es durch Neubauten Flächenzuwachs, zum anderen stieg die Zahl von Mitarbeitern und Studenten deutlich an. Bezogen auf den klimarelevanten Indikator der CO₂-Emissionen ist ein Rückgang zu verzeichnen, der aktuell in 2019 durch den Ausbau der Photovoltaik von 80 auf annähernd 900 kWp forciert wird.

Die Entwicklung des TU-Campus ist samt seiner Einrichtungen über eine interaktive, online verfügbare Karte verfolgbar. Gleichzeitig erhöhen regelmäßige Wettbewerbe, wie die CO₂-Challenge zur Prämierung von Einsparungen auf Nutzerebene, sowie die eingeführte Energiebudgetierung, die Präsenz und sensibilisieren für das Thema. Die Ergebnisse zeigen, dass die Aktivitäten deutlich zu verstärken und die Anzahl der Maßnahmen zu erhöhen sind, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Ebenso wird deutlich, dass zur Evaluierung eine stetige Bewertung der Maßnahmen erforderlich ist.



Austeller

- Adapteo GmbH
- AEREX HaustechnikSysteme GmbH
- Akustik & Raum AG
- ASS-Einrichtungssysteme GmbH
- Bosch Sicherheitssysteme GmbH
- BPM Bau- und Projektmanagement Hartl GmbH
- CalCon Deutschland AG
- campus GmbH – Bauten für Bildung und Sport
- conceptk GmbH
- Festo Didactic SE
- HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e. V.
- Hohenloher Spezialmöbelwerk Schaffitzel GmbH & Co. KG
- HS Schwengels
- Karl Späh GmbH & Co. KG
- K. Westermann GmbH + Co. KG
- Liaver GmbH & Co. KG
- LTG Aktiengesellschaft
- nora systems GmbH
- ORG-DELTA GmbH
- ROCKWOOL Rockfon GmbH
- Rosenberg Ventilatoren GmbH
- Sprint Sanierung GmbH
- TROX GmbH
- Windmüller GmbH

- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e. V.
- Begleitforschungsteam »Effizienzhaus Plus«
des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI)
- Begleitforschungsteam »ENERGIEWENDEBAUEN«
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)

- Frankfurt
- Villingen-Schwenningen
- Olten, Schweiz
- Westhausen
- Stuttgart
- Pfarrkirchen
- München
- Reutlingen
- Regensburg
- Denkendorf
- Berlin
- Öhringen
- Westerstede/Ocholt
- Scheer
- Denkendorf
- Ilmenau
- Stuttgart
- Weinheim
- Reichenbach an der Fils
- Gladbeck
- Künzelsau-Gaisbach
- Köln
- Neukirchen-Vluyn
- Augustdorf

- Stuttgart

Temporär. Modular. Adapteo.

Adapteo gehört zu den leistungsfähigsten Anbietern von modularen Mietgebäuden in Europa. Vom kleinen Showroom bis zu mehrgeschossigen Gebäuden für Schule, Kita und Büro bietet Adapteo ein umfangreiches Programm an Mietsystemen und Serviceleistungen.

Adapteo.Hybrid Das energieeffiziente Modul

Das neue Holz-Stahl-Mietsystem ist energieeffizient und leicht zu montieren. Hohe Räume und Human Centric Lighting sorgen für ein Wohlfühlklima in Kitaräumen.

- Nachhaltiges und energieeffizientes Mietsystem
- Lichte Rauminnenhöhe von 2,75 m
- Aktuelle EnEV 2016
- Akustikdecken mit hochwertiger HCL-Beleuchtung

adapteo.de



Adapteo.



- Hoch wirksame Akustiklösungen, auch für große und hohe Räume
- Eignet sich hervorragend für den nachträglichen Einbau
- Optisch sehr ansprechende Akustiklösungen
- Full-Service, von Planung bis Montage



Gerahmte Baffeln



NEU: innovativer
5-in-1 Befestigungsclip

Rockfon® Universal™ Baffel
Rockfon® Industrial™ Baffel
Rockfon Humitec® Baffel

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 72 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 26 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,6 Milliarden Euro. Davon fallen 2,2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 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 bauphysikalischen Grundsätze in ihrer praktischen Anwendung bilden die Grundlage der Forschungs- und Entwicklungsarbeit des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP. Neben den klassischen Themen wie Akustik, Energieeffizienz, Raumklima, Hygiene und Sensorik, Baustoffrecycling sowie Hygrothermik forscht das Institut an einer großen Bandbreite an Vorhaben mit hoher gesellschaftlicher Relevanz. So geht es beispielsweise darum, Schulen oder Arbeitsräume integral zu konfigurieren, das Fliegen umweltfreundlicher zu gestalten 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, sind weitere Grundpfeiler unserer Arbeit. 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 fördern 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.

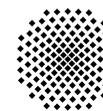
Das Fraunhofer IBP ist eine »Bauaufsichtlich anerkannte Stelle« für Prüfung, Überwachung und Zertifizierung von Bauprodukten und Bauarten in Deutschland und Europa. Vier Prüflabore des Instituts besitzen die flexible Akkreditierung nach DIN EN/ISO/IEC 17025 der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS). Damit sind sie berechtigt, neue Prüfverfahren zu entwickeln oder vorhandene zu modifizieren. Die akkreditierte Zertifizierungsstelle ist eine eigenständige Einheit innerhalb des Fraunhofer IBP und führt im Rahmen der Landesbauordnungen und des Bauproduktengesetzes oder der Bauverordnung Überwachungs- und Zertifizierungstätigkeiten für verschiedene Bauprodukte aus. Das betrifft Erzeugnisse aus den Bereichen Fenster, Wärmedämmung, Feuerstätten und Abgasanlagen.

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

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

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.



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, MedienWerkstatt, Weil der Stadt
Bildquellen	Titelseite: istockphoto – Randy Plett
Copyright	© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart 2019 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.