



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

# Zukunft bauen

Forschungsinitiative Zukunft Bau 2016



FORSCHUNGSINITIATIVE  
**Zukunft BAU**

# Impressum

## Herausgeber

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)  
Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin  
E-Mail: [service@bmub.bund.de](mailto:service@bmub.bund.de) · [www.bmub.bund.de](http://www.bmub.bund.de)

## Redaktion

BMUB, Referat B I 5, Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner, Dipl.-Ing. (FH) Andrea Pfeil  
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR),  
Referat II3 · Deichmanns Aue 31–37 · 53179 Bonn  
Dipl.-Ing. Architekt Guido Hagel

## Gestaltung

[www.avitamin.de](http://www.avitamin.de)

## Druck

Silber Druck oHG, Niestetal

## Bildnachweise

Siehe Seite 110 bis 111.

## Stand

Januar 2016

## 1. Auflage

3.000 Exemplare

## Bestellung dieser Publikation

Publikationsversand der Bundesregierung  
Postfach 48 10 09 · 18132 Rostock  
Tel.: 030 / 18 272 272 1 · Fax: 030 / 18 10 272 272 1  
E-Mail: [publikationen@bundesregierung.de](mailto:publikationen@bundesregierung.de)  
Internet: [www.bmub.bund.de/bestellformular](http://www.bmub.bund.de/bestellformular)

## Hinweis

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier.

# Inhalt

Inhalt. . . . .	3
Vorwort . . . . .	5
Das Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen – Folgen für die Bauforschung . . . . .	7
Baukostensenkungskommission – Strategien zur Kostensenkung . . . . .	10
Architekturqualität im kostengünstigen Wohnungsbau – Strategien für einen bezahlbaren und demografiefesten Wohnungsbau in Deutschland . . . . .	14
Aus der Praxis berichtet: Kostengünstiger Wohnungsbau in Berlin . . . . .	18
Best Practice – Soziale Faktoren nachhaltiger Architektur . . . . .	20
Klein, flexibel, bezahlbar: Innovationen für studentisches Wohnen . . . . .	24
Experimenteller Wohnungsbau „Ostersiepen“, Wuppertal . . . . .	26
Zehn Jahre Forschungsinitiative Zukunft Bau in Zahlen . . . . .	30
Die Forschungsinitiative Zukunft Bau als Seismograph und Ideengeber . . . . .	35
Zukunft Bau und seine Wissenslandschaft: Ein Streifzug . . . . .	36
Zukunft Bau – in zehn Jahren viel bewegt. . . . .	41
Fünf Jahre Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität – Deutschland baut klimaneutral . . . . .	44
Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers in Plus Energie Mehrfamilienhäusern . . . . .	50
Effizienzhaus Plus im Bildungsbau . . . . .	54
Technologieentwicklung leichter, flexibler Photovoltaikmodule auf der Basis von ETFE und CIGS-Foliensolarzellen für die Architektur . . . . .	58
Energetische Modernisierung und Restaurierung historisch wertvoller Stadtquartiere . . . . .	62
Verbesserung der Praxistauglichkeit der Baunormen . . . . .	66
Bewertungsmatrix für die Kostenplanung beim Abbruch und Bauen im Bestand . . . . .	70
Thermisch aktivierte Sandwichschwimmkörper für das Bauen auf dem Wasser . . . . .	74
Schallschutz bei Wärmedämm-Verbundsystemen . . . . .	78
Adaption der akustisch wirksamen Parameter von Textil- und Membransystemen zur Verbesserung bauakustischer Maßnahmen . . . . .	82
Entwicklung gewichtsoptimierter funktional gradiertter Elementdecken . . . . .	86

Fenstermaschine – Vorgefertigte Sanierfenster mit integrierter Technik . . . . .	91
Materialfeuchte-Monitoring an hochgedämmten Holzbauteilen des Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität . . . . .	94
Innovationsmanagement für bauausführende Unternehmen . . . . .	98
Innovationen in der Bauwirtschaft – Von der Idee zum Markt . . . . .	102
Publikationen der Forschungsinitiative Zukunft Bau . . . . .	106
Publikationen der Forschungsinitiative Zukunft Bau . . . . .	106
Forschungsinitiative Zukunft Bau 2016 . . . . .	110
Bildnachweise . . . . .	110

# Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die Bau- und Wohnungswirtschaft ist eine der größten volkswirtschaftlichen Branchen in Deutschland. Wie keine andere Branche nimmt sie Einfluss auf die relevanten gesellschaftspolitischen Themen unserer Zeit. Egal ob es um den Klimawandel oder die Energiewende geht, ob Flüchtlinge unterzubringen sind oder bezahlbarer Wohnraum in Ballungsräumen bereitzustellen ist, ob baukulturelle Qualitäten sichergestellt oder städtebauliche Ziele erreicht werden müssen: Die Bau- und Immobilienwirtschaft muss darauf Antworten geben, die auch langfristig Bestand haben.

Nachhaltiges Bauen ist keine leichte Aufgabe. Einerseits sollen hohe baukulturelle und umweltpolitische Ziele erfolgreich umgesetzt werden und andererseits muss dies kostengünstig und wirtschaftlich erfolgen. Dafür braucht man Innovationen: Neue Materialien, moderne Bauweisen, fortschrittliche Planungswerkzeuge und bessere Organisationsformen.

Seit dem Jahre 2006 unterstützt das Bundesbauministerium die Bau- und Wohnungswirtschaft bei Forschung, Entwicklung und Innovationen. Die Forschungsinitiative Zukunft Bau konzentriert sich dabei auf angewandte Forschung im Hochbaubereich. Sie unterstützt nicht nur den Erkenntniszuwachs bei den Unternehmen der Branche sondern auch den Wissenstransfer, um die klein- und mittelständisch geprägte Branche besonders wettbewerbsfähig zu machen. Seit dem Bestehen der Forschungsinitiative sind insgesamt über 850 Forschungsprojekte gefördert und dafür fast 100 Millionen Euro Bundesmittel neben anderen öffentlichen und privaten Forschungsgeldern eingesetzt worden.

Neben der Ressortforschung, die insbesondere aktuelle Gesetzesvorhaben und Politikfelder begleitet, unterstützt die Antragsforschung die Initiativen der Bau- und Wohnungswirtschaft. Darüber hinaus ist es uns gelungen, auch Modellvorhaben zu etablieren. So wurde mit entsprechenden Modellvorhaben der Baustandard „Effizienzhaus Plus“ entwickelt. Dabei geht es um Gebäude, die über das Jahr mehr Energie produzieren als sie verbrauchen. Ich konnte im Sommer 2015 das größte Plusenergiewohnhaus der Welt in Frankfurt am Main eröffnen. Es ist schon beeindruckend, wie umweltpolitische und architektonische Innovationen Hand in Hand gehen können. Große Hoffnungen setzen wir auch in die im November 2015 gestarteten Modellvorhaben zum nachhaltigen



Dr. Barbara Hendricks

gen Wohnen für Studierende und Auszubildende, die sogenannten „Variowohnungen“. Mit Fördermitteln in Höhe von 120 Millionen Euro aus dem Zukunftsinvestitionsprogramm der Bundesregierung wollen wir solche Wohnungen fördern und evaluieren. Wir erhoffen uns davon Erkenntnisse für das schnelle und wirtschaftliche Errichten von flexibel nutzbaren und nachhaltigen Kleinstwohnungen, die insbesondere für großstädtische Räume geeignet sind. Gerade im Bereich des modernen Wohnungsbaus müssen wir im Jahre 2016 und darüber hinaus alle Register ziehen, um nicht nur mindestens 350.000 Wohnungen pro Jahr fertigzustellen, sondern darüber hinaus auch in guter umweltpolitischer, sozialer und baukultureller Qualität.

Mit dem neuen Förderaufruf im Jahre 2016 werden wir die Forschungsschwerpunkte noch stärker auf den modernen Wohnungsbau ausrichten. Im Jahre 2016 stehen insgesamt Fördermittel in Höhe von 13,8 Millionen Euro zur Verfügung.

Die vorliegende Broschüre informiert Sie über wichtige Eckpunkte der Forschungsinitiative Zukunft Bau und ausgewählte Forschungsergebnisse. Besuchen Sie aber auch die Messen und Veranstaltungen auf denen die Forschungsinitiative Zukunft Bau weitere aktuelle Forschungsergebnisse präsentieren wird. Ich lade Sie herzlich ein, mit uns ins Gespräch zu kommen.

A handwritten signature in black ink that reads "Barbara Hendricks". The script is cursive and elegant.

Dr. Barbara Hendricks  
Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit



# Das Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen – Folgen für die Bauforschung

**Interview mit Staatssekretär Gunther Adler,  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit**

**Frage: Im März 2016 findet der Nationale Kongress statt, auf dem die Ergebnisse des Bündnisses für bezahlbares Wohnen und Bauen vorgestellt werden: Welche Aspekte des Bündnisses empfinden Sie rückblickend betrachtet als besonders?**

**Antwort:** Am 10. Juli 2014 hat Bundesbauministerin Dr. Barbara Hendricks, in Umsetzung des Koalitionsvertrages das „Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen“ ins Leben gerufen. Das Bündnis führt Wohnungs-, Bau- und Immobilienwirtschaft, Mieterbund, alle föderalen Ebenen (Vertreter der Bauministerkonferenz, kommunale Spitzenverbände) und alle gesellschaftlich relevanten Akteure in einem Dialog zusammen. Daraus resultierte einerseits ein sehr

heterogenes Feld an Beteiligten und Vorstellungen, was durchaus Herausforderungen mit sich brachte. Andererseits hatten wir dadurch aber auch eine sehr gute und breite fachliche Kompetenz. Das hat im Verlauf zu sehr spannenden Diskussionen und auch zu belastbaren Ergebnissen geführt.

Wenn ich zurückblicke, hat sich dann seit der Initiierung des Bündnisses im Sommer 2014 sehr viel getan. Von der Entwicklung der Idee bis hin zur Umsetzung einiger der Ergebnisse war es ein sehr spannender, arbeitsreicher, aber auch erfolgreicher Prozess.

Dieser Prozess ist mit Blick auf die gewaltigen Aufgaben, die vor uns stehen, auch notwendig. Der Bau von mindestens 350.000 Wohnungen pro Jahr muss gelingen, um die bestehende Wohnungsnachfrage besonders in den Ballungszentren zu befriedigen und gleichzeitig auch für anerkannte Asylbewerber angemessenen Wohnraum zur Verfügung zu stellen.

**Frage: Was würden Sie als die herausragenden Ergebnisse des Bündnisses bezeichnen?**

**Antwort:** Hervorzuheben ist zunächst einmal die Tatsache, dass im Spitzengespräch des Bündnisses Ende November alle Beteiligten den Gesamtprozess und die gute Atmosphäre der zahlreichen Gespräche als sehr positiv und konstruktiv gewürdigt haben. Im Ergebnis haben wir damit eine veränderte Kultur des Miteinanders erreicht, die wir auch brauchen, um dem dringend erforderlichen Wohnungsneubau weiteren Schub zu verschaffen. Die wohnungspolitischen Aufgaben werden nur im gemeinschaftlichen Miteinander zu lösen sein.

Als Endergebnisse aus dem gesamten Prozess liegen die Handlungsempfehlungen der Arbeitsgruppen, der Bericht der Baukostensenkungskommission und letzteres die wesentlichen Kernempfehlungen vor. Das sind drei sehr hochwertige und komprimierte Werke, die wichtige Vorschläge zu den Themen Baukostensenkung, Abbau von Hemmnissen, Baulandmobilisierung, finanzielle Anreize, Nachhaltigkeit und Stärkung der Investitionen in den Wohnungsbau beinhalten. Die aus Sicht des Bundes zentralen Maßnahmen hat Ministerin Hendricks auf Basis der Bündnis-Empfehlungen zu einer Wohnungsbau-Initiative mit zehn zentralen Punkten verdichtet.



Staatssekretär Gunther Adler, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit



Die Baukostensenkungskommission hat am 27. November 2015 ihren Bericht vorgelegt. Die Bundesbauministerin Dr. Barbara Hendricks hat die Kernempfehlung der Kommission in ihre Wohnungsbauoffensive aufgenommen.

Eine ganze Reihe von Anliegen des Bündnisses sind übrigens bereits vom Gesetzgeber aufgegriffen und umgesetzt worden. Ich nenne nur die Stichworte verbilligte Abgabe von Konversionsflächen und Grundstücken der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben für Zwecke des sozialen Wohnungsbaus, die deutliche Verbesserung des Wohngelds mit Jahresbeginn 2016, die erhebliche Aufstockung der Städtebauförderung – insbesondere des Programms „Soziale Stadt – , die Aufstockung der Kompensationsmittel zur Förderung des sozialen Wohnungsbaus um 500 Millionen jährlich für die nächsten vier Jahre.

Auch im Bereich der Bauforschung haben wir ein wichtiges Programm aufgelegt. Hier geht es um die Förderung innovativer Ansätze für preisgünstigen Wohnraum in sogenannten „Vario-Wohnungen“. Das sind Gebäude mit neuen architektonischen und technischen Konzepten, die ein schnelles Errichten von Mikrowohnungen und flexibles Nutzen bei geringen Betriebskosten ermöglichen. Diese Modell-Wohnungen sollen Studierenden und Auszubildenden zugutekommen.

Besonders hinweisen möchte ich auch auf die Weiterentwicklung der Kreditanstalt für Wiederaufbau-För-

derung. Die Bundesregierung hat die energetischen Programme aufgestockt, überarbeitet und dabei Anregungen der Bündnispartner aufgenommen. Die Änderungen umfassen insbesondere die Erhöhung der Tilgungszuschüsse, die Einführung von Tilgungszuschüssen bei energetischen Einzelmaßnahmen, die Erhöhung des Kredithöchstbetrages sowie der Bemessungsgrundlage bei Zuschüssen für KfW-Effizienzhäuser. Ferner wurde das neue „Anreizprogramm Energieeffizienz“ mit einem Volumen von 165 Millionen Euro ergänzt und verstärkt mit der Förderung hocheffizienter Heiztechnik die bewährten Programme.

Und das ist nur eine Auswahl von Maßnahmen, da ist – und da kommt – noch mehr.

**Frage: Welche Folgerungen kann man aus dem Prozess ziehen? Und wie geht es weiter?**

**Antwort:** Die Ergebnisse der Arbeitsgruppen sind die Basis für konkrete Maßnahmevorschläge. Einige davon können relativ schnell umgesetzt werden, andere sind erst mittelfristig realisierbar. Wir werden



Das „Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen“ führt Bund, Länder, Kommunen, Wohnungs- und Bauwirtschaft, den Deutschen Mieterbund, Gewerkschaften sowie weitere gesellschaftlich relevante Akteure zusammen, um die Herausforderungen am Wohnungsmarkt zu bewältigen.

die Resultate jetzt in einem Kabinetbericht zusammenfassen und ihnen damit auch eine noch größere politische Verbindlichkeit geben. Worauf es mir besonders ankommt ist, die notwendigen Maßnahmen für die Schaffung von mehr bezahlbarem Wohnraum sehr zügig auf den Weg zu bringen.

Dazu zählen nicht nur die ausreichende Bereitstellung von Bauland oder die zielgerichtete Nachverdichtung von Wohnsiedlungen durch Baulückenschließung und Brachflächenaktivierung, sondern ebenso wirkungsvolle steuerliche Anreize, eine Überprüfung des Normungswesens, die Forcierung seriellen Bauens für anspruchsvollen und günstigen Wohnraum oder die weitere Stärkung der Sozialen Wohnraumförderung und des genossenschaftlichen Wohnens.

Darüber hinaus wird es wichtig sein, in der Bevölkerung für mehr Akzeptanz für Neubauvorhaben zu werben. Gerade wenn es zunehmend schwieriger wird, aktivierbare Flächen für den Wohnungsbau zu finden, braucht es umso mehr eines Bewusstseins in der Bevölkerung, dass solche Vorhaben nötig sind, um die Situation zu entspannen. Gerade in diesem Bereich kann das konstruktive und gemeinsame Agieren der Bündnispartner sehr viel bewegen.

Angesichts der erzielten Fortschritte bin ich sehr zuversichtlich, dass wir den erfolgreich eingeleiteten Weg eines gemeinsamen, zielgerichteten Handelns aller Akteure auch in Zukunft beschreiten werden und wir gemeinschaftlich an effektiven Lösungen für die weiterhin großen Herausforderungen bei der Schaffung von mehr bezahlbarem Wohnraum arbeiten werden.

**Frage:** Die Schaffung von bezahlbarem Wohnraum ist eine der zentralen Aufgaben des Bündnisses für bezahlbares Wohnen und Bauen. Sind die nicht gestiegenen Baukosten ein Hemmnis?

**Antwort:** Die Diskussion um die Entwicklung der Baukosten wird häufig individuell und subjektiv geführt. Für die Arbeit der Baukostenenkommision war es wichtig, die verfügbaren Datengrundlagen einschließlich der in der jüngeren Vergangenheit veröffentlichten Studien zusammen zu stellen, die daraus ableitbaren Erkenntnisse zu Kosten- und Preisveränderungen darzustellen und die Belastbarkeit der Ergebnisse zu beurteilen. Der entsprechende Bericht der Kommission liegt seit November letzten Jahres vor.



Der Bericht zeigt in der allgemeinen Entwicklung der Baukosten und der Baupreise zum Teil deutliche Unterschiede. In einer Gesamtbetrachtung haben sich die Preise für einzelne Bauleistungen zwischen 1999 und 2014 um circa 27 Prozent erhöht. Insgesamt ist diese Entwicklung eher als moderat einzustufen und liegt im Bereich der Steigerungen des Verbraucherpreisindex. Eine differenzierte Analyse zeigt jedoch, dass die Preise einzelner Bauleistungen deutlich stärker gestiegen sind, als es der Durchschnitt wiedergibt.

Eine grundlegende Verschiebung hat in den letzten 10 bis 15 Jahren in der Kostenstruktur für die Errichtung von Bauwerken stattgefunden: Der Anteil der Kosten, die für Ausbauleistungen aufgewendet werden, hat sich von 46 Prozent auf 54,5 Prozent erhöht. Durch dieses Entwicklungsmuster wird der Kostenanstieg noch forciert, weil die Preise für Ausbauarbeiten über den Betrachtungszeitraum von 1999 bis 2014 mit 32,4 Prozent deutlicher stärker gestiegen sind als die Preise von Rohbauarbeiten, die im gleichen Zeitraum nur um rund 22,1 Prozent gestiegen sind. Hinzu kommt, dass Ausbaugewerke zumeist kürzere Nutzungsdauern besitzen und nicht auf Standzeiten von 50 und mehr Jahren kommen, wie es für Rohbaugewerke üblich ist.

Hinzu kommen Kostensteigerungen und eine umfangreichere technische Ausstattung infolge der Anforderungen des Klima- und Umweltschutzes, der Energieeffizienz und der Barrierefreiheit. Angesichts der Preisentwicklung bei den technischen Anlagen ist es wichtig, mit der Industrie über eine robustere und preisgünstigere Produktion und die Entwicklung von zum Beispiel modularer Technik zu sprechen. Für die Gewerke der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) müssen wir hin zu kompakteren und kostengünstigen (Komplett-)Systemen.

Als Potenzial zur Kostenreduzierung wurde auch die klare Definition von Nutzerbedürfnissen gesehen, wie beispielsweise bei der Stellplatzpflicht. Ausgehend von einem geänderten Mobilitätsverhalten und veränderten Mobilitätsbedürfnissen von Stadtbewohnern sollten die Stellplatzanforderungen flexibilisiert werden. Das kann helfen, insbesondere in den Innenstädten beispielsweise den Bau von Tiefgaragen zu vermeiden, die zu einer deutlichen Erhöhung der Baukosten führen.

Die meisten baurechtlichen Vorschriften liegen nicht im Zuständigkeitsbereich des Bundes, sondern sind Sache der Länder. Die Baukostensenkungskommission hat sich an dieser Stelle für mehr Einheitlichkeit in den baurechtlichen Vorschriften ausgesprochen.

Kritisch untersucht wurden auch die Planungs- und Bauprozesse. Insbesondere die immer stärkere Auffächerung von Leistungen für einzubeziehende Sachverständige sowie die häufig zeitversetzte Beauftragung von Fachplanern und Gutachtern erzeugt Reibungsverluste und führt zu Mehrkosten.

### **Frage: Wo sehen Sie Verbesserungspotenzial und wie kann Forschung helfen?**

**Antwort:** Die Baukostensenkungskommission hat in ihrem Bericht zum Beispiel festgestellt, dass Modularisierung, Standardisierung und industrielle, serielle Vorfertigung Kosteneinsparpotenziale insbesondere mit Blick auf die Optimierung von Bauprozessen bergen. Modularisierten und standardisierten Bauweisen kommen bislang noch zu wenig Bedeutung zu, weil häufig die Grundvoraussetzungen (zum Beispiel Losgrößen) nicht erfüllt sind. Zudem werden die Vorteile modularisierter Bauweisen zu wenig kommuniziert und im Studium beziehungsweise in der Ausbildung von Architekten und Ingenieuren verankert. Industrielles Bauen erfordert die Zusammenarbeit von Planern und Ausführenden von Anfang an, um Ausführungskompetenzen, Kreativität und Innovationen einbringen zu können. Akzeptanzhemmnisse, die aus baukultureller Sicht vorgetragen werden, müssen überwunden werden. Verfahrenserleichterungen für Typenprojekte sind denkbar und machbar. Das ist ein klarer Ansatz für kostengünstiges Bauen, der meines Erachtens noch viel stärker in der Forschungsinitiative Zukunft Bau Berücksichtigung finden muss.

Auch die Rolle des Normungswesens und der Normungsverfahren wurde in der Baukostensenkungskommission diskutiert. Derzeit existieren geschätzt rund 3.300 baurechtlich relevante Normen. Das Regelwerk wird als zu umfangreich und kaum noch überschaubar eingestuft. Ich weiß, dass die Forschungsinitiative Zukunft Bau hier bereits Zeichen setzt, indem die Erarbeitung einfacher und praxisgerechter Normen unterstützt wird. Dies sollte auch weiterhin ein vorrangiges Anliegen bleiben.

# Baukostensenkungskommission – Strategien zur Kostensenkung

Michael Neitzel, Daniel Dangel

InWIS – Institut für Wohnungswesen, Immobilienwirtschaft, Stadt- und Regionalentwicklung, Bochum

**Die aktuelle Situation am Wohnungsmarkt stellt die Wohnungs- und Baupolitik vor große Herausforderungen. Insbesondere in Wachstumsregionen ist es zunehmend schwerer geworden bezahlbaren Wohnraum zu finden. In den letzten Jahren sind nicht nur die Mieten, sondern auch die Baukosten erheblich gestiegen. Daher wurde die Baukostensenkungskommission als zentraler Baustein im Rahmen des Bündnisses für bezahlbares Bauen und Wohnen ins Leben gerufen.**

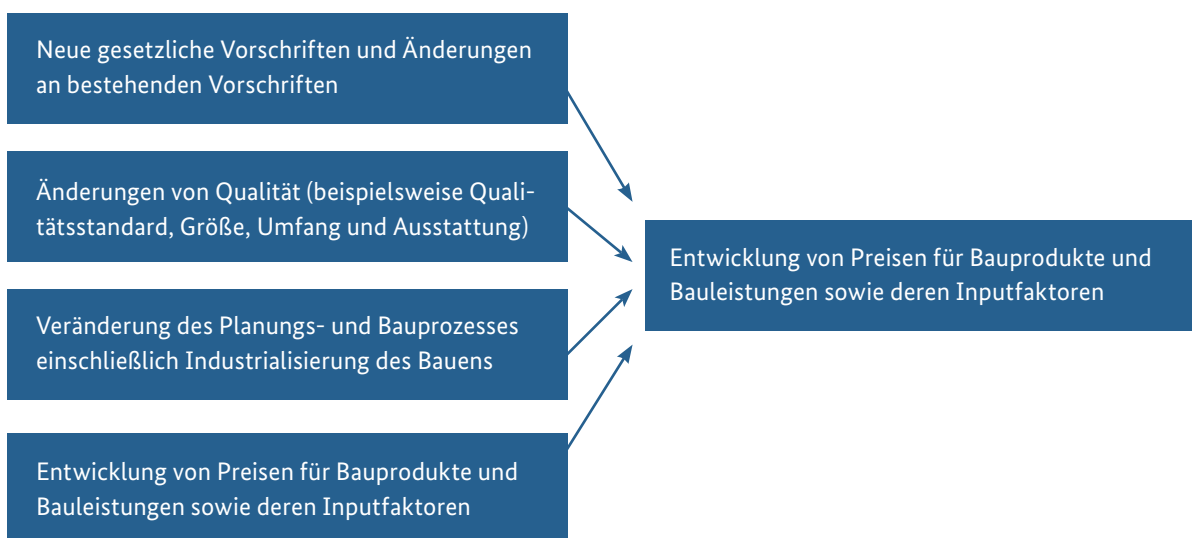
Die mit Expertinnen und Experten aus Bauwirtschaft, Wissenschaft, öffentlicher Hand und Verbänden besetzte Baukostensenkungskommission hat einerseits die Entwicklung der Baukosten für den Neubau und die Modernisierung von Wohngebäuden analysiert und Kostentreiber identifiziert, andererseits aber auch Ursachen für diese Entwicklungen ermittelt und konkrete Möglichkeiten hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit des Bauens aufgezeigt. Insbesondere standen architektonische und bautechnische Konzepte zur Senkung der Baukosten im Mittelpunkt der Diskussionen, wobei Baukosten und deren Einsparmöglichkeiten stets im Zusammenhang mit der Diskussion um

angemessene Qualitäten und Nachhaltigkeitserfordernissen betrachtet wurden.

Für die Arbeit der Kommission war es wichtig, die verfügbaren Datengrundlagen einschließlich der in der jüngeren Vergangenheit veröffentlichten Studien zusammen zu stellen, die daraus ableitbaren Erkenntnisse zu Kosten- und Preisveränderungen darzustellen und die Belastbarkeit der Ergebnisse zu beurteilen. Parallel wurden entlang der Themenfelder sechs Forschungsvorhaben zu speziellen Fragestellungen in Auftrag gegeben, um zusätzliche Erkenntnisse zu gewinnen.

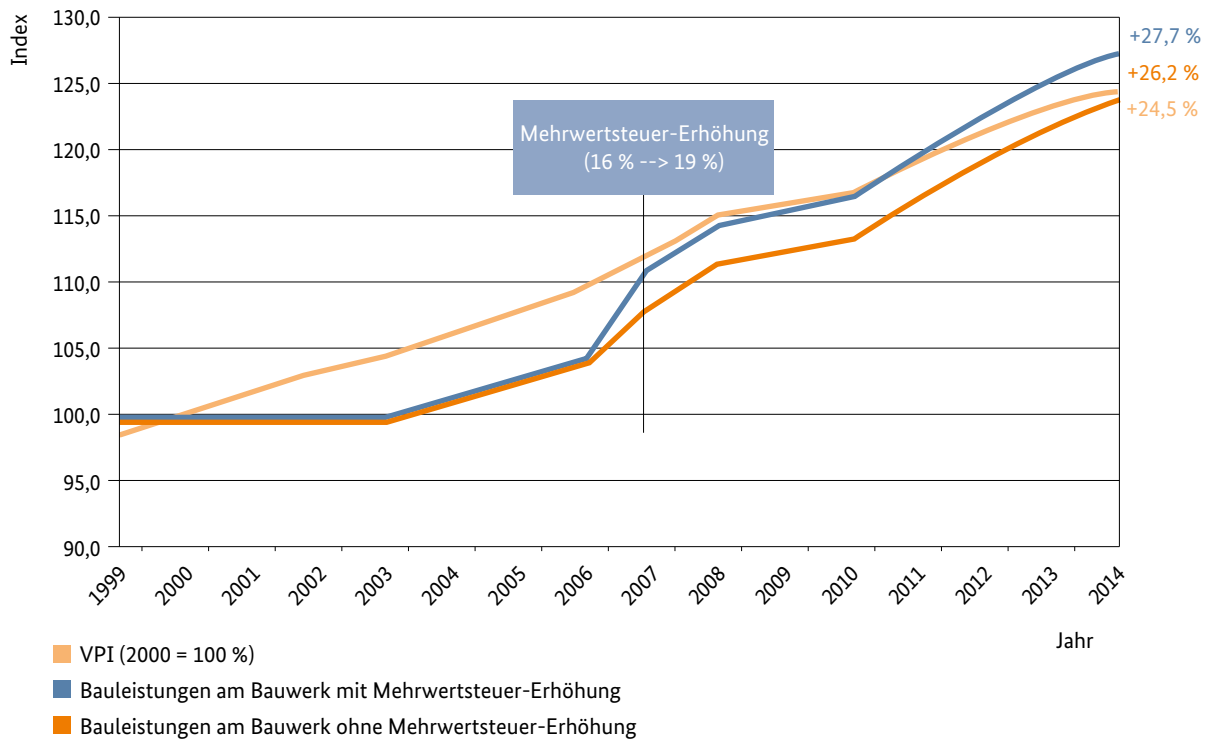
Der Nachweis von Baukostenveränderungen im Zeitablauf ist schwierig zu führen, da spezifische Faktoren einer konkreten Baumaßnahme (wie zum Beispiel die Lage des Baugrundstücks, die Kubatur des Gebäudes, verschiedene Ausstattungsstandards, verwendete Materialien und Bau- beziehungsweise Fertigungsverfahren und regionale Preisunterschiede) ebenso verantwortlich für beobachtete Kostenunterschiede sind wie allgemeine Preissteigerungen für Bauleistungen und die Veränderung von gesetzlichen Rahmenbedingungen und sonstigen Anforderungen wie beispielsweise Normen. Die Baukosten werden darüber hinaus von Umfang, Inhalt und Struktur von Planungs- und Bauprozessen beeinflusst. Als Bezugsrahmen diente

**Abbildung 1:** Wesentliche Faktoren für die Veränderung der Höhe von Baukosten



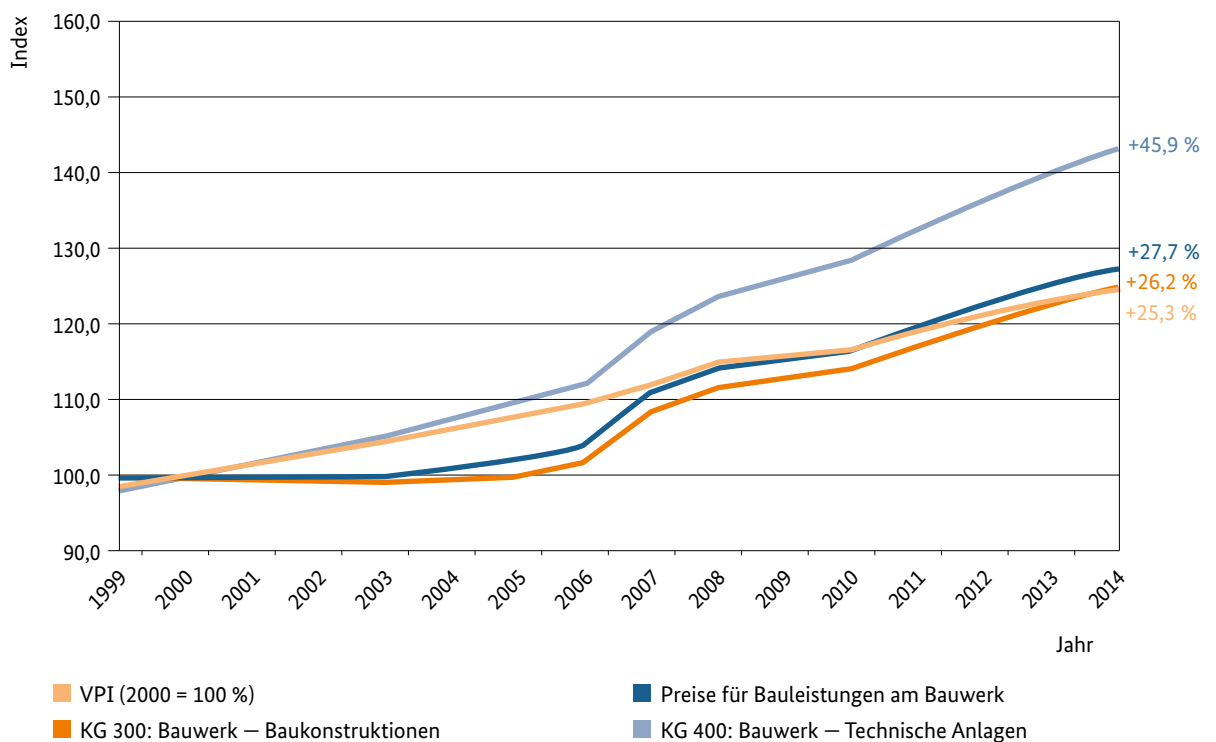
Quelle: InWIS – Institut für Wohnungswesen, Immobilienwirtschaft, Stadt- und Regionalentwicklung, Bochum

**Abbildung 2:** Darstellung der allgemeinen Teuerung im Vergleich zu den Preisen für Bauleistungen am Bauwerk mit und ohne Umsatzsteuer



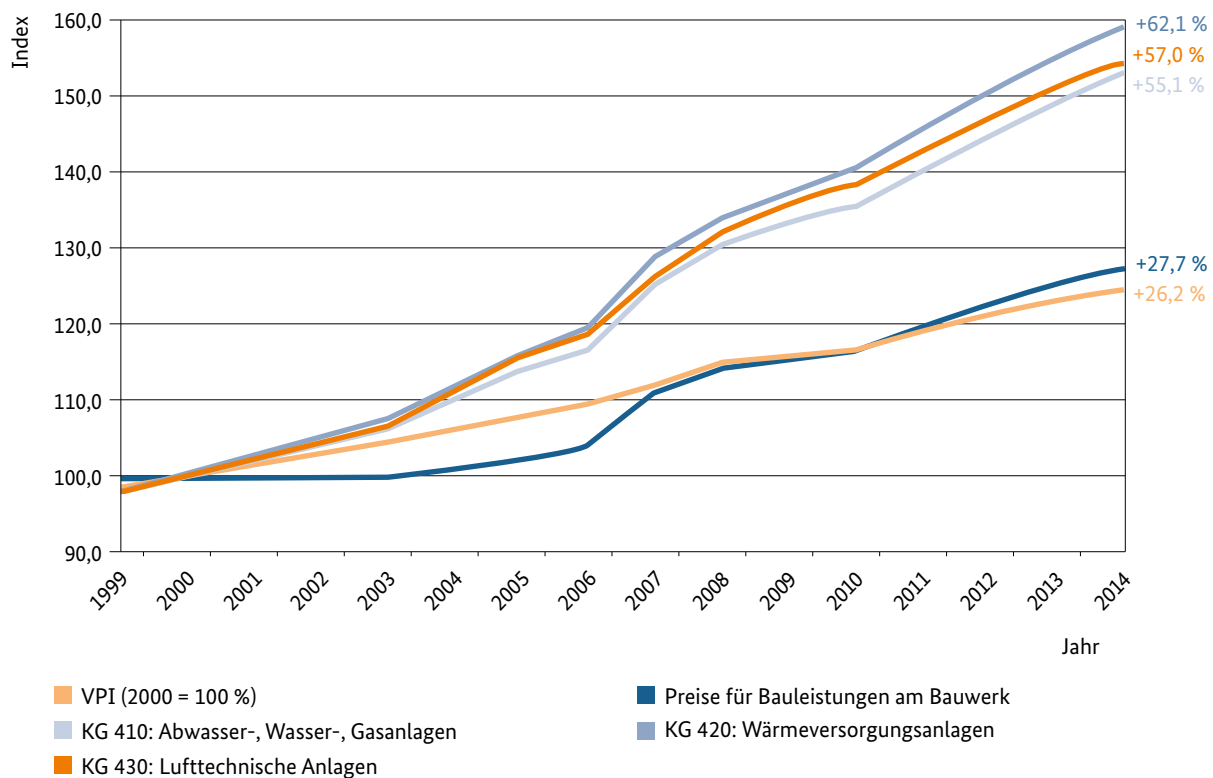
Quelle: InWIS – Institut für Wohnungswesen, Immobilienwirtschaft, Stadt- und Regionalentwicklung, Bochum

**Abbildung 3:** Darstellung der Indexreihen „KG 300 – Bauwerk – Baukonstruktionen“ und „KG 400 – Bauwerk – Technische Anlagen“ im Vergleich zum VPI



Quelle: InWIS – Institut für Wohnungswesen, Immobilienwirtschaft, Stadt- und Regionalentwicklung, Bochum

**Abbildung 4:** Steigerungsraten ausgewählter Preistreiber in der Kostengruppe 400 – Bauwerk – Technische Anlagen



Quelle: InWIS – Institut für Wohnungswesen, Immobilienwirtschaft, Stadt- und Regionalentwicklung, Bochum

die Kostengliederung der DIN 276-1:2008-12, wobei sich die Kommission auf die für das Bauwerk, das heißt für die Hülle, den Ausbau und die Technik im Gebäude relevanten Kostengruppen 300 und 400 konzentriert und zusätzlich die Kostengruppe 700 fokussiert hat. Weitere Kostengruppen wurden kursorisch betrachtet, sobald sich Berührungspunkte ergeben haben. Insgesamt ist die Entwicklung der Preise für einzelne Bauleistungen zwischen 1999 und 2014 eher als moderat einzustufen und liegt im Bereich der Steigerungen des Verbrauchspreisindex. Die Analyse einzelner Kostengruppen und Bauleistungen im weiteren Verlauf zeigt jedoch, dass die Preise verschiedener Bauleistungen deutlich stärker gestiegen sind als der Durchschnitt wieder gibt.

Auch die Rolle des Normungswesens und der Normungsverfahren wurde in der Kommission diskutiert. Das als zu umfangreich und kaum noch überschaubar eingestufte Regelwerk führt bei der Planung und Bauausführung zu höheren Kosten und erhöht Haftungsrisiken der an der Bauerstellung Beteiligten. Bei einer Revision des Normungswesens sollten insbesondere Kostenaspekte stärker Berücksichtigung finden. Aufgrund der Komplexität und der Heterogenität des Baurechts hat sich die Kommission für mehr Einheitlichkeit

in den baurechtlichen Vorschriften und ein möglichst bundeseinheitliches Regelwerk ausgesprochen.

Als Potenzial zu Kostenreduzierung wurde auch die klare Definition von Nutzerbedürfnissen gesehen, wie beispielsweise bei der Stellplatzbaupflicht vor dem Hintergrund neuer Mobilitätsanforderungen und -konzepte.

Kritisch untersucht wurden auch die Planungs- und Bauprozesse. Insbesondere die immer stärkere Auffächerung von Leistungen für einzubeziehende Sachverständige sowie die häufig zeitversetzte Beauftragung von Fachplanern und Gutachtern erzeugt Reibungsverluste und führt zu Mehrkosten. Zudem wurden ehrgeizige Planungsparameter im kostengünstigen Wohnungsbau beleuchtet. Hier bestehen spürbare Spielräume für qualitätsvollen, nachhaltigen und kostengünstigen Wohnungsbau.

Im Ergebnis zeigt sich, dass die eigentlichen Kostentreiber nicht die Leistungen des Bauhandwerks sind, sondern die ansteigenden Wohnflächen, Ausstattungsmerkmale und technischen Ausrüstungen, die oft durch Regelungen der Kommunen, Länder und



zum Teil des Bundes beeinflusst sind. Die Kommission hat vor diesem Hintergrund eine Vielzahl von Empfehlungen erarbeitet, um einem weiteren Anstieg entgegenzuwirken und Baukosten zu senken.

## Fazit

Niedrige Baukosten sind ein Schlüssel, um dem Neubau und der Modernisierung von Wohnungen zusätzliche Impulse zu geben und bezahlbares Wohnen zu ermöglichen. Abschließend bleibt festzuhalten, dass Kostensteigerungen durch unterschiedliche Ursachen ausgelöst wurden und in unterschiedlichen Verantwortungsbereichen liegen. Nur das Zusammenspiel mehrerer Einzelmaßnahmen führt hier zu einer Strategie für die Senkung von Baukosten, die dauerhaft wirken wird. Diese gilt es anhand der im Rahmen der Kommissionsarbeit herausgearbeiteten Problemfelder sowie der dazu formulierten Empfehlungen gemeinsam zu entwickeln und umzusetzen.

## Forschungsinitiative Zukunft Bau 10 Jahre – 10 Meinungen



Michael Küblbeck,  
Geschäftsführer Karl Bachl GmbH & Co.KG

„Ein ehrgeiziges Projekt hat gezeigt, dass Visionen mit starken Partnern zur Realität werden können: Die Forschungsinitiative Zukunft Bau des BMUB hat mit einer großzügig angelegten Kampagne in Kombination von Antragsforschung, Auftragsforschung und Modellprojekte Effizienzhaus Plus bis dato ungeahnte Impulse im Bereich des modernen Bauwesens initiiert.

Wir sind überzeugt, dass die Forschungsinitiative Zukunft Bau unter vorbildlicher Regie diese Dynamik in die nächsten Jahre transportieren kann und mit innovativen Netzwerkpartnern heute noch nicht für möglich gehaltene Lösungen in den Bereichen Wohnqualität, Energieeffizienz, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit im Bau bezahlbare Wirklichkeit werden lässt.

Wir sind stolz, ein Teil dieser Forschungsinitiative zu sein.“



## Architekturqualität im kostengünstigen Wohnungsbau – Strategien für einen bezahlbaren und demografiefesten Wohnungsbau in Deutschland

**Andrea Pfeil,**  
**Bundesministerium für Umwelt,**  
**Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit**

**Die steigende Attraktivität innerstädtischen Wohnens führt insbesondere in Ballungsräumen zu immer höheren Immobilien- und Neuvertragsmietpreisen. Einkommensniedrigere Mitbürger, Studenten, Auszubildende und verstärkt auch Rentner sind besonders von dieser Entwicklung betroffen und werden in weniger zentrale Stadtbezirke oder an den Rand der Städte verdrängt. Deutschland benötigt zusätzlichen Wohnraum in besonders nachgefragten Quartieren. Bundesbauministerin Dr. Barbara Hendricks hat daher 2014 ein Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen ins Leben gerufen und eine Baukostensenkungskommission eingerichtet. Auf der Suche nach möglichen Kostentreibern wurden die statistisch nachweisbaren Kostensteigerungen untersucht. Diese sind jedoch nicht mit steigenden Preisen für Bauprodukte und Bauleistungen zu begründen. Planungs- und Bauprozesse müssen daher überprüft und neu gedacht werden.**

Doch wie kann Wohnungsbau architektonisch hochwertig, energieeffizient und trotzdem kostengünstig sein?

Zu diesen Fragen hat das Bundesbauministerium (BMUB) gemeinsam mit der Bundesarchitektenkam-

mer am 16. April 2015 das Symposium „Architekturqualität im kostengünstigen Wohnungsbau“ in Berlin veranstaltet. Die mit mehr als 130 teilnehmenden Architektinnen und Architekten sowie Vertretern der Immobilienwirtschaft ausgebuchte Veranstaltung bestätigte das generell große Interesse der Gäste, in einen Erfahrungsaustausch zu treten.

Herr Hans-Dieter Hegner begrüßte die Teilnehmer im Namen des BMUB und unterstrich in seinem Grußwort den Arbeitscharakter der Veranstaltung. Auch der Vizepräsident der Bundesarchitektenkammer, Herr Joachim Brenncke bat die Gäste in seiner Begrüßung, das Symposium für Erfahrungsberichte aus der Planung und Realisierung zu nutzen.

Mit einem Arbeitsbericht aus der Baukostensenkungskommission und dem Fachvortrag „Die unendliche Geschichte des billigen Wohnungsbaus“ stimmten Herr Michael Neitzel (InWIS Bochum) und Herr Prof. Dr. Thomas Jocher (IWE Universität Stuttgart) die Teilnehmer auf die anschließenden Vertiefungsworkshops ein. Begleitet durch weitere Impulsreferate wurden in den vier Arbeitsgruppen Strategien zur Realisierung von hochwertiger Architektur im kostengünstigen Wohnungsbau intensiv diskutiert. Im Anschluss an die Workshops berichtete Christian Roth (zanderrotharchitekten Berlin) von seinen

Erfahrungen zum Planen und Bauen für Baugemeinschaften, bevor die Ergebnisse der Arbeitsgruppen in großer Runde präsentiert und diskutiert wurden.

### **Workshop 1: Grundrisse**

Wie sollten Wohnungen gestaltet sein – altersgerecht, flexibel, flächeneffizient?

### **Workshop 2: Konstruktion**

Welche Standards sind für eine architektonisch anspruchsvolle und kostengünstige Gestaltung notwendig?

### **Workshop 3: Wettbewerbsverfahren**

Wie können Ideenvielfalt und ganzheitliche Lösungen im Wohnungsbau befördert werden?

### **Workshop 4: Planungs- und Bauprozesse**

Was ist nötig für eine qualitätvolle und gleichzeitig effiziente Umsetzung in Planung und Ausführung?

## Strategien und Ergebnisse aus den Workshops

Bei der Bauaufgabe des kostengünstigen Wohnungsbaus arbeiten die Planer in einem Spannungsfeld zwischen der starken Forderung nach wirtschaftlicher Optimierung und dem Anspruch nach baukultureller Qualität.

Im Rahmen von Auswahlverfahren sollten private und öffentliche Auftraggeber ihre Chance Planungskultur zu sichern bewusster wahrnehmen. Zur Sicherstellung von Entwurfsqualität im Wohnungs-



bau sprachen sich die Teilnehmer mehrheitlich für möglichst offene Wettbewerbe aus und regten an, auch jungen Büros den Zugang zu Wettbewerbsverfahren zu erleichtern.

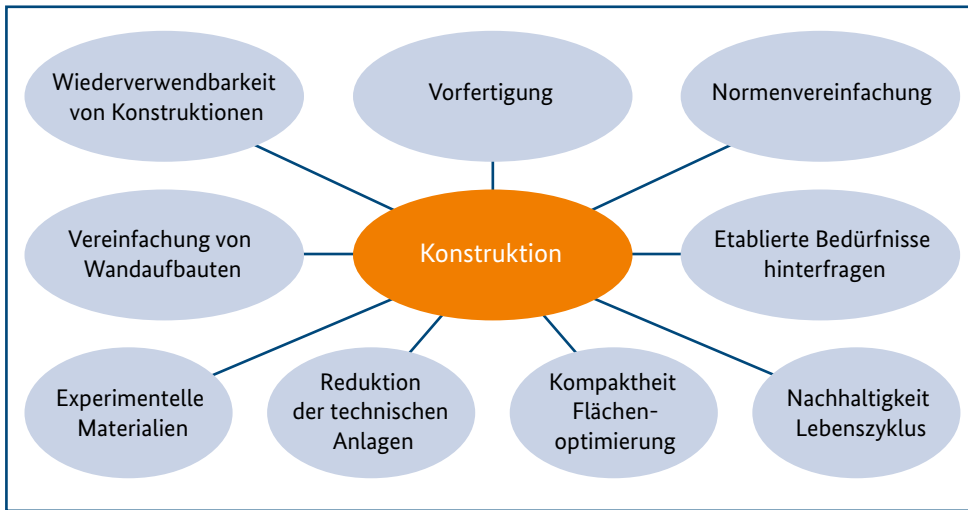
Ein hohes Potential zur Kostenreduzierungen sehen Planer und Bauherren gleichermaßen in einer präziseren Grundlagenermittlung und Aufgabenbeschreibung. Die Erwartungen und Ansprüche von Bauherren und Nutzern sollten zu Beginn des Projekts analysiert und belastbar festgeschrieben werden. Dies erhöhe den Spielraum Grundrisse neu zu entwickeln, Raumprogramme innovativer umzusetzen und Flächenauslastungen zu optimieren. Auch der Einsatz von Vor- und Serienfertigung könne so im Wohnungsbau vorangebracht werden.

Die Vielzahl der geltenden Normen und die zum Teil hohen Anforderungen des Bauordnungsrechts wurden in den Diskussionsrunden übergreifend als prob-

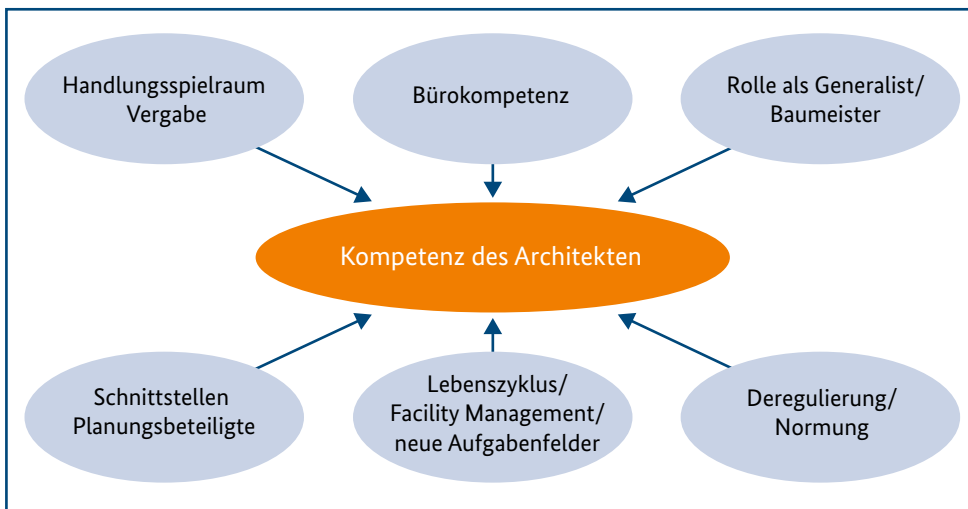


Gruppenfoto der Referenten: (von links) Christian Roth, Prof. Dr. Matthias Ottmann, Olaf Bartels, Peter Friemert, Frank Junker, Kristina Jahn, Prof. Dr. Thomas Jocher, Jochen König, Bärbel Winkler-Kühlken, Prof. Dr. Rudolf Hierl, Achim Nagel, Hans-Dieter Hegner, Prof. Georg Sahner und Joachim Brenncke; nicht im Bild: Michael Neitzel und Andreas Ruby





Konstruktion:  
Mindmapteilnehmer –  
Themensammlung der  
Teilnehmer im Workshop  
Konstruktion

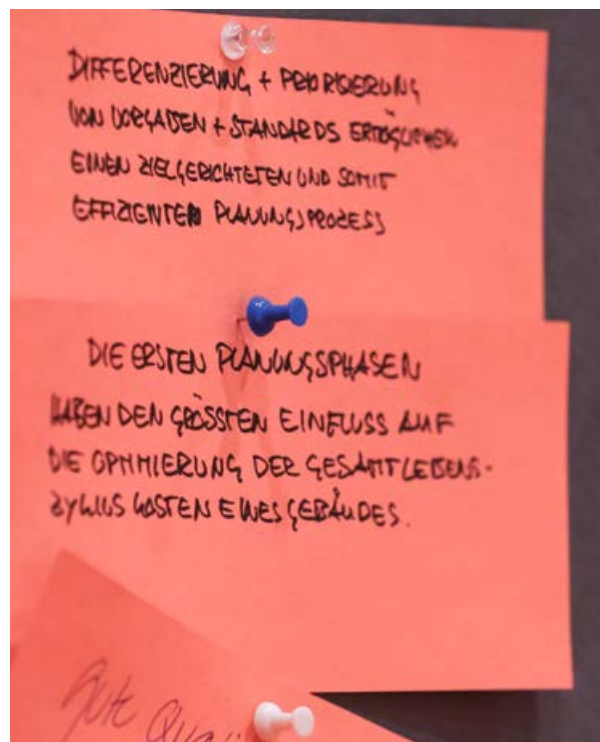


Fazit/Ergebnis –  
Themensammlung der  
Teilnehmer im Workshop  
Planungs- und Bau-  
prozesse

lematisch benannt. Dies schränke den Spielraum der Planer für die Steuerung der Kosten ein und begründe die steigenden Baunebenkosten durch zusätzlich benötigte Fachplaner. Als Handlungsempfehlungen formulierten die Teilnehmer einerseits, dass bestehende Anforderungen an Wohnungsbauten seitens des Bundes und der Länder überprüft werden müssten. Andererseits sollten die Planer ihre Kompetenzen wieder bündeln. Fachplaner müssten verstärkt in die Planungsbüros integriert und die Ausbildung breiter angelegt werden.

Die Rückmeldungen zeigten auch, dass die ausschließliche Betrachtung von Planungs- und Baukosten als problematisch gesehen wird. Die Projekte sollten langfristig und mit Blick auf die Lebenszykluskosten konzipiert werden. Im Ergebnis können höhere Planungs- und Baukosten zugunsten von Kostenreduzierungen im Unterhalt und Betrieb der Gebäude gerechtfertigt sein.

Dies umfasse insbesondere auch ein mögliches Monitoring nach Inbetriebnahme sowie die entsprechende Schulung der späteren Nutzer.



Themensammlung der Teilnehmer im Workshop Wettbewerbsverfahren





Kongressteilnehmer im Forum

## Fazit

Die Bedeutung der gesellschaftspolitischen Frage nach bezahlbaren Mieten steigt. Im Zuge der aktuell öffentlich geführten Diskussion häufen sich die Forderungen nach verbesserten Rahmenbedingungen im Bereich Steuerrecht, Förderpolitik und vergünstigter Baulandbereitstellung. Doch um insbesondere in Ballungszentren überzeugende Lösungen entwickeln zu können, sind alle Akteure – Planer, Wohnungswirtschaft und Politik – gleichermaßen gefragt.

Antworten müssen vielschichtig, das heißt immobilienwirtschaftlich, soziokulturell und insbesondere auch baukulturell betrachtet und entwickelt werden. Nachhaltigkeit, Flexibilität und Wertbeständigkeit sind Ziele, die insbesondere auch im kostengünstigen Wohnungsbau vorangebracht werden müssen, um letztlich Wohn- und Lebensqualität für alle Menschen in Deutschland zu schaffen.

Das Bundesbauministerium wird mit seiner Forschungsinitiative Zukunft Bau auch weiterhin Innovationen für das Bauen und Wohnen fördern und die baukulturelle Diskussion aktiv und öffentlich führen.

Die Dokumentation des Symposiums und der Abschlussbericht der Baukostensenkungskommission sind als Download abrufbar unter:

[www.forschungsinitiative.de/service/dossiers/2015/architekturqualitaet-im-kostenguenstigen-wohnungsbau/](http://www.forschungsinitiative.de/service/dossiers/2015/architekturqualitaet-im-kostenguenstigen-wohnungsbau/)

[www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Wohnungswirtschaft/buendnis\\_baukostensenkungskommission\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Wohnungswirtschaft/buendnis_baukostensenkungskommission_bf.pdf)



Wohngebäude Agnes-Straub Weg 22 in Berlin



Wohngebäude Waldsassener Straße in Berlin

## Aus der Praxis berichtet: Kostengünstiger Wohnungsbau in Berlin

**Kristina Jahn,**  
**Vorstand degewo, Berlin**

**Von einer allgemeinen Wohnungsnot können wir in Deutschland nicht sprechen. Die regionalen Unterschiede sind enorm groß. Überproportional steigende Mieten sind ein deutliches Signal für Verknappung. Berlin werden in den kommenden Jahren Zuzüge von jährlich 80.000 Menschen prognostiziert. Das stellt den Wohnungsbau vor immense Herausforderungen. Benötigt werden bezahlbare Wohnungen für mittlere und niedrige Einkommen. Während die Preise im Baugewerbe auf stabilem Niveau verharren und das Angebot an bebaubaren Grundstücken begrenzt ist, scheint guter Rat teuer. Die degewo AG in Berlin setzt hier auf überraschende Lösungen und setzt damit neue Maßstäbe für das gesamte Bundesgebiet.**

Maßnahmen des Gesetzgebers wie zum Beispiel die Mietpreisbremse sollen für den Schutz der Schwächeren in der Gesellschaft sorgen, haben aber keinen Einfluss auf die Knappheit von Wohnraum. Auf jedem Markt stellen hohe Preise einen Anreiz dar, das Angebot zu erhöhen – so lange bis es wieder zur Nachfrage passt. Dieses Marktgesetz ist nur bedingt auf ein Grundbedürfnis wie das Wohnen übertragbar, denn es geht hier immer auch um Teilhabe, gerechte Chancen und das soziale Gleichgewicht in unserer Gesellschaft. Das einzige Mittel gegen Wohnungsknappheit ist, mehr Wohnungen zu bauen.

degewo will bis 2026 um 22.000 neue Wohnungen wachsen, davon 20 Prozent durch Ankäufe, 80 Prozent aber durch Neubau. Bezahlbare Mieten im Neubau scheinen unmöglich ohne erhebliche Abstriche in

der Qualität, denn Mieten und Baukosten stehen in unmittelbarem Zusammenhang. Als kommunales Wohnungsbaununternehmen hat degewo den Auftrag, für bezahlbare Mieten zu sorgen und auf den gesamten Berliner Wohnungsmarkt mietpreisdämpfend zu wirken. Als Mitglied im Berliner Mietenbündnis ist degewo zudem in der Pflicht, jede zweite Wohnung innerhalb und jede dritte Wohnung außerhalb des, die Innenstadt markierenden S-Bahn-Ringes, zu Wohnberechtigungsschein-Kriterien anzubieten. Es klingt nach einem Dilemma, doch pragmatisch und kreativ zugleich hat degewo eine innovative und zugleich nachhaltige Neubaustrategie entwickelt.

- 1) Aufbauend auf den Erfahrungen bisheriger städtebaulicher Leitbilder heißt der wichtigste Leitsatz: bedarfsgerecht. Funktion steht vor Fläche. Es geht um das Verhältnis von Atmosphäre und Dichte im jeweiligen Umfeld.

Um Atmosphäre gezielt erzeugen zu können, ist es von herausragender Bedeutung herauszufinden, wie der Code eines Quartiers funktioniert<sup>1</sup>. Es kommt darauf an die genaue Zusammensetzung der einzelnen Bestandteile zu analysieren, um die richtige Mischung von Sinneseindrücken herstellen zu können. Gebaut wird für alle – also auch für die Menschen, die bereits in den Quartieren wohnen. Wichtig ist eine genaue Betrachtung des städtebaulichen Gefüges. Das Definieren der Qualität und der Funktionalität einzelner Gebäude, eine sensible Untersuchung des gesamten Systems. So wird es möglich, mit dem

<sup>1</sup> Quelle: siehe dazu auch E. Tröger in D. Eberle (Hrsg.): „Dichte Atmosphäre: Über die bauliche Dichte und ihre Bedingungen in der mitteleuropäischen Stadt“, 01/2015



Neubau auf die zukünftigen Strukturen einzugehen, eine Passung im Sinne einer Aufwertung der Lebensqualität im Quartier herzustellen. Partizipative Modelle sorgen für Transparenz und legen damit das Fundament für eine gute Integration in bestehende Nachbarschaften.

- 2) **Eigenleistung:** Je mehr Abstimmungsprozesse für eine Planung notwendig sind, desto länger dauert auch der Bau. Die Kosten steigen. degewo errichtet Neubauten in optimierten Planungs- und Ausführungszeiten. Um das zu erreichen, gründete degewo ein eigenes Planungsbüro: bauWerk. Durch den Einsatz von inhouse-Planung werden Kosten und Abläufe zuverlässig aufeinander abgestimmt. Bauzeiten verringern sich, das reduziert die Baukosten.
- 3) **Vier Säulen der Nachhaltigkeit:** degewo hält eigene Neubauten mindestens 40 Jahre im eigenen Bestand. Dafür sind langfristiges Denken und intelligente Ansätze notwendig. Das Fundament der Planung ist das Vier-Säulen-Modell. Es stellt sicher, dass die Wohnungen klimaschonend (Ökologie) und kostengünstig (Ökonomie) erstellt werden. Sie passen in die Quartiere (Sozialer Aspekt) und sind ästhetische, durchdachte und zeitlose Bauwerke (Architektur). Ob ein Gebäude in seiner Struktur den Kriterien des Nachhaltigkeitsmodells entspricht und effizient geplant ist, wird mit eigens entwickelten Parametern für Fläche, Volumen und Fassade überprüft. Das betrifft das Verhältnis von bebauter Fläche zum Grundstück, das Verhältnis vermietbarer Fläche zu Fluren und Treppenhäusern, das Verhältnis Fassade zu Fläche oder Fassade zu Glas. Erste Erfolge zeigen, dass mit intelligenten Grundrissen und effizienter Flächenplanung mehr Wohnungen erstellt werden, als mit herkömmlicher Planung. Ressourcenschonend entsteht mehr Lebensraum.
- 4) **Als lernendes Unternehmen** wählt degewo unkonventionelle Ansätze und prüft ständig, ob Innovationen in der Planung gelingen können. Der Verzicht auf teure Kellergeschosse spart Baukosten, mit intelligenten Lösungen können wichtige Abstellflächen zum Beispiel auch auf den Etagen geschaffen werden. Die Frage treibt degewo an: Was ist Qualität aus Sicht des Kunden? Keller oder Abstellfläche, Wohnzimmer oder Flur? Die Zahl der bisher über einen Aufgang erschlossenen Wohnungen wird nach Optimierungspotential überprüft, die Einbindung von Gemeinschaftsräumen, die Nutzung von für Wohnzwecke eher weniger attraktive Erdgeschossflächen – für jeden Neubau wird kreatives Denken aktiviert und nach der besten Lösung geforscht.

- 5) **Planen und Bauen in Gemeinschaft:** Unter Federführung des eigenen Planungsbüros bauWerk wurde die „Gemeinschaft degewo“ gegründet. In einem Wettbewerbsverfahren konnten Verträge mit sieben externen Planungsbüros (degewo werkPlaner) abgeschlossen werden. Das schafft Verlässlichkeit und sorgt für optimierte Planungs- und Abstimmungsprozesse für die Dauer von zunächst vier Jahren. Im Team steckt Effektivität und Effizienz. Zusätzlich wurde der degewo bauRat installiert, bestehend aus vier unabhängigen Experten, die den Planungsprozess begleiten und die Umsetzung des Nachhaltigkeitsmodells prüfen. Aus der „Gemeinschaft degewo“ entstehen neben einer höheren Effizienz auch Synergien, die zu Grundlagen für die künftige städtebauliche Entwicklung werden können. So gelingt kostengünstiges und nachhaltiges Bauen.

## Fazit

Aus diesen fünf Punkten entstehen faire Mieten, denn die Beachtung des oben genannten Prinzips zahlt sich aus. Eine spürbare Senkung der Baukosten ist damit möglich. degewo kann bei einzelnen Projekten bis zu 33 Prozent gegenüber konventionellen Prozess- und Planungsabläufen sparen. Die Reduzierung der Baukosten wirkt sich direkt auf die Mieten aus. Bei 80 Prozent ihrer Neubauten kann degewo so eine Nettokaltmiete zwischen 6,50 und 10,50 Euro sicherstellen.

Mit bauWerk zeigt degewo, dass kostengünstiges Planen und Bauen möglich ist. Das Unternehmen demonstriert zugleich, das betriebswirtschaftliche Handeln und die Übernahme von gesellschaftlicher Verantwortung nicht im Gegensatz zueinander stehen. Im Gegenteil: Durch Effizienz werden Mittel freigesetzt, um den Auftrag der Schaffung bezahlbaren Wohnraums noch besser umsetzen zu können.



Die „Gemeinschaft degewo“ – mehr Effektivität und Effizienz durch langfristige Bindung von Planern und enger Vernetzung mit Experten und Bauherren.

Blick auf die Rückseiten der beiden Wohntrakte: Die privaten Freibereiche orientieren sich alle nach hinten. Die Westbalkone sind offener gestaltet mit Blick ins Grüne. Die Südbalkone sind verschlossener, da hier die Nachbarbebauung anschließt. Alle Freibereiche werden rege genutzt.



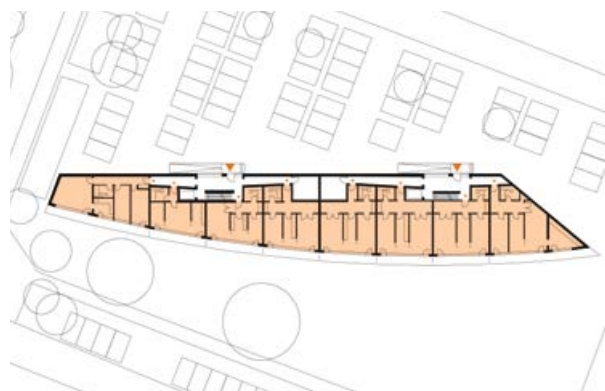
## Best Practice – Soziale Faktoren nachhaltiger Architektur

Caroline Fafflok,  
TU Darmstadt

**Nachhaltigkeit setzt sich aus den Komponenten Ökologie, Ökonomie und Soziales zusammen. In den Bereichen Ökologie und Ökonomie stehen quantifizierbare Planungsfaktoren wie zum Beispiel die Möglichkeit ein Gebäude nach energetischen Gesichtspunkten zu bewerten zur Verfügung. Im Bereich der gesellschaftlichen Parameter hingegen wurde aufgrund des hohen Anteils „weicher“ Faktoren sowohl in der Planung als auch im Betrieb ein hohes Weiterentwicklungspotenzial identifiziert.**

Im Forschungsprojekt „Best Practice – Soziale Faktoren nachhaltiger Architektur“ geht es genau darum, sowohl in Planung als auch Betrieb diese sozialen Faktoren von Wohnungsbauten herauszuarbeiten und zu bewerten. Wohnqualität wird bislang meist selektiv und unter subjektiver Auswahl von Kriterien wie Wohnfläche oder ausgewählten Ausstattungs- und Kostenmerkmalen beschrieben und bewertet. Dabei geht es gerade im Wohnungsbau neben der Bereitstellung von ressourcenschonender, energieeffizienter, dauerhafter und wirtschaftlich optimierter Architektur auch immer mehr um Themen wie soziale Durch-

mischung, Möglichkeiten von Kommunikation und Integration, Partizipation, dauerhafte Stabilität von Quartieren oder Barrierefreiheit für ein Zusammenleben aller. Kurz: Wohnen ist ein Stück Lebensqualität und der soziale Zusammenhalt wird immer wieder als eine wesentliche Voraussetzung für die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft genannt, zu dem Architektur einen wertvollen Beitrag leisten kann.



Geförderter Wohnungsbau zur städtebaulichen Aufwertung und Weiterentwicklung des Bezirks Marzahn. Architektonische Qualität schafft es, Bewohner zu locken und zu halten. Die überschaubare Größe an 30 Wohneinheiten pro Hauseingang ermöglicht einen regen nachbarschaftlichen Austausch und eine relativ hohe Identifikation der Bewohner mit ihrem Wohnort.

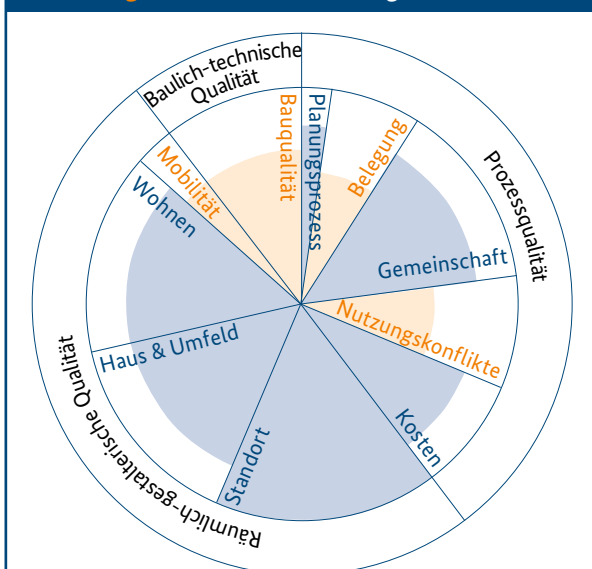


Es ist notwendig, neue Erfahrungen und Erkenntnisse zu den „weichen“ Faktoren des nachhaltigen Wohnungsbaus zu sammeln, um abschätzen zu können, inwieweit die angewandten Möglichkeiten Erfolge zeigen und welche Empfehlungen und Maßnahmen angeraten sein können, die soziale Nachhaltigkeit im Wohnungsbau zu steigern. Dafür wurden deutschlandweit 17 Wohnungsbauprojekte untersucht, von denen die meisten durch den Deutschen Bauherrenpreis bereits eine Präqualifikation erhalten hatten.

Bei der Frage der vergleichbaren Beurteilbarkeit von nachhaltiger Architektur liegt die Problematik in der Messbarkeit der sozialen Aspekte. Diese sind – wie beschrieben – schwerlich quantifizierbar und somit kaum numerisch zu erfassen. Für die Projektevaluationen wurden vor allem die sogenannten „weichen“ Planungsfaktoren betrachtet, um diese, wenn möglich objektivierbar, entsprechend beurteilbar und schlussendlich übertragbar zu machen. Der eingeschlagene Weg zur Projektaufnahme und späteren Evaluation wird der empirischen Sozialforschung zugeordnet. Sie bezeichnet die systematische Erhebung von Daten über soziale Tatsachen durch Beobachtung, Befragungen, Experimente oder durch die Sammlung sogenannter Prozess generierter Daten und deren Auswertung.

Dazu wurde ein Kriterienkatalog mit den übergeordneten Themenkomplexen Prozessqualität, räum-

**Abbildung 1:** Interview-Stimmungsbild



Grafische Umsetzung der Ergebnisse aus den Projektevaluationen. Die Rosette fasst die Stimmungen aus den 17 Projekten zusammen und vermittelt einen Eindruck über die entstandenen Schwerpunkte.

**Quelle:** TU Darmstadt

## Best Practice

### Forscher/Projektleitung

TU Darmstadt, Fachbereich Architektur Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen  
 Prof. Dipl.-Ing. M.Sc. Econ. Manfred Hegger  
 Dipl.-Ing. M.A. Caroline Fafflok  
 Dipl.-Ing. Friederike Hassemer  
 Dipl.-Ing. Johanna Henrich

### Gesamtkosten

134.936 Euro

### Bundeszuschuss

92.987 Euro

### Projektlaufzeit

November 2012 bis März 2014



lich-gestalterische Qualität und baulichtechnische Qualität erarbeitet.

Die Prozessqualität liefert Informationen über die Akzeptanz eines Projekts bei allen Beteiligten, sowohl im Planungs- und Bauprozess als auch während des Betriebs. Bei der Evaluation der räumlich-gestalterischen Qualität wurde auf die soziale Brauchbarkeit der Projekte fokussiert. Dabei wurden unterschiedliche Aktionsradien (Wohnung, Haus/Umfeld und Standort) betrachtet. Die baulich-technische Qualität stellt nicht nur ein Indiz über die Brauchbarkeit, sondern auch für die Akzeptanz der Bewohner dar.

Darauf basierend wurden qualitative und quantitative Indikatoren zur Evaluation der Best-Practice-Projekte definiert.

Entlang dieses Katalogs wurden die Projekte in mehreren Stufen evaluiert: Vorabfragebögen, Interviews mit Experten (Bauherren und Architekten), Kurzinterviews mit den Bewohnern sowie einer Vor-Ort-Begehung. Dieser Methoden-Mix erleichtert die Validierung der Ergebnisse und die eingesetzten Instrumente unterstützen sich wechselseitig hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen. So überprüft zum Beispiel die Beobachtungsmethode die Zuverlässigkeit der Meinungsäußerungen der Befragten, umgekehrt klären Interviews Sachverhalte auf, die der Beobachtung nicht zugänglich sind. Zur Erfassung der quantitativen Daten wurden Vorabfragebögen an Bauherren und Architekten geschickt. Diese Fragebögen waren zum einen Grundlage für die Sekundäranalyse von Statistiken, Plänen, Fotos et cetera und zum anderen

**Tabelle 1:** Kriterienmatrix zur Erfassung quantitativ und qualitativ sozialer Faktoren nachhaltiger Architektur.

Soziale Faktoren nachhaltiger Architektur				
Themenkomplex	Handlungsfeld	Kriterium	Indikator	
			quantitativ	qualitativ
Prozessqualität	Planungsprozess (Bauprozess)	Verfahren	vorhanden oder nicht vorhanden	Architektenwettbewerb, Direktbeauftragung, Qualitätssicherung
		Beteiligung, Akzeptanzförderung	vorhanden oder nicht vorhanden	Nutzerbeteiligung, Einbindung Nachbarschaft und Anwohner
		Kommunikation	gefördert oder gemieden	Partizipation aller Projektbeteiligten
		Kosteneffizienz	Variantenstudien (nicht) vorhanden	Verfahrenszeitraum
	Betrieb und Nutzung	Integration	Nutzungsmix, (Nicht-)Einbindung öffentlicher/sozialer Einrichtungen	Nutzungskonflikte
		Aktivierung, Akzeptanzförderung	gefördert oder gemieden	Nutzerbeteiligung, Selbstverwaltung
		Gemeinschaft	Kommunikation (Information), Zielgruppe, soziale Angebote	Solidarität, Chancengleichheit, Akzeptanz, Toleranz
		Einflussnahme Nutzer	Steuerungsmöglichkeiten (thermisch, akustisch, visuell)	Funktionalität
		Belegung	Zweckbindung (Kosten, Zielgruppe)	Auswahlverfahren, Durchmischung, Einbindung, Belegungspolitik
		Kosten	Investitions-, Betriebs-, Instandhaltungs-, Mietkosten	Monitoring, Optimierung, Einbindungsmaßnahmen
Räumlich-gestalterische Qualität	Standort	Infrastruktur und Versorgung	Entfernung zu sozialen, kulturellen Einrichtungen, Versorgung	Angemessenheit Angebot bezogen auf Nutzer
		Erreichbarkeit	Anbindung ÖPNV, Angebot Parkplätze, Fahrradstellplätze	alternative Mobilitätskonzepte (Carsharing), Barrierefreiheit
		Sicherheit	Einsehbarkeit	Einbindung Quartiersumfeld, Orientierung, Barrierefreiheit, Geborgenheit
	Haus und Umfeld	Zonierung halb-, öffentlich, privat	Hierarchisierung (nicht) vorhanden	Qualität im Sinne der Nutzbarkeit der einzelnen Zonen
		Zugänglichkeit/Erschließung		Zugänge (Mensch, Fahrrad, MIV, Anlieferung), Erkennbarkeit, Barrierefreiheit
		Kommunikations- und Gemeinschaftsflächen (Freiraum)	kommunikationsfördernde Flächen (nicht) vorhanden	Nutzbarkeit, Nutzungskonflikte, soziale Kontakte
		Durchmischung	Vielfalt Wohnungstypen und -größen	
		Nachverdichtung	Abstandsflächen, Dichten	Privatsphäre, Nutzungskonflikte
		Identität, Baukultur		Innovation, Identifikation Bewohner
	Wohnen	Flexibilität wohnungsübergreifend	Schalträume, Konstruktionsraster (nicht) vorhanden	Alltagstauglichkeit, Umnutzungsfähigkeit, Funktionalität, Barrierefreiheit
		Nutzungsflexibilität der Räume	Hierarchisierung der inneren Zonierung, Räume (nicht) vorhanden	Nutzbarkeit, Funktionalität, Geräumigkeit
		private Freibereiche	Angebot (nicht) vorhanden	Nutzbarkeit, Nutzungskonflikte (Zonierung etc.)
		Behaglichkeit		Orientierung der Räume gegen Lärm, Tageslichtversorgung
	Baulich-technische Qualität	Bauqualität	Komfort	Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Tageslichtquotient, Schallschutz (Nachhallzeit), Luftqualität
Instandhaltung, Wartung			Wartungszyklen, Kosten zur Qualitätssicherung	Hausmeister, Selbstverwaltung, Dienstleister
Erscheinungsbild (Architektur)				Innovation, Anspruch, Identifikation
Erscheinungsbild (Gebäude)				Abnutzung, Bauschäden, Zustand
Energieeffizienz			Energiebedarfe, Nebenkosten	Kostenentlastung Nutzer, Betreiber, Energiekonzepte

Quelle: TU Darmstadt

Vorbereitung für die qualitativen Interviews vor Ort. Anhand der Nutzergruppenbefragungen (Fokusgruppen Nutzer, Planer und Bauherr/Betreiber) wurden die einzelnen Maßnahmen zur Steigerung der sozialen Nachhaltigkeit diskutiert, bewertet und erläutert. Dabei wurden die verschiedenen Gruppen sowohl allgemein als auch projektspezifisch befragt, um einen Abgleich über Wunsch oben genannten Bedürfnis und Realität beziehungsweise Erfahrung zu ermöglichen.

## Fazit

Soziale Nachhaltigkeit lässt sich nicht in einem Satz formulieren. Sie ist durch ein komplexes Gefüge von Parametern definiert und abhängig von der gelungenen Befriedigung unterschiedlicher individueller Wohnvorstellungen in einem sozialen Kontext. Die Begehungen der Projekte und Interviews mit den Akteuren haben hierzu wertvolle Erkenntnisse erbracht. Die geführten Dialoge haben auch die Bedeutung der Einbeziehung der Bewohner verdeutlicht. Sie vermittelten nicht nur wertvolle Anregungen für Gebäudeplanung und -betrieb. Ganz offensichtlich war, dass solche Partizipation auch zur stärkeren Identifikation mit dem Wohnumfeld beiträgt.

Ergebnis ist ein Leitfaden, in dem die einzelnen Projektevaluationen im Detail abgebildet und anhand übergeordneter Faktoren Handlungsempfehlungen formuliert sind. Planern und Bauherren werden so typische Schwierigkeiten und Herausforderungen, aber auch Möglichkeiten und Chancen beim Durchführen eines Projekts beispielhaft aufgezeigt.

Der Leitfaden ist zu beziehen unter: [zb@bbr.bund.de](mailto:zb@bbr.bund.de) (Stichwort: Best Practice)

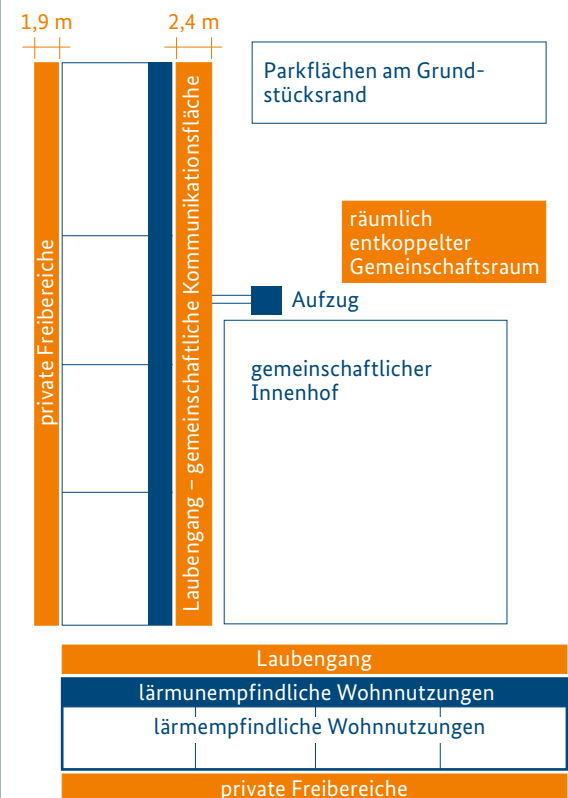


Blick auf die Rückseiten der beiden Wohntrakte: Die privaten Freibereiche orientieren sich alle nach hinten. Die Westbalkone sind offener gestaltet mit Blick ins Grüne. Die Südbalkone sind verschlossener, da hier die Nachbarbebauung anschließt. Alle Freibereiche werden rege genutzt.



Die großzügigen Balkone auf der Südseite ersetzen den Garten und werden sehr rege genutzt. Darüber hinaus erweitern sie den Innenraum durch die so groß wie möglich ausgeführten Balkonfenster.

**Abbildung 2:** Zonierung einer Wohnanlage in Dortmund



Visuell und akustisch beispielhafte Zonierung nach Bedürfnissen, die typischen Konflikten im gemeinschaftlichen Wohnen vorbeugt.

**Quelle:** TU Darmstadt

# Klein, flexibel, bezahlbar: Innovationen für studentisches Wohnen

Anne Bauer,  
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

## 120 Millionen Euro Förderung für Variowohnungen

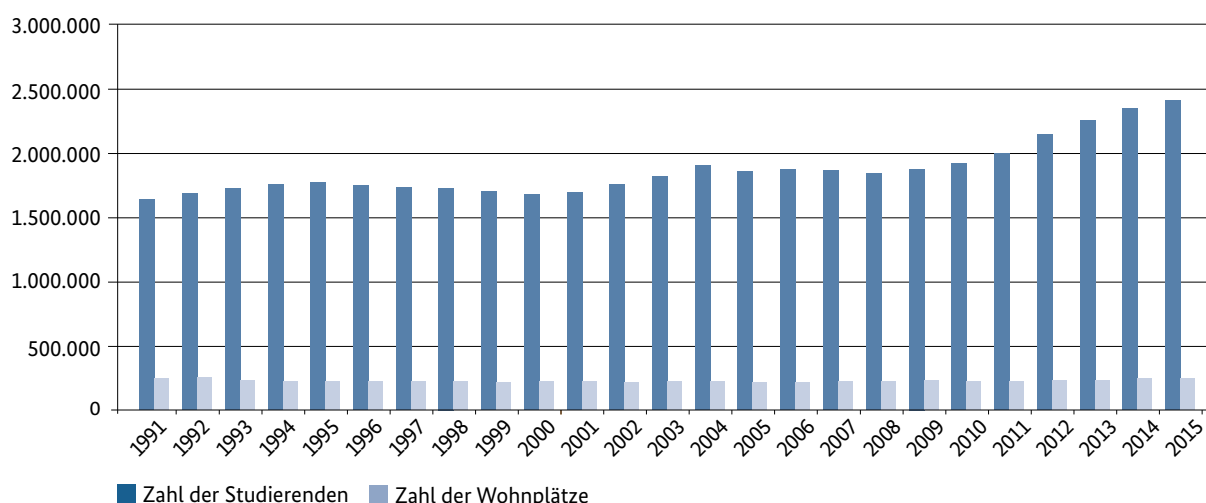
Seit Jahren steigt die Nachfrage nach Wohnraum in deutschen Städten und Ballungsgebieten. Verschärft wird die Lage auf dem Wohnungsmarkt von einer wachsenden Zahl Studierender, die immer öfter in ihren eigenen vier Wänden leben wollen. Zusätzlicher Bedarf an bezahlbarem Wohnraum entsteht durch die steigende Anzahl Auszubildender in Metropolregionen, durch Rentner und anerkannte Flüchtlinge. Um der schon heute problematischen Situation in vielen Hochschulstädten langfristig zu begegnen, fördert der Bund im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau ab sofort mit 120 Millionen Euro Modellvorhaben zum nachhaltigen und bezahlbaren Bau von Wohnprojekten für Studierende und Auszubildende (Variowohnungen).

Ziel des auf drei Jahre angelegten Förderprogramms, das Bundesbauministerin Dr. Barbara Hendricks Anfang November 2015 startete, ist die Erforschung sogenann-

ter „Variowohnungen“. Klein, flexibel und auch bei geringem Einkommen bezahlbar, sollen sie nicht nur den besonderen Anforderungen von Studierenden, Auszubildenden und Rentnern gerecht werden, sondern zugleich eine hohe architektonische und wohnliche Qualität aufweisen. Gefragt sind ebenso effiziente wie zukunftsweisende Wohnkonzepte, die eine Antwort auf den demografischen Wandel geben, sich schnell und mit möglichst geringen Kosten realisieren lassen.

Als Variowohnungen werden mindestens 20 Quadratmeter große modulare Wohneinheiten verstanden, die aus einem Wohnraum, einer Kochgelegenheit und einem Bad/WC bestehen. Denkbar sind auch Wohngemeinschaften von zwei oder drei Wohnräumen mit gemeinsamer Küche und Bad. Die Idee ist, dass diese zunächst von Studierenden, Auszubildenden und möglicherweise zum Teil auch von Rentnern bewohnt werden, man sie bei Bedarf später jedoch auch flexibel umbauen kann. Durch die aus dem Zukunftsinvestitionsprogramm der Bundesregierung bereitgestellten Mittel bezuschusst das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) mit dem Bau verbundene Forschungsleistungen und Investitionen für Innovationen.

**Abbildung 1: Entwicklung der Studierendenzahlen und der Wohnplätze zwischen 1991 und 2015 im gesamten Bundesgebiet**

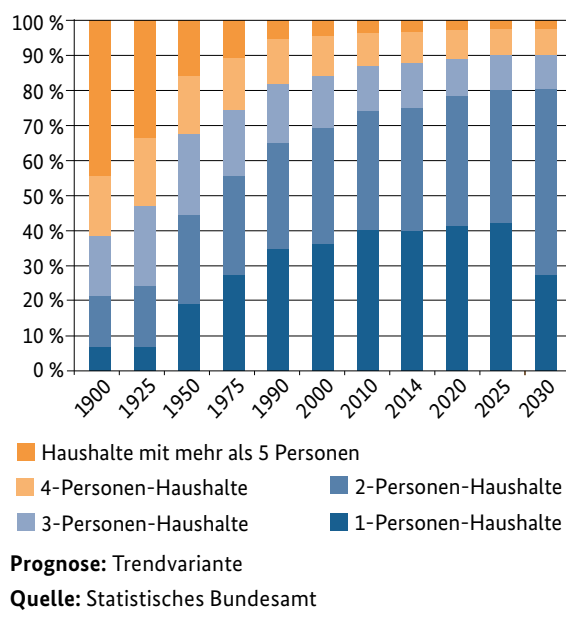


Die Zahl der öffentlich geförderten Wohnplätze umfasst den Wohnraum in Studentenwohnheimen mit öffentlicher Belegungs- und Mietbindung (bei Studentenwerken zusätzlich auch Errichtungen ohne öffentliche Förderung), öffentlich geförderter Wohnraum außerhalb von Wohnheimen in der Trägerschaft Privater und Wohnraum außerhalb von Wohnheimen, der durch öffentliche Träger für Studierende angemietet wird.

Quelle: Deutsches Studentenwerk



**Abbildung 2: Von der Großfamilie zur Single-Gesellschaft, Haushalte nach Haushaltsgrößen in Deutschland (in Prozent)**



Gefördert werden wissenschaftliche Untersuchungen zur Beschleunigung des Bauablaufs und zur Senkung der Baukosten ebenso wie Forschungen zur Nutzung und Nachnutzung sowie der räumlichen und gestalterischen Qualitäten. Erforderlich ist zudem der Nachweis über die Nachhaltigkeit der Gebäude in Form einer Zertifizierung und eine Auswertung der Kosten und der Effizienz des baulichen und technischen Konzepts.

Gekoppelt an die Forschungsleistungen werden anteilig Investitionen für Innovationen übernommen, die qualitativ hochwertige bauliche und technische Konzepte ermöglichen und einen zügigen Bauablauf und eine nachhaltige Nutzung sicherstellen. Dabei muss eine Mindestanzahl von Förderkriterien erfüllt werden. Diese beinhalten zum einen ökonomische Aspekte, wie die erhebliche Verkürzung der Bauzeit durch eine modulare Bauweise oder besondere Aufwendungen zur Senkung der Betriebskosten, aber auch ökologische Aspekte (zusätzliche bauliche Aufwendungen zur Nachverdichtung, eine ökologische Freiraumgestaltung) und soziokulturelle (etwa Barrierefreiheit, flexible Nachnutzungskonzepte, Gemeinschaftsnutzung).

Die Förderbausteine können miteinander kombiniert werden und sind insgesamt mit bis zu 500 Euro/Quadratmeter Gesamtwohnfläche förderfähig. Das Förderprogramm unterstützt den Neubau, die Erweiterung (Anbau, Aufstockung) sowie den Umbau von Gebäuden, die bisher nicht als Wohngebäude genutzt wurden. Um eine Förderung zu erhalten, ist je nach Art der Baumaßnahme eine definierte Mindestanzahl der

Variowohnungen zu errichten. Vorgeschrieben sind auch die Belegungsbindung von zehn Jahren und eine Höchstmiete von 260 Euro beziehungsweise in einigen Städten von 280 Euro.

Das zweistufige Antragsverfahren wird durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) betreut, das vom BMUB mit der fachlich-wissenschaftlichen Betreuung und administrativen Umsetzung beauftragt wurde. Zuständig ist das Referat II 3 „Forschung im Bauwesen“.

Im Förderzeitraum von Januar 2016 bis Ende 2018 sollen so der Bau und die Nutzung von Variowohnungen evaluiert werden, um durch Forschung Grundlagen für die Weiterentwicklung und die nachhaltige Nutzung zur Verfügung zu stellen. Die Ergebnisse der geförderten Forschungsarbeiten sollen in die weitere Ressortarbeit, insbesondere zu baulichen Fragen des demografischen Wandels, der Nachhaltigkeit und der Rationalisierung des Bauprozesses einfließen. Die zu fördernden Projekte sowie die Forschungsberichte werden auf der Internetseite der Forschungsinitiative Zukunft Bau ([www.forschungsinitiative.de](http://www.forschungsinitiative.de)) veröffentlicht und können von jedermann frei verwertet werden.

Anträge können bis zum 30. Juni 2016 direkt beim BBSR eingereicht werden.

Hotline: 0228 / 99 401-27 77

E-Mail: [variowohnungen@bbr.bund.de](mailto:variowohnungen@bbr.bund.de)

Weitere Informationen sind zu finden auf der Seite der Forschungsinitiative Zukunft Bau unter „Variowohnungen“: [www.forschungsinitiative.de/variowohnungen](http://www.forschungsinitiative.de/variowohnungen)



Der Bund fördert Modellvorhaben zum nachhaltigen und bezahlbaren Bau von Wohnprojekten für Studierende und Auszubildende

# Experimenteller Wohnungsbau „Ostersiepen“, Wuppertal

Christian Schlüter,  
Architektur Contor Müller Schlüter,  
ACMS Planungs-GmbH, Wuppertal

**Die Frage zur Zukunft des Bauens ist in den letzten Jahren zunehmend von bauphysikalischen Aspekten und hier vor allem der Energieeffizienz bestimmt. Dies ist vor dem Hintergrund der sich dramatisch verschärfenden Umweltfragen absolut notwendig und verständlich. Dennoch bauen wir nicht in erster Linie Gebäude zur Energieeinsparung sondern zum Aufenthalt von Menschen, zum Arbeiten, Wohnen und Leben im Allgemeinen. Gebäude müssen daher, neben höchster Energieeffizienz, selbstverständlich auch höchsten gestalterischen Anforderungen genügen. Menschen müssen sich hier in erster Linie wohlfühlen.**

Es bedarf daher dringend einer ganzheitlichen Betrachtung von Gebäuden. Dies ist, bei aller Verwässerung des Begriffs, die wesentliche Essenz der viel diskutierten „Nachhaltigkeit“.

Trotz teilweise geäußelter anderslautender Meinungen steht dabei die Energieeffizienz und Gestaltungsfreiheit keineswegs in einem Widerspruch und dies auch nicht unter hinzuziehen wirtschaftlicher Gesichtspunkte.

Die Zukunft des Bauens liegt hierbei im Bestand. Des dessen Modernisierung in energetischer aber eben auch architektonischer Hinsicht ist zwingend notwendig. Aus dieser Feststellung lassen sich aber auch die wesentlichen Anforderungen für heutige Neubauten – die Bestandsbauten der Zukunft – ableiten. Neben höchster Energieeffizienz muss hier vor allem die Flexibilität zur dauerhaften Nutzung im Vordergrund stehen. Die für



Abbildung 2: Lageplan

Neubauten aufzuwendenden Ressourcen müssen einerseits minimiert werden (Stichwort „Graue Energie“) aber eben auch durch höchste Flexibilität dauerhaft genutzt werden können. Für die Nutzungsphase sollte Bedarfsminimierung weiterhin im Vordergrund stehen. Dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass auch sogenannte „Plus-Energie-Häuser“ einen erheblichen Kohlenstoffdioxid-Fußabdruck (CO<sub>2</sub>) hinterlassen. In diesem Sinne wird ein durch das Land NRW geförderter „experimenteller“ Wohnungsbau vorgestellt.

## Experimenteller Wohnungsbau

### Aufgabenstellung

In vielen Hochschulstädten, so auch in Wuppertal ist die Anzahl der Studierenden stark angestiegen. Dieser Trend wird jedoch nicht dauerhaft anhalten. Insofern galt es ein Gebäude zu entwickeln das neben der Erstnutzung zum studentischen Wohnen zukünftig auch für andere Nutzergruppen mit geänderten Raumkonstellationen bewohnbar bleibt.

### Städtebauliche Einbindung

Die Aufteilung der Nutzfläche auf drei Gebäudekörper und deren Platzierung im Gelände, auf den in der steilen Topografie vorhandenen Geländeplateaus, unterstützt die städtebaulichen Qualitäten. So kann für alle Bewohner Ausblick, passive Solarnutzung und Freiraumqualität sichergestellt werden. Die geschaffene öffentliche Durchwegung des privaten Grundstücks, ermöglicht eine Verknüpfung zwischen Universität und städtischer Struktur. Diese Vermittlerrolle wird durch die mögliche flexible Nutzung zwischen studentischem Wohnen bis hin zum familiengerechten Wohnen unterstützt. Die Eigenarten des Ortes und der ortstypischen Topografie werden zum charakteristischen Merkmal der Wohnanlage.



Abbildung 1: Ansicht Straße Ostersiepen

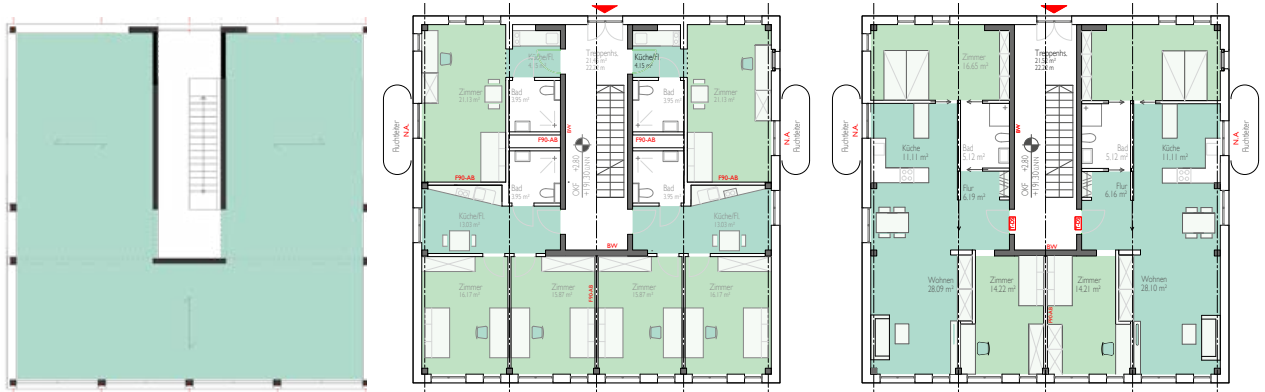


Abbildung 3: Häuser 1 und 3, Grundstruktur und Varianten

### Flexibilität

Die kompakten, in ihren Abmessungen optimierten Baukörper umschließen ein schmales Treppenhaus. Die gesamte Nutzfläche ist frei von tragenden Bauteilen und Steigsträngen. Flachdecken ermöglichen den freien horizontalen Leitungsverzug. Die Grundrisse der Studentenapartments können bei Bedarf zu 1- bis 3-Personen-Wohnungen im Sinne des öffentlichen Wohnraumförderprogramms des Landes Nordrhein-Westfalen umgenutzt werden.

### Topografie als Chance

Das Gebäude reagiert auf die Besonderheiten des Ortes. Am Hang liegend ist es weder von oben, noch von unten direkt mit Fahrzeugen erreichbar. Das Gebäude wird auf jeder Ebene über Stege und Brückenkonstruktionen als Außenerschließung organisiert, an die seitlich ein Aufzug angestellt ist. Durch den so gesicherten direkten Ausgang in jeder Ebene wird der Fluchtweg auch ohne Anleitung sichergestellt.

Statt der eigentlich notwendigen zwei gebauten Rettungswege als zwei Treppenhäuser entsteht so eine hochflexible, frei konfigurierbare Grundrisslösung. Die einzelnen Ebenen sind alternativ strukturiert als Studentenwohnanlage mit 6-Personen-Wohngemeinschaften beziehungsweise als 1-Personen- und 3-Personen-Wohnungen gemäß Wohnraumförderprogramm.



Abbildung 4: Haus 2 als „gestapelte Erdgeschosse“

### Baustoffauswahl

Optimierte Ressourcenverbräuche lassen sich am besten durch eine optimierte Baustoffauswahl erreichen. Ressourcenintensive Materialien wie Beton werden auf ein Minimum für die Geschosdecken reduziert und können hier ihre Fähigkeiten des Schall- und Brandschutzes sowie die thermische Speicherfähigkeit einbringen. Die für den Energieverbrauch der Nutzungsphase maßgebliche Gebäudehülle besteht aus großformatig vorgefertigten Holztafelementen. Neben den positiven Werten der Ökobilanz des Werkstoffs Holz werden auch die materialimmanenten Vorteile von Leichtigkeit, Recyclebarkeit und Wärmebrückenfreiheit optimierend genutzt.



Abbildung 5: Haus 2, Grundstruktur und Varianten



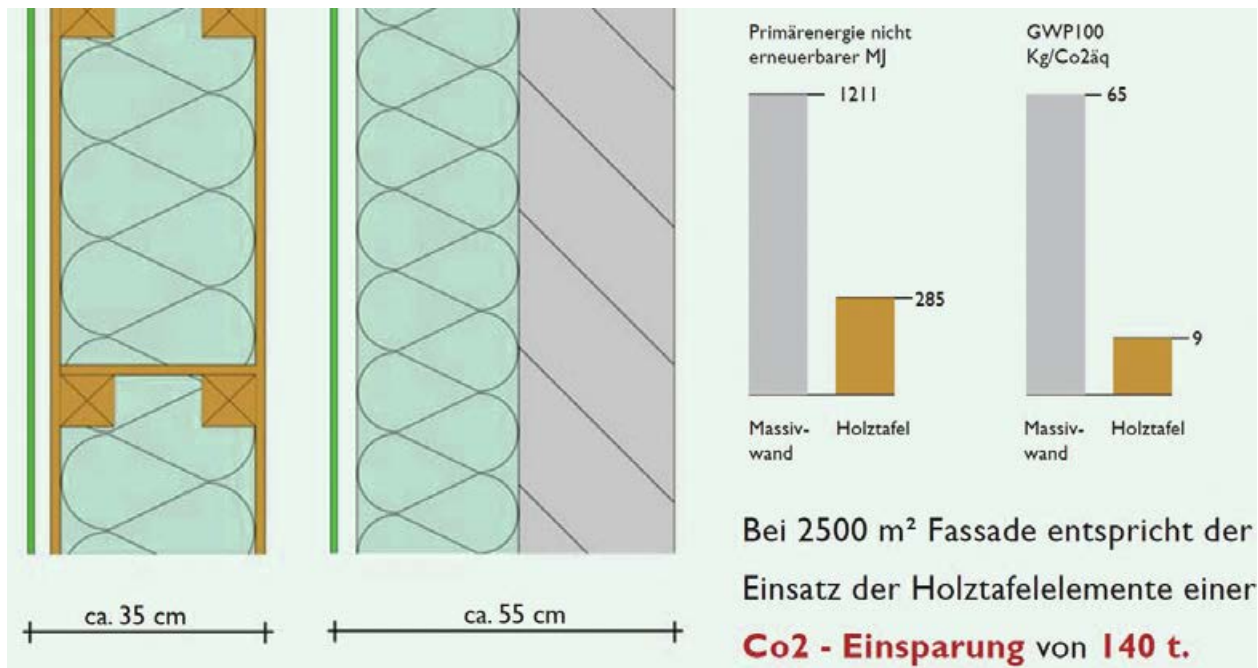


Abbildung 6: Ökobilanzvergleich Massivwand/Holztafel

### Qualitätssteigerung durch Vorfertigung

Die drastische Reduzierung des Heizwärmebedarfes lässt die Ausführungsqualität der Baukonstruktion deutlich in den Vordergrund rücken. Energieverluste durch wärmebrücken oder ungewollte Lüftungsverluste über Undichtheiten steigen in ihrer Relevanz erheblich bei einer verbesserten Gebäudehülle. Insbesondere die Erstellung der Luftdichtheit ist dabei unter Baustellenbedingungen und dem Verfall der Handwerkerqualität durch den extremen Preisdruck

oft nur sehr unzureichend möglich. Die Vorfertigung unter kontrollierten Werkstattbedingungen mit entsprechender möglicher Qualitätskontrolle kann hier nicht nur qualitätssteigernd sondern auch zeit- und kostensenkend helfen den Bauprozess besser kalkulierbar zu gestalten.

### Passivhaus Optimierung

Die klassische Passivhausauslegung mit einer Beheizung nur über Luft ist im mehrgeschossigen Woh-



Abbildung 7: Montage vorgefertigter Holztafelelemente



Abbildung 8: Innenausbau

nungsbau theoretisch möglich, jedoch nicht immer sinnvoll und wirtschaftlich darstellbar. Insofern wurden verschiedene Varianten zur Lüftungstechnik jeweils mit zusätzlichen Heizkörpern zur kostengünstigen individuellen Einstellung der Raumtemperatur untersucht. Die minimierten Heizflächen (300x300 mm) wurden so dimensioniert und stationiert, dass Fehlbedienungen verhindert werden. Für eine Beheizung bei geöffnetem Fenster (nur Drehöffnung möglich, keine Kippstellung) sind sie nicht ausreichend. Aufgrund der behaglichen Oberflächentemperaturen auch im Fensterbereich (Dreifachverglasung), kann die Heizfläche zur individuellen Nachregulierung im rückwärtigen, durch Möbel nicht verstellbaren Raumbereich angeordnet werden.

### Optimierung Energiekonzept

Die Versorgung der Gebäude mit Energie wurde im Verbund mit dem Bestandsgebäude „Neue Burse“ geplant. In einem vergleichenden Gutachten wurden

drei Varianten zur Versorgungsoptimierung analysiert und bewertet:

Variante 1 Bestand als Referenz mit Fernwärme WSW aus einem Kohlekraftwerk mit Kraft-Wärme-Kopplung, einer Gasturbine und Spitzenlastkesseln

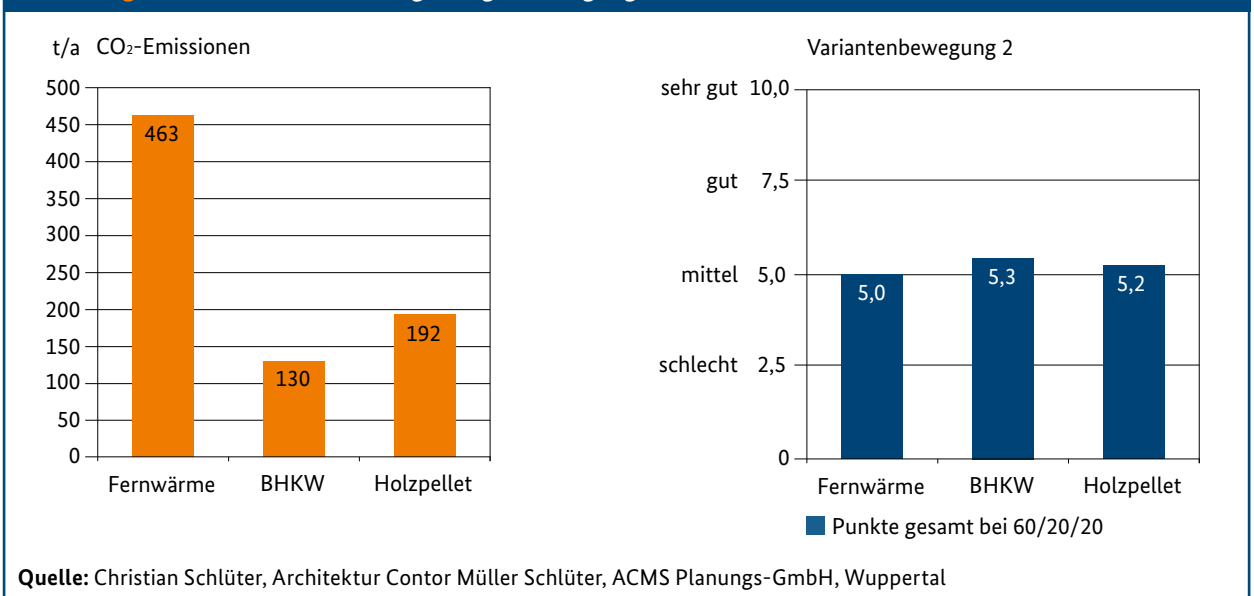
Variante 2 Biogas-BHKW 50kW<sub>el</sub> mit Fernwärme-Spitzenlastabdeckung, mit Nutzungsgrad 30 Prozent elektrisch und 60 Prozent thermisch

Variante 3 Holzpelletkessel für die Grundlast mit Fernwärme Spitzenlastabdeckung, Nutzungsgrad von 85 Prozent

### Fazit des Gutachtens:

Es wurde eine Nutzwertanalyse mit den Kriterien im Verhältnis von 60 Prozent Kosten/20 Prozent CO<sub>2</sub>-Emission/20 Prozent Preisstabilität erstellt. Bei dieser Gewichtung ist die BHKW-Lösung knapp die empfehlenswerteste.

Abbildung 9: Variantenuntersuchung Energieversorgung





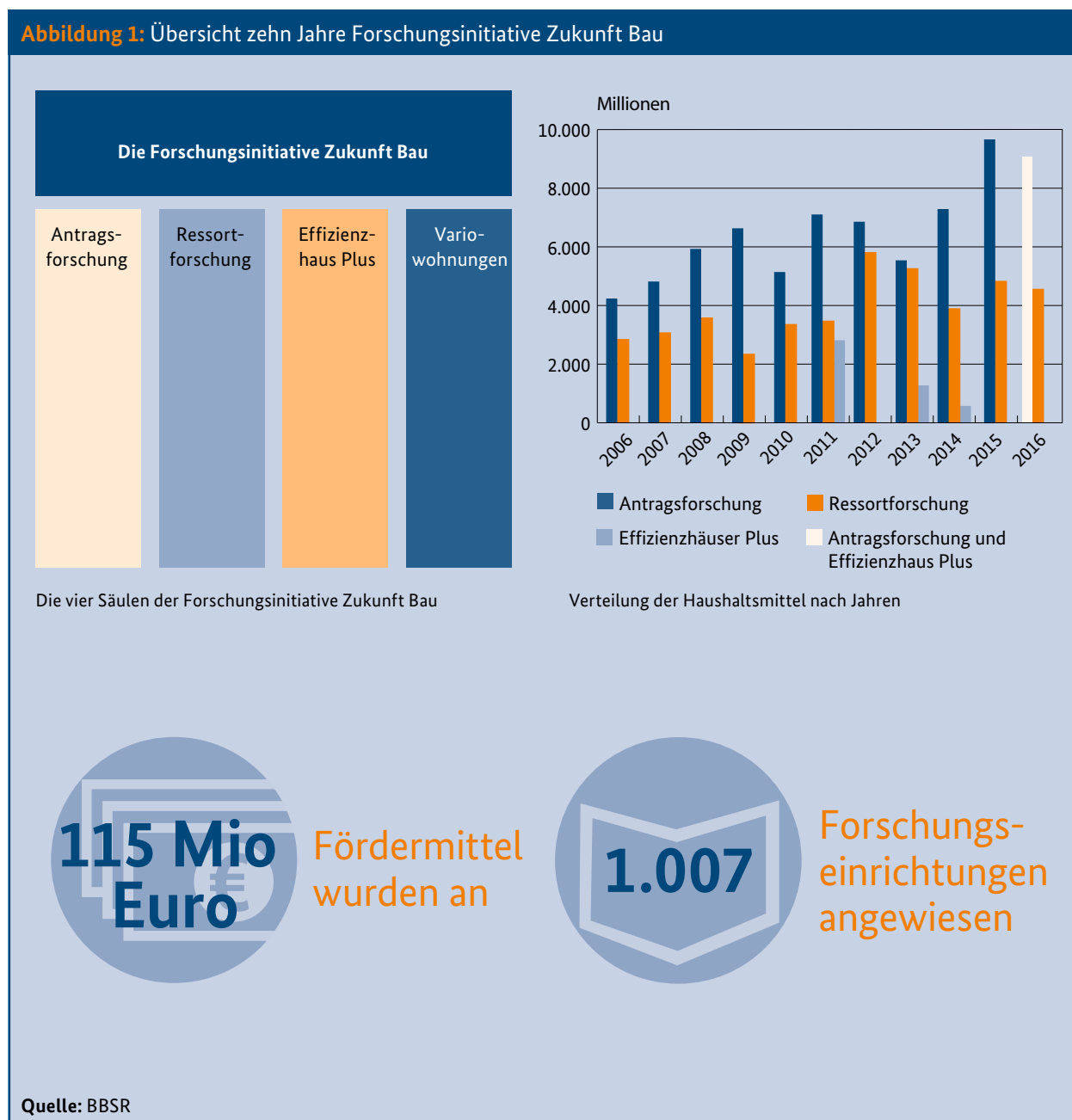
# Zehn Jahre Forschungsinitiative Zukunft Bau in Zahlen

Seit zehn Jahren ist die Forschungsinitiative Zukunft Bau Impulsgeber für das Bauwesen der Bundesregierung und für den gesamten Bausektor der Bundesrepublik.

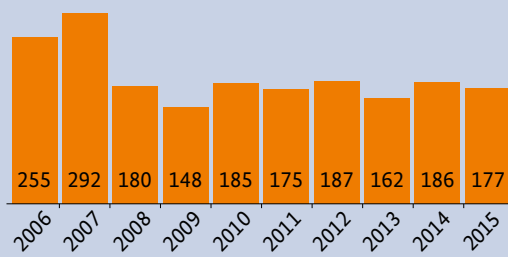
2006 wurde die Forschungsinitiative Zukunft Bau durch das Bundesbauministerium gegründet. Ziel war und ist es, das Bauen auf die Herausforderungen der Zukunft vorzubereiten, die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Bauwesens im europäischen Binnenmarkt zu stärken und neue Erkenntnisse im Bereich technischer, baukultureller und organisatorischer Innovationen zu fördern. Zu diesem Zweck sind bis heute

Forschungsvorhaben zu vielfältigen Themen angestoßen und unterstützt worden: rund 1.000 Projekte sind bisher durch die Forschungsinitiative gefördert und fast 115 Millionen Euro Bundesmittel eingesetzt worden. Das Programm ruht mittlerweile auf vier Säulen: der Antragsforschung, der Auftragsforschung, dem Netzwerk Effizienzhaus Plus und den Modellvorhaben für Variowohnungen für Studierende und Auszubildende. So werden durch das Förderprogramm Forschung und Anwendung verknüpft – aus Vision wird Wirklichkeit!

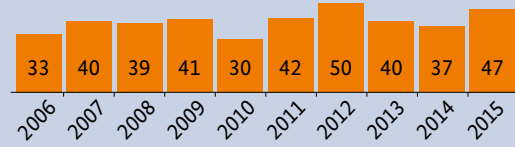
Abbildung 1: Übersicht zehn Jahre Forschungsinitiative Zukunft Bau



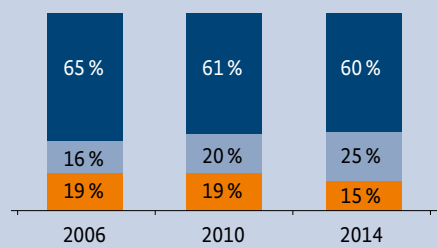
**Abbildung 2:** Zehn Jahre Antragsforschung der Forschungsinitiative Zukunft Bau in Zahlen



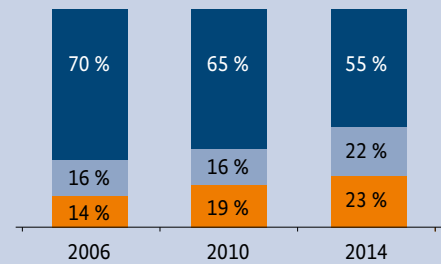
Anzahl der Anträge 2006–2015



Anzahl der geförderten Projekte von 2006–2015

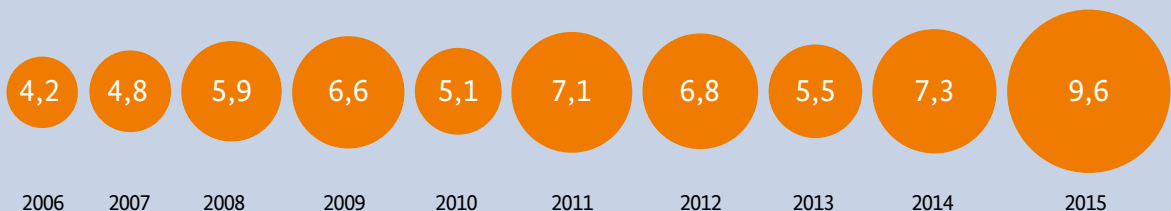


Zusammensetzung beantragter Fördermittel



Zusammensetzung genehmigter Fördermittel

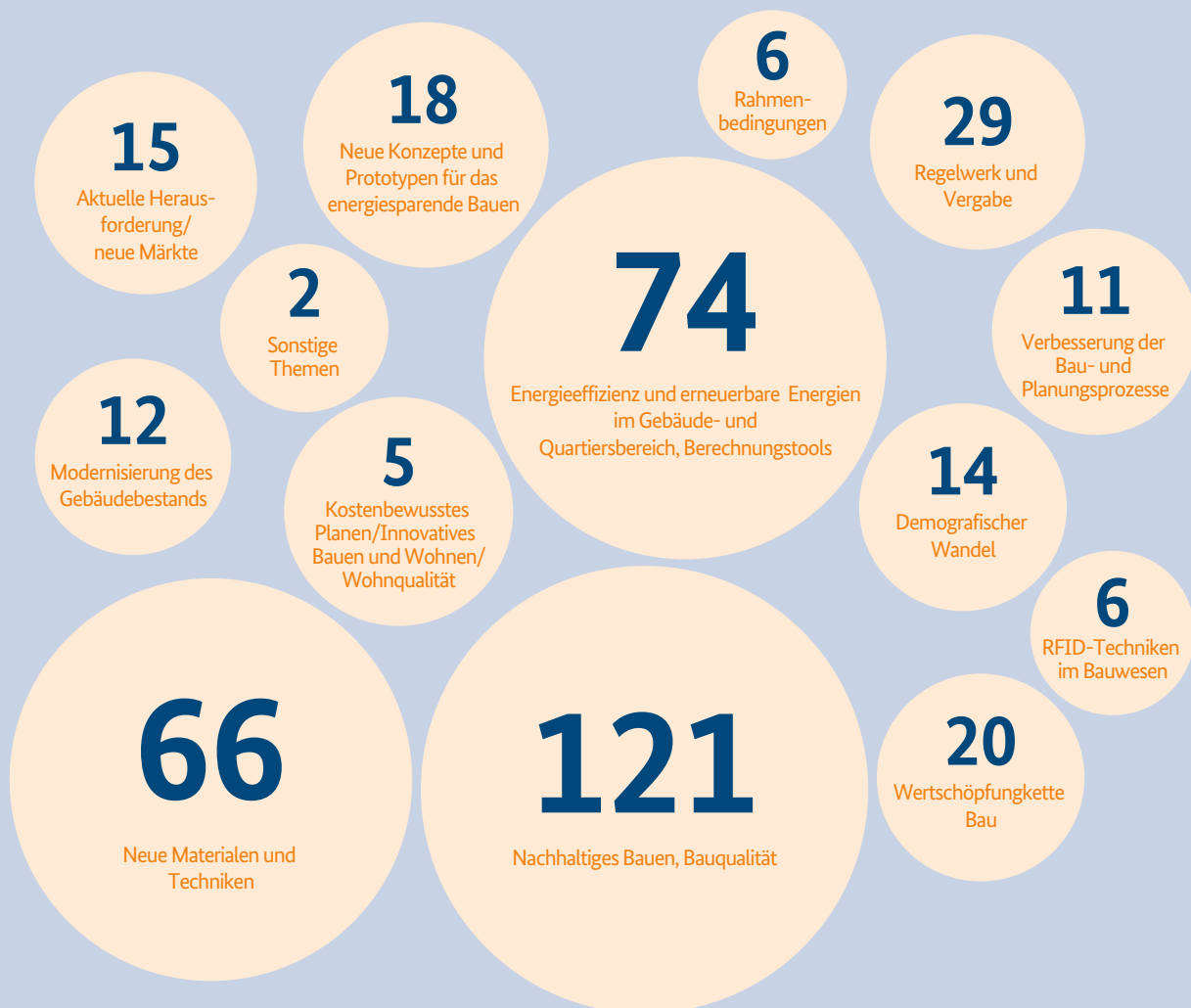
**93** Experten haben in 15 Sitzungen die Anträge beurteilt und ihre Empfehlung ausgesprochen



Haushaltsmittel Antragsforschung: Höhe der genehmigten Mittel nach Jahren in Millionen

Quelle: BBSR

Abbildung 3: Zehn Jahre Antragsforschung der Forschungsinitiative Zukunft Bau in Zahlen



Anzahl durchgeführter Vorhaben nach Clustern

**270** Forschungsberichte und Publikationen sind im Rahmen der Antragsforschung mit einer Stückzahl von insgesamt rund 19.000 Exemplaren entstanden. Das ergibt einen etwas 215 Meter hohen Stapel, der damit den Kölner Dom überragt.

**59.877** mal erfolgte ein kostenloses Herunterladen der Berichte „Zukunft Bau“.

Die Projekte der Antragsforschung wurden in 10 Jahren Forschungsinitiative Zukunft Bau von rund **200** Forschungseinrichtungen bearbeitet. Aktuell werden die Projekte der Antragsforschung durch **2** Personen im BMUB und **9** Personen im BBSR betreut.

Quelle: BBSR

Abbildung 4: Zehn Jahre Ressortforschung der Forschungsinitiative Zukunft Bau

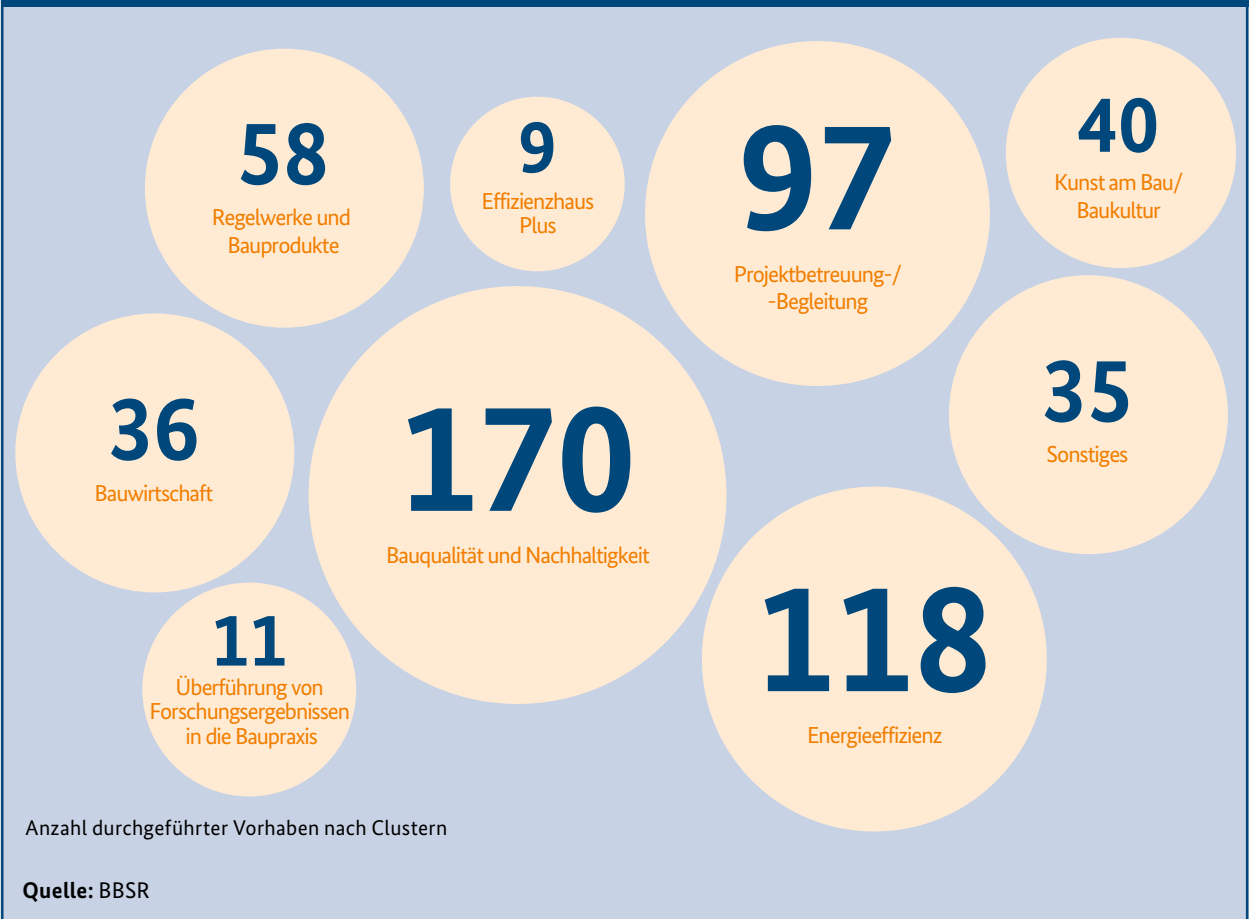
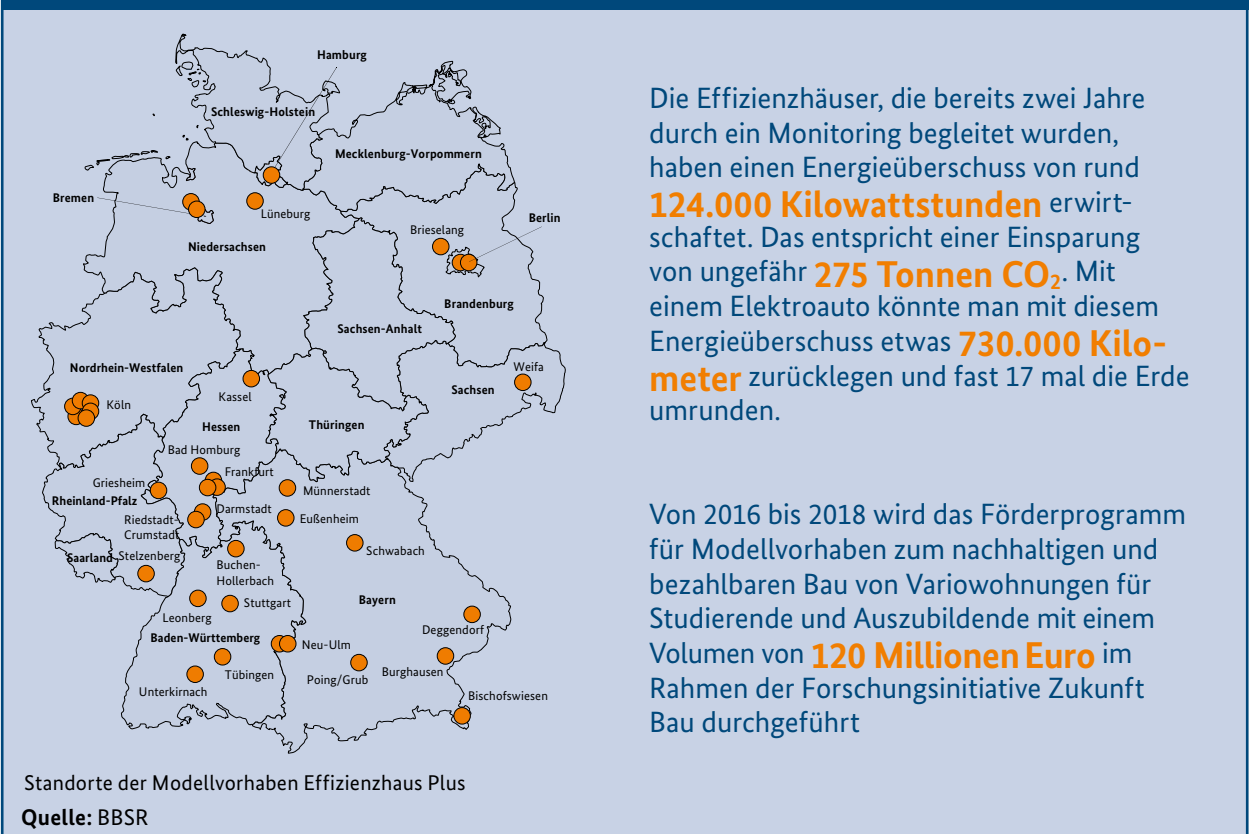


Abbildung 5: Modellvorhaben der Forschungsinitiative Zukunft Bau







Harald Herrmann, Direktor und  
Professor des Bundesinstituts für  
Bau-, Stadt- und Raumforschung

# Die Forschungsinitiative Zukunft Bau als Seismograph und Ideengeber

**Harald Herrmann, Direktor und Professor des Instituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung**

Egal ob Plusenergiehaus, Wohnformen mit flexiblen Zuschnitten oder nachhaltige Bauweisen – es gibt viele Konzepte und Technologien, die mithilfe der anwendungsorientierten Bauforschung gesellschaftliche Ziele unterstützen, Gebäudenutzern zugutekommen und die Wettbewerbsfähigkeit der Baubranche erhöhen können. Die Forschungsinitiative Zukunft Bau bietet dafür seit zehn Jahren den Boden für Innovationen.

Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung berät als Forschungseinrichtung des Bundes das Bundesbauministerium und andere Fachressorts in den Politikbereichen Stadt- und Raumentwicklung, Wohnungs- und Immobilienwesen sowie Bauen und Baukultur. Grundlagenanalysen, anwendungsorientierte Forschung und die fachliche Begleitung von Investitions- und Förderprogrammen ergänzen sich.

Als Projektträger und Fachbetreuer der Forschungsinitiative Zukunft Bau ist das BBSR für die Durchführung der verschiedenen Programmzweige der Forschungsinitiative verantwortlich: Auftragsforschung, Forschungsförderung, Netzwerk Effizienzhaus Plus und Modellvorhaben Variowohnungen.

Ziel der Auftragsforschung ist es, die baupolitischen Ziele des Bundes wissenschaftlich zu untermauern und evidenzbasierte Vorschläge für die Weiterentwicklung von Programmen und Instrumenten zu formulieren. Die Ergebnisse der von uns beauftragten Forschungsarbeiten fließen etwa in die Novellierung rechtlicher Regelungen wie der Energieeinsparverordnung ein, verbessern die Informationsgrundlagen für das nachhaltige Bauen oder werden in Form von Arbeitshilfen und Leitfäden für Planer, Architekten und Ingenieure veröffentlicht. Für den Bundesbau sind die Ergebnisse besonders bedeutsam. Gilt es doch, gesellschaftliche Ziele wie Nachhaltigkeit, Energiewende oder auch die Erfordernisse der Barrierefreiheit im öffentlichen Hochbau umzusetzen. Aktuelle Forschungsarbeiten greifen die Frage auf, welche Herausforderungen und Chancen mit digitalen Planungsmethoden wie dem Building Information Modeling verbunden sind.

Das BBSR betreut zudem fachlich die Modellvorhaben zum nachhaltigen und bezahlbaren Bau von Vario-

wohnungen. Das Programm ist mit 120 Millionen Euro ausgestattet. Die Modellvorhaben sollen Erkenntnisse liefern, wie neue Wohnformen für Studierende in einigen Jahren zum Standard für bezahlbares und nachhaltiges Bauen und Wohnen werden können. Auch der neue Gebäudestandard Effizienzhaus Plus wird von uns bis ins Detail erforscht und optimiert.

Die Förderung von anwendungsorientierten Forschungsarbeiten ergänzt die Auftragsforschung: Rund 460 Projekte wurden bisher insgesamt über Zukunft Bau gefördert. In der laufenden Förderperiode unterstützen wir circa 60 Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von etwa zehn Millionen Euro. Die Projekte sind eine Inspirations- und Wissensquelle, von der die Baubranche profitiert. Im letzten Jahr haben wir die ersten Projektetage der Antragsforschung ausgerichtet. Ziel ist es, den Austausch der Forschenden zu unterstützen und die Qualität der Arbeiten weiter zu steigern.

Für uns ist die Antragsforschung auch ein Seismograph: Aus den eingereichten Themen können wir sehen, welche Aspekte künftig an Bedeutung gewinnen werden – und wo es sich lohnt, noch genauer als bisher hinzusehen, um auch weiteren Forschungsbedarf auszumachen.

Die thematische Bandbreite der geförderten Forschungsarbeiten ist groß – naturgemäß ganz besonders in der Antragsforschung. Schließlich formulieren hier die Forschenden selbst, was aus ihrer Sicht zu untersuchen und zu entwickeln ist. Derzeit überwiegen nachhaltige Gebäudekonzepte und Lösungen für ein Zusammenspiel von Architektur, Effizienztechnologien, Erneuerbaren Energien und Ressourceneffizienz – sei es in der Materialforschung, der energetischen Bilanzierung eines Gebäudes oder bei der Entwicklung von Speichertechnologien.

Besondere Ergebnisse der Antragsforschung werden im Rahmen der Forschungsinitiative breit in die Fachwelt gestreut. So war beispielsweise die erste Auflage der Best-Practice-Broschüre „Soziale Faktoren nachhaltiger Architektur“ innerhalb weniger Wochen vergriffen. Die Forschungsarbeit wurde jüngst in der Reihe Veröffentlichung „Zukunft Bauen – Forschung für die Praxis“ publiziert. Dieses kleine Beispiel zeigt, dass die Forschungsergebnisse in der Fachwelt Widerhall finden – und einen großen Nutzen für die Anwender in der Praxis bieten.

# Zukunft Bau und seine Wissenslandschaft

Wencke Haferkorn,  
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

**Wie und wo finden Sie nützliches Wissen und neue Erkenntnisse aus der Bauforschung? Wie und wo informiert die Forschungsinitiative Zukunft Bau über Forschungsvorhaben und wie vernetzt sie Wissensträger aus der Forschung, Politik und Baupraxis? Antworten darauf gibt dieser Beitrag. Er stellt zwölf Formate des Wissenstransfers vor.**

## Zehn Jahre Wissenstransfer

Zehn Jahre Zukunft Bau umfassen zugleich zehn Jahre Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer. Die aktuelle Momentaufnahme zeigt neben klassischen Veranstaltungs- und Transferformaten vor allem einen Aufwuchs an neuen Medien. Anspruch und Ziel ist es, die Zukunftsthemen zielgruppengerecht und zeitgemäß zu vermitteln. Unter dem Leitmotiv „Nachlesen, mitwirken, besichtigen“ hat die Forschungsinitiative zwölf Formate des Wissenstransfers etabliert. Sie dienen der Vorausschau zur Zukunft des Bauens, der Bekanntgabe der Forschungsprojekte, der fachlichen Unterstützung des Expertenaustauschs sowie der medialen Unterstützung bei der Verwertung von Forschungsergebnissen.

## Nachlesen

Zukunft Bau bietet viel Lesestoff: Bereits über 700 Themen und Berichte aus der Bauforschung sind kostenfrei jederzeit im Internet verfügbar. Darüber hinaus gibt die Forschungsinitiative kostenfreie Druckfassungen zu ausgewählten Themen beziehungsweise von vorbildlichen Forschungsprojekten heraus.

### (1) Magazinreihe Zukunft Bauen

Wer die Zukunft des Bauens insgesamt verstehen und reflektieren will, dem bieten die fünf bislang erschienenen Magazine einen kurzweiligen Streifzug zu herausragenden Projekten, Forschenden und Positionen. Die Magazine sind abrufbar unter: [www.forschungsinitiative.de/publikationen](http://www.forschungsinitiative.de/publikationen)

### (2) Forschungsberichte der Antragsforschung

Über 380 Forschungsthemen wurden eingereicht und gefördert. Von diesen Antragsforschungen sind bereits 250 Endberichte als Volltexte kostenlos abrufbar. Einen leichten Sucheinstieg ermöglicht die Webseite: [www.forschungsinitiative.de/forschung/projekte](http://www.forschungsinitiative.de/forschung/projekte)



Meeseauftritt der Forschungsinitiative Zukunft Bau auf der Bau 2015 in München. Prof. Wolfram Jäger (TU Dresden) erläutert Ministerin Dr. Barbara Hendricks sowie Staatssekretär Florian Pronold das Null-Energie-Mauerwerk.



### (3) Ergebnisse der Auftragsforschung

Die Forschungsinitiative Zukunft Bau beauftragte bisher etwa 330 Forschungsprojekte. Bekanntgegeben werden sie auf der Webseite des Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Aktuell sind 100 Endberichte beziehungsweise 189 Kurzfassungen abrufbar unter: [www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/auftragsforschung\\_node.html](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/auftragsforschung_node.html)

### (4) Netzwerk Effizienzhaus Plus

Das Netzwerk als besonderer Wissenspool schließt bundesweit 36 geförderte Modellvorhaben im Gebäudestandard Effizienzhaus Plus zusammen. Zu jedem Objekt informiert ein Steckbrief zu dessen Bautechnik und Monitoring-Ergebnissen. Die Steckbriefe sind abrufbar unter: [www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus](http://www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus)

### (5) Leitfäden, Flyer und Schriftenreihe

Untersuchungen mit herausragendem Erkenntniswert beziehungsweise hohem Nutzerinteresse berei-

tet die Forschungsinitiative Zukunft Bau gesondert zu Leitfäden/Flyern auf beziehungsweise veröffentlicht sie in der Schriftenreihe „Zukunft Bauen | Forschung für die Praxis“. In der Regel erscheinen jährlich fünf bis sechs Monographien neu oder in aktualisierter Fassung. Eine Übersicht ist abrufbar unter: [www.forschungsinitiative.de/publikationen](http://www.forschungsinitiative.de/publikationen)

### Mitwirken

#### (6) Webportal Zukunft Bau

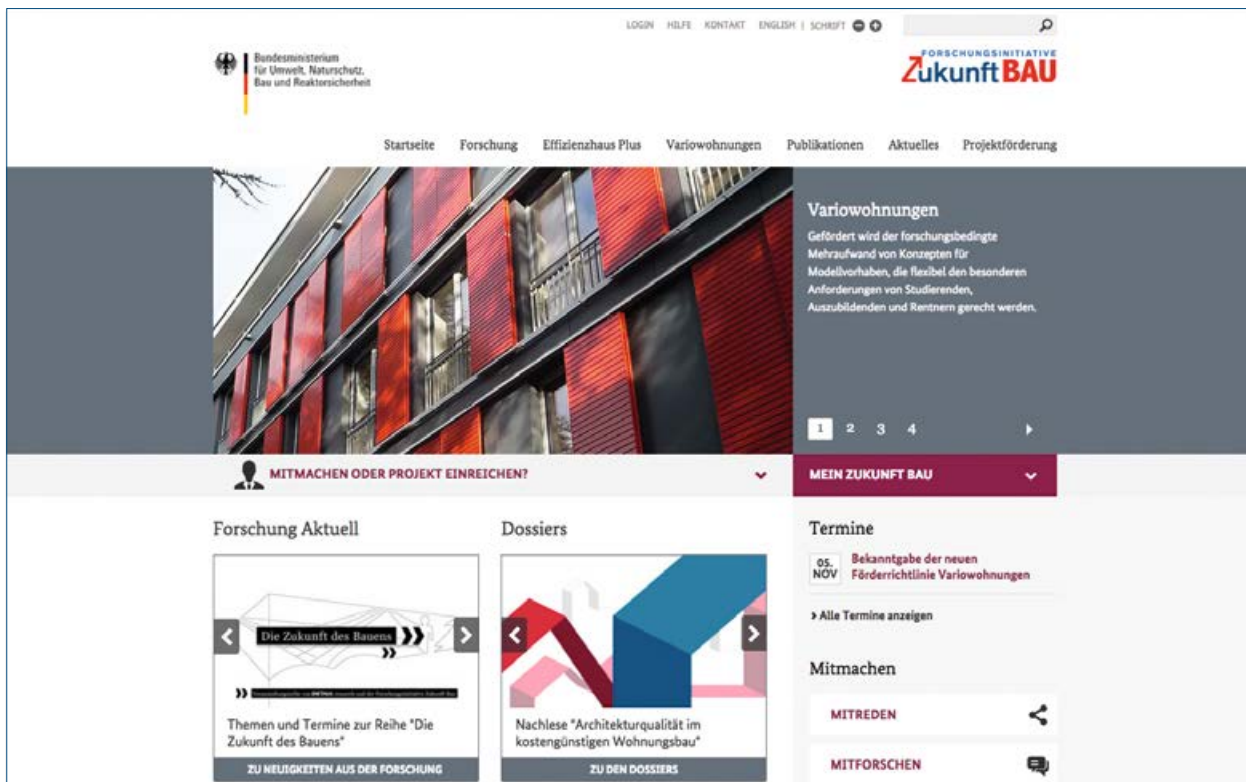
Einen informativen und kommunikativen Zugang bietet das Webportal Zukunft Bau mit seinen interaktiven Werkzeugen. Forschende und fachlich Interessierte können sich direkt an laufenden Forschungsvorhaben und an Schwerpunktthemen der Bauforschung beteiligen, ihr Wissen bündeln und austauschen. Das Webportal ist abrufbar unter: [www.forschungsinitiative.de](http://www.forschungsinitiative.de)

#### (7) Zukunft Bau Kongress

Alle zwei Jahre richtet die Forschungsinitiative einen thematisch umfassenden Kongress aus. Er







Startseite des Webportals Zukunft Bau

richtet sich an Fachexpertinnen und Fachexperten aus der Bauforschung, Bau- und Immobilienwirtschaft sowie Politik.

#### (8) Veranstaltungsreihe „Die Zukunft des Bauens“

In Kooperation mit DETAIL RESEARCH findet diese Reihe seit 2012 als Expertengespräch statt: Fachkundige aus Architektur, Forschung, Industrie und Politik diskutieren gemeinsam gesellschaftsrelevante Themen wie energieeffizientes Bauen, Innovationen im Bestand oder Konzepte von Plusenergiehäusern. Die Expertengespräche finden bundesweit statt und die Vortragsveranstaltungen sind öffentlich.



Zukunft Bau Kongress 2014 „Innovation und Baukultur“ im Bonner Wasserwerk

#### (9) Projektetage der Bauforschung

Das neuartige Format dient der fachlichen Beratung und des Austauschs zwischen thematisch ähnlichen Projekten der Antragsforschung. Die Projektetage finden zwei- bis viermal im Jahr im BBSR in Bonn statt und sind für Interessierte nach Anmeldung offen. Die nächsten Termine werden im Webportal von Zukunft Bau bekanntgegeben.

#### (10) Netzwerktreffen

Im Förderschwerpunkt „Effizienzhaus Plus“ hat sich ein Netzwerk mit über 100 Beteiligten und Partnern aus der Bauforschung, -praxis und -industrie etabliert. Dreimal im Jahr finden öffentliche und kostenlose Fachveranstaltungen statt, in denen Fachexperten über die Effizienzhäuser Plus, deren Bautechnologien und Nutzererfahrungen referieren. Interessierte am Netzwerk wenden sich dazu bitte an die Informationsstelle Effizienzhaus Plus ([effizienzhaus@zebau.de](mailto:effizienzhaus@zebau.de)).

#### Besichtigen

##### (11) Modellvorhaben

Die schönsten Erkundungen, die Zukunft Bau bietet, sind Modellvorhaben im Maßstab 1:1. Die aktuell spektakulärsten sind das bundeseigene



Besuch der Ministerin Dr. Barbara Hendricks des Messestands der Forschungsinitiative Zukunft Bau

Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität in Berlin, das Aktiv-Stadthaus Plus in Frankfurt und in Kürze die Wohnbausanierungen im Effizienzhaus Plus Ansatz in Neu-Ulm. Gemäß den kürzlich aus- geschriebenen Förderrichtlinien werden zudem spannende Bildungsbauten und Variowohnungen erwartet. Die Standorte der bereits geförderten Modellvorhaben finden Sie auf der Webseite: [www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus/modellvorhaben/](http://www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus/modellvorhaben/)

## (12) Messe

Mit einem eigenen Stand präsentiert die For- schungsinitiative Zukunft Bau ihre Themen auf den wichtigsten Messen der Baubranche. Besu- cher können zahlreiche Exponate besichtigen, kostenlos Publikationen beziehungsweise Give Aways mitnehmen und mit Experten ins Ge- spräch kommen. Die nächsten Messetermine: ISH 2016, BAU München 2017.



Ein abwechslungsreiches Sonderformat stellt die Schiffsreise vom Modell des Frankfurter Aktiv-Stadthauses unter der Flagge der MS Wissenschaft dar. Sie tourte unter dem Motto „Zukunftsstadt“ durch 40 deutsche Städte.

## Ihr Kontakt zu uns

Ihre individuellen Fragen oder Anliegen sind herzlich willkommen. Dazu hat die Forschungs- initiative Zukunft Bau drei thematische Kontakt- stellen eingerichtet: Geschäftsstelle von Zukunft Bau ([zb@bbr.bund.de](mailto:zb@bbr.bund.de)), die Informationsstelle Effizienzhaus Plus ([effizienzhaus@zebau.de](mailto:effizienzhaus@zebau.de)) sowie die Hotline zu Variowohnungen ([variowohnungen@bbr.bund.de](mailto:variowohnungen@bbr.bund.de)).





# Zukunft Bau – in zehn Jahren viel bewegt

**Interview mit Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner zum Thema 10 Jahre Forschungsinitiative Zukunft Bau**

**Frage: Im Sommer 2006 startete die Forschungsinitiative Zukunft Bau mit der Absicht, „die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Bauwesens im europäischen Binnenmarkt zu stärken und bestehende Defizite im Bereich technischer, baukultureller und organisatorischer Innovationen zu beseitigen“. So stand es damals in der Bekanntmachung. Mission erfüllt?**

**Antwort:** Beim Start der Bauforschungsinitiative Zukunft Bau befand sich die deutsche Bauwirtschaft in einer „wirtschaftlichen Talsohle“. Die Bauinvestitionsquote war von einem Höchstwert 14,8 Prozent im Jahre 1994 auf 9,5 Prozent im Jahre 2006 gesunken. Der Anteil der Beschäftigten im Bauwesen hatte sich fast halbiert, die Geschäftslage wurde von den Unternehmen als schlecht und ungünstig eingestuft.

Neben der gesamtwirtschaftlichen Lage sparten viele Auftraggeber auch nicht mit Kritik an der Bauwirtschaft. Neben dem immer wieder genannten Schwerpunkt der Kosten- und Terminalsicherheit war es insbesondere die Frage, wie sich die Bauwirtschaft zu gesellschaftlich relevanten Megathemen unserer Zeit mit ihren Angeboten stellt. Besonders herausragend sind dabei Themen wie der demografische Wandel, die Energiewende, der Klimaschutz oder bezahlbares Wohnen. Es galt damals und es gilt heute, mit der Baustoffindustrie, den Bauproduktenherstellern, der Planungswirtschaft, der Bauindustrie, dem Bauhandwerk und der Wohnungswirtschaft Innovationen zu entwickeln, die es möglich machen, auf die Megathemen angemessen und wirtschaftlich zu reagieren. Bei dieser Mission sind wir weit vorangekommen. Das betrifft sowohl die Quantität als auch Qualität der Forschung. Beim Start im Jahre 2006 hatte die Forschungsinitiative circa zweieinhalb Millionen Euro für die sog. Ressortforschung Bau zur Verfügung und circa vier Millionen Euro für die Antragsforschung. Für das Jahr 2016 sieht der Haushaltsplan über vier Millionen Euro für die Ressortforschung und fast zehn Millionen Euro für die Antragsforschung vor. Darüber hinaus konnten in der Forschungsinitiative auch Modellvorhaben unterstützt werden. Durch den Energie- und Klimafonds der Bundesregierung wurde ab dem Jahre 2012 ein Netzwerk von sog. Effizienzhäusern Plus unterstützt. Ab dem Jahre 2016 stehen aus dem Zukunftsinvestitionsprogramm der Bundes-

regierung für Modellvorhaben zum Thema „Variowohnungen“ rund 120 Millionen Euro zur Verfügung.

Die Forschungsinitiative Zukunft Bau zeigt sich als angewandte Forschung mit konkretem Nutzen für die Praxis. Die Projekte sind nach den Bedürfnissen der Industrie deshalb auch eher kleinteilig. Die meisten Projekte haben ein Gesamtvolumen von bis zu 300.000 Euro. Da sich die Wirtschaft mit möglichst 50 Prozent aber mindestens 30 Prozent an den Projekten beteiligen muss, entstehen klar zugeschnittene und praxisorientierte Projekte.

**Frage: Welche Ziele wurden erreicht?**

**Antwort:** Die Forschungsinitiative Zukunft Bau ist zu einem hoch attraktiven Angebot geworden. Sie ist nicht ausgerichtet auf ein spezielles Thema sondern stellt alle wichtigen Qualitäten des Hochbaus in die Agenda. Insbesondere das Hervorheben einer ganzheitlichen Sichtweise beim Planen und Bauen macht das Programm attraktiv. Die Nachfrage ist ungebrochen. Im Jahre 2015 haben wir auf unseren Aufruf circa 180 Anträge bekommen. Das ist in der Regel drei bis vier Mal so viel, wie man am Ende fördern kann. Im Wettbewerb werden die besten Themen herausgefiltert.

Wie die Forschungsinitiative selbst ist auch der Projektträger, das Bundesamt für Bau, Stadt- und Raumforschung an seinen Aufgaben gewachsen. Allein im Jahre 2015 wurden insgesamt 75 Zuwendungen erteilt. Wenn man bedenkt, dass es hier nicht nur um einen Bescheid auf Papier geht, sondern um die systematische Begleitung von Forschungsvorhaben, dann kann man erahnen, welche immense Arbeit hier zu leisten ist.

Neben der hohen Attraktivität des Programms ist insbesondere hervorzuheben, dass gerade auf drängende aktuelle gesellschaftliche Prozesse Antworten gegeben werden konnten. Auf Einzelheiten kann man kaum eingehen, wenn man bedenkt, dass jedes Jahr circa 200 laufende Themen betreut werden. Hinweisen möchte ich jedoch auf unser herausgeho-benes Netzwerk der Effizienzhäuser Plus. Erstmals konnte in einem Großversuch gezeigt werden, dass wir technisch in der Lage sind, Wohngebäude zu errichten, die mehr Energie über das Jahr produzieren, wie sie verbrauchen. Das ist nicht nur technisch machbar, sondern auch mit hohen architektonischen Ansprüchen vereinbar. Darüber hinaus sind derar-



tige Plusenergiehäuser geeignet, sich zu vernetzen: mit der Elektromobilität oder im Quartier. Nun gilt es, die wirtschaftlichsten Lösungen zu forcieren und die Ideen auf den Nichtwohnungsbau zu übertragen. Weitere Themen sind der demografische Wandel und das barrierefreie Bauen. Vorschläge für sogenannte multiple Häuser in Schrumpfungsräumen, die das Leben dort stabilisieren, sind genauso gefragt, wie das Thema barrierefreies Bauen von Wohnungen oder die entsprechende Vorbereitung dazu. Die entsprechenden praktischen Arbeitshilfen zur Stärkung dieser Themen wie den Leitfaden Barrierefreies Bauen oder die Forschungsarbeit von Prof. Jocher „Ready for“ können wir gar nicht so schnell nachdrucken, wie sie nachgefragt werden.

#### **Frage: Und wo sehen Sie heute die größten Defizite?**

**Antwort:** Wer die Lage immer wieder neu analysiert, wird auch immer wieder Verbesserungspotenzial feststellen. Ein aktuelles Defizit, was von Bürgern und Politik in dieser Zeit beklagt wird, ist das Problem, dass in den Ballungszentren zu wenige preiswerte Wohnungen entstehen. Gegenüber dem Jahr 2014 sind die Baugenehmigungen für Wohnungen in 2015 zwar um 3,7 Prozent gestiegen, aber die benötigten etwa 350.000 Wohnungen pro Jahr sind noch nicht in Sicht. Doch hier geht es nicht nur um die Anzahl der Wohnungen, sondern auch um ihre Qualitäten. Sie sollen bezahlbar, aber auch nachhaltig sein. Das heißt flexibel nutzbar, mit geringen Betriebskosten und demografiefest. Der Spagat zwischen hoher Qualität und niedrigen Kosten kann nur mit Innovationen gelingen. Serielles Bauen muss mit neuen Angeboten und attraktiver Baukultur wieder hoffähig gemacht werden. Das ist nicht nur eine Frage, die es uns ermöglichen soll, schneller zu bauen, sondern auch bei besserer Qualität und bei erleichterten Arbeitsbedingungen für die Arbeitnehmer.

Ein Defizit, das mich weiterhin umtreibt, ist die Frage der integralen Planung. Alle reden darüber. Aber wird integrale Planung auch wirklich flächendeckend gelebt? Fakt ist, dass die Planungskosten in den letzten 15 Jahren um fast 60 Prozent gestiegen sind und alle Bauherren nicht nur über gestiegene Baunebenkosten diskutieren, sondern auch über die völlige Zersplitterung von Planungen. Planungsteams – egal ob sie real oder virtuell miteinander verbunden sind – müssen stärker zueinander finden. Auch dabei muss Forschung helfen.



#### **Frage: Die Bauindustrie galt 2006 als eine sehr konservative Branche, mit geringer Innovationsfreude und einem technologisch rückständigen Image. Dies war damals auch Anlass, die Forschungsinitiative ins Leben zu rufen. Was hat sich seitdem geändert?**

**Antwort:** Die Baubranche ist und bleibt ein Schwerpunkt der deutschen Wirtschaft. Rund zehn Prozent des deutschen Bruttoinlandsprodukts werden für Baumaßnahmen verwendet. Fast fünf Prozent der gesamten Wertschöpfung in Deutschland vom Baugewerbe erbracht. Das Baugewerbe ist mit rund 2,5 Millionen Erwerbstätigen – das sind fast sechs Prozent der gesamten Erwerbstätigen – einer der größten Arbeitgeber in Deutschland. Auch wenn der Wandel sich lautlos vollzieht, so ist zu konstatieren, dass die Bauwirtschaft zum Teil mit Hochleistungsbaustoffen arbeitet, neuste Technologien umsetzt und modernste Maschinen verwendet. Und von „geringer Innovationsfreude“ kann keine Rede sein: So ist Deutschland bei der Anmeldung baurelevanter Patente in der Europa führend.

Die Bauwirtschaft errichtet Hochbauten heute zum Beispiel mit einem völlig anderen energetischen Stan-

dard als vor 20 Jahren. Dafür haben sich Bauprodukte und Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung stark gewandelt. So lag zum Beispiel die Wärmeleitfähigkeit eines Leichthochlochziegels im Jahre 1990 im Durchschnitt bei einem Wert von 0,30 Watt/(m·K). Heute weisen die Spitzenprodukte Werte von 0,065 Watt/(m·K) auf. Die Bauprodukte erbringen eine wesentlich höhere Leistung. Dabei ist die Preisentwicklung im Rohbaugewerk völlig moderat. Sie liegt deutlich unter dem Verbrauchspreisindex. Im Grunde genommen heißt das: mehr Leistung für vergleichbar weniger Geld. Aber es reicht nicht. Wie brauchen eine bessere Integration der technischen Gebäudeausrüstung und einen höheren Vorfertigungsgrad, um insgesamt wirtschaftlicher zu bauen. Die deutsche Bauwirtschaft kann das. Sie ist leistungsfähig und stellt sich auf neue Anforderung ein.

**Frage: In den Förderbedingungen für Forschungsvorhaben wird eine Mitunterstützung beziehungsweise eine finanzielle Beteiligung durch die Industrie gefordert. Sind Sie mit dem Engagement der Bauindustrie zufrieden?**

**Antwort:** Nichts ist so gut, dass man es nicht noch verbessern könnte. Derzeit haben wir eine Quote von 60 Prozent Bundesförderung und 40 Prozent Kapital aus der Wirtschaft und aus Eigenprogrammen der Wissenschaft. Diese Quote muss man mindestens erhalten und noch ausbauen.

**Frage: Wie werden wir in Zukunft bauen? Was ist Ihre Vision?**

**Antwort:** Die nahe Zukunft wird mit mehr Vorfertigung operieren müssen. Nur so sind hohe Qualität, angemessene Kosten und vernünftige Arbeitsplätze zu sichern. Darüber hinaus wird Energieeffizienz nur als komplexer Wirkmechanismus zu haben sein. Somit brauchen wir einerseits hoch effiziente Gebäudehüllen aber auch die darauf abgestimmten Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung und die Einbeziehung erneuerbarer Energien. Das neue Stichwort heißt darüber hinaus „Vernetzung und Transparenz“. Die bessere Speicherung und Ausnutzung von selbstproduzierter Energie muss den Austausch im Quartier und zur Elektromobilität möglich machen. Weiterhin müssen wir den Verbrauchern Gelegenheit geben, den eigenen Energieverbrauch zu begreifen und zu gestalten. Eine Jahresabrechnung des Energieversorgers reicht dafür nicht aus. Gebäudeintegrierte Anzeigen, die mich ständig begleiten und mir auch Störfälle rechtzeitig melden, sind die bessere Lösung.

Die Thematik des recyclinggerechten Bauens wird zunehmen. Unsere derzeitigen Gebäude und baulichen Anlagen sind zum großen Teil auch das Baumaterial der Zukunft.

So lang wir aber forschen und entwickeln ist mir vor der Zukunft bange.

## Forschungsinitiative Zukunft Bau 10 Jahre – 10 Meinungen



**Meike Weber**

Architektin · Verlagsleitung, Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München

„In nur 10 Jahren ist es der Forschungsinitiative gelungen zum Innovationstreiber für aktuelle und zukünftige baupolitische Fragestellungen zu werden. Durch die geförderten und selbstinitiierten Projekte wurden vielseitige für das Bauen der Zukunft unabdingbare Entwicklungen vorangetrieben. Die Forschungsinitiative identifiziert dabei die relevanten Themen, stellt die richtigen Fragen und motiviert und fördert die Antwortsuche. Die angewandte Forschung reduziert sich niemals auf die reine Förderung von Innovationen, sondern macht diese erlebbar. Die Liste der Förderprojekte vermittelt einen Überblick, um was es heute und in Zukunft im Bauen geht. Diese Themen an die Zielgruppe Architekten zu vermitteln bereitet uns grosse Freude und ist uns ein Anliegen zugleich, um auch sie zu Lösungsgebern der Zukunft zu machen.

Auf die nächsten zehn Jahre!“

# Fünf Jahre Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität – Deutschland baut klimaneutral

**Petra Alten,**  
**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz,**  
**Bau und Reaktorsicherheit**

**Effizienzhäuser Plus sind so konzipiert, dass sie mehr Energie erzeugen als sie und ihre Bewohner verbrauchen. Diesen neuen Gebäudestandard zu erproben und zu etablieren, ist das Ziel der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), die seit 2014 vom Bundesministerium für Umwelt und Bauen (BMUB) fortgeführt wird. Im Rahmen dessen wurde ein Modellprogramm zur Entwicklung von Effizienzhäusern Plus mit Elektromobilität aufgelegt, bei dem unterschiedlichste Bauherren dabei unterstützt werden, ein Haus in diesem neuen Gebäudestandard zu errichten.**

Im Rahmen der Bauforschungsinitiative Zukunft Bau entwickelte des Bundesbauministeriums eine neue nachhaltige Gebäudegeneration von Effizienzhäusern Plus mit Elektromobilität“ als einen Lösungsansatz zu diesen Fragen. Am 07. November 2011 wurde in Berlin ein erster bundeseigener Prototyp dieser neuen Gebäudegeneration durch Frau Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel als erstes klimaneutrales Modell-

vorhaben im Gebäudebereich eröffnet. Das Projekt zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- das Haus produziert im Laufe eines Jahres mehr Energie als es verbraucht,
- das Haus integriert erneuerbarer Energien ästhetisch in die Gebäudehülle,
- das Haus verfügt über ein intelligentes Energiemanagement mit Stromvernetzung im Haus, mit der Hausbatterie, der Elektromobilität und dem Quartier,
- das Haus informiert seine Bewohnern über den aktuellen Energieverbrauch,
- das Haus ist 100 Prozent nachhaltig, zu 100 Prozent rückführbar in den Rohstoffkreislauf.

Das Vorhaben dient als Forschungs-, Anschauungs- und Wohngebäude sowie als Auftaktprojekt für das zeitgleich vom Bundesbauministerium bekanntgegebene Förderprogramm für Effizienzhaus Plus Wohngebäude. Diese Vorhaben bilden das Netzwerk Effizienzhaus Plus, das den zeitnahen fachübergreifenden Erfahrungsaustausch mit allen an diesem Programm Beteiligten fördert. Wissenschaftlich begleitet liefern alle Netzwerkgebäude im zweijährigen Praxistest Informationen über ihre Marktfähigkeit, integrale

**Abbildung 1:** Positive Erwartungen und deren Eintreten

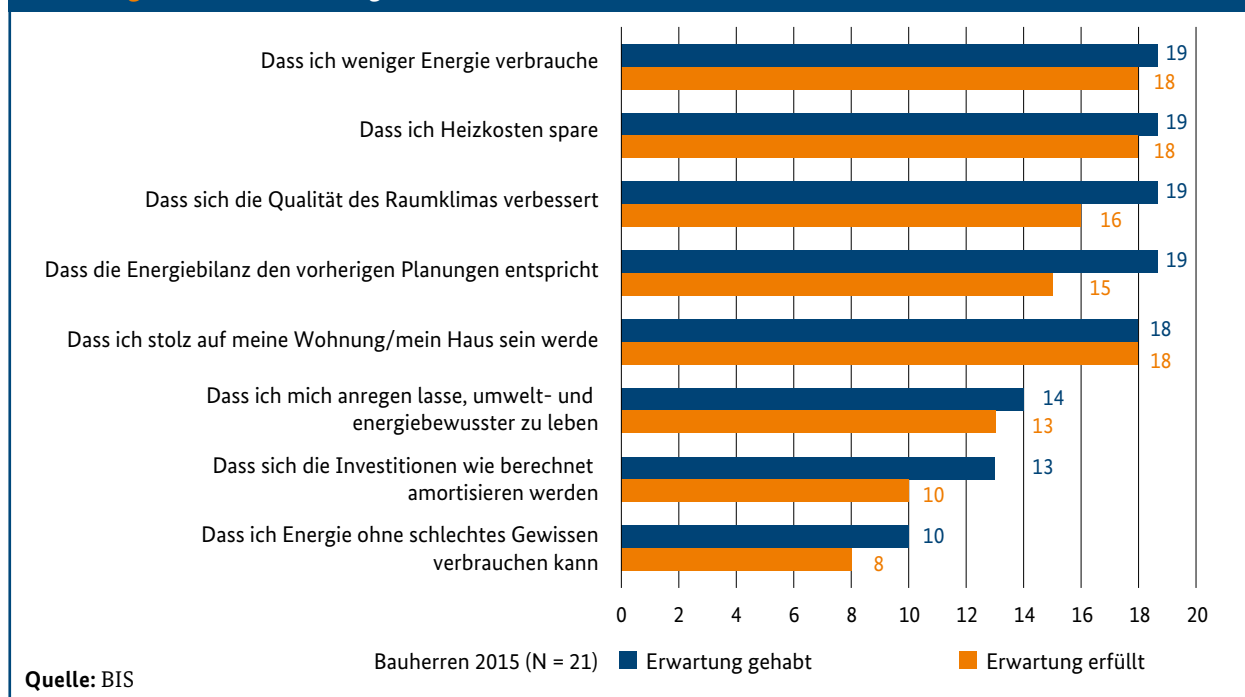
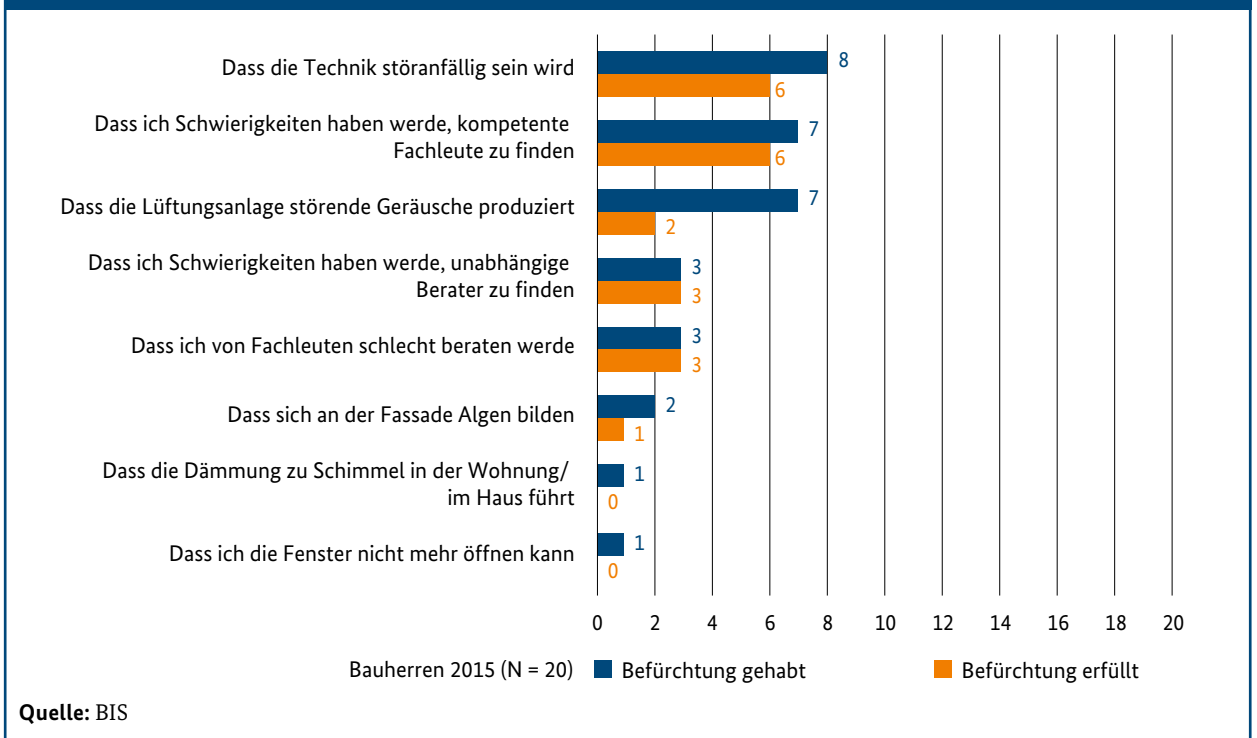


Abbildung 2: Befürchtungen und deren Eintreten



Planung, modernen Technologien und über die Schnittstelle „Mensch und Technik“. Heute gewähren die insgesamt 36 Effizienzhäuser Plus, davon 30 Einfamilien- und 6 Mehrfamilienhäuser, mit ihrer Vielfalt in Planung, Material und Technik wertvolle Einblicke in Anforderungen und in Lösungsansätze zur Umsetzung dieser hocheffizienten Gebäudegeneration der Zukunft.

Nach fünf Jahren stimmen erste zentrale Ergebnisse aus der sozial- und technisch-wissenschaftlichen Begleitforschung optimistisch unter anderem:

## Sozialwissenschaftliche Erkenntnisse:

**Hoher Wohnkomfort und einfache Bedienbarkeit der eingesetzten innovativen Technik wie zum Beispiel „smart metering“ oder Rückmeldetechniken zu aktuellen Verbrauchswerten** zeichnen die meisten Netzwerkhäuser aus. Das zeigen zum Beispiel auch folgende Zitate von den beiden Testfamilien des bundeseigenen Hauses: „Man merkt gar nicht, dass man in einem Energie-Effizienzhaus wohnt. Das ist so wie in jeder anderen Wohnung auch. Nur dass man sich immer mal wieder daran erinnern kann, dass die Energie, die man verbraucht, vom Haus selbst produziert wird. Das ist toll.“ (Herr W. 2013), „Ich habe nicht lange gebraucht, das zu lernen. Das geht relativ schnell. Das hier sind praktisch die Lichtschalter, mit denen kann man überall, auch aus der Ferne das Licht

an- und ausschalten. Und die Jalousien hier runtermachen.“ (Kind W. 2012).

**Hohes Ansehen, Weiterentwicklung in der gestalterischen Einbindung Energie erzeugender Systeme in die Architektur führen zu steigender Nachfrage** nach diesem Gebäudestandard. Bis zu fünf Prozent beträgt der Anteil der Effizienzhäuser Plus im Fertighausbau. Die Testfamilien des bundeseigenen Hauses sagen dazu: „Ich finde es gut, mal zu zeigen, dass Umweltschutz und moderner Lifestyle sich nicht ausschließen müssen. Dass man wekommt von diesem belächelten Ökoimage.“ (Frau W., Februar 2012), „Wir werden das gute Gefühl vermissen, nachhaltig zu leben.“ (Herr B., Januar 2015)

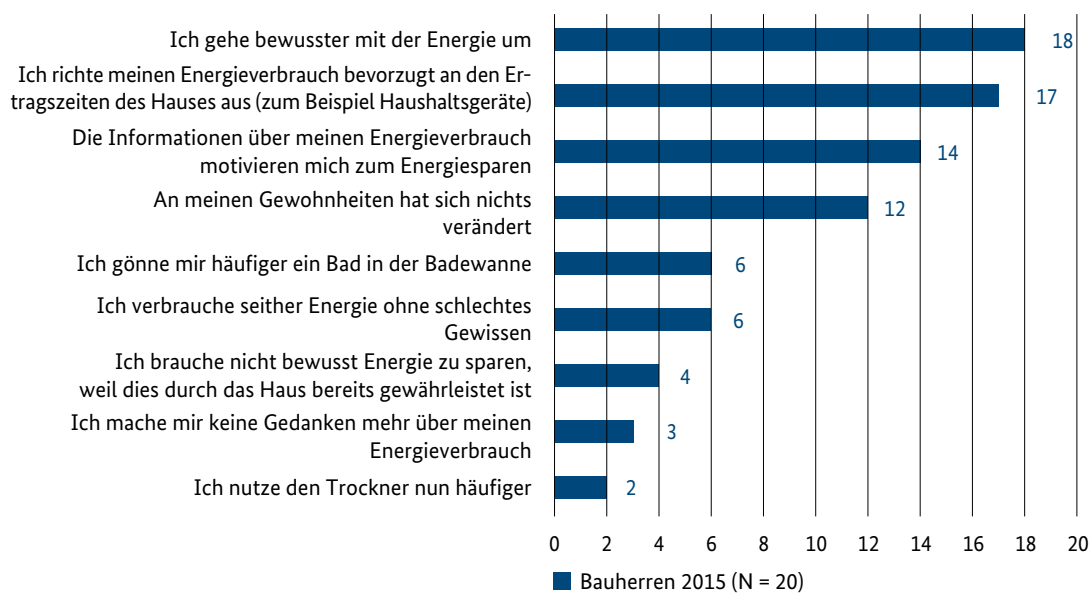
## Technisch wissenschaftliche Erkenntnisse:

**Über 90 Prozent der Modellvorhaben erzielen bei uneingeschränkter Planungs-, Material und Technikfreiheit ein wirtschaftlich vertretbar energetisches Plus mit einer Amortisationszeit der Mehrkosten von 20 bis 25 Jahren.**

Das Plus der Effizienzhäuser ist mit einem eigens für diese Gebäudegeneration erarbeiteten **Berechnungstool** unter [www.effizienzhaus-plus-rechner.de/index.html](http://www.effizienzhaus-plus-rechner.de/index.html) gemäß § 17 der Energieeinsparverordnung (EnEV) anschaulich darstellbar.



**Abbildung 3: Umgang mit Energie (Bauherren)**



\* alle Angaben in absoluter Häufigkeit; dargestellt sind die Werte der Kategorien „stimmt genau“ und „stimmt eher“

Quelle: BIS

Die mittlere **energetische Qualität** der Modellvorhaben liegt schwerpunktmäßig beim KfW-Effizienzhaus 55 Standard. **Passivhausstandard** ist nicht zwingend notwendig.

Die regenerative Energiegewinnung basiert überwiegend auf **solarer Energiegewinnung vorwiegend auf Photovoltaik in Verbindung mit Wärmepumpentechnologien**; Windkraftanlagen, saisonale Speicherung von Solarwärme oder die Nutzung von Abwasserwärme oder der Einsatz von Blockheizkraftwerken und Brennstoffzellen runden die vielfältigen Konzepte ab.

Der **Strombedarf für die Anlagentechnik** (Hilfsenergie für Antriebe und Automation) und der Endenergieverbrauch für Beleuchtung und Haushaltsstrom fiel höher aus als vorherberechnet. Der rechnerische Pauschalwert für den Effizienzhaus Plus Haushaltstromverbrauch im Einfamilienhausbereich wird um circa 20 Prozent auf **3.200 Kilowattstunden pro Jahr** angehoben.

Insgesamt unterschreitet der Effizienzhaus Plus Ansatz mit seiner aktiven Einbindung der erneuerbaren Energien im Gebäude den **Niedrigstenergiegebäudestandard** der Europäischen Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie 2010/31/EU.

In **fünf Jahren** hat das Gebäude durch seinen Effizienzhaus Plus Ansatz im Vergleich zu einem Standardgebäude nach gültigem EnEV Ansatz rund **40 Tonnen CO<sub>2</sub>** eingespart.

### **Folgende Empfehlungen zur Realisierung von Effizienzhäusern Plus im Wohngebäude können ausgesprochen werden:**

**Überdimensionierung der Photovoltaikanlage um 10 bis 20 Prozent**, um sicher ein „Stromertrag-Plus“ zu erhalten. Dabei benötigt ein KfW-Effizienzhaus 55 etwa 0,5 Quadratmeter Photovoltaikflächen je Quadratmeter Wohnfläche, um zu einem Effizienzhaus Plus Haus aufgerüstet zu werden.

Hochenergieeffiziente Gebäude benötigen neben **hochenergieeffizienten Haushaltsgeräten (A+++)** auch ein **Monitoring**, dass kontinuierlich die Effizienz der eingesetzten Anlagentechniken sowie der allgemeinen Verbräuche im Haus analysiert und Verbesserungen (Technik, Planung, Haushaltsgeräte, Verbraucherverhalten) einleiten kann.

Die **investiven Mehrkosten** für ein Effizienzhaus Plus im Vergleich zu den erzielbaren Betriebskosten stehen in einem wirtschaftlich verträglichen Verhältnis. Auf Grund schwankender Einspeisevergütungen sind wirtschaftliche Betrachtungen immer individuell unter den jeweils aktuellen Randbedingungen zu führen.

In fünf Jahren liefern zudem am Bundesmodellvorhaben mehrere Begleitforschungen, die weiterführende Informationen zu diesem Prototypen liefern sollten wie zum Beispiel Stromnetzstabilisierung, Dimensionierung von Hausbatterien oder Wärme und Feuchtetransporte in hochgedämmten Außenbauteilen.

Weitere Informationen hierzu sind unter [www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus/forschung/](http://www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus/forschung/) zu entnehmen.

Hauptforschungsergebnis ist der aktuell vorliegende wissenschaftlich geführte Nachweis, dass Effizienzhäuser Plus das Energiekonzeptes der Bundesregierung von 2010 stärken und aktiv zum Klimaschutz im Gebäudebereich beitragen können. Die wissenschaftliche Begleitforschung rechnet bei einer zukünftigen Marktdurchdringung der Effizienzhäuser Plus von 15 Prozent im Neubau sowie in der Sanierung potentiell mit CO<sub>2</sub>-Einsparungen in Höhe von über zehn Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>äq, ausgehend von 55 Kilogramm CO<sub>2</sub>äq/m<sup>2</sup>a zusätzliche Einsparungen gegenüber EnEV Anforderungen durch energieeffiziente hochwertige Gebäudeflächen. Eine zukünftig breite Markteinführung dieser hocheffizienten Gebäudegeneration im Wohn- und Nichtwohnbereich ermöglicht auch weitere notwendige Informationen für zukunftsgerechtes Bauen. So weisen bei der Mehrheit der Modellvorhaben vielfältige Nachjustierungen im ersten Monitoringjahr auf bestehende Entwicklungspotentiale in den Bereichen Planung und Technik innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette Bau hin.

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

Weitere Informationen über die Forschungsergebnisse unter: [www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus.de](http://www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus.de)

## Fazit

### Wie geht es weiter?

Das Effizienzhaus Plus des Bundes in Berlin wird auch weiterhin als Informations- und Kompetenzzentrum für zukunftsgerechtes Bauen Interessierten zur Verfügung stehen.

Die Förderung von Effizienzhäusern Plus im Wohnungsbau wird für Geschosswohnungsbauten fortgeschrieben und zusätzlich auf Nichtwohngebäude erweitert. Seit 2015 läuft das Förderprogramm

des Bundesbauministeriums für Effizienzhaus Plus Bildungsbauten. Wo wenn nicht bei zukünftigen Generationen kann effektiver und besser für Gebäude der Zukunft geworben werden!

Weitere Informationen unter:  
[www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus.de](http://www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus.de)

## Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität, Haus Fasanenstraße 87a in Berlin

### Projektleitung

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Referat B I 5  
Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner  
Dipl.-Ing. Architektin Petra Alten  
[www.bmub.bund.de](http://www.bmub.bund.de)

### Planer

Werner Sobek Stuttgart und Werner Sobek Green Technologies, Albstraße 14, 70597 Stuttgart,  
[www.Wernersobek.com](http://www.Wernersobek.com)

### Fachliche Bearbeitung

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung  
Referat II 5/Bauleitung, [www.bbr.bund.de](http://www.bbr.bund.de)  
Bundesinstitut für Bau-Stadt und Raumforschung  
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung  
Referate II 3/wissenschaftliche Begleitung  
Deichmanns Aue 31-37, 53179 Bonn  
[www.bbsr.bund.de](http://www.bbsr.bund.de)

### Forschung

Fraunhofer-Institut für Bauphysik  
Hans Erhorn, Abteilung Energieeffizienz und Raumklima, Antje Bergmann, Abteilung Wärmetechnik,  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Berliner Institut für Sozialforschung GmbH  
Dr. Eva Schulze, Brandenburgische Str. 16,  
10707 Berlin, [www.bis-berlin.de](http://www.bis-berlin.de)

### Informationsstelle

ZEBAU – Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt GmbH, M.Sc. Anna Muche, M. Sc. Karla Müller, Große Elbstraße 146, 22767 Hamburg

### Gesamtkosten

2,00 Millionen Euro

### Projektlaufzeit

November 2011 bis November 2016

# Fünf Jahre Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität

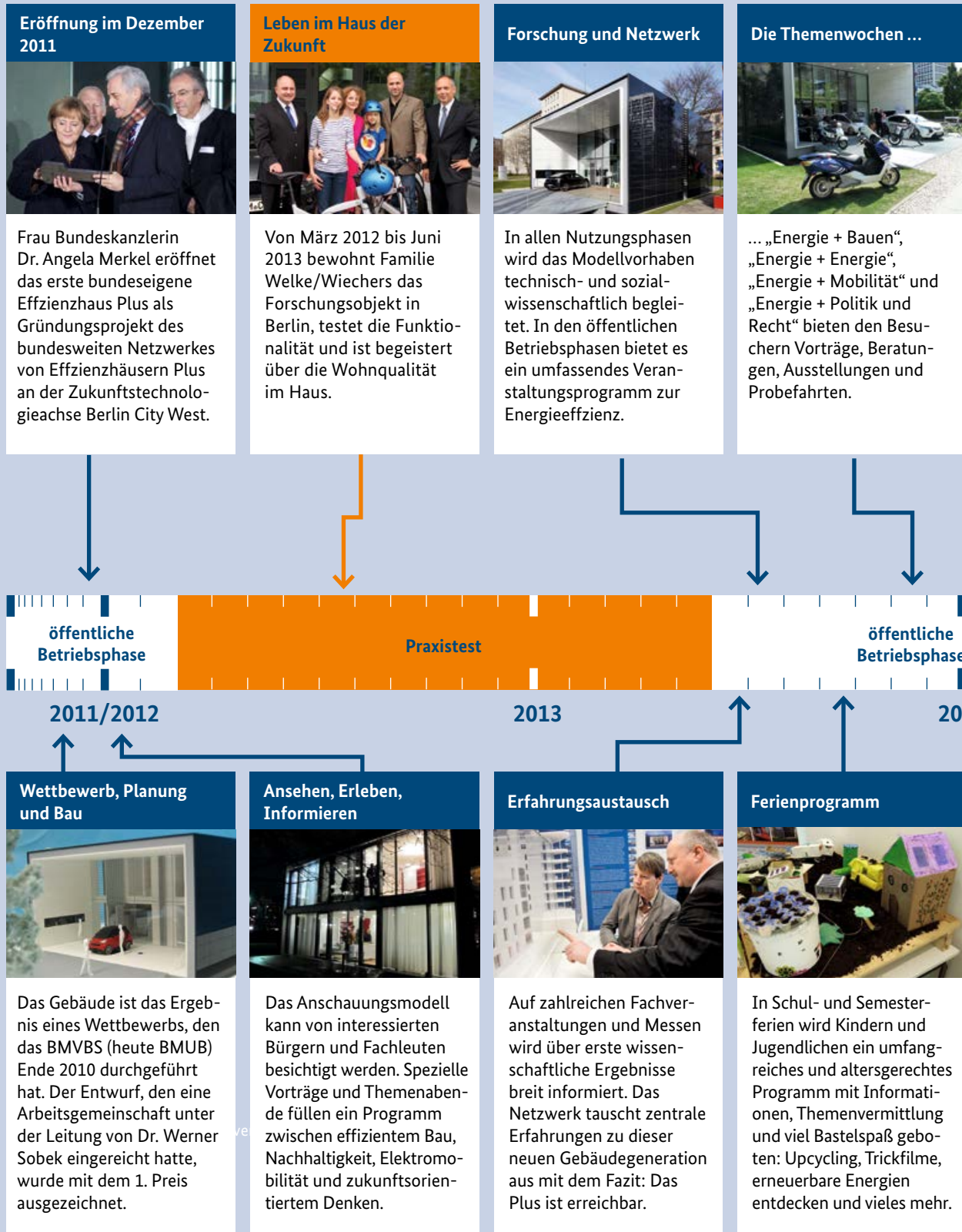


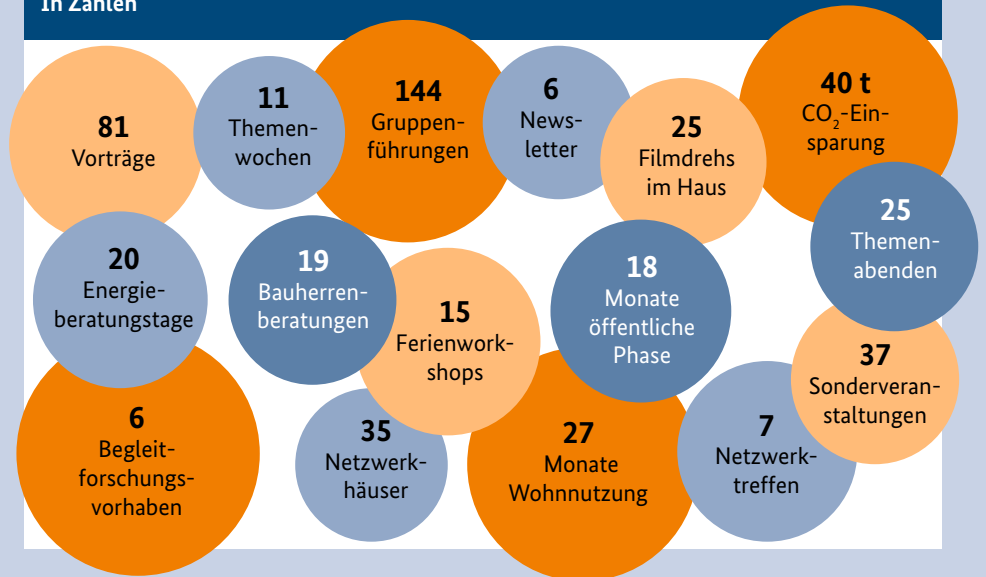
Abbildung 4: Übersicht des Netzwerkes Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität

## Leben im Haus der Zukunft



Von Mai 2014 bis April 2015 bewohnt Familie Brenner-Heinzelmann das Gebäude mit positiver Energiebilanz und freut sich über viele wertvolle, neu gewonnene Erfahrungen.

## In Zahlen



Praxistest

öffentliche Betriebsphase

Informations- und Kompetenzzentrum für zukunftsgerechtes Bauen

2015

2016

### Elektromobilität testen ...



Den E-Autos unter die Haube schauen und E-Bikes und Pedelecs probefahren? Kein Problem! Verschiedene E-Autos von VW, OPEL, Daimler, Toyota, Tesla und Mercedes sowie Pedelecs, eBikeboards und SMART bikes stehen bereit.

### Das Effizienzhaus im Fernsehen



Verschiedene nationale und internationale Fernsichtteams informieren unterschiedliche Zielgruppen der Gesellschaft. Beim Türöffner-Tag mit der Maus wird das Haus kindgerecht erforscht.

### Internationale Dialogplattform



Delegationen aus aller Welt wird in englischsprachigen Führungen dieser innovative Gebäudestandard anschaulich vermittelt. Das Effizienzhaus Plus bewährt sich als Plattform für internationalen Wissensaustausch und internationale Kontakte.





# Entwicklung eines Nutzerinterfaces zum Energiemanagement des Nutzers in Plus Energie Mehrfamilienhäusern

Annekatriin Koch,  
TU Darmstadt

**Ein Schlüsselfaktor für den Energieverbrauch in energieeffizienten Mehrfamilienhäusern ist das Nutzerverhalten. Es mit ins Energiemanagement einzubeziehen kann helfen, den Verbrauch zu senken und die Eigenstromnutzung zu erhöhen. Das Nutzerinterface in Form eines Touch Panel dient als spielerisches Informationstool. Es legt unter anderem Energieverbrauch und -erzeugung offen. Ein erster Prototyp ging im Aktiv-Stadthaus, einem der Effizienzhaus Plus Netzwerk Modellvorhaben des Bundesministeriums, in Frankfurt am Main in Betrieb und wird hier im Rahmen der Bauforschungsinitiative Zukunft Bau im Praxistest erforscht.**

Welche Informationen regen zum Energiesparen an? Welche könnten den Nutzer bevormunden oder sind kontraproduktiv? Wie sollten die Informationen vermittelt werden? Diese zentralen Fragen setzen eine interdisziplinäre Zusammenarbeit voraus. Ein Team, bestehend aus Experten der Architektur, Gebäudetechnik, Programmierung, Grafik, Sozialwissenschaft und Wohnungswirtschaft, führt die Entwicklung des Nutzerinterfaces durch.

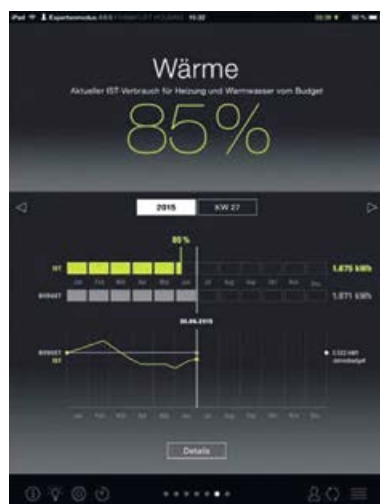
Die folgenden Arbeitspakete stellen die notwendigen Schritte zur Erreichung des Gesamtziels dar:

## AP [1] Konzeptionierung

Dem vorliegenden Vorhaben ging bereits das Projekt „Aktiv-Stadthaus“ voraus. Darin wurden im Kapitel Energiemanagement für den Nutzer erste Ideen für Funktionen formuliert. Diese wurden im ersten Arbeitsschritt auf technische und softwarebasierte Umsetzbarkeit überprüft. Zusätzlich wurde untersucht, welche Informationen die Nutzer in welcher Detailtiefe benötigen, um zu einem energiesparenden Handeln angeregt zu werden.

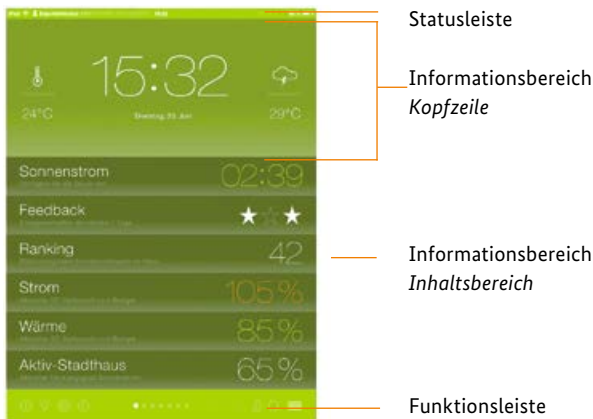
So wurden im Projekt grundsätzlich drei Nutzermodi mit unterschiedlichen Informations- und Funktionstiefen festgelegt. Zudem erhält jeder Mieter ein auskömmliches „Energie-Budget“ an Kilowattstunden für seinen Bedarf an Strom und Wärme. Das Interface zeigt jeweils den aktuellen und vergangenen Verbrauch im Verhältnis zum Guthaben an. Des Weiteren wird angekündigt, wann oder wie lange überschüssig produzierter solarer Eigenstrom aus den Photovoltaik-Anlagen verfügbar ist. Weitere Funktionen helfen unter anderem den Umgang mit dem Budget einzuschätzen oder erlauben es, sich anonym mit den anderen Hausbewohnern zu vergleichen. Die im Erdgeschoss stationierten (Elektro-) Autos von book-n-drive können ebenfalls über das Nutzerinterface gemietet werden. Ein integriertes Handbuch unterstützt mit Definitionen und Beschreibungen.

Im Sinne einer allgemeinen Übertragbarkeit eignet sich am besten ein modularer Aufbau. Das Display setzt sich aus drei Teilen zusammen, von denen der Inhaltsbe-



Wärmeverbrauch, Verfügbarkeit PV-Eigenstrom, Ranking (Polynox – Büro für Gestaltung)

reich (mit Kopf- und Fußbereich) den größten Teil darstellt. Oben und unten grenzen jeweils eine Status- und eine Funktionsleiste an. Jeder Screen enthält die wichtigsten Informationen ohne überladen zu wirken und leitet bei Bedarf zu weiteren Inhalten.



Das Display setzt sich aus drei Teilen zusammen.

## AP [2] Programmierung

Im Hinblick auf Wartungsfähigkeit und Adaptierbarkeit setzt sich das System ebenfalls aus mehreren Komponenten zusammen. Der Webserver ist das Kernstück. Er wird zentral in einem Rechenzentrum

in Deutschland gehostet und stellt die Datenbank zur Verfügung. Die dort gesammelten Informationen werden in einem Webbrowser visualisiert. Dadurch ist das Nutzerinterface nicht auf ein bestimmtes Gerät, Format oder an einen Hersteller festgelegt und kann in eine App eingebunden werden. Ein Gateway stellt die Schnittstelle zwischen den realen Energie-, Nutzer- und Systemdaten im Gebäude und dem Server her. Es sammelt die Informationen der Haustechnik, konvertiert diese in das Format des Nutzerinterfaces und schickt sie verschlüsselt an den Webserver.

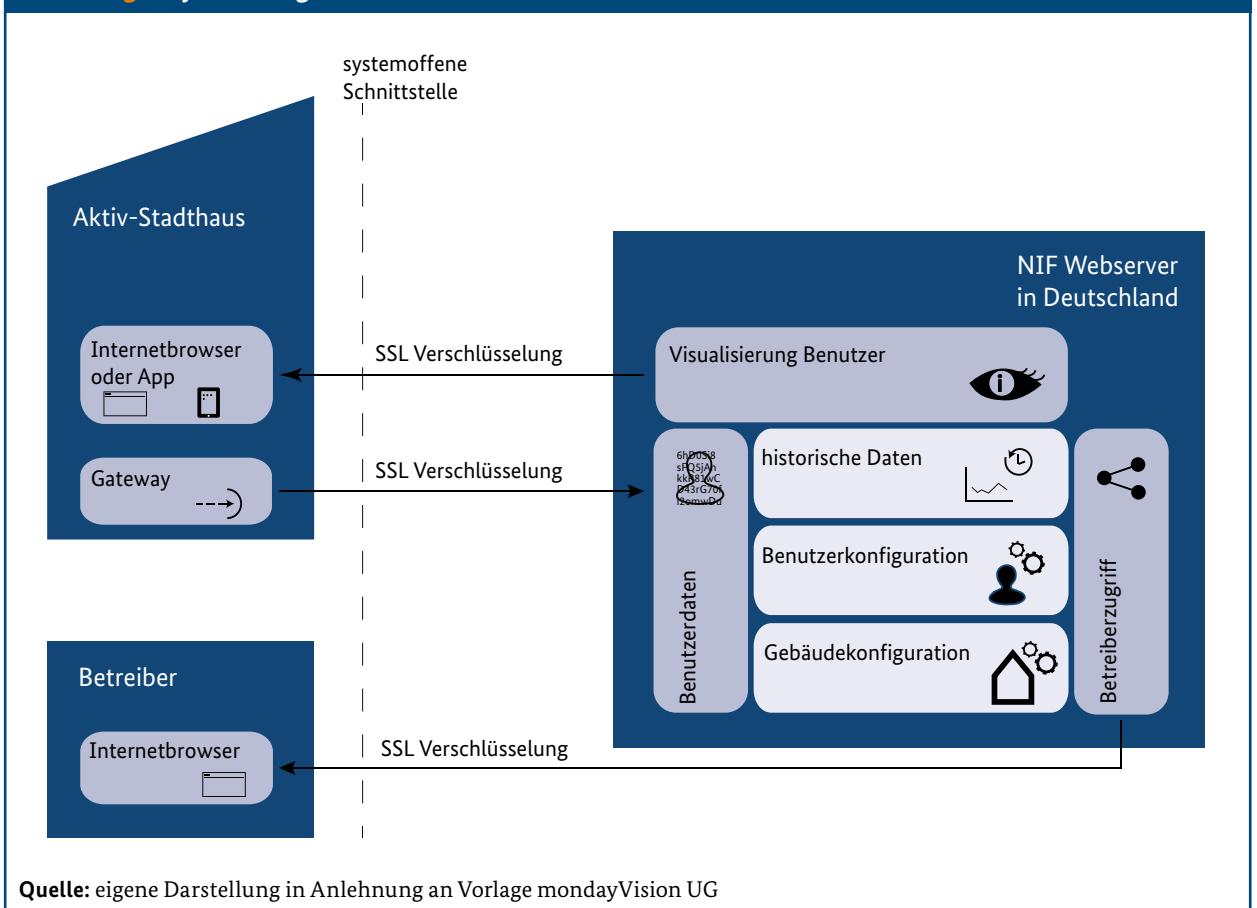
## AP [3] Evaluierung

Eine erste Evaluation auf Basis eines programmierten Prototyps erfolgte in Form einer sozialwissenschaftlichen Studie über Fokusgruppen. 24 Personen (Durchschnittsalter: 39 Jahre, 13 Männer, 11 Frauen), bewerteten Inhalt und Grafik bezüglich der Nutzerfreundlichkeit. Das Feedback fiel überwiegend positiv aus.

## AP [4] Überarbeitung und Fertigstellung

Die Hinweise aus der Evaluierung bestimmten maßgeblich die Überarbeitung hinsichtlich Bedienbarkeit

Abbildung 1: Systemdesign



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Vorlage mondayVision UG



Das Hauptmenü enthält bereits erste Informationen (Polynox – Büro für Gestaltung)

und Verständlichkeit. Im Rahmen der Eröffnung des achtgeschossigen Pilotgebäudes mit 74 Wohneinheiten ging der erste Prototyp des Nutzerinterfaces in Betrieb.

## AP [5] Schnittstelle Monitoring

Die Wirksamkeit des Nutzerinterfaces wird in einem sozialwissenschaftlichen Langzeitmonitoring eingeschätzt. Ergänzende Fragestellungen zu Akzeptanz

und Relevanz für das Nutzerverhalten im Alltag werden im Rahmen des Projekts formuliert. Das Sozial-Monitoring erfolgt im Rahmen der Nutzerbefragung des „dena-Modellvorhabens Effizienzhäuser“.

## Fazit

Ein spielerisches Informations-Tool soll Nutzer ins Energiemanagement einbeziehen und so bei der Optimierung ihres Verbrauchs unterstützen.

Der schlichte, konsequent gleiche Aufbau orientiert sich an gebräuchlichen Vorbildern und erleichtert so die Bedienung. Der Nutzer wird auf „Energieeffizienz“ (Zeitpunkte, Verbrauch et cetera) hingewiesen und handelt aus eigenem Willen heraus.

Die modulare Struktur in Grafik, Inhalt und Programmierung lässt sich auf weitere Gebäude übertragen. Das Projekt liefert eine Grundlage für zukünftige Projekte, um langfristig noch mehr Erkenntnisse über die Interaktion zwischen Nutzerverhalten und Energieeffizienz in Gebäuden mit mehreren Nutzereinheiten zu gewinnen.

## Nutzerinterface für Plus Energie Mehrfamilienhäuser

### Projektleitung

Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Architektur, Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen (FGee)  
Prof. Manfred Hegger, [www.ee.tu-darmstadt.de](http://www.ee.tu-darmstadt.de)

Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ Manfred Hegger, M. Sc. Architektur Annetrin Koch, Dipl.-Ing. Architekt AKBW/M.Sc. ClimaDesign, Steffen Wurzbacher

### Ingenieursleistung

Steinbeis-Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik EGS, Prof. Dr.-Ing. Norbert Fisch, [www.stz-egs.de](http://www.stz-egs.de), Dr.-Ing. Boris Mahler, M. Sc. Tobias Nusser

### Programmierung

mondayVision UG, [www.mondayvision.de](http://www.mondayvision.de), Dipl.-Ing. Alexander Schabel, Dipl.-Ing. Martin Weinschenk

### Grafik

Polynox – Büro für Gestaltung, Lang + Hahn GbR, [www.polynox.de](http://www.polynox.de), Dipl.-Ing. Thomas Hahn

### Soziologie

Berliner Institut für Sozialforschung GmbH, [www.bis-berlin.de](http://www.bis-berlin.de),  
Dr. Eva Schulze, M. Sc. Anna Zirk, B. Sc. Anne Engler

### Architektur

HHS Planer + Architekten AG, [www.hhs.ag](http://www.hhs.ag)  
Dipl.-Ing. Architekt BDA Andreas Wiege,  
Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ Manfred Hegger,  
Dip.-Ing. Kai Erenkämper

### Drittmittelgeber

ABG Frankfurt Holding GmbH, Niddasträße 107,  
60329 Frankfurt am Main, [www.abg-fh.com](http://www.abg-fh.com)  
Frank Junker, Jürgen Braun, Jürgen Wagner

### Gesamtkosten

225.949 Euro

### Anteil Bundeszuschuss

150.137 Euro

### Projektlaufzeit

Oktober 2014 bis Januar 2016



Das etwa 150 Meter lange und nur 10 Meter tiefe Das Aktiv-Stadthaus in Frankfurt ist mit 74 Mietwohneinheiten von 2- bis zu 4-Zimmer-Miet-Wohnungen errichtet worden. Mit Hilfe eines Touch Panels kann in jeder Wohnung der eigene Verbrauch jederzeit individuell hinterfragt werden.

## Forschungsinitiative Zukunft Bau 10 Jahre – 10 Meinungen



**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Gerhard Hausladen**

Geschäftsführer, Ingenieurbüro Hausladen GmbH, München

„ZukunftBau als hervorragende Forschungsinitiative beleuchtet die Herausforderungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft. Durch die Kopplung von Wissenschaft und Praxis werden Lösungswege aufgezeigt, die beispielhaft und zukunftsweisend sind.“



Die Grundschule in Hohen Neuendorf wurde als Plusenergiegebäude realisiert und mit dem Gütesiegel in Gold des Bewertungssystems nachhaltiges Bauen zertifiziert.



## Effizienzhaus Plus im Bildungsbau

**Arnd Rose,**  
**Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung**

**Die Möglichkeit, Gebäude zu errichten, die über ein Jahr bilanziert mehr Energie erzeugen, als für deren Betrieb nötig ist, beschränkt sich nicht allein auf Wohnbauten. Schulen und andere Bildungsbauten bieten sich für die Realisierung dieses Konzepts an, da sie wie keine andere Gebäudegruppe dafür prädestiniert sind, ihre Nutzer für das ressourcenschonende und zukunftsorientierte Bauen zu sensibilisieren.**

Im Vergleich zu Wohnbauten zeichnen sich Schulen und andere Bildungsbauten durch veränderte Rahmenbedingungen sowohl im Bereich der Energieverbräuche, als auch im Bezug auf die Möglichkeiten der Energieversorgung aus. Im Hinblick auf die Vorgabe, zukünftig den Energiebedarf von Gebäuden nur noch über regenerative Energiequellen zu decken, sind Photovoltaikanlagen (PV) das am weitesten verbreitete Mittel zur Energieerzeugung. Für den Einsatz bei Bildungsbauten sind diese besonders geeignet, da die Tageszeiten, an denen im Gebäude die meiste Energie verbraucht wird, sich größtenteils mit jenen, in denen die PV-Anlagen Strom produzieren, decken.





Gegenüber Ein- und Mehrfamilienhäusern unterscheiden sich Bildungsbauten zum Beispiel durch die Raumgrößen oder die Vielzahl an Nutzungsprofilen, die in ein und demselben Gebäude vorkommen können. Hinzu kommen erhöhte Anforderungen an die Lüftung und an die Gebäudeleittechnik. Der grundsätzlichen Frage, ob und wie sich Schulen im Effizienzhaus Plus Standard realisieren lassen, sind zwei Studien nachgegangen, die im Rahmen von Zukunft Bau gefördert worden sind. Die technische Machbarkeit konnte durch diese bestätigt und wichtige Faktoren, die es im Entwurf zu beachten gilt,

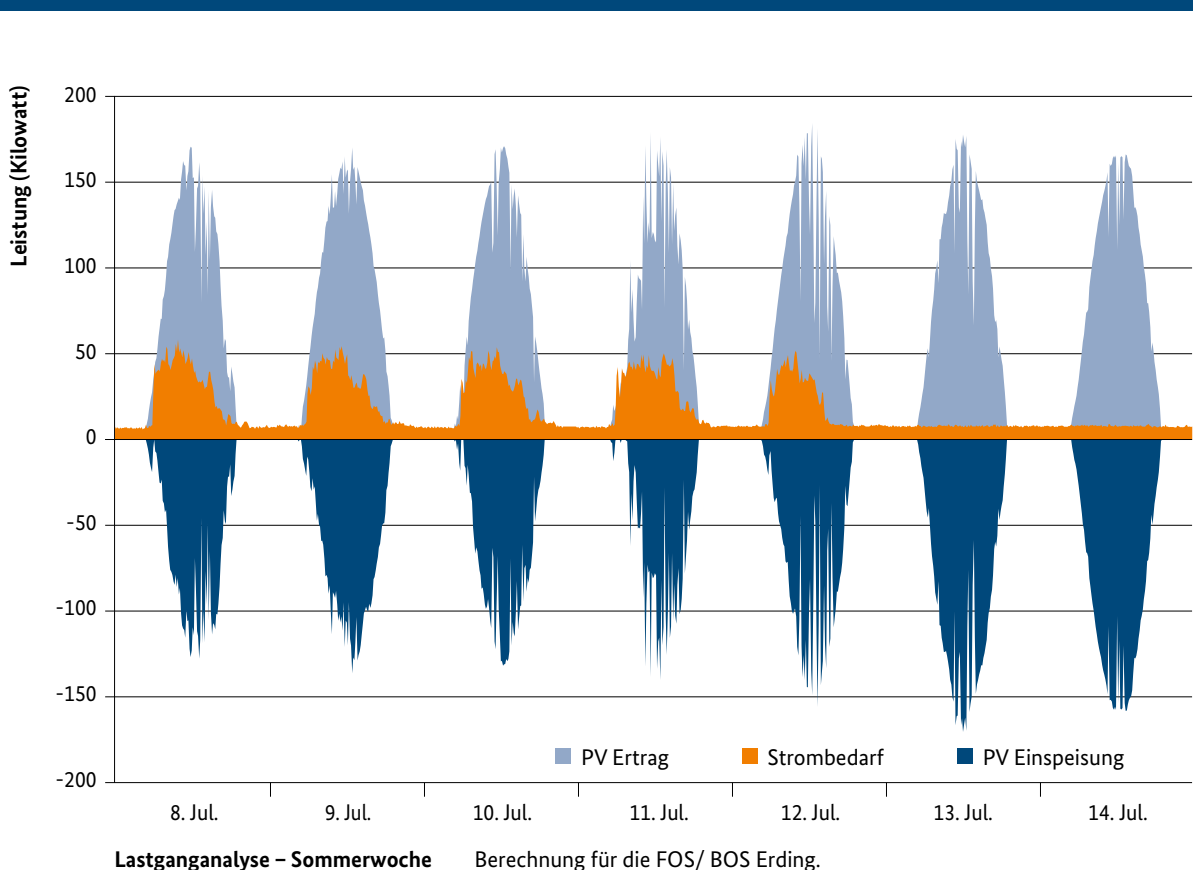
identifiziert werden. Voraussetzungen sind wie bei den Wohnbauten ein hoher Dämmstandard und eine effiziente Anlagentechnik. Die wesentlichen Entscheidungen müssen aber bereits bei der Entwicklung der Gebäudekubatur getroffen werden: Es gilt, sowohl ein gutes Verhältnis von Gebäudevolumen zur Hüllfläche zu finden, als auch genügend (Dach-)Flächen für die Montage von PV-Elementen vorzuhalten. Die Ausrichtung des Gebäudes und der Fensterflächen müssen ebenso gründlich geprüft werden, wie die Verschattung vor Ort.

Im Bereich der Anlagentechnik sind die technischen Möglichkeiten zur Realisierung eines Bildungsbaus im Effizienzhaus Plus Standard vielfältig. Sowohl für die Wärmebereitstellung, als auch für die Gebäude-  
lüftung gilt es, das jeweils für die Gebäudegröße und den Nutzungstyp passende System zu identifizieren. Unterschiedliche Konzepte existieren auch für den Umgang mit der überschüssigen in den Sommermonaten generierten Energie. Das Ziel, diese vor Ort zu verwenden, anstatt sie in das öffentliche Stromnetz einzuspeisen wenn sie nicht benötigt wird, kann entweder über Speicherung oder direkte Verteilung erfolgen. Während im ersten Fall entweder über elektrochemische oder über thermische Speicher versucht wird, die Energie in Zeiten geringerer Erträge verfügbar zu machen, setzt das Konzept der direkten Verteilung darauf, in unmittelbarer Nachbarschaft Abnehmer für den überschüssigen Strom zu finden. Als Teil eines Campus können Bildungsbauten so hervorragend der Erprobung neuer Energiemanagement- Lösungen auf Quartiersebene dienen.

In dem Bewusstsein, dass im Bereich Bildungsbauten in den kommenden Jahren in vielen Kommunen

neben Sanierungen auch Neubauten anstehen hat die Forschungsinitiative Zukunft Bau aufbauend auf den Erkenntnissen der genannten Studien Anfang 2015 das Förderprogramm „Bildungsbauten im Effizienzhaus Plus Standard“ entwickelt. Ziel der Förderung ist es, durch Forschung und Entwicklung den Effizienzhaus Plus Standard und damit den Plusenergiegedanken im Nichtwohnungsbau weiter zu etablieren. Die Ergebnisse der geförderten Modellprojekte sollen über Innovationen informieren und zum Nachahmen anregen. Bildungsbauten im Sinne der Förderrichtlinie sind Gebäude, die der Aus- und Fortbildung, der Forschung und der Lehre dienen. Damit deckt das Förderprogramm eine größtmögliche Bandbreite, von Kindertagesstätten bis zu Universitäten, von Volkshochschulen bis zu Laborgebäuden ab. Förderfähig sind sowohl in Planung befindliche Neubauten, als auch Sanierungen und Erweiterungen von Bestandsgebäuden, die den Effizienzhaus Plus Standard erfüllen. Das Anwendungsgebiet bezieht sich auf Deutschland und deutsche Liegenschaften im Ausland. Die Einrichtungen können sowohl von der öffentlichen Hand, als auch von privaten Trägern betrieben werden. Die Förderung ist planungs-

**Abbildung 1:** Eine als Modellrechnung für die Fach-/Berufsoberschule in Erding durchgeführte Lastganganalyse zeigt eine gute Übereinstimmung der Zeiten von Energieverbräuchen und -erträgen.



Quelle: Ingenieurbüro Hausladen





Die Kindertagesstätte in Wustrow erfüllt bereits die Anforderungen des Effizienzhaus Plus Standards.

material-, und technologieoffen. Alle Projekte werden wissenschaftlich begleitet und evaluiert, um einerseits Erkenntnisse für eine breite Anwendung der Bauweise in der Praxis zu gewinnen und andererseits weiteres Optimierungspotenzial an den einzelnen Gebäuden zu identifizieren. Gegenstand der Förderung ist außerdem die Zertifizierung der Gebäude nach dem Bewertungssystem nachhaltiges Bauen des Bundes.

### Fazit

Als Pilotprojekte haben Bildungsbauten mit einer positiven Energiebilanz eine große Signalwirkung. Sowohl die bisherigen theoretischen Untersuchungen,

als auch die vereinzelt bereits realisierten Prototypengebäude zeigen, dass das Konzept in der Praxis umsetzbar ist. Gegenstand der aktuellen Forschungs- und Förderprojekte sind vor allem die Lösung von Fragen zum sinnvollen Umgang mit Stromüberschüssen zum Beispiel in den Ferien oder nach Schulschluss, zur Abschätzung und Kompensierung von Verbräuchen aus besonderen Nutzungen und zur wirtschaftlichen Umsetzung. Mit der weiteren Etablierung des Plusenergiegedankens wird ein positiver Beitrag zur Energiewende und zur Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands geleistet.



# Technologieentwicklung leichter, flexibler Photovoltaikmodule auf der Basis von ETFE und CIGS-Foliensolarzellen für die Architektur

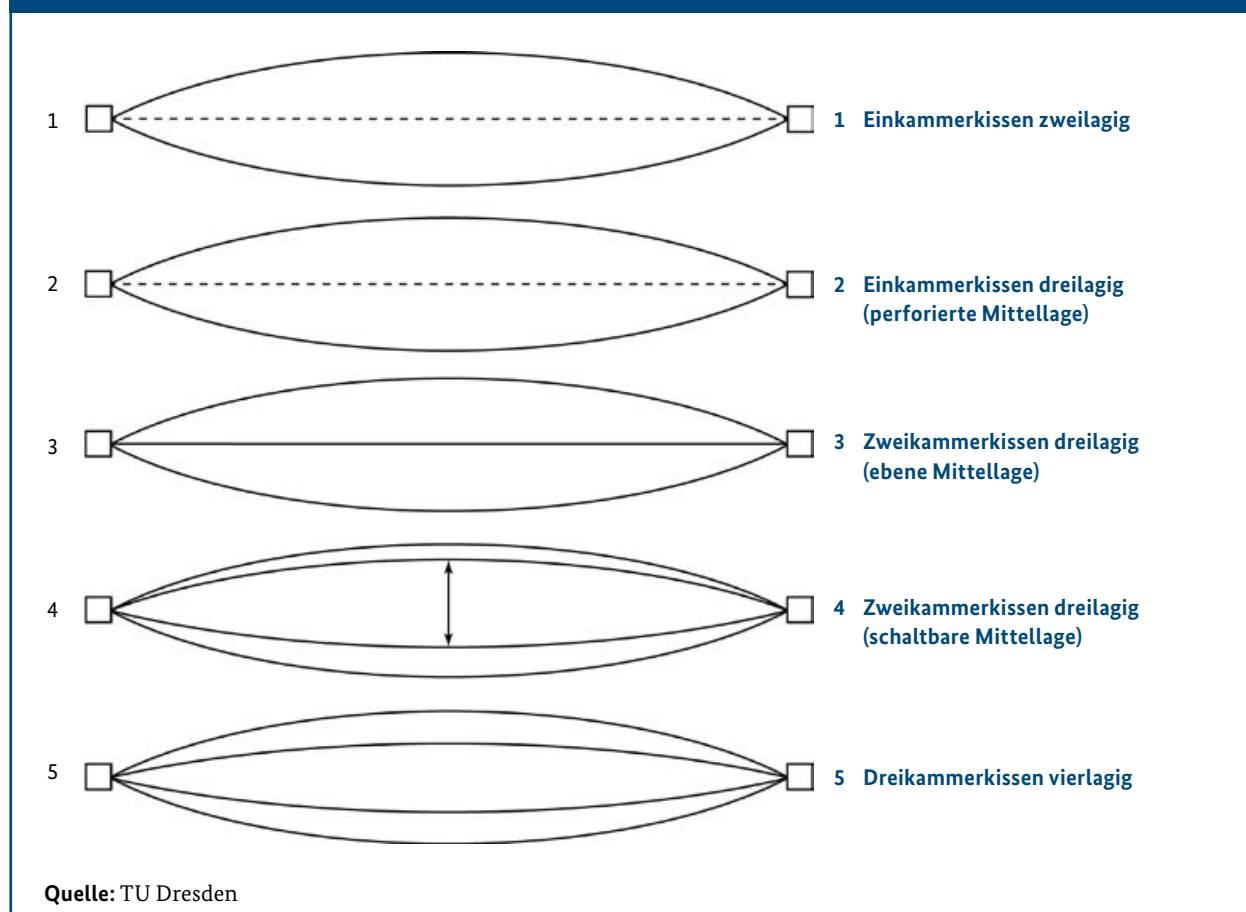
**Bernhard Weller,**  
TU Dresden

**In diesem Forschungsprojekt sollten zur Erschließung neuer Anwendungsfelder für die Photovoltaik PV-Dünnschichtmodule auf der Basis von extrem leichten, hochflexiblen Foliensolarzellen (CIGS) und Ethylen-Tetrafluorethylen-Folien (kurz: ETFE-Folien) für die Integration in Membranen für flexible und filigrane Dach- und Fassadenkonstruktionen entwickelt und getestet werden.**

Membrankonstruktionen erlauben die Errichtung sehr wirtschaftlicher und ästhetischer Gebäudehüllen in vielfältigster Kontur, die viel Luft und Tageslicht ins Innere lassen. Sie faszinieren durch Transparenz beziehungsweise Transluzenz, Leichtigkeit und Dynamik. Die häufig großen zur Sonne ausgerichteten

Flächen ohne störende und verschattende Auf- und Einbauten sind bisher nicht zur solaren Energiegewinnung nutzbar, da keine gebrauchstauglichen Photovoltaik-Systemlösungen zur Verfügung stehen. Mit Hilfe einer direkten Integration von CIGS-Foliensolarzellen in das Membranmaterial kann ein neues Anwendungsfeld für die PV-Technologie erschlossen werden. Allerdings sind die CIGS-Foliensolarzellen sehr feuchteempfindlich, weshalb sie eine wasserdampfdichte Abdeckung erfordern. Derzeit sind die im Bauwesen geforderten Lebensdauern nur mit Glas als dampfdiffusionsdichte Frontabdeckung zu erreichen. Als Material für Membrankonstruktionen hat sich ETFE-Folie aufgrund ihrer ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften und der extrem guten Beständigkeit schon seit Jahrzehnten weltweit im Baubereich bewährt. Als Baustoff zeichnet es sich durch eine selbstreinigende Oberfläche, ein gutes Brandverhalten und eine nahezu

**Abbildung 1:** Möglichkeiten des Lagenaufbaus von Folienkissen nach Knippers (Atlas Kunststoffe und Membranen, DETAIL, 2010).





PV-Modul mit ETFE-Streifen an den Modulrändern zur Aufbringung auf die ETFE-Kissen-Prototypen

vollständige Recyclingfähigkeit aus. Allerdings ist ETFE-Folie nicht dampfdiffusionsdicht, weshalb sie nicht ohne weiteres als alternative Barrierschicht und Abdeckung für CIGS-Foliensolarzellen dienen kann. Damit bestand der Forschungsansatz des abgeschlossenen Forschungsprojekts in der Modifizierung beziehungsweise Optimierung von ETFE-Folien hinsichtlich einer wirksamen Feuchtebarriere und in der Entwicklung eines PV-Laminats aus Foliensolarzellen und ETFE.

Zur Untersuchung der Dauerhaftigkeit und der Gebrauchstauglichkeit von Verbänden aus ETFE und PV-Modulen im praktischen Einsatz wurde ein Freibewitterungsprüfstand entwickelt. Es wurden die auftretenden Beanspruchungen insbesondere hinsichtlich Temperatur- und Luftfeuchteentwicklung durch Versuche an zwei Modellaufbauten von Kissenkonstruktionen gemessen. Des Weiteren sollte eine Wasserdampfbarriere auf ETFE Folie aufgebracht werden. Eine besondere Herausforderung stellte hier das Substrat dar. ETFE besitzt eine sehr geringe Oberflächenspannung und lässt sich somit nur sehr schlecht benetzen. Zur Verbesserung der Benetzbarkeit, wurden zwei verschiedene Vorbehandlungsverfahren getestet. Neben dem Einsatz von Corona-Plasma kam ein Primer zum Einsatz. Im nächsten Schritt wurde eine Haftschrift entwickelt, die eine feste Verbindung mit den vorbehandelten ETFE-Folien

einging. Anschließend sollte auf die Haftschrift eine Barrierschicht aufgetragen werden. Es kamen verschiedene Barrierschichten zum Einsatz, so dass mehrere ETFE-Folien-Muster mit unterschiedlichen Kombinationen aus Vorbehandlung, Haftschrift und Barrierschicht erhalten wurden. Mit diesen Folienmustern wurden PV-Testmodule gefertigt und diese im Dampf-Heat-Test geprüft. Für die Applikation von realen PV-Modulen auf ETFE-Kissen musste eben-

## ETFE-PV

### Forscher/Projektleitung

Prof. Dr.-Ing Bernhard Weller, Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Baukonstruktion

### Gesamtkosten

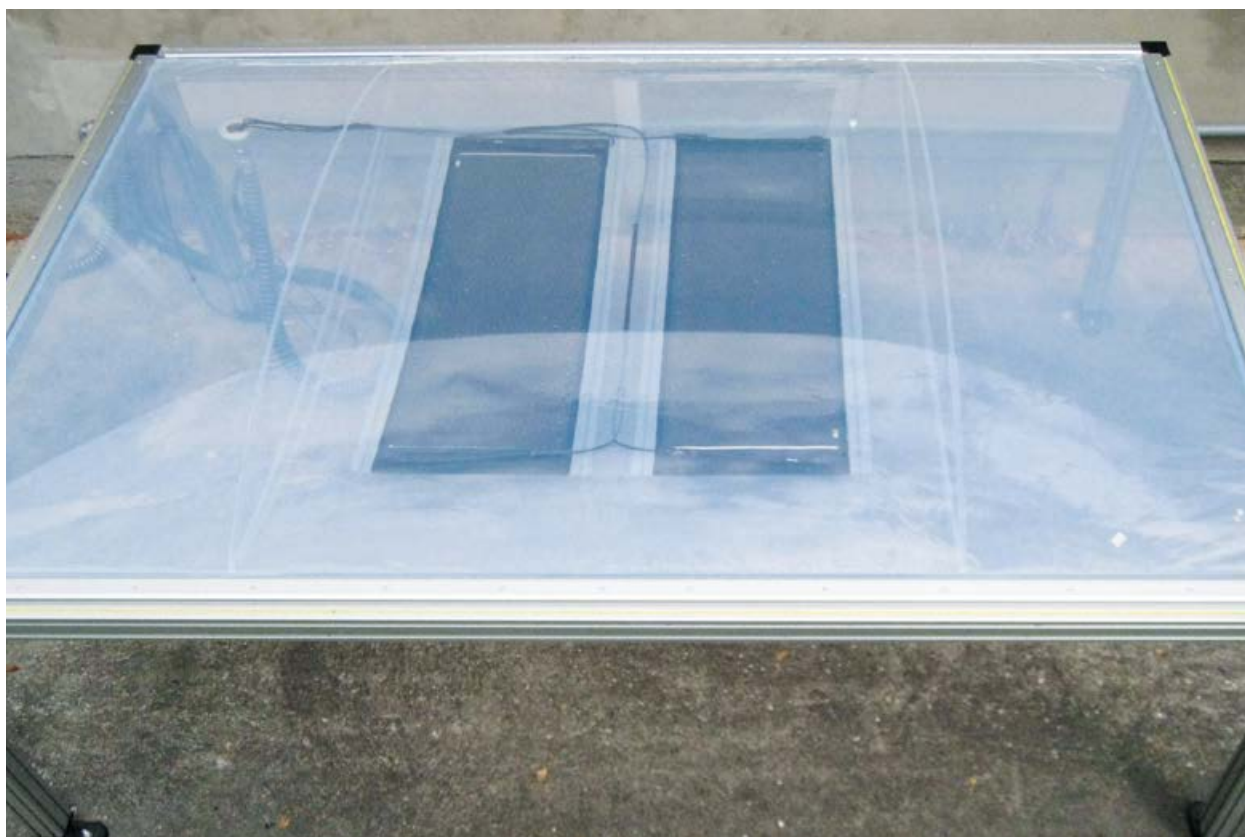
344.118 Euro

### Bundeszuschuss

238.374 Euro

### Projektlaufzeit

Mai 2012 bis April 2014



Freibewitterungsprüfstand des ETFE-Kissen-Prototyps mit innenliegenden PV-Modulen

falls aus Gründen der schlechten Haftfähigkeit von ETFE-Folien eine geeignete Füge­technik entwickelt werden. Es gelang mit Hilfe eines thermomechanisch stabilen Einbettmaterials (Geniomer®) ETFE-Streifen an die PV-Module zu laminieren, um im weiteren Verfahrensschritt der Herstellung der ETFE-Kissen die PV-Module mittels Anschweißen an die ETFE-Kissen-Lagen zu befestigen. Es wurden zwei verschiedene Prototypen aus jeweils dreilagigen ETFE-Kissen konstruiert. Bei einem Kissen befanden sich die PV-Module auf der Kissenoberlage, bei dem anderen auf der Kissenmittellage und damit innerhalb des ETFE-Kissens. Die so hergestellten Prototypen wurden in den Freibewitterungsprüfstand eingebracht. Mit Hilfe eines Kennlinienmessgeräts mit Solarstrahlungs- und Temperatursensor wurden an den Prototypen Einstrahlungs-, Temperatur- und Leistungsmessungen durchgeführt.

## Fazit

Im Rahmen des Projekts konnte ein Fügeverfahren entwickelt werden, mit dem es trotz der schlechten Hafteigenschaften von ETFE gelang, PV-Module dauerhaft auf ETFE-Kissen zu befestigen. Es wurden zwei verschiedene dreilagige ETFE-Kissen hergestellt, wobei sich die PV-Module zum einen auf der Oberlage und zum anderen auf der Mittellage befanden. Die solartechnischen Untersuchungen zeigten, dass die Leistungsausbeute der innenliegenden PV-Module vergleichsweise etwas höher war. Um die Wasserdampfdurchlässigkeit der ETFE-Folien zum Schutz der empfindlichen Solarzellen zu verringern, wurden verschiedene Barrierschichten entwickelt, aber keine dieser Schichten stellte sich als geeignet heraus.



Freibewitterungsprüfstand des ETFE-Kissen-Prototyps mit außenliegenden PV-Modulen

## Forschungsinitiative Zukunft Bau 10 Jahre – 10 Meinungen



**Ingrid Vogler**

GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen, Referentin für Energie, Technik, Normung

„Wohnungswirtschaft braucht Bauforschung – eher mehr als weniger. Ob bessere und preiswertere Baustoffe, effiziente und regenerative Energieversorgung, dezentrale Lösungen oder Barrierereduktion: Forschung hilft bei der Anpassung der Wohnungsbestände an die Zukunft.“



Gebäudefassade aus dem  
Plato-Wild-Ensemble in  
Regensburg



## Energetische Modernisierung und Restaurierung historisch wertvoller Stadtquartiere

**Oliver Steffens,**  
**Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg**

### **Regenerative Energieversorgung als Schwerpunkt einer nachhaltigen Modernisierung historisch wertvoller Stadtquartiere (RENARHIS)**

Im Projekt RENARHIS wurden für ein genossenschaftliches Wohnquartier aus den 1920er Jahren Restaurierungs- und Modernisierungsstrategien erarbeitet und in Form eines Leitfadens dokumentiert. Ziel ist die Erhaltung des architektonisch wertvollen Bestands, sozialverträgliche Wohnkosten und ein geringer Primärenergiebedarf durch Einsatz regenerativer Energien.

Rund ein Viertel der Wohngebäude in Deutschland wurden vor 1948 erbaut. Neben der wirtschaftlichen Bedeutung, die Konservierung und Modernisierung für diese Gebäudeklasse aufweisen, stellt sich die Frage nach dem Umgang mit dem architektonischen und städtebaulichen Erbe, insbesondere aus der Zwischenkriegszeit mit bauhistorisch wertvollen Stadtquartieren. Die Entwicklung nachhaltiger Konzepte heißt, den Konflikt zwischen Denkmalpflege, Umwelt- und Klimaschutz sowie sozialen und wirtschaftlichen

Anforderungen zu überwinden. Dabei sind auch die tradierten Formen des Zusammenlebens und die aktuelle Bewohnerstruktur zu berücksichtigen. Der Fokus liegt auf den Aspekten:

- eingeschränkte energetische Sanierbarkeit historisch wertvoller Gebäude
- Synergieeffekte in Ensemblestrukturen zum Aufbau einer wirtschaftlichen regenerativen Energieversorgung
- sozialverträgliche Miethöhe und Genossenschaftsprinzip

Für ein Regensburger Stadtquartier wurden dazu Lösungsansätze erarbeitet. Das Genossenschaftsprinzip und ein günstiges Mietniveau haben sich bis heute erhalten und stellen ein zentrales Kriterium für ein zukünftiges Nutzungskonzept dar.

Charakteristisch sind die sparsam historisierenden Mietshausböcke um einen grünen Innenhof, die horizontale Gliederung der Fassaden mit wiederkehrenden Elementen, wie die Gesimse und ein um alle Gebäude laufender Natursteinsockel. Diese Formensprache symbolisiert den Zusammengehörigkeits- und Gleichheitsgedanken des genossenschaftlichen Wohnungsbaus.

Methodisch wurden nach einem tachymetrischen Aufmaß der Fassaden und der Vermessung einzelner Wohnungsgrundrisse zum Abgleich mit historischen Planunterlagen repräsentative Details ausgearbeitet sowie Informationen über die Konstruktion der Dächer, Wand- und Bodenaufbauten gesammelt.

In einer Sozialstudie wurde die Bewohnerstruktur der Anlage und des Stadtteils in ihrer historischen Entwicklung betrachtet und ihre momentane Zusammensetzung analysiert. Zur Prüfung der Akzeptanz einer Gebäudesanierung wurden in 73 der 158 Haushalte leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Die Wohnqualität war in vielen Fällen beeinträchtigt durch Probleme mit Fensterdichtheit, Heizung, Raumklima und in der Folge durch Schimmelbildung. Entsprechend wurde der Sanierungsbedarf durch die Bewohner bestätigt, das Meinungsbild zur Gebäudesanierung war weitgehend positiv. Bedingt durch den hohen Anteil einkommensschwächerer Personen bestand jedoch die Befürchtung finanzieller Mehrbelastungen.

Wärmeverluste lassen sich durch Dämmmaßnahmen reduzieren, die jedoch aufgrund der historisch wertvollen Fassaden in Gestalt einer kapillaraktiven Innendämmung aus Calciumsilikatplatten konzipiert wurden. Dies wurde mithilfe von hygrothermischen Simulationen näher untersucht, insbesondere an Details für einbindende Innenwände, Geschosdecken, Traufbereich und Kellerwände mit Natursteinsockel. Weitere Untersuchungen umfassten Fotodokumentation und thermographische Analysen, Baustoff-Analysen, Raumklima-Messungen und Nutzerverhalten, energetische Bedarfsberechnungen, Schallschutz (für Holzbalkendecken) und Brandschutz.

Die architektonische Modernisierung beinhaltet bedarfsgerechte Wohnungsgrundrisse, Lüftungskon-

## RENARHIS

### Forscher

Sonja Haug, Christian Rechenauer, Tobias Saller, Simon Schaubeck, Birgit Scheuerer, Sonja Schröter, Thekla Schulz-Brize, Matthias Vernim, Matthias Wittmann, Annika Zeitler

### Projektleitung

Oliver Steffens

### Gesamtkosten

150.366 Euro

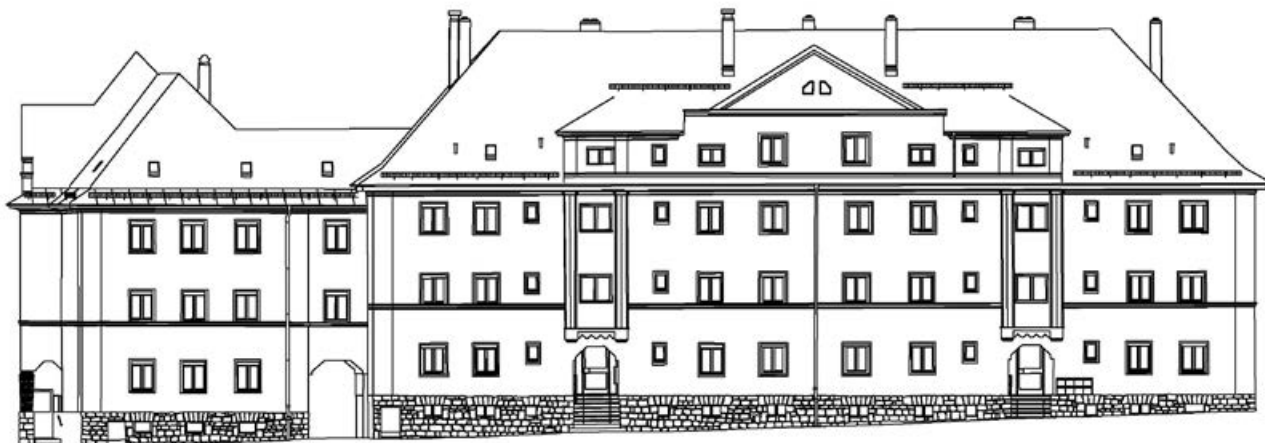
### Bundeszuschuss

90.346 Euro

zepte, den Risikofaktor Balkenkopf hinsichtlich der Holzfeuchte sowie konstruktive Details unter Berücksichtigung von Brand-, Schall- und Feuchteschutz. Die Nachverdichtung durch einen Dachgeschossausbau ist in vielen Bereichen umsetzbar, ohne die historische Struktur zu verändern. Private Außenbereiche sind auch ohne Balkone in der Fassade durch entsprechende Nutzungen der Innenhöfe gut darstellbar.

In einer Bestands- und Potenzialanalyse wurden geeignete Energiequellen identifiziert und der Energiebedarf auf Basis der DIN 18599 sowie einer Heizlastberechnung für verschiedene Maßnahmenpakete ermittelt. Aus den Ergebnissen wurden zwei differenzierte Systemvarianten erarbeitet und im Detail bewertet:

- Solarthermie-Anlage (mit Pelletkessel als Heizunterstützung) verbunden mit einer bauphysikalisch maximal möglichen Dämmung der Gebäudehülle,



Aufmaß einer Nordwest-Fassade (Safferlingstraße 15–17; Zeitler/Wittmann)





Thermographische Aufnahme am Plato-Wild-Ensemble (Steffens/Höflich)

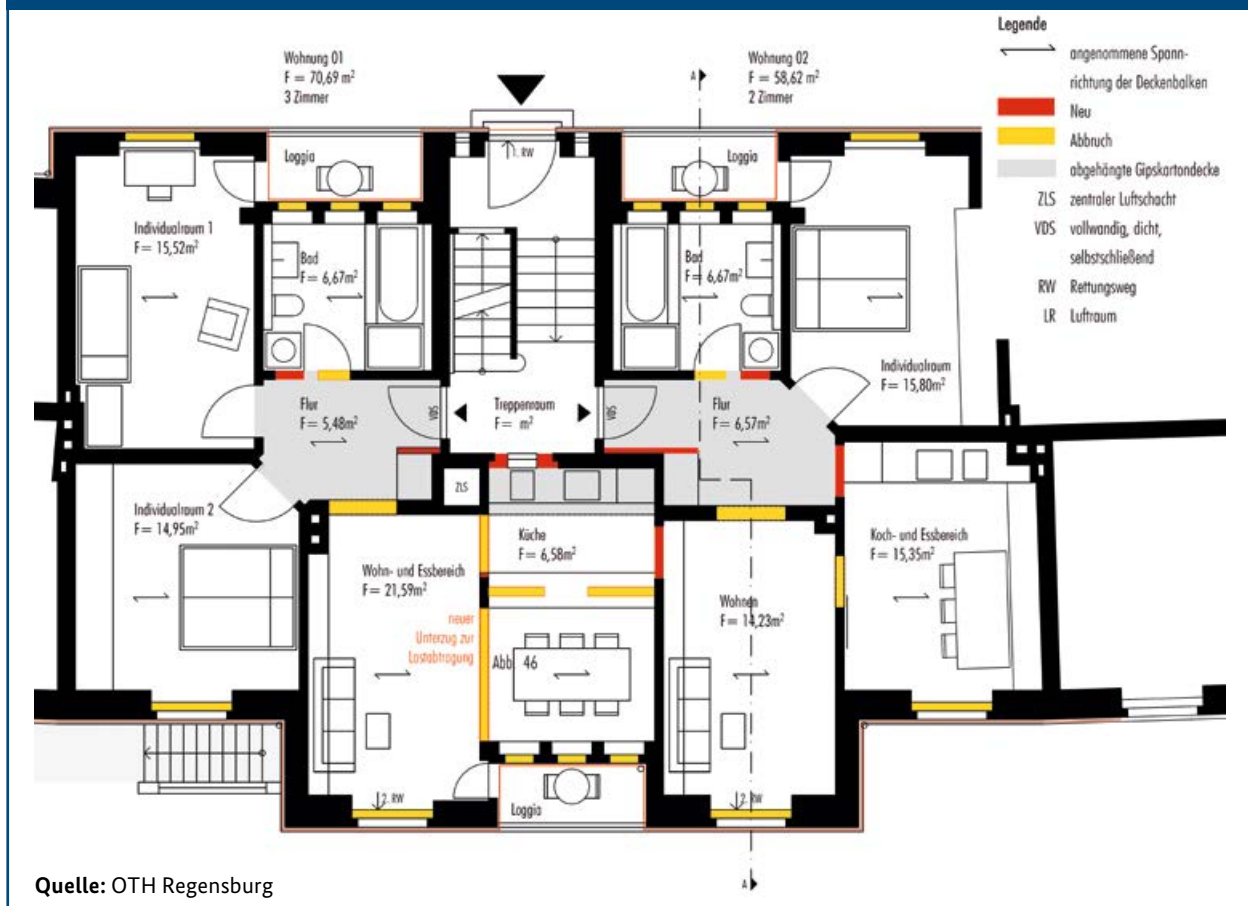
- um die Heizlast zu minimieren und einen reduzierten Endenergiebedarf zu erreichen;
- Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einem erneuerbaren Brennstoff, kombiniert mit einer reduzierten Dämmung, wie sie für denkmalgeschützte Gebäude realisierbar wäre.

Vorteil der Solarthermie-Variante sind überschaubare Investitionskosten und eine ausgereifte Anlagentechnik. Der solare Wärmeanteil ist nahezu CO<sub>2</sub>-frei und entlastet das ergänzende Kesselsystem.

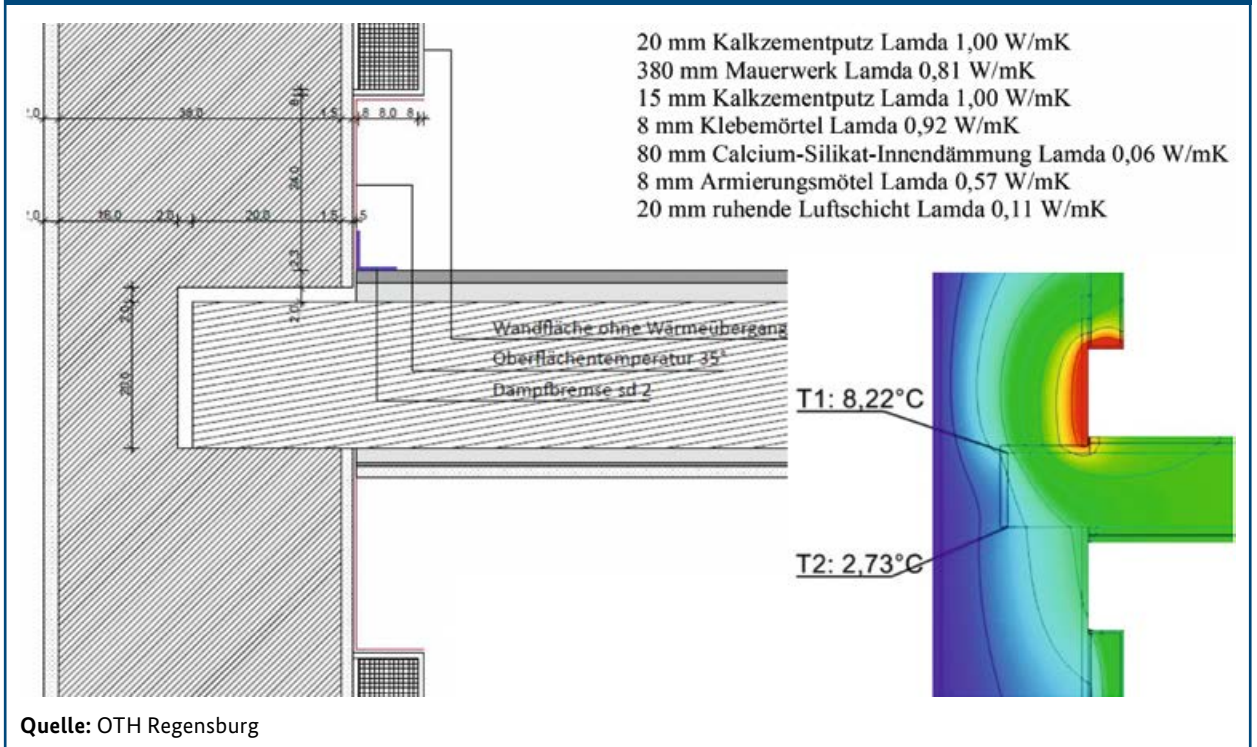
Die BHKW-Variante kann aufgrund höherer Vorlauftemperaturen mit jedem Heizsystem verknüpft werden. Durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wird neben thermischer auch elektrische Energie bereitgestellt, die im Ensemble verbraucht werden kann und zu einer ökologisch nachhaltigen dezentralen Lösung führt. So lassen sich erhöhte Wärmebedarfe im historischen Bestand kompensieren.

Zur ökonomischen Beurteilung der Varianten wurde ein Berechnungstool auf Basis der VDI 2067 entwickelt, das eine dynamische Bewertung der Modernisierungsmaßnahmen nach dem Annuitätenverfahren

Abbildung 1: Beispiel für Grundrissanpassungen (Walderdorffstr. 8; Hoffmann/Meier/Queck/Smattan)

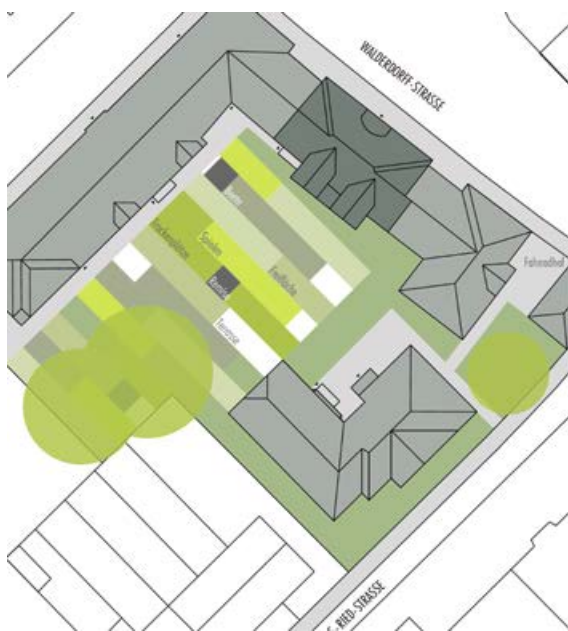


**Abbildung 2:** Detaildarstellung und thermische Berechnung der Innendämmung im Bereich der Balkenköpfe (Saller/Gering)



ermöglicht. Mit den ermittelten Wärmegestehungskosten können die Versorgungsvarianten gegenübergestellt werden. Die Wärmedämmmaßnahmen wurden nach dem Verfahren „Kosten der eingesparten Kilowattstunde Endenergie“ bewertet. Dabei werden die Investitionskosten den eingesparten Energiekosten gegenübergestellt.

Die Arbeitspakete wurden in Form eines Leitfadens dokumentiert und lassen sich auch auf andere genossenschaftliche Wohnquartiere und Ensemblebauten des 19. und frühen 20. Jahrhunderts übertragen.



Entwürfe für den Außenbereich: Urban Gardening (Hoffmann/Meier/Queck/Smattan) vs. Energiezentrale mit BHKW (Haas/Götz)



# Verbesserung der Praxistauglichkeit der Baunormen

Lars Meyer,  
Enrico Schwabach,  
Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.

**Das Ziel des Vorhabens ist, die notwendigen pränormativen Forschungsarbeiten für die Fortschreibung der Eurocodes zu leisten. Die derzeitige Eurocode-Generation soll systematisch und mit wissenschaftlichen Methoden auf Schwächen und Verbesserungspotential analysiert werden.**

Die Eurocodes für das Bauwesen werden als zu umfangreich, zu komplex, teilweise als nur unzureichend aufeinander abgestimmt und somit insgesamt als nicht praxistauglich angesehen. Das bedeutet, dass mehr als 400.000 Ingenieure in Europa die 58 Eurocode-Teile mit mehr als 5.000 Seiten zuzüglich der Nationalen Anhänge lesen, verstehen und umsetzen müssen.

Mit dem Ziel, die Baunormen durch Stärkung der Arbeiten im Vorfeld der Normung, also pränormativen Arbeiten, wieder praxistauglicher zu gestalten, wird ein Forschungsansatz als Dreischritt von „Anamnese“, „Diagnose“ und „Therapie“ gewählt. Dabei arbeiten – begleitend zu den Arbeiten im CEN an der dritten Eurocode-Generation – folgende sechs von einem Lenkungsausschuss koordinierte Projektgruppen (PGs) unter Beteiligung erfahrener Prüfindenieure, Vertretern aus Ingenieurbüros sowie aus den technischen Büros von Bauunternehmen an der möglichen Verbesserung der zugehörigen Eurocodes:

## Verbesserung der Praxistauglichkeit der Baunormen

### Forscher

Dr. Lars Meyer (Projektleiter)

### Projektleitung

Initiative „Praxisgerechte Regelwerke im Bauwesen“ e. V. (PRB), 10785 Berlin, Kurfürstenstraße 129

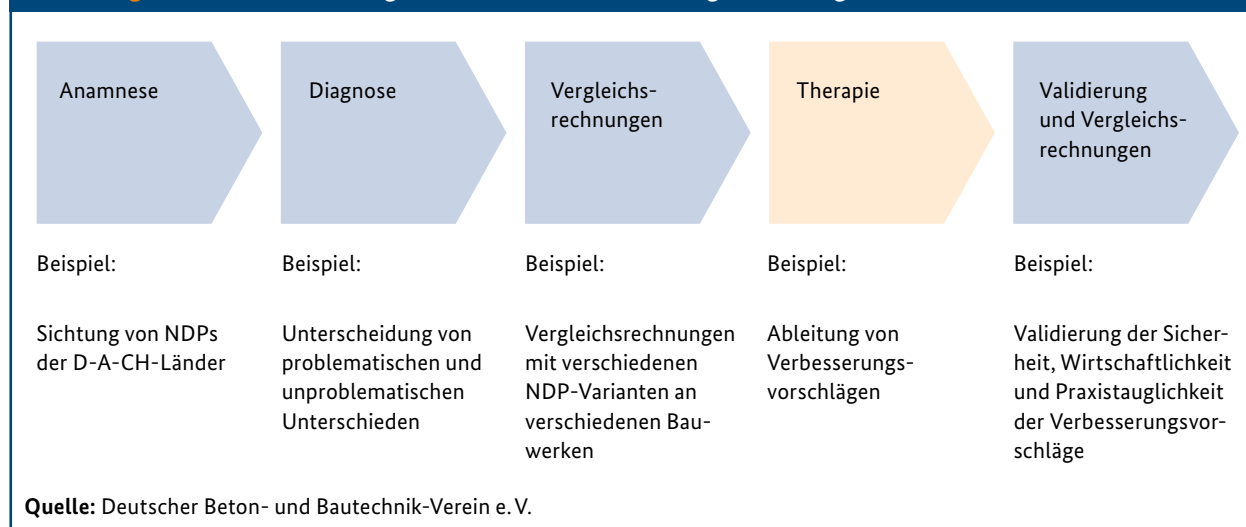
### Projektlaufzeit

September 2012 bis Mai 2015

- PG1 „Sicherheitskonzept und Einwirkungen“
- PG2 „Betonbau“
- PG3 „Stahlbau“
- PG4 „Holzbau“
- PG5 „Mauerwerksbau“
- PG6 „Geotechnik“

Die Arbeiten gehen mit der Forderung einher, den Umfang sowie die Regelungstiefe zu reduzieren. Beraten werden zum Beispiel. Lösungen zu einem vereinfachten Konzept für Kombinationsregeln bei Einwirkungen, ohne die Möglichkeiten des Teilsicherheitskonzepts unnötig einzuschränken. Die Nachweise in den Grenzzuständen wie auch die Bemessung für den Brandfall werden auf Verbesserungspotential geprüft, wobei eine Reduzierung auf jeweils möglichst nur ein Nachweisverfahren angestrebt wird. Auch

**Abbildung 1:** Grundsätzliche Vorgehensweise zur Verbesserung der künftigen Eurocodes



durch Streichen von Lehrbuchwissen soll die Begrenzung der maximalen Seitenzahl auf ein Drittel der jetzigen Eurocodes gelingen.

### Fazit

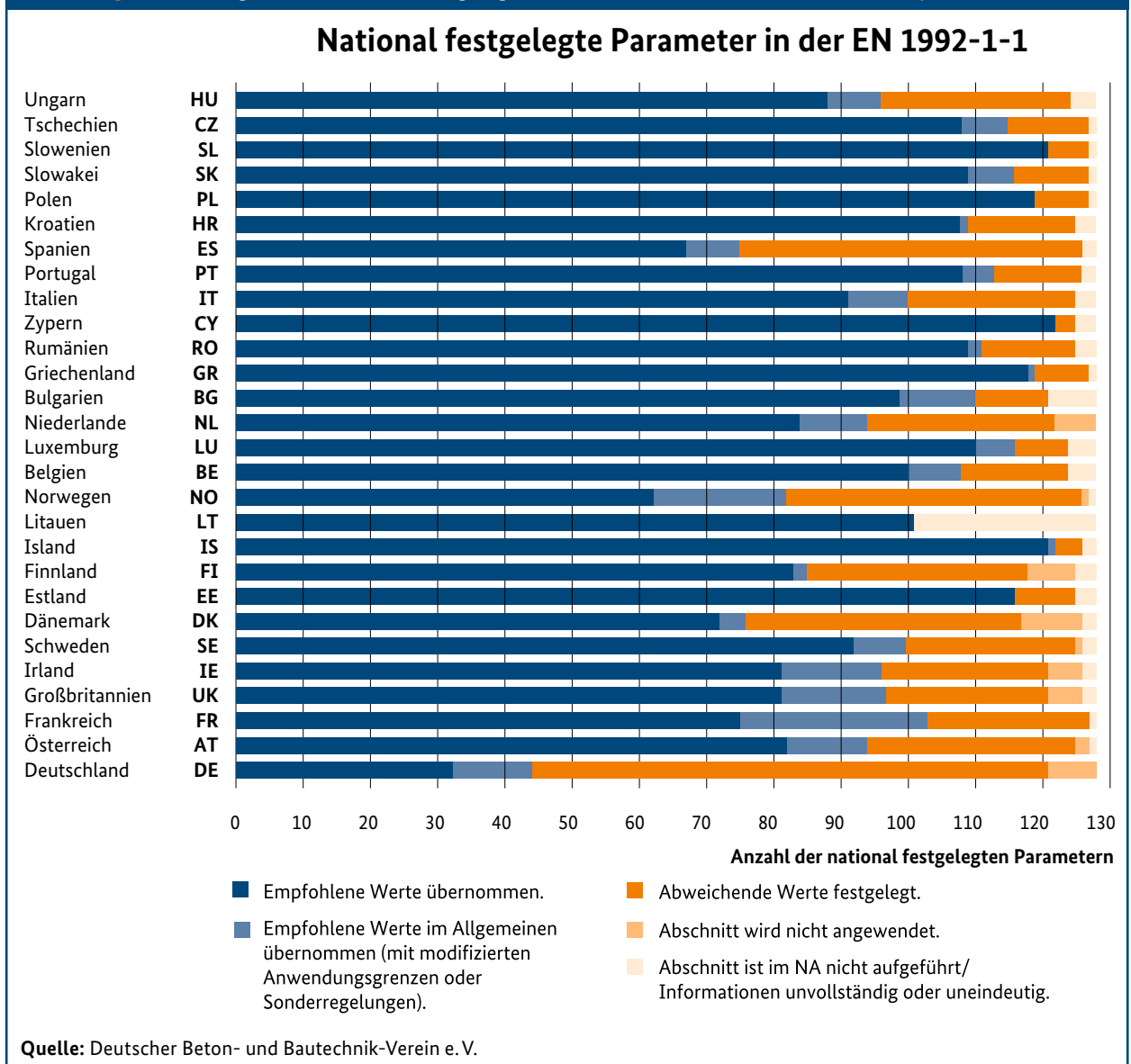
Es wurden pränormative Vorschläge zur Verbesserung und Vereinfachung der wesentlichen Eurocodes im Sinne der Anwenderfreundlichkeit beziehungsweise Praxistauglichkeit erarbeitet. Im Ergebnis wurde eine deutliche Reduktion des Umfangs und der nationalen Zusatzregeln erreicht.

## Verbesserung der Praxistauglichkeit der Baunormen – Teilantrag 2: Betonbau

**Frank Fingerloos,**  
**TU Kaiserslautern**  
**Enrico Schwabach,**  
**Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V.**

**Ziel des Vorhabens war die praxisgerechte Überarbeitung und Weiterentwicklung des Eurocode 2, Teil 1-1. Es wurden lehrbuchartige Inhalte, Schwachstellen und Überregulierungen detektiert und geprüft, inwieweit diese in der Praxis Bedeutung haben, um anschließend Verbesserungen zu erarbeiten.**

**Abbildung 2:** Neu: Vergleich der national festgelegten Parametern mit den im Eurocode 2 empfohlenen Werten.



## Verbesserung der Praxistauglichkeit von Eurocode 2

### Forscher

Dr.-Ing. Frank Fingerloos (Projektleiter)  
Dr.-Ing. Wolfgang Finckh  
Univ. Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger  
Dr.-Ing. Heinrich Hochreither  
Dipl.-Ing. Anett Ignatiadis  
Dr.-Ing. Franz-Michael Jenisch  
Dipl.-Ing. Markus Landgraf  
Prof. Dipl.-Ing. Frank Prietz  
Dr.-Ing. Walter Schmitt  
Dr.-Ing. Konrad Schuster  
Dr.-Ing. Enrico Schwabach

### Projektleitung

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V.,  
10785 Berlin, Kurfürstenstraße 129

### Projektlaufzeit

September 2012 bis Januar 2015

Als verbesserungswürdige Schwerpunktthemen haben sich aus deutscher Anwendersicht die folgenden Regelungen herausgestellt:

- Querkraft- und Durchstanzbemessung,
- Rissbreitenbegrenzung,
- vereinfachte Verformungsbegrenzung,
- Bewehrungs- und Konstruktionsregeln.

Die erarbeiteten Verbesserungsvorschläge und Vereinfachungen zu den meisten Kapiteln des Eurocode 2, Teil 1-1 wurden bei Bedarf durch Vergleichsrechnungen überprüft oder mit statistischen Auswertungen an Versuchsdatenbanken validiert.

Die umfangreichsten Änderungsvorschläge erfolgten im Bereich der Durchstanzbemessung. Dabei ist es gelungen, die Nachweise für Flachdecken und Fundamente sowohl ohne als auch mit Durchstanzbewehrung wieder in ein gemeinsames Nachweisformat zu bringen. Hierfür wurden kalibrierte Anpassungsfaktoren für Beton- und Stahltraganteile bauteilbezogen abgeleitet. Auf die bisherige aufwändige Iteration bei (gedrungenen) Fundamenten beziehungsweise auf eine Vielzahl von nationalen Zusatzregeln (NCI) kann so verzichtet werden.

Bei allen bearbeiteten Themen wurde eine Reduktion der national wählbaren Parameter (NDP) und insbesondere der deutschen NCI als wesentliches Bearbei-

tungsziel verfolgt. Ausgangspunkt hierfür war eine umfangreiche Analyse der Nationalen Anhänge von 28 europäischen Ländern die es erlaubte, Übereinstimmungen und Unterschiede in zu quantifizieren und zu qualifizieren. Auf dieser Basis wurden viele mögliche Streichungen oder Vereinfachungen von NDP und NCI vorgeschlagen. Die Gesamtseitenzahl des Eurocode 2, Teil 1-1 für Deutschland kann so auf etwa 50 Prozent reduziert werden.

### Fazit

Es wurden pränormative Vorschläge zur Verbesserung und Vereinfachung der wesentlichen Kapitel des Eurocode 2 im Sinne der Anwenderfreundlichkeit bzw. Praxistauglichkeit erarbeitet. Im Ergebnis wurde eine deutliche Reduktion der Anzahl der NDP und der deutschen Zusatzregeln erreicht.

## Forschungsinitiative Zukunft Bau 10 Jahre – 10 Meinungen



**Prof. Thomas Jocher**

Direktor des Instituts Wohnen und Entwerfen (IWE)  
Universität Stuttgart

„Die Forschungsinitiative Zukunft Bau ist eine schlagkräftige Einrichtung der Extraklasse. Eine außergewöhnliche Initiative, die Entscheidungen auf nationaler und internationaler Ebene wissenschaftlich und professionell vorbereitet.“

# Verbesserung der Praxistauglichkeit der Baunormen – Teilprojekt 3: Stahlbau

Ines Prokop,  
Initiative Praxisgerechte Regelwerke im Bauwesen e.V.

**Der Eurocode 3 regelt die Bemessung und Konstruktion im Stahlbau. Ziel des Forschungsvorhabens war es, durch pränormative Arbeiten eine praxisgerechte Weiterentwicklung der europäischen Normengeneration 2020 vorzubereiten.**

Für das Forschungsvorhaben wurden von den 20 Teilen des Eurocodes 3 die Teile ausgewählt und untersucht, die für die Ingenieure in Planung und Ausführung größte Relevanz und Verbesserungsbedarf haben. Dies sind Teil 1-1 (Hochbau), Teil 1-8 (Anschlüsse), Teil 1-5 (Plattenförmige Bauteile), Teil 1-9 (Ermüdung), Teil 1-2 (Tragwerksbemessung für den Brandfall) und Teil 6 (Kranbahnen). Ergänzend wurden für eine weitere Harmonisierung der Eurocodes die national festzulegenden Parameter (National Determined Parameters – NDP) der Teile 1-1, 1-5 und 1-8 aus zwölf nationalen Anhängen (NA) analysiert und gegenübergestellt.

Im ersten Arbeitsschritt wurden ähnlich einer Anamnese Schwachstellen und Überregulierungen des Eurocode 3 zusammengetragen. Danach wurde in einer Diagnose geprüft, inwieweit diese Defizite in der Praxis zu Problemen führen. Besonderes Augenmerk wurde auf die praktische Anwendbarkeit und auf Unstimmigkeiten in den Bemessungsvorschriften gelegt. Dies und Unklarheiten in der sprachlichen Formulierung der Norm wurden in Synopsen aufgezeigt. Im Folgenden wurden praxisgerechte Verbesserungen und Vereinfachungen im Sinne einer Therapie erarbeitet. Bedarfsweise wurden die Auswirkungen der Vorschläge an konkreten Bauteilen in Vergleichsberechnungen untersucht und mit den Bemessungsergebnissen der aktuellen Fassung des Eurocode 3 verglichen. Die erarbeiteten Lösungsvorschläge mündeten in überarbeiteten und praxistauglicheren Textentwürfen für den Eurocode 3.

Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten wurden bereits und werden noch in die deutschen und europäischen Normungsgremien für die Eurocode-Novellierung eingebracht.

## Pränormative Forschung – Teilprojekt Stahlbau

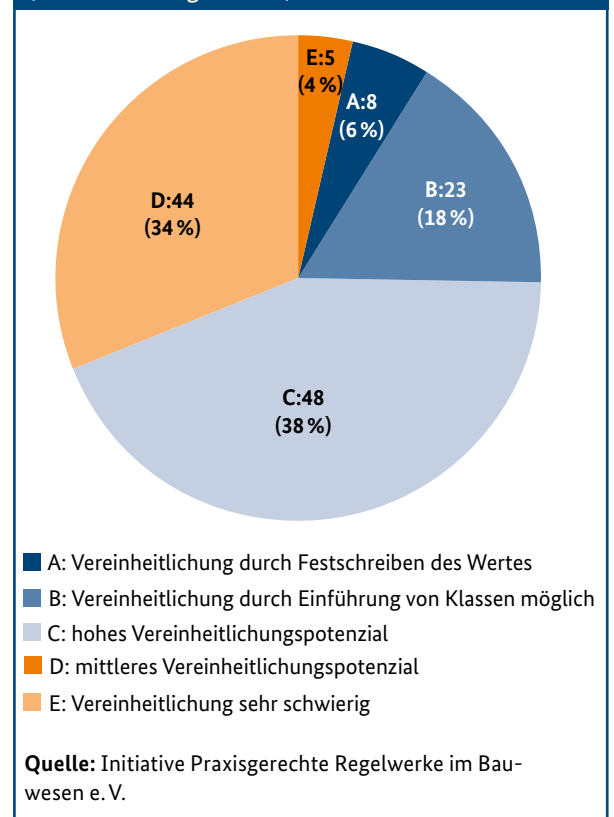
Projektleiter  
Prof. Dr.-Ing. Karsten Geißler; Dr. Ines Prokop

Projektlaufzeit  
September 2012 bis Mai 2015

### Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass bei den meisten Teilen des Eurocode 3 eine Straffung der Texte ohne Inhaltsverlust möglich ist. Durch Umstrukturierungen kann die Verständlichkeit und Anwenderfreundlichkeit wesentlich erhöht werden. Eine Vielzahl der unklaren Formulierungen des deutschen Eurocode 3 beruht auf Übersetzungsfehlern aus der englischen Originalfassung.

**Abbildung 3:** Vereinheitlichungspotenzial der der national festgelegten Parametern Eurocode 2 (28 Länder ausgewertet)





# Bewertungsmatrix für die Kostenplanung beim Abbruch und Bauen im Bestand

Christoph Motzko,  
TU Darmstadt

## Datenbanksystem zur Analyse und Bewertung in Bezug auf Kosten, Technologien und Dauern

Der Abbruch von Bauwerken und Bauteilen sowie das Bauen im Bestand stellen eine komplexe Aufgabe dar, bei der eine Fülle von Randbedingungen und Anforderungen unter anderem hinsichtlich Ökonomie, Ökologie und Technik zu berücksichtigen sind. So ist es im Zuge der Kostenplanung erforderlich, eine möglichst präzise Kostenbestimmung und Ausführungsdauer zu generieren. Die gegenwärtig verfügbaren Werkzeuge berücksichtigen die zuvor erwähnte Komplexität nicht umfänglich.

## Gegenstand des Forschungsvorhabens

Das Forschungsvorhaben diente der Weiterentwicklung der am Institut für Baubetrieb der TU Darmstadt

entwickelten Bewertungsmatrix zur „technischen und ökonomischen Bewertung von Abbruchverfahren im Industriebau“. Die Weiterentwicklung dieses Werkzeugs richtete sich zum einen auf die Anwendung bei weiteren Gebäudetypologien außerhalb des Industriebaus und kann im Ergebnis auch beim Bauen im Bestand genutzt werden. Ferner dient das neue Werkzeug der transparenten Darstellung beziehungsweise Aufschlüsselung der zu erwartenden Abbruchkosten und Ausführungsdauern. Es wurden zusätzlich der neueste Stand der Technik beim Abbruch und die aktuell geltenden rechtlichen Vorschriften mit einbezogen. Analog der Betrachtung der Ausführungsdauern und Kosten sind die Bestimmung der ökologischen Auswirkungen bestimmter Abbruchverfahren sowie die Gewichtung dieser zueinander möglich.

Die Realisierung des Forschungsvorhabens erfolgte in vier inhaltlich aufeinander aufbauenden Arbeitspaketen (P1, P2, P4 und P5) sowie in zwei weiteren Berichterstattungsmodulen (P3 und P6).



Untersuchungsobjekt 1 – Reißen der Bodenplatte



Untersuchungsobjekt 4 – Abbrucharbeiten



Untersuchungsobjekt 5 – Abbrucharbeiten

### **Arbeitspaket 1 (P1): Abbildung des Status quo der Grundlagen mittels Literaturrecherche**

Im ersten Schritt des Forschungsvorhabens wurde mittels einer Literaturrecherche der derzeitige Stand der Technik im Bereich Abbruchtechnologie untersucht. In diesem Zusammenhang wurden die einzelnen Abbruchtechniken unter Beachtung von Einsatzmöglichkeiten und -effizienzen untereinander verglichen. Darüber hinaus wurde ein Überblick der geltenden rechtlichen und umweltrechtlichen Belange und Vorschriften im Kontext von Abbrucharbeiten erarbeitet.

### **Arbeitspaket 2 (P2): Themenschwerpunkt Ökonomie: Ermittlung von Kostenkriterien**

Einen weiteren Schwerpunkt der Untersuchung stellte die Identifikation kostentreibender Positionen von Abbruchmaßnahmen dar. Erkenntnisse über jene Kriterien, die einen maßgeblichen Einfluss auf die Preisbildung und Ausführungsdauer bei Abbrucharbeiten und beim Bauen im Bestand haben sowie die am Markt vorherrschenden Modelle zur Preisbildung bei Abbruchmaßnahmen wurden durch die Analyse bzw. Nachkalkulation vorliegender Angebote gewonnen. Diese Erkenntnisse wurden mit Aussagen, die im Rahmen von Experteninterviews ermittelt werden konnten, verglichen. Die Auswahl der Angebote sowie der Interviewpartner erfolgte mit weiteren externen Projektbeteiligten (BASF SE, Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH, Schleith GmbH).

### **Arbeitspaket 4 (P4): Themenschwerpunkt Zeit: In-situ-Untersuchungen**

Exemplarisch wurden ausgewählte Abbruchprojekte mit dem Arbeitsstudium nach REFA ausgewertet. So konnten Zeitaufwandswerte zu Abbrucharbeiten un-

ter Beachtung der vorherrschenden Randbedingungen ermittelt werden. Die Auswahl und Festlegung der Anzahl der gewählten In-situ-Untersuchungen hinsichtlich geeigneter Projekte fand in Abstimmung mit den zuvor genannten externen Beteiligten statt. Anhand einer quantitativen Auswertung von verschiedenen Baustellen konnten allgemeine Zeitaufwandswerte für Abbrucharbeiten an verschiedenen Bauteilen in Abhängigkeit der Abmessungen, der Bausubstanz, der Höhenlage et cetera generiert und Parameter identifiziert werden, die maßgeblich an der Preisbildung bei Abbruchmaßnahmen beteiligt sind.

## **Bewertungsmatrix für Abbruchmaßnahmen**

### **Forscher/Projektleitung**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Motzko  
Dr.-Ing. Jörg Klingenberger  
Technische Universität Darmstadt  
Institut für Baubetrieb

### **Bearbeiter**

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jan Wöltjen  
Dipl.-Ing. Daniela Löw

### **Gesamtkosten**

212.925 Euro

### **Anteil Bundeszuschuss**

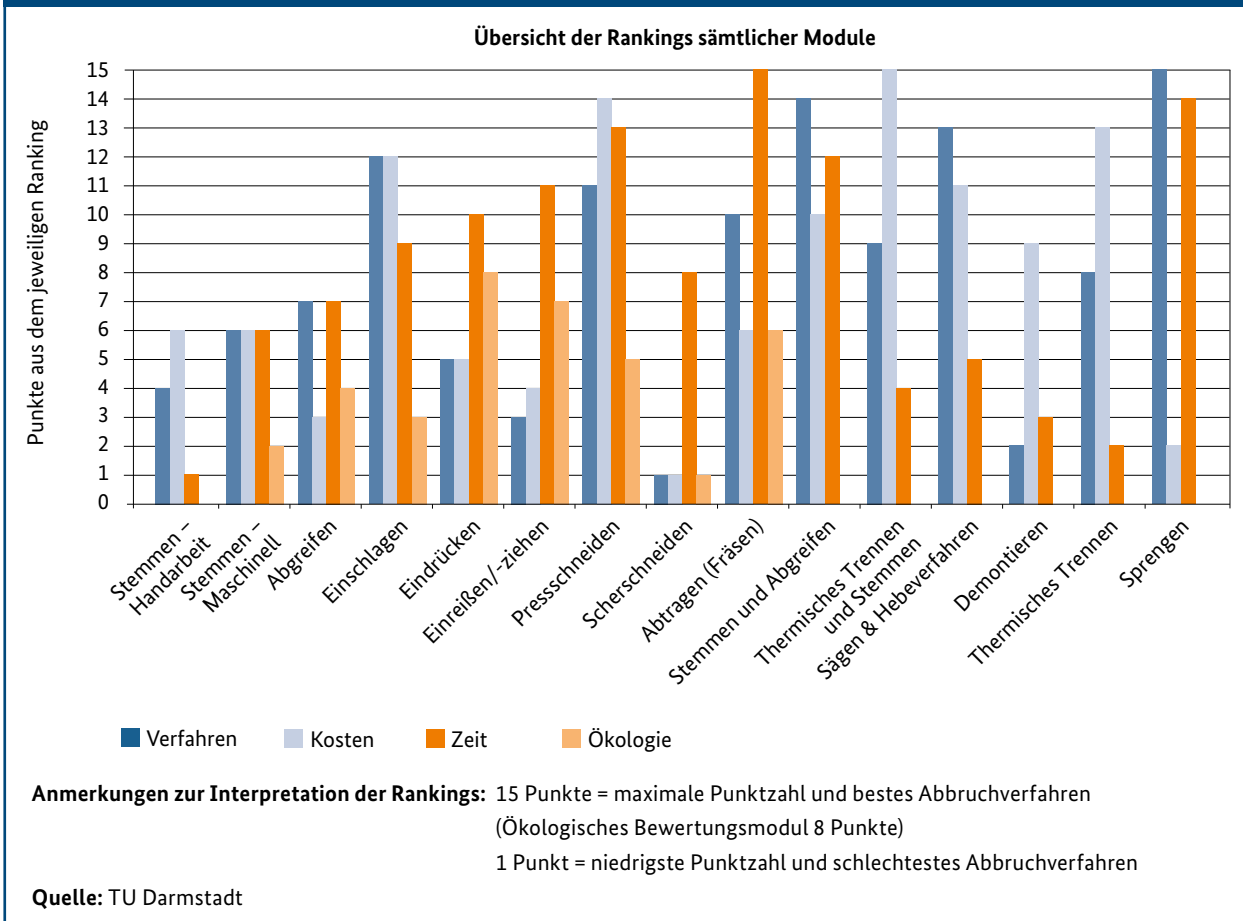
148.218 Euro

### **Projektlaufzeit**

Oktober 2013 bis September 2015



**Abbildung 1:** Ergebnismodul



Untersuchungsobjekt 5 – Abbrucharbeiten

### Arbeitspaket 5 (P5): Weiterentwicklung Bewertungsmatrix

Die Zusammen- beziehungsweise Überführung der Ergebnisse der Literaturrecherche, der Experteninterviews sowie der In-situ-Untersuchungen in die Weiterentwicklung der Bewertungsmatrix bildete die Kernphase des Forschungsprojekts. Das Ergebnis stellt ein EDV-gestütztes Datenbanksystem dar, welches eine Kosten- und Terminplausibilisierung ermöglicht. Analog der Betrachtung der Ausführungsdauern und Kosten ist zudem die Bestimmung der ökologischen Auswirkungen verschiedener Abbruchverfahren sowie die Gewichtung dieser zueinander möglich. Die Anwendung des Datenbanksystems ermöglicht somit die Anfertigung einer Rangfolge alternativer Abbruchverfahren für ein bestimmtes Abbruchprojekt unter Berücksichtigung der individuellen Projektziele.

### Arbeitspaket 6 (P6): Zusammenstellung der Ergebnisse, Endbericht

Zum Abschluss des Forschungsprojekts wurden die Ergebnisse aufbereitet und in Form eines Endberichts zusammengefasst.



Untersuchungsobjekt 3 – Abbrucharbeiten

Das Ergebnis des Forschungsvorhabens in Form des EDV-gestützten Datenbanksystems steht auf dem Server des Instituts für Baubetrieb der TU Darmstadt als Excel-Datei zum Download zur Verfügung.

### Fazit

Der Abbruch und das Bauen im Bestand sind gekennzeichnet durch ein komplexes Zusammenspiel von gesetzlichen Regeln, technischen, ökonomischen und ökologischen Anforderungen. Die Zielsetzung des Forschungsvorhabens, diese Anforderungen in eine Bewertungsmatrix für Abbruchverfahren zu integrieren, wurde erreicht. Die Gesamtheit der ermittelten Aufwands- und Leistungswerte ergänzt maßgeblich den gegenwärtigen Stand des Wissens. Die Dominanz des Hydraulikbaggereinsatzes mit adäquaten Anbaugeräten ist auszuweisen.

Besonders hinzuweisen ist auf die Erweiterung der Bewertungsmatrix hinsichtlich des „Ökologischen Bewertungsmoduls“ sowie auf die Möglichkeit des Downloads des Software-Tools.

## Forschungsinitiative Zukunft Bau 10 Jahre – 10 Meinungen



**Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Lützkendorf**

Leiter des Fachgebiets Immobilienwirtschaft, Inhaber des Lehrstuhls für Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

„Die Sicherung der Zukunftsfähigkeit von neuen oder modernisierten Gebäuden ist wichtig. In einer Kombination von Antrags- und Auftragsforschung konnten bei Zukunft Bau die Grundlagen zur Bewertung und Beeinflussung der Nachhaltigkeit erarbeitet und für die Praxis aufbereitet werden.“



# Thermisch aktivierte Sandwichschwimmkörper für das Bauen auf dem Wasser

Martin Kiesche,  
TU Kaiserslautern

Das weltweite Bevölkerungswachstum und der steigende Meeresspiegel führen unter anderem zu einer Verknappung von Bauflächen. Durch das Bauen auf dem Wasser kann dieser Verknappung entgegengewirkt werden. Ebenfalls ist der Einsatz von schwimmenden Bauwerken für die Tourismusbranche interessant, wodurch neue Wirtschaftszweige in industriearmen Regionen entstehen. Das Forschungsvorhaben wurde in Kooperation der Technischen Universität Kaiserslautern und der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus/Senftenberg bearbeitet.

## Durchführung des Forschungsvorhabens

### Stand der Technik und Funktionalität eines schwimmenden Bauwerks

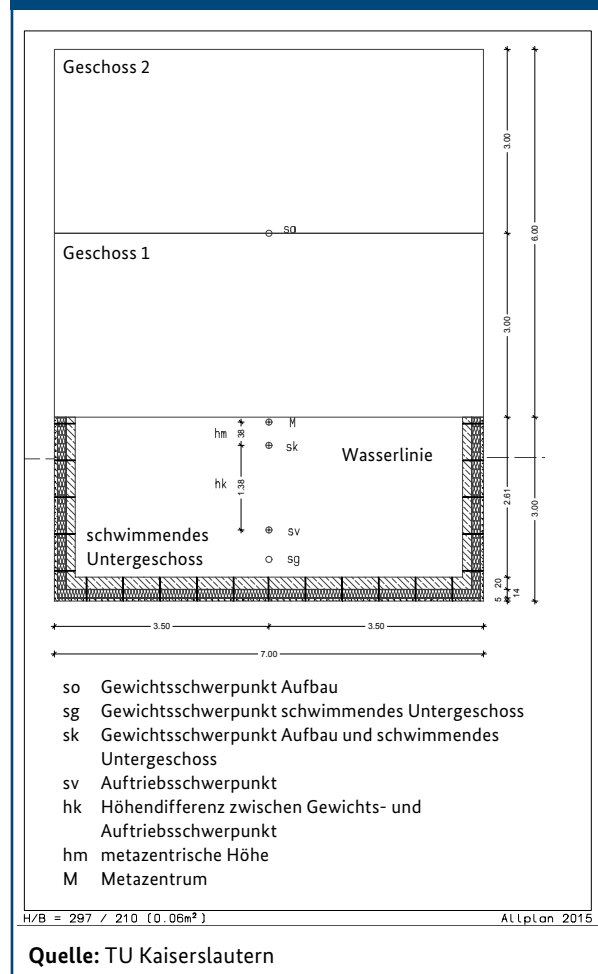
Derzeit werden in Deutschland schwimmende Bauwerke auf Pontons gebaut, die einzig der Sicherung des Auftriebs dienen und keine Innenraumnutzung zulassen. Die Pontons bestehen aus stählernen Kästen oder aus einer ausgeschäumten Stahlbetonglocke. In den Niederlanden werden gegenwärtig schwimmende Pontons mit Innenraumnutzung aus Ortbeton in WU – Bauweise hergestellt. Die Versorgung der Wohnräume zur Deckung des Heiz- und/oder Kühlenergiebedarfs werden gegenwärtig über flexible Rohrsysteme sichergestellt, die mit dem Festland verbunden sind. Eine autarke Versorgung des schwimmenden Bauwerks mit Heiz- oder Kühlenergie ist derzeit einzig über Photovoltaikpaneele und/oder Solarthermie Kollektoren möglich. Diese Systeme sind kostenintensiv. Das umgebende Wasser bietet ein unerschöpfliches Energiereservoir an, welches zum Heizen oder Kühlen genutzt werden kann. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, ein schwimmendes Untergeschoss mit möglicher Innenraumnutzung in Sandwichbauweise mit einer thermisch aktivierten Vorsatzschale zu entwickeln und zu errichten. Das umgebene Energiereservoir wird durch eine außenliegende thermisch aktivierte Vorsatzschale erschlossen. Die thermisch aktivierte Vorsatzschale wird durch eine Kerndämm-schicht vom Innenraum thermisch entkoppelt. Die innere Tragschale des Sandwichquerschnitts dient

dem Lastabtrag der Einwirkenden Lasten auf einen Schwimmkörper.

### Einwirkungen auf schwimmende Bauwerke

Zur Bemessung eines schwimmenden Untergeschosses in Sandwichbauweise sind Einwirkungen auf das Tragwerk zu bestimmen und in Einwirkungskombinationen zusammenzufassen. Neben den herkömmlichen Einwirkungen auf ein Tragwerk, ist der ständige Wasserdruck, die dynamische Wellenbelastung und dem thermischen Eisdruck infolge einer geschlossenen Eisdecke zu beachten. Durch den Wärmeaustausch über die thermisch aktivierte Vorsatzschale wird der thermische Eisdruck auf das Tragwerk maßgeblich verringert. Infolge dem Ausfall der thermisch aktivierten Vorsatzschale wird der thermische Eisdruck als außergewöhnliche Einwirkung eingestuft. Besondere Bedeutung kommt bei einem Sandwichquerschnitt dem Last-fall Temperatur zu.

Abbildung 1: Entwurf zum Schwimmkörper





Normalfester Beton wurde in unterschiedlichen Lagerungsbedingungen auf Wasserundurchlässigkeit überprüft.

Aus der Temperaturdifferenz zwischen Vorsatz- und Tragschale folgt eine Dehnungsdifferenz, die von den Verbindungsmitteln zwischen Trag- und Vorsatzschale aufgenommen wird. Bei einem Schwimmkörper befindet sich die Vorsatzschale teilweise unter und teilweise über dem Wasser, wodurch ein zusätzlicher Temperaturlastfall entsteht. Auf die Vorsatzschale wirkt ein nicht-linearer Temperaturverlauf über die Vorsatzschalenhöhe. Umfangreiche Berechnungen ergaben eine Steigerung der Scherverformung der Vorsatzschale von 20 Prozent. Die Verbindungsmittel zwischen Trag- und Vorsatzschale müssen über dementsprechende Reserven verfügen. Nach dem Archimedischen Prinzip schwimmt ein Körper, wenn seine Gewichtskraft durch die Auftriebskraft aufgehoben wird. Die Auftriebskraft berechnet sich über, dass verdrängte Volumen des Schwimmkörpers und der Wasserwichte. Da die Wichte von Wasser konstant ist, ist das verdrängte Volumen des Wassers ausschlaggebend für den Entwurf eines Schwimmkörpers. Weiterhin ist eine stabile Schwimmelage zu beachten. Liegt der Gewichtsschwerpunkt unter dem Auftriebschwerpunkt des schwimmenden Untergeschosses ist die Schwimmelage stabil. Ein oben offener Trog mit einer schweren Bodenplatte bietet Vorteile hinsichtlich der Schwimmstabilität.

### Wasserundurchlässigkeit

Zur Nutzung des Innenraums von Schwimmkörpern, werden Bauteile aus wasserundurchlässigem Beton erforderlich. In der Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke [1] des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton sind Regeln für die Verwendung von normalfesten Betonen verankert. Aussagen zu hochfesten Betonen werden nicht getroffen. In einem Versuchsprogramm

wurden ein normalfester und ein hochfester Beton mit unterschiedlichen Lagerungsbedingungen auf Wasserundurchlässigkeit nach DIN EN 12390-8 [2] überprüft. Die herstellbedingten Schwachstellen der Vorsatzschale durch die durchstoßenen glasfaserverstärkten Kunststoff-Anker und die Auswirkungen der Fuge aus Hochfestleim zwischen den Vorsatzschalen wurden ebenfalls auf Wasserundurchlässigkeit im ungerissenen Zustand untersucht. Die Versuchsergebnisse zeigen eine vernachlässigbare Wassereindringtiefe bei den Versuchskörpern aus hochfesten Beton. Maßgebend wird bei beiden Betonen die Schwachstelle durch den glasfaserverstärkten Kunststoff-Anker. An der Schwachstelle ist bei Verwendung eines hochfesten Betons eine maximale Wassereindringtiefe von drei Zentimeter aufgetreten. Weiterhin stellt sich, bei normalfesten und hochfesten Betonen, über die Versuchsdauer ein Selbstabdichtungseffekt ein. Dieser Effekt entsteht durch die Umlagerung des Wassers aus den Kapillarporen in die Gelporen der Betonmatrix. Aufgrund des geringeren Kapillarporenanteils bei hochfesten Betonen ist der Selbstabdichtungseffekt stärker ausgeprägt. Dadurch werden für Bauwerke im direkten Kontakt mit Wasser kleinere Bauteildicken möglich.

### Selbstheilung von Beton

Ungeklärt bleibt das Verhalten von hochfesten Beton im gerissenen Zustand. Bei normalfesten Beton ist eine maximale Rissbreite zulässig, da durch den Selbstheilungseffekt rechnerische Rissbreiten bis zu 0,2 Millimeter, bei einem Druckgradienten von < 10 Meter Wassersäule nach einiger Zeit geschlossen werden. Für einen hochfesten Beton liegen keine Versuchsergebnisse vor. Die Ursachen der Selbstheilung werden in physikalische, chemische und mechanische



Hochfester Beton wurde auf Wasserundurchlässigkeit überprüft.

Vorgänge unterteilt. Durch den geringen Wasser/Feinkorn Anteil im hochfesten Beton ist es denkbar, dass ein Nachhydratisieren des Zementsteins stärker ausgeprägt ist und die Selbstheilung schneller abläuft oder sich breitere Risse bei gleichem Druckgradienten schließen. Der Selbstheilungseffekt von hochfesten Betonen sollte weiterführend untersucht werden, um Aussagen über zulässige Rissbreiten treffen zu können. Dadurch kann ein Tragwerk im ständigen Kontakt mit Wasser wirtschaftlicher bemessen werden.

### Thermisch aktivierte Vorsatzschale

Die thermisch aktivierte Vorsatzschale nimmt über Rohrregister Wärme auf oder gibt diese ab. Ein thermisch aktiviertes Bauteil wird nach seiner spezifischen Leistung, Wärme abzugeben oder Kälte aufzunehmen beurteilt. Die Leistung einer thermisch aktivierten Bauteils ist von folgenden Parametern abhängig:

- der Rohrteilung,
- der Betonüberdeckung der Rohre,
- der Wärmeleitfähigkeit des Rohrmantels,
- der Wärmeleitfähigkeit der Tragschicht,
- dem Volumenstrom des Heiz- beziehungsweise Kühlmediums und
- der Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf- und Umgebungstemperaturen.

Über einer Parameterstudie wurde ein leistungsfähiger Versuchskörper dimensioniert. Der Versuchskörper zur thermisch aktivierten Vorsatzschale konnte unter realitätsnahen Bedingungen im Partwitzer See (Brandenburg) untersucht werden.

Zur Bestimmung der spezifischen Leistung des Versuchskörpers ist die Vorlauf- und Rücklauftemperatur direkt am Versuchskörper, der Volumenstrom und die Wassertemperatur des Sees in unmittelbarer Umgebung aufzunehmen. In ANSYS Fluent wurde ein numerisches Simulationsmodell entwickelt. Die Simulationsergebnisse zeigen eine sehr gute Näherung an die, im Versuch bestimmten Ergebnisse. Die Leistung eines Wärmetauschers muss zukünftig nicht mehr in aufwändigen experimentellen Untersuchungen bestimmt werden.



Versuchskörper zur realitätsnahen Ermittlung der spezifischen Leistung einer thermisch aktivierten Fassade

### Großdemonstrator

Die theoretischen und praktischen Untersuchungen aus dem Forschungsvorhaben sind in einem Großdemonstrator umgesetzt. Es werden die Herstellbarkeit, das Abdichtungskonzept und die Sicherstellung der





Großdemonstrator im Wasser mit Anlagentechnik zur autarken Stromversorgung der Messapparatur

Eisfreiheit durch die thermisch aktivierte Vorsatzschale realitätsnah überprüft. Der Großdemonstrator besteht aus plattenartigen Sandwichbetonfertigteilen mit einer thermisch aktivierten Vorsatzschale. Die Betonfertigteile sind durch ein Stahlverbindungs- mittel an der Tragschale zug- und druckfest zu einem Trog verbunden. Bei einem Schwimmkörper aus Sandwichbetonfertigteilen ist der Einsatz eines elastischen Dichtstoffes in den äußeren Fugen zwischen den Vorsatzschalen unbedingt notwendig. Ein starres Fugenmaterial kann die temperaturbedingten Scher- verformungen der Vorsatzschale nicht kompen- sieren. Um das wirklichkeitsnahe Verhalten des ther- misch aktivierten Sandwichschwimmkörpers beweren zu können, werden Dauermessungen in einem See durchgeführt. Im Innenraum des Großdemonstrators



Großdemonstrator nach Fertigstellung

## Sandwichschwimmkörper

### Forscher/Projektleitung

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell, TU Kaiserslautern

### Projektbeteiligte

Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn, Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Stopp, M.Sc. Martin Kiesche, Dr.-Ing. Wolfgang Schmidt, Dipl.-Ing. (FH) Torsten Toepel

### Gesamtkosten

186.000 Euro

### Anteil Bundeszuschuss

98.560 Euro

### Projektlaufzeit

Juli 2013 bis November 2015

werden Vorlauf- und Rücklauftemperaturen und der Volumenstrom des Wassers im Rohrregister dauerhaft aufgenommen und gespeichert. Zusätzlich wird über Außen- und Innenfühler die Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufgezeichnet. Photovoltaikpaneele und Stromspeicher versorgen die Mess- und Pumpentechnik mit Energie autark. Die Dauermessung der thermisch aktivierten Vorsatzschale gibt Auskunft über das nutzbare Energiepotenzial, welches durch das umgebende Wasser bereitgestellt wird. Ebenso wird die Sicherstellung der Eisfreiheit um den Großdemonstrator dokumentiert. Mit den vorgestellten Ergebnissen ist eine konstruktive Durchführung möglich und wird ein Ansatz zur Ausführung eines Schwimmkörpers mit Innenraumnutzung vorgestellt.

### Literaturverzeichnis

- [1] DAfStb, „DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton,“ Beuth, Berlin, 2003.
- [2] DIN EN 12390-8, Prüfung von Festbeton – Teil 8 Wassereindringtiefe unter Druck, Berlin: Beuth Verlag, 2009.

# Schallschutz bei Wärmedämm-Verbundsystemen

Lutz Weber,

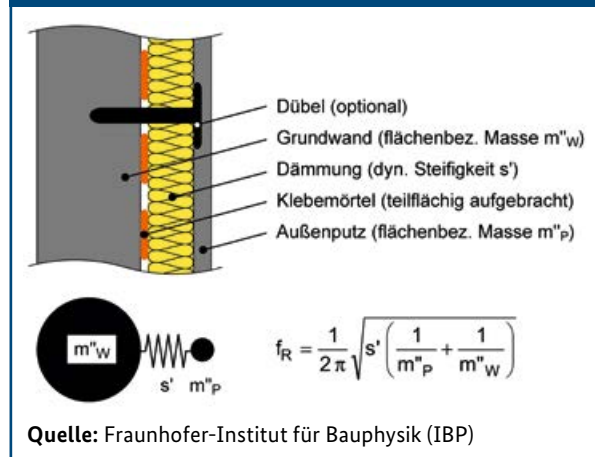
Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)

Neben der Verbesserung der thermischen Isolation wirken sich Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) in starkem Maße auf die Schalldämmung von Außenwänden aus. Im Fraunhofer-Institut für Bauphysik wurden deshalb in den Jahren 2002 bis 2005 zuverlässige Verfahren zur Vorherberechnung der Schalldämmung entwickelt. Seither wurden jedoch neuartige Konstruktionen und Bauweisen eingeführt, so dass eine Anpassung und Ergänzung der Verfahren erforderlich war.

## Gegenstand des Forschungsvorhabens

Den Schwerpunkt des Forschungsvorhabens bildeten Untersuchungen zum Einfluss neuartiger Bauweisen auf die Schalldämmung von Wänden mit WDVS. Die Untersuchungen erfolgten vorwiegend durch Messungen in einem bauakustischen Prüfstand (Messaufbau mit einer reduzierten Prüffläche von ca. 1,7 Quadratmeter) unter genau definierten baulichen Bedingungen. Neben Grundwänden aus Hochlochziegeln und Wänden in Holzständer-Bauweise wurden dabei WDVS mit erhöhter Dämmstoffdicke sowie zweilagige WDVS betrachtet. Als Grundlage zur Berechnung der Schalldämmung derartiger Systeme diente ein vorhandenes semiempirisches Berechnungsverfahren, das auf früheren Untersuchungen im Fraunhofer-Institut für Bauphysik beruht und sich in der Praxis gut bewährt hat. Um dieses Verfahren an die neuen Bausysteme

**Abbildung 1:** Prinzipskizze einer massiven Außenwand mit WDVS. Im unteren Teil der Skizze ist das akustische Wirkungsprinzip (Masse-Feder-Masse System) mit der Resonanzfrequenz  $f_R$  dargestellt.



anzupassen, wurde es mit den ermittelten Messwerten abgeglichen und soweit erforderlich ergänzt.

Zur akustischen Beurteilung von WDVS wird zumeist die Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes der Grundwand  $\Delta R_w$  herangezogen. In der Praxis beschreibt  $\Delta(R_w + C_{tr,50-5.000})$  - hierbei bezeichnet  $C_{tr,50-5.000}$  den Spektrum-Anpassungswert für Verkehrslärm - den menschlichen Höreindruck jedoch häufig erheblich besser. Da eine Vorherberechnung von  $\Delta(R_w + C_{tr,50-5.000})$  bislang nicht möglich war, wurde hierfür ein entsprechendes Prognoseverfahren entwickelt. Um Unklarheiten bei der Anwendung von  $C_{tr}$  zu beseitigen, wurden außerdem umfangreiche Verkehrslärmmessungen zur Bestimmung repräsentativer Außenlärmszenarien durchgeführt.

Der letzte Teil des Vorhabens umfasste die Erarbeitung von Planungshinweisen zur Verbesserung der Planungssicherheit und zur Vermeidung von Schallschutzmängeln. Außerdem wurde der aktuelle Kenntnisstand zur Nachhaltigkeit von WDVS (energetische und ökologische Bilanz der Systeme) zusammengestellt.

Die wichtigsten Ergebnisse des Vorhabens lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Bei WDVS mit erhöhter Dicke der Dämmschicht (betrachtet wurden Dämmstoffdicken von bis zu 400 Millimeter) lässt sich die Schalldämmung auf gleiche Weise wie bei üblichen Systemen berechnen.
- Um die Schalldämmung von zweilagigen WDVS (hierbei wird auf ein bereits vorhandenes WDVS

## Schallschutz WDVS

### Forscher/Projektleitung

Dr. Lutz Weber, Dipl.-Ing. Simon Müller  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)

### Gesamtkosten

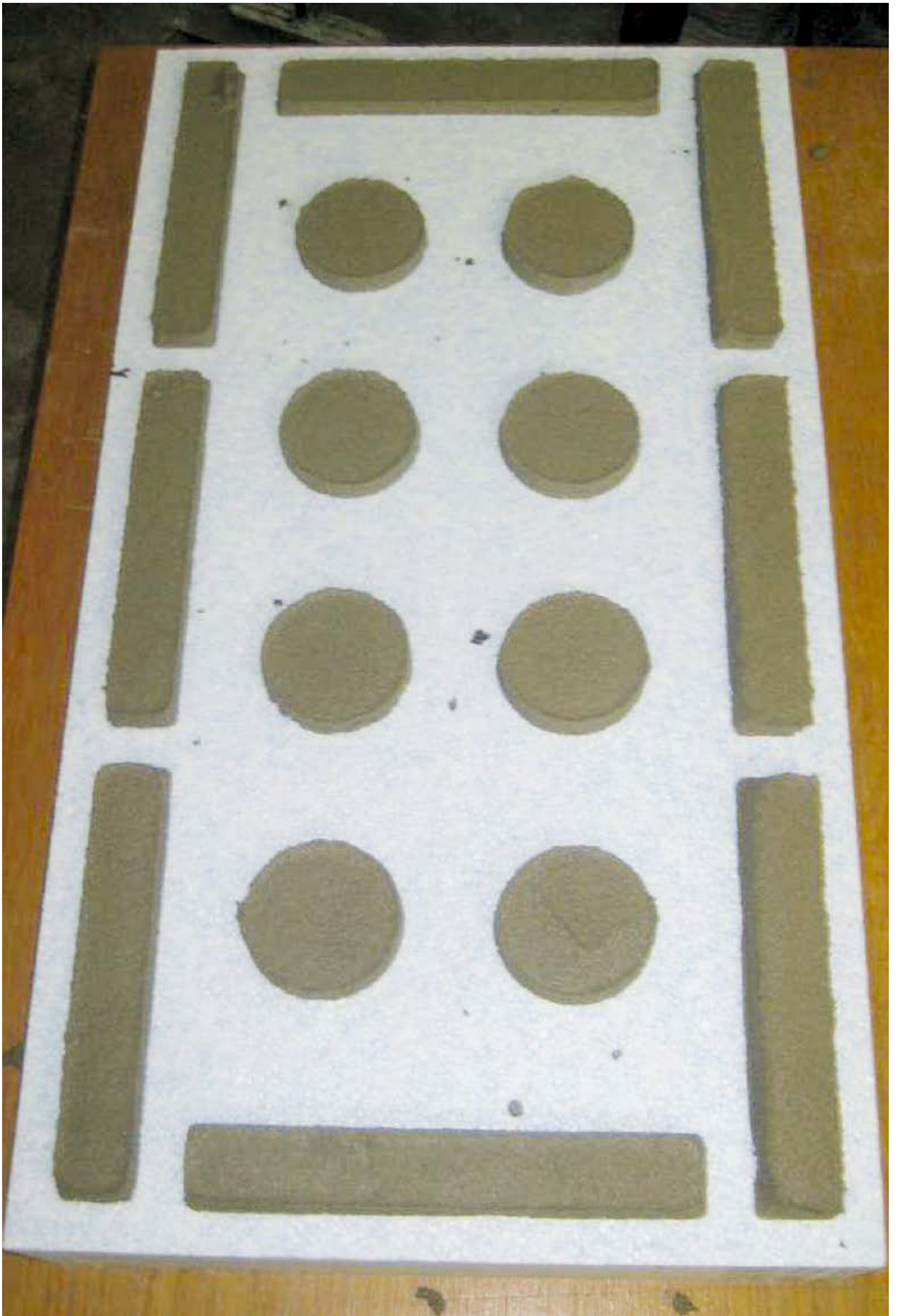
172.500 Euro

### Anteil Bundeszuschuss

80.000 Euro

### Projektlaufzeit

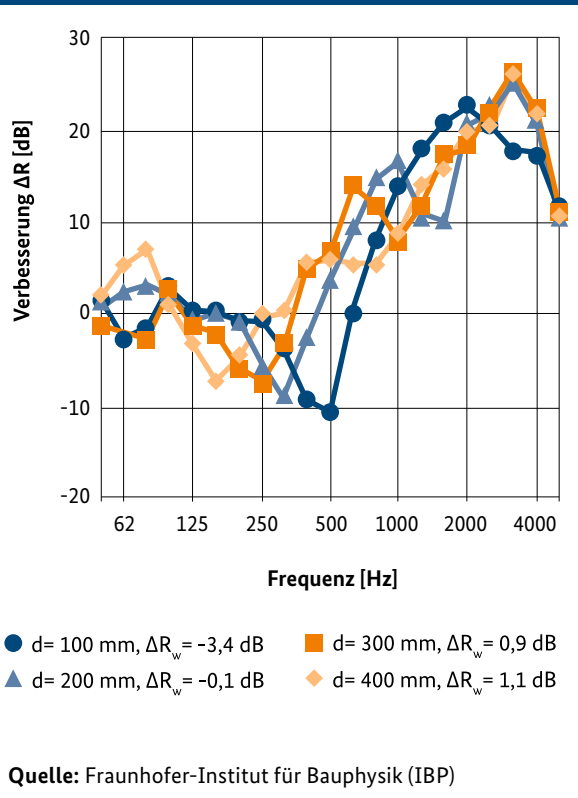
November 2013 bis März 2015



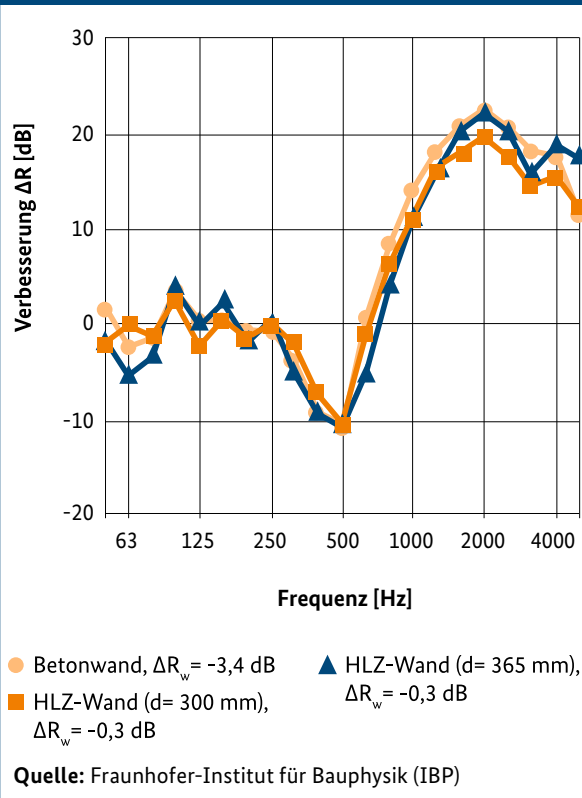
Dämmstoffplatte mit Klebmörtel vor Befestigung auf der Grundwand (Klebeflächenanteil 40 Prozent). Der Mörtel wurde mittels einer Schablone aufgebracht, so dass sich für alle Aufbauten genau gleiche Bedingungen ergaben.



**Abbildung 3:** Verbesserung der Schalldämmung durch ein WDVS in Abhängigkeit von der Dämmstoffdicke  $d$  unter ansonsten gleichen Bedingungen. Bei Erhöhung der Dämmstoffdicke verschiebt sich die Resonanz des WDVS (Minimum im Kurvenverlauf) zu tiefen Frequenzen.



**Abbildung 4:** Gleiches WDVS auf drei unterschiedlichen Massivwänden (eine Betonwand und zwei Wände aus Hochlochziegeln). Aufgetragen ist die Verbesserung der Schalldämmung in Abhängigkeit von der Frequenz.



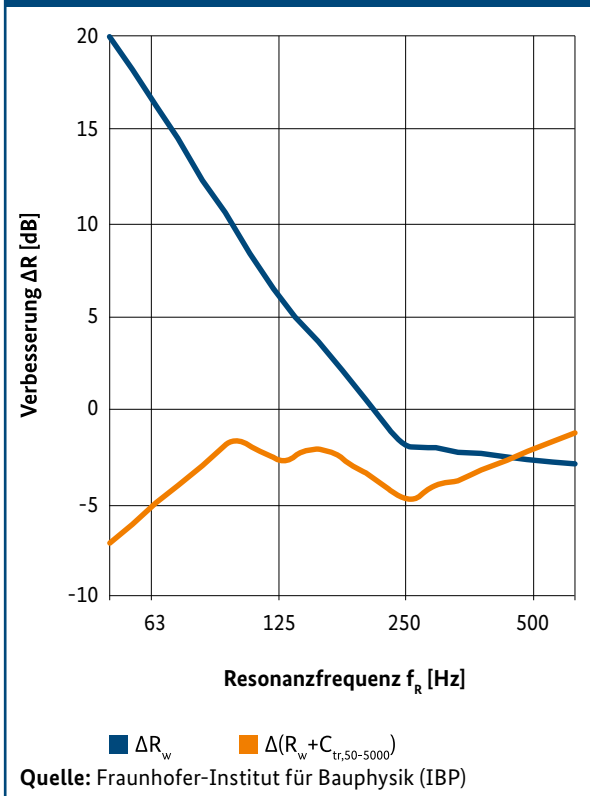
nachträglich noch ein weiteres System aufgebracht) zu ermitteln, wird ein fiktives einlagiges System betrachtet, das man erhält, indem man die Putzschicht des inneren WDVS und den darauf befindlichen Klebemörtel gedanklich aus dem Aufbau entfernt. Von dem auf diese Weise ermittelten Berechnungsergebnis ist anschließend noch ein Korrekturwert in Höhe von 2 Dezibel (dB) bis 4 dB zu subtrahieren.

- Die ursprünglich für Vollsteinwände entwickelten Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Schalldämmung von WDVS lassen sich in unveränderter Form ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit auch für Grundwände aus Hochlochziegeln verwenden.
- Bei der Anbringung auf Wänden in Leichtbauweise, wie zum Beispiel Holzständerwänden, zeigen WDVS ein völlig anderes akustisches Verhalten als auf Massivwänden. Zur Entwicklung eines zuverlässigen Vorhersagemodells sind in diesem Bereich noch umfangreiche Untersuchungen erforderlich. Zur Abschätzung der Schalldämmung kann vorläufig behelfsweise ein Modell des ift Rosenheim verwendet werden.

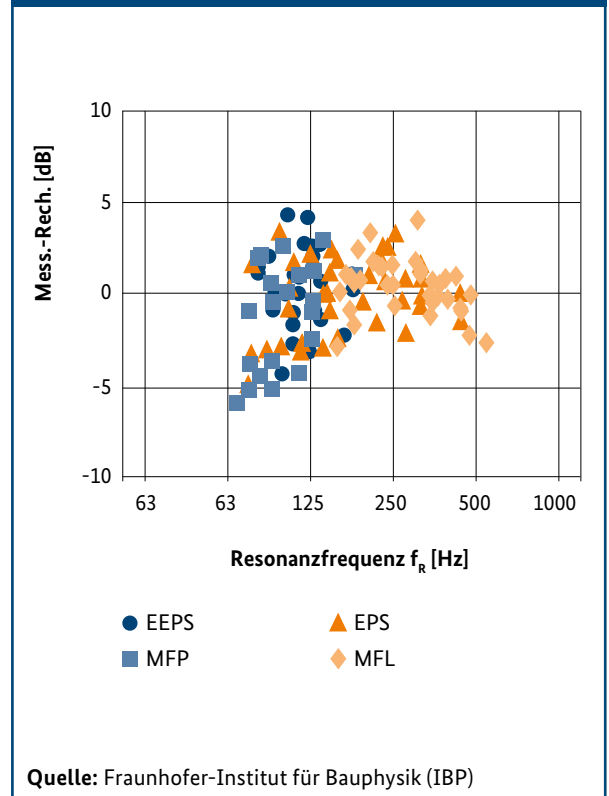
- Mit einem im Rahmen des Forschungsvorhabens neu entwickelten semiempirischen Berechnungsverfahren lässt sich  $\Delta(R_w + C_{tr,50-5.000})$  mit guter Genauigkeit vorherbestimmen (die Standardabweichung zwischen Messung und Rechnung beträgt 2,1 dB).
- Die akustische Planung von WDVS sollte in der Regel unter Einbeziehung des Spektrum-Anpassungswertes  $C_{tr,50-5.000}$  erfolgen. Dies erfolgt dadurch, dass die Resonanzfrequenz des WDVS auf einen Wert im Bereich von etwa 100 Hertz bis 160 Hertz abgestimmt wird. Die Übertragung von Außenlärm (zumeist Verkehrslärm) ins Innere des Gebäudes wird auf diese Weise im Allgemeinen am besten unterbunden.

In dem Forschungsvorhaben konnten viele offene Fragen geklärt und die akustische Planungssicherheit für Außenwände mit WDVS erheblich verbessert werden. In einigen Punkten besteht jedoch weiterhin erheblicher Forschungsbedarf. Dies betrifft vor allem leichte Außenwände in Ständerbauweise, die in der Praxis zunehmend an Bedeutung gewinnen und über deren

**Abbildung 5:** Verbesserung der Schalldämmung der Grundwand durch das WDVS in Abhängigkeit von der Resonanzfrequenz. Die Berechnung erfolgte beispielhaft für ein Dämmsystem aus EPS (Klebefläche 40 Prozent, ohne Dübel) und eine Grundwand mit  $R_w = 53$  dB.



**Abbildung 6:** Differenz zwischen Messung und Rechnung für das zur Bestimmung von  $\Delta(R_w + C_{tr,50-5000})$  entwickelte Berechnungsverfahren. Die verschiedenen Symbole repräsentieren unterschiedliche Arten von Dämmstoffen (insgesamt ca. 130 Messwerte). Die Standardabweichung beträgt  $\sigma = 2,1$  dB.



akustische Eigenschaften in Verbindung mit WDVS bislang nur wenig bekannt ist.

## Fazit

Das wichtigste Ziel des Vorhabens bestand darin, die vorhandenen Berechnungsmodelle für die Schalldämmung von WDVS so zu erweitern, dass sie auch für neuartige Bauweisen (WDVS auf Lochziegel- und Holzständerwänden, WDVS mit erhöhter Dämmstoffdicke sowie zweilagige WDVS) anwendbar sind. Dieses Ziel wurde vollständig erreicht, so nun keine Planungslücken mehr bestehen. Ein nützliches Planungswerkzeug stellt außerdem das neue Prognoseverfahren für  $\Delta(R_w + C_{tr,50-5.000})$  dar, das in Verbindung mit den durchgeführten Verkehrslärmmessungen eine gehörige Auslegung von WDVS ermöglicht. Erheblicher Forschungsbedarf besteht hingegen derzeit noch bei Holzständerwänden mit WDVS.

# Adaption der akustisch wirksamen Parameter von Textil- und Membransystemen zur Verbesserung bauakustischer Maßnahmen sowie zur Steigerung und Anpassung der Raumakustik und Raumklangqualität

Walter Haase,  
Fabian Schmid,  
Universität Stuttgart

**Mit dem Leitbild der Nachhaltigkeit ist für das Bauwesen die Verpflichtung zum ressourcenschonenden und energiesparenden Bauen verknüpft. Für Fassaden und Dächer sind textile Hüllkonstruktionen eine sehr leichte und ressourcensparende Lösung, allerdings können die stetig steigenden Anforderungen nicht immer erfüllt werden. Gerade bei den bau- und raumakustischen Schallschutzwerten zeigen sich die Grenzen massensparender Konstruktionen.**

Die Bewertung der akustischen Wirkweise gewinnt zunehmend an Bedeutung, da Lärm einen der größten Umweltbelastungsfaktoren für den Menschen darstellt. Laute Hintergrundgeräusche und akustische Mängel sind die Ursache für eine schlechte Verständlichkeit und führen zu wesentlichen Einbußen bei der Raum- und Lebensqualität. Dagegen bietet eine an die jeweilige Nutzungssituation angepasste Bau- und Raumakustik die Möglichkeit, Störgeräusche und Lärmpegel gezielt zu reduzieren oder Sprachverständlichkeit und Raumklangqualität je nach Anwendungsbereich zu verbessern.

Die Ziele des Forschungsvorhabens waren die Verifizierung der akustischen Eigenschaften von relevanten Werkstoffen und Systemaufbauten des textilen Bauens, die Optimierung von mehrlagigen passiven Systemaufbauten und die Weiterentwicklung hin zu aktiv wirkenden Fassaden- und Innenwandssystemen.

Begonnen wurde das Projekt mit einer Recherche zum Stand der Technik und der Aufbereitung der Ergebnisse vorangegangener Forschungsprojekte sowie der methodischen Konzeption der Arbeitsschritte.

Aus den Rechercheergebnissen wurden erste Ideen skizziert und mit den Projektpartnern diskutiert. Dies führte über eine Beschreibung der relevanten physikalischen Effekte zur Definition der bisher verwendeten Werkstoffkombinationen und Systeme als einem ersten Schwerpunkt.

In einem weiteren Schritt wurde ein passiv wirkendes System als mehrschalige Kombination mit einem Polyesterverbundvliesstoff entwickelt (Abbildung 1). Der Vliesstoff wurde dabei bezüglich der akustischen und tragstrukturellen Aspekte sowie im Hinblick auf die Herstellbarkeit optimiert und als Zwischen- oder Funktionslage angebracht. Eine textile Deckschicht, bei der die höchstmögliche Masseverdichtung durch

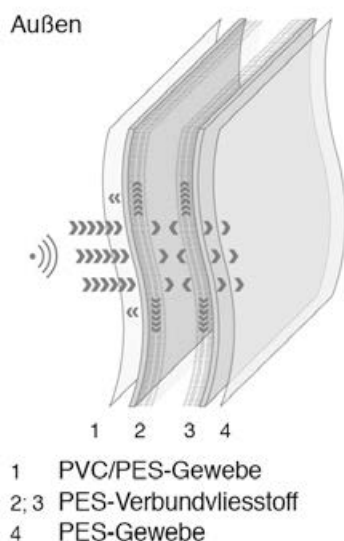


Abbildung 1: Prinzipskizze und Modellaufbau zum opaken Lagenaufbau






Abbildung 2: Schnittansicht des gradierten Verbundvliesstoffs

den industriellen Vernadelungsprozess umgesetzt werden konnte, wurde mit einer offenporigen Vliesstofflage verbunden, die erfahrungsgemäß als Hohlraumdämpfung geeignet ist (Abbildung 2).

Die bis dahin gewonnenen Erkenntnisse ermöglichten die Weiterentwicklung der Wirkweise in ein aktiv anpassbares System. Es wurde ein textiles Bauelement entwickelt, welches die flächenbezogene Masse einer Lage im Systemaufbau durch Fluidbefüllung zeitlich variabel erhöhen kann (Abbildung 3). Das entstandene zweilagige Taschengewebe konnte in ersten Varianten produziert und getestet werden. Ergänzt wurden die konzeptionellen Studien durch messtechnische Prüfungen des Schalldämm-Maßes für passive und aktive Aufbauten.

Abschließend wurden für die ausgewählten Lösungen weitere bauphysikalische Kennwerte zu Wärme- und Feuchteverhalten, Belichtung und Brandschutz untersucht, um die Vorteile einer transluzenten Hülle bewerten zu können.

## **Adaptive Raumakustik und akustische Konditionierung im Bauwesen (ARAKO)**

### **Bearbeitungsstelle**

Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren  
Lehrstuhl für Bauphysik

### **Forscher/Projektleitung**

Dipl.-Ing. Fabian Schmid  
Dipl.-Ing. Eva Veres  
Dr.-Ing. Walter Haase  
Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra  
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Werner Sobek  
Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

### **Projektleiter**

Dr.-Ing. Walter Haase

### **Gesamtkosten**

238.432,80 Euro

### **Anteil Bundeszuschuss**

142.932 Euro

### **Projektlaufzeit**

September 2011 bis Juni 2014

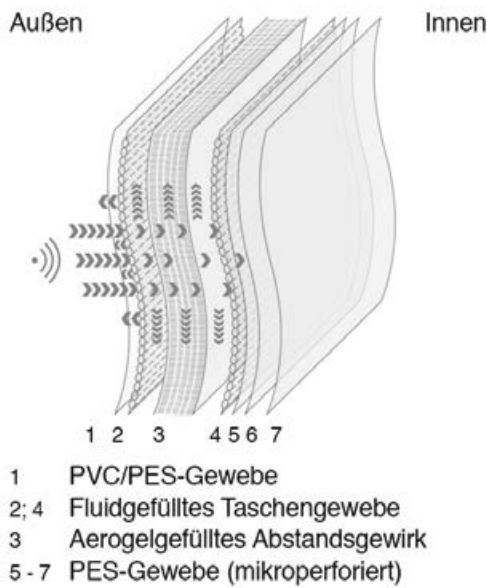


Abbildung 3: Prinzipskizze und Modellaufbau zum transluzenten Lagenaufbau

## Fazit

Das Forschungsprojekt konnte die technologischen und funktionalen Möglichkeiten der Schalldämmung, -absorption und -reflexion bewerten und sie zusammen mit Adaptionsmethoden auf Basis von mehrlagigen textilen Gebäudehüllen zu einer veränderbaren Bau- und Raumakustik zusammenführen. Neben der Verifizierung verwendbarer Werkstoffe, Werkstoffkombinationen und adaptiver Systeme stand die Entwicklung von Lösungsstrategien und die Erstellung von Prototypen für einen optimalen Schallschutz und für eine veränderbare Raumakustik im Mittelpunkt des Projekts. Das Vorhaben erweiterte damit die Wissensbasis zu mehrlagigen adaptiven textilen Gebäudehüllen um einen relevanten bauphysikalischen Aspekt.

Die Probleme des Schallschutzes waren in komplexe Planungs- und Nutzungsprozesse eingebunden, die jeweils für sich individuelle Anforderungen und Kriterien definieren. Eine parallel zum Forschungsprojekt entwickelte methodische Vorgehensweise konnte diese vielfältigen Einflüsse aufbereiten und verfügbar machen. Die Untersuchungen der Faktoren Belichtung, Wärme- und Feuchtehaushalt sowie Brandschutz ergänzten die Systementwicklung mit Schwerpunkt einer adaptiven Akustik und führten das Gesamtkonzept der adaptiven textilen Gebäudehüllen weiter.

Die Arbeiten wurden mit dem Bau von drei Fassadenelementen mit opakem, transluzentem und transparentem Lagenaufbau abgeschlossen (Abbildung 4).

## Forschungsinitiative Zukunft Bau 10 Jahre – 10 Meinungen



**Manfred Hegger**

Prof. Dipl.-Ing. M. SC. Econ Architekt BDA,  
HHS Planer + Architekten AG, Kassel

„Ich glaube fest daran, die Gesellschaft braucht mehr Forschung durch Architekten, insbesondere anwendungsnahe Forschung und Entwicklung. So werden unmittelbare Erfahrungen und Anschaulichkeit möglich, die Übertragung trockener Theorie in die Planungs- und Baupraxis. Zur Überbrückung dieses „missing link“ hat die Forschungsinitiative Zukunft Bau in den vergangenen 10 Jahren einen großen Beitrag geleistet.“



Abbildung 4: Testaufbau mit transluzentem, opakem und transparentem Fassadenelement



# Entwicklung gewichtsoptimierter funktional gradierter Elementdecken

Daniel Schmeer,  
Michael Hermann  
Walter Haase,  
Universität Stuttgart

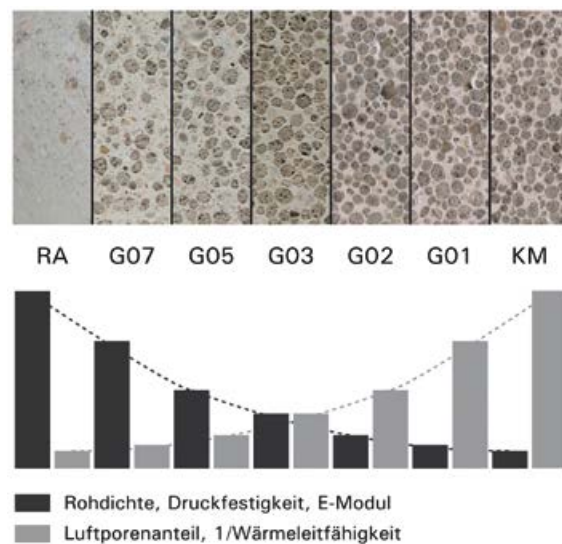
Die gebaute Umwelt steht für circa 35 Prozent des Energieverbrauchs und 35 Prozent der Emissionen sowie für 60 Prozent des Ressourcenverbrauchs und in Zentraleuropa für mehr als 50 Prozent des Massenmüllaufkommens. Bei funktional gradierten Betonbauteilen, wird die innere Struktur des Bauteils entsprechend gestellter Anforderungen optimiert. Mit der Gradientenbeton-Bauweise, welche einhergeht mit einer Masseneinsparung, wird der Rohstoff- und Energieverbrauch reduziert.

Das Forschungsvorhaben hatte zum Ziel, die Technologie der Gradientenbetone für den Einsatz in gewichtsoptimierten, tragenden Deckenkonstruktionen zu erforschen. Diese Technologie wurde am Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK) erfunden und stellt die Überführung der Gradientenwerkstoffe in das Bauwesen dar. Als Gradientenwerkstoffe werden solche Materialien bezeichnet, bei denen sich eine oder mehrere Eigenschaften, etwa die Festigkeit, Dichte oder Porosität in mindestens einer Raumrichtung über eine bestimmte Länge kontinuierlich ändern. Die Natur bietet vielfältige Beispiele für dieses Optimierungsprinzip wie etwa die gradierten zellartigen Strukturen (Spongiosa) im inneren von Knochen).



Schnitt durch den Oberschenkelhalsknochen

Abbildung 1: Verlauf der Festbetoneigenschaften bei einer schrittweisen Erhöhung der Porosität



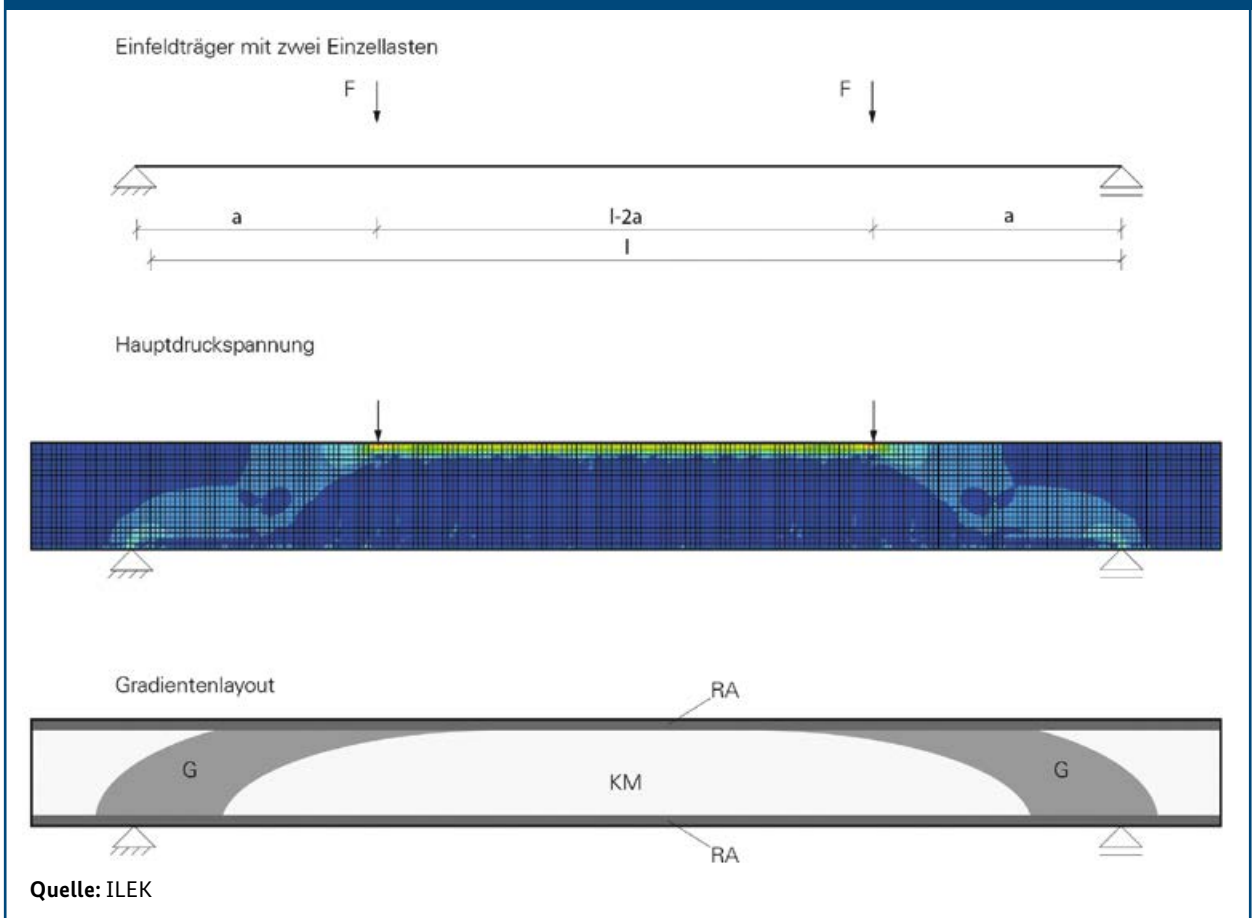
Quelle: Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren Universität Stuttgart

Eine Gradierung von Bauteilen aus Beton kann beispielsweise durch Anordnung unterschiedlicher Porositäten, Einbringen diverser Zuschlagstoffe sowie Verwendung unterschiedlicher Betone erreicht werden. Im Grundlagenforschungsvorhaben „Herstellungsverfahren und Anwendungsbereiche für funktional gradierte Bauteile im Bauwesen“ wurden Gradientenbetonmischungen entwickelt, bei denen kontinuierliche Eigenschaftsverläufe durch eine Variation der Dichte von einem minimalen hin zu einem maximalen Luftporengehalt erzielt wurden (Abbildung 1). Diese Mischungsentwürfe wurden zur Realisierung großer Betonvolumen im Fertigteilwerk weiterentwickelt und ermöglichten die Herstellung von Bauteilen im Maßstab 1:1 in einem Schichtverfahren.



Geschichteter Porositätsgradient, Zuschlag (Blähglas), 4 x 4 x 16 Zentimeter

**Abbildung 2: Herleitung des Gradientenlayouts für einen Einfeldträger infolge der Spannungsverteilung unter zwei Einzellasten**



Bei diesem Verfahren werden die zur Verfügung stehenden Mischungen unterschiedlichen Bereichen innerhalb eines Bauteils so zugeordnet, dass sie das dortige Anforderungsprofil erfüllen. Die Anzahl und Dicke der Schichten sowie die Variation der Mischungen von Schicht zu Schicht erlauben es, kontinuierliche Eigenschaftsübergänge an den Schichtgrenzen des Bauteils zu realisieren. Die Schichtgrenzen verbinden sich aufgrund des Nass-in-Nass-Verfahrens der Herstellung und stellen bei einer ausreichenden Auflösung keine tragstrukturelle Schwachstelle dar.

Die Entwicklung der optimalen Betonverteilung im Bauteil (Gradientenlayout) zur Erzielung eines minimalen Materialeinsatzes bei Einhaltung von Verformungsbegrenzungen, stellt eine besondere Herausforderung dar. Bei einfacher Tragwerksgeometrie können hierzu noch bekannte Größen wie Spannungstrajektorien herangezogen werden.

Dies ist jedoch bei räumlich komplexen Tragwerken nicht mehr möglich, weshalb Strukturoptimierungen zur optimalen Materialverteilung in einem Entwurfsraum entwickelt werden müssen. Hierbei stellte sich

die Materialverteilungsstrategie des SIMP-Ansatzes als zielführend heraus. Es ergibt sich ein optimierter Entwurf mit kontinuierlich gradierten Materialübergängen unter Berücksichtigung der Materialeigenschaften

## Kurztitel: Gradierte Elementdecke

### Forscher/Projektleiter

Dipl.-Ing. Michael Herrmann

### Antragssteller

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Werner Sobek

### Gesamtkosten

253.497 Euro

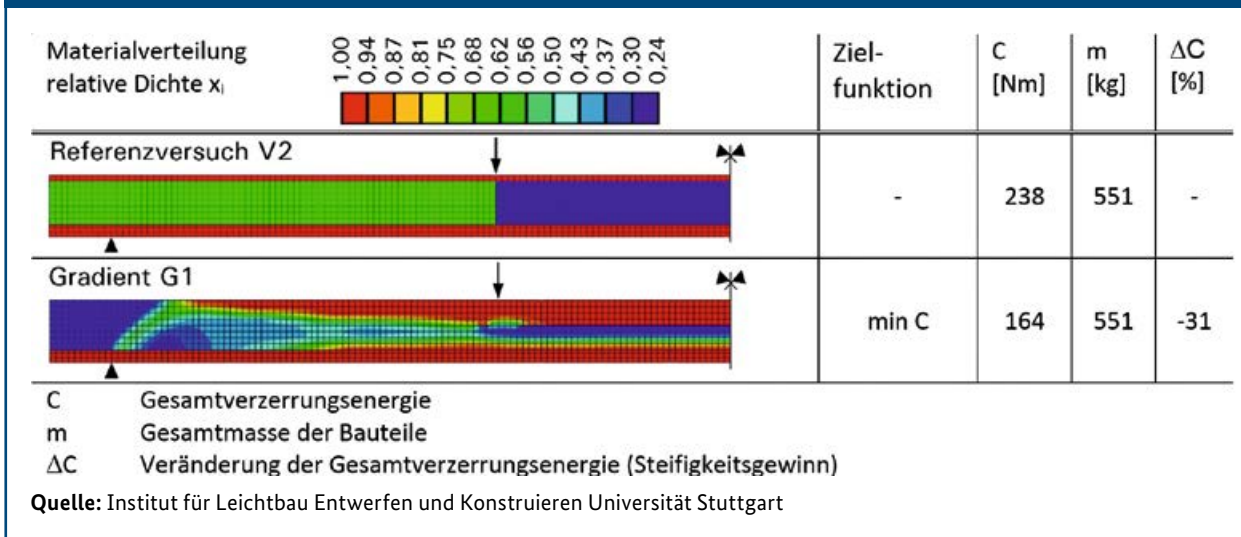
### Anteil Bundeszuschuss

176.500 Euro

### Projektlaufzeit

September 2012 bis Dezember 2014

**Abbildung 3: Optimierungsergebnis der Materialverteilungsstrategie**

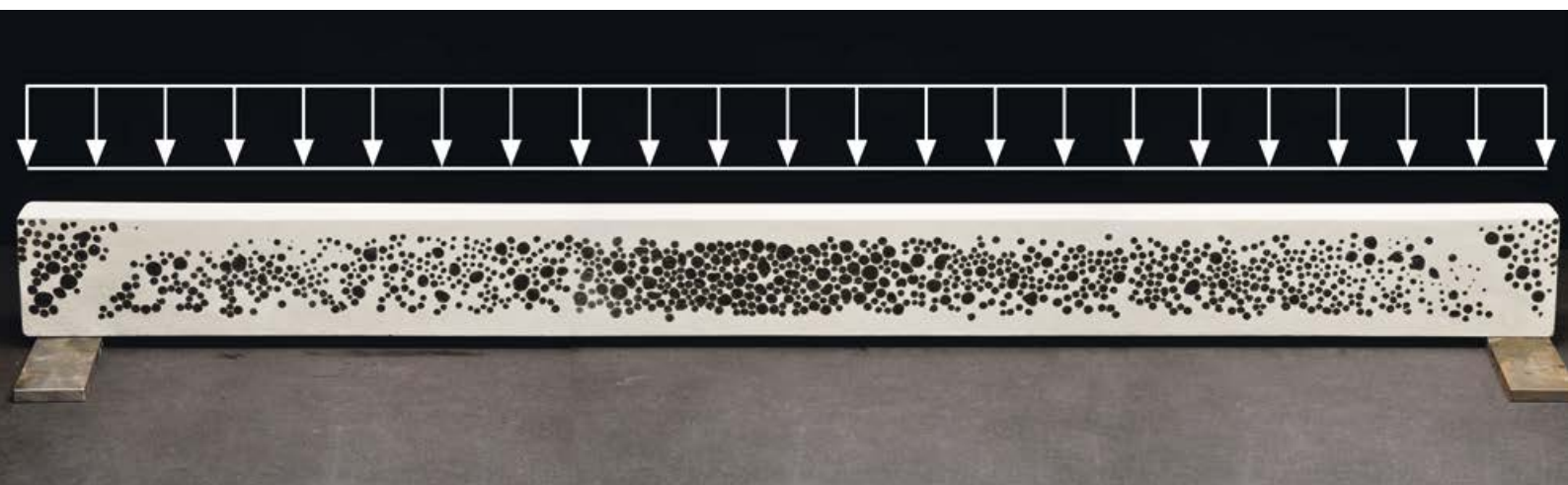


der Gradientenmischungen (Abbildung 3). Im Vergleich zu Bauteilen mit Sandwichaufbau (V2) sind Steifigkeitsgewinne im Bereich von 30 Prozent bei gleicher Masse durch die Optimierung erreichbar.

Das Eigengewicht von herkömmlichen Massivbaudecken macht im üblichen Geschossbau bis zu 70 Prozent der Gesamtmasse der Konstruktion aus. Zudem wird bei massiven Betondecken ein Großteil des eingesetzten Betonvolumens aufgrund der inneren Spannungsverteilung nicht oder nur sehr gering beansprucht. Es liegt deshalb nahe, das Prinzip der Bauteilgradierung auf Decken zu übertragen. In Bereichen mit niedrigerer Druckbeanspruchung werden Betone mit geringer Festigkeit und hoher Porosität und somit geringer Rohdichte eingebaut. Hierdurch wird nicht nur das Eigengewicht der Decke reduziert, sondern lastweiterleitende Bauteile, wie Wände und Stützen können ebenfalls schlanker dimensioniert werden, was zu

einer weiteren Massenreduktion der Gesamtkonstruktion führt.

Die Machbarkeit und das Masseneinsparpotential der funktional gradierten Elementdecken konnte mit Versuchen an zwei großmaßstäblichen Prüfkörpern belegt werden. Die zuerst durchgeführten Versuche an skalierten Bauteilen ermöglichten die Untersuchung des Einflusses des Gradientenaufbaus und der Bewehrungsmaterialien auf die Biegetragfähigkeit. Weiterhin wurden Untersuchungen zur Querkrafttragfähigkeit in Abhängigkeit der Schubslankheit durchgeführt. Hierbei konnten die zugrunde gelegten Bemessungsannahmen bestätigt werden und es wurden Massenreduktionen von 59 Prozent bei Erreichen der rechnerischen Tragfähigkeiten realisiert. Bei den anschließenden Versuchen an Bauteilen im Originalmaßstab konnte ein Maßstabseinfluss auf die Querkrafttragfähigkeit festgestellt werden. Im Vergleich



Porositätsverteilung eines Deckenstreifens unter Gleichlast





Prüfaufbau der Hauptausführung

zu den Versuchen an skalierten Bauteilen wurden Mischungen mit höherer Festigkeit im querkraftbeanspruchten Kernbereich erforderlich. Hierdurch reduzierte sich die Massenersparnis auf 43 Prozent. Es konnte festgestellt werden, dass die Gradierung von Betonbauteilen einen maßgeblichen Einfluss auf deren Steifigkeit im Zustand I und auf die Erstrisslast aufweist.

### Fazit

Die Grundlagen der Herstellungs- und Berechnungsverfahren für funktional gradierte Elementdecken basieren auf theoretischen Untersuchungen, welche nachfolgend in größenskalierten Versuchskörpern umgesetzt wurden. Anhand statischer Versuche erfolgte die Verifikation der numerischen Entwurfs- und Berechnungsansätze. Diese stellen die Grundlage der entwickelten Dichteoptimierungen dar. Mit den daraus gewonnenen Erkenntnissen konnte ein erstes Bemessungsmodell aufgestellt werden. Weitere Probekörper im Maßstab 1:1 wurden mit den Kooperationspartnern hergestellt. Die Ergebnisse dieser statischen Bauteilprüfungen belegen die Machbarkeit und das Masseneinsparpotential der gradierten Elementdecken.

## Forschungsinitiative Zukunft Bau 10 Jahre – 10 Meinungen



**Prof. Heike Klussmann**  
BAU KUNST ERFINDEN  
Forschungsplattform der Universität Kassel

„Die Zusammenarbeit mit der Forschungsinitiative schätze ich außerordentlich, weil sie zukunftsweisende Forschungsansätze im Bauwesen unterstützt. DysCrete – energieerzeugender Beton – ist eine unserer Entwicklungen. Dieser neuartige, farbstoff-sensitivierte Solarbeton basiert auf den technischen Prinzipien der Photosynthese und kann auch die Energie diffusen Lichts nutzen. Ihm kommt somit das Potenzial einer Low Cost Energy Source zu.“



3-D Druck der untersuchten Varianten

# Fenstermaschine – Vorgefertigte Sanierfenster mit integrierter Technik

Christian Bodensteiner,  
TU München

**Außenwandkonstruktionen und Wärmeschutzverglasungen sind heute energetisch hochwertig und ausge-reift. Schwachpunkt des Systems Lochfassade ist der Anschluss des Fensterrahmens zu Wand und Dämmung. Der Bauablauf beim konventionellen Fenstertausch wird durch die Schnittstellen zwischen den beteiligten Ge-werken an geometrisch und bauphysikalisch anspruchs-vollen Stellen erschwert. Beanstandungen in diesem Bereich sind einer der häufigsten Gründe für juristische Auseinandersetzungen am Bau.**

## Überblick & Ziele

Das Forschungsprojekt „Vorgefertigte Sanierfenster mit integrierter Technik“ am Lehrstuhl für Baukon- struktion und Baustoffkunde klärt die Frage, wie bei der energetischen Sanierung möglichst viele Anforder- ungen in ein funktional erweitertes Fensterelement eingebunden werden können. Neben fenstertypischer Technik erfolgt außerdem die Einbindung von Gebäu- detechnik in das Fensterelement. Durch die Integration von Sonnen-, Blend- und Intrusionsschutz, Lüftung/ Wärmetauscher, Elektrifizierung/Gebäudeautomatisie- rung und Austritten/Balkonen zu einem vorgefertigten Bauteil mit hoher ästhetischer Qualität, der „Fenster-

maschine“, sollen ein schnellerer, für die Bewohner störungsminimierter Bauablauf, niedrigere Kosten sowie eine höhere Bauqualität erreicht werden.

Gebäude aus den 1950er- bis 1970er-Jahren stellen den Schwerpunkt des Sanierungsbedarfs in Deutsch- land dar. Aus diesem Grund, aber auch aufgrund der Anwendbarkeit der industriellen Vorfertigung auf den Gebäudebestand aus dieser Zeit geht das Forschungs- projekt von typischen Bestandsgebäuden aus dieser Zeit aus, an denen bisher noch keine energetischen Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt wurden.

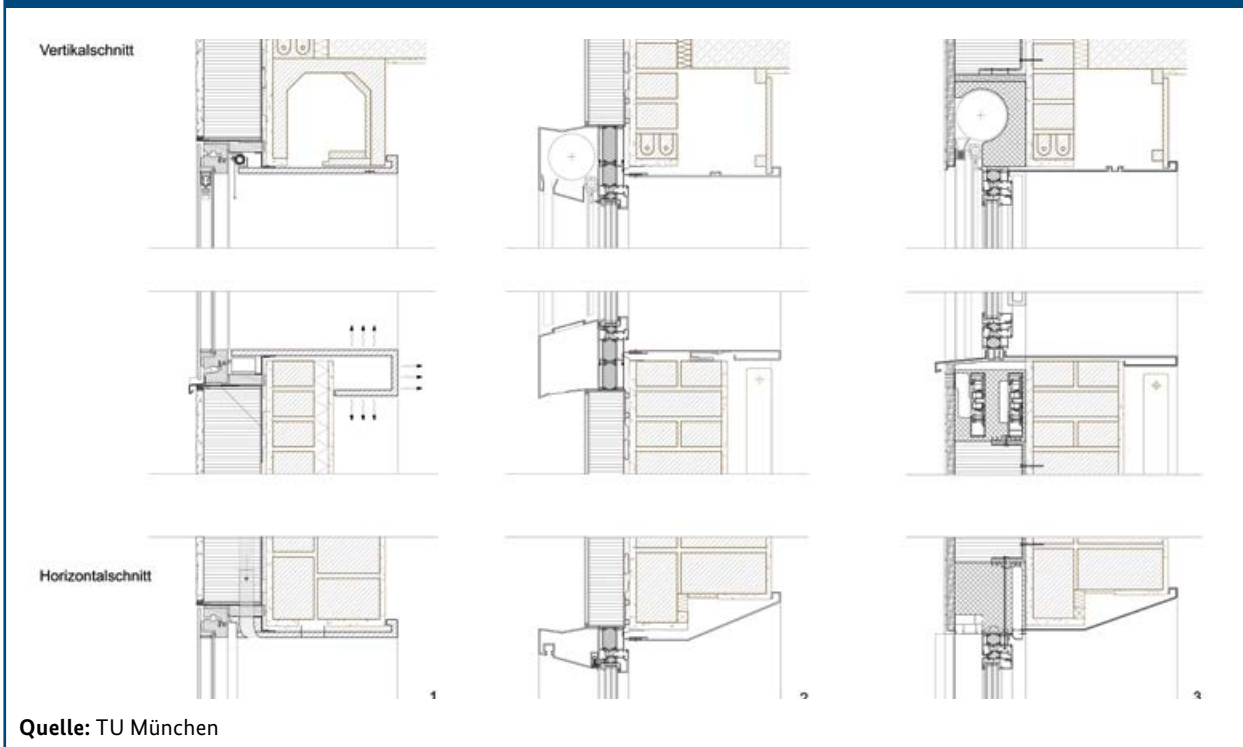
Den Fassaden dieser Gebäude liegen meist einfache Geometrien zugrunde. Die Fensteröffnungen sind in der Regel auf wenige verschiedene Formate je Gebäu- de beschränkt, die Ausführungen folgen in den De- tails meistens den gleichen Prinzipien. Diese Fassaden sind daher für eine Vorfertigung der Fensterelemente prädestiniert. Ähnlich dem Prinzip einer Modellreihe im Automobilbau gibt die Maximalausstattung die Form vor, die Einzelkomponenten werden je nach gewünschter Ausstattung eingebaut. Dem Gedanken der Vorfertigung folgend ist das Fenster als integraler Bestandteil des Elements geplant. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde die Variantenauswahl über mehrere Runden auf drei Varianten reduziert. Gleichzeitig wurden drei Lösungen für die Lüftung ausgewählt und den drei Prototypen zugeordnet.



Funktionsmodell der Fenstermaschine auf dem Messestand der Forschungsinitiative Zukunft Bau auf der Baumesse 2015 in München



**Abbildung 1:** Schnittzeichnungen der drei Varianten auf der Grundlage zweier unterschiedlicher typischer Bestandssituationen



### Variante 1

Das putzbündige Ganzglasfenster öffnet nach außen, wodurch der Fensterrahmen größer als die Maueröffnung des Bestandes sein kann. Das Tageslicht fällt annähernd über die gesamte Rohbauöffnung ein so, dass bei einem Standardfenster von 1,5 x 1,25 Meter ein Tageslichtzugewinn von circa 30 Prozent erzielt wird. Zubeziehungsweise Abluftanschlüsse werden für eine Versorgung der Räume über Lüftungskanäle in der Dämmebene vorgesehen. Eine zentrale Lüftungsanlage versorgt mehrere Räume beziehungsweise mehrere Wohnungen.

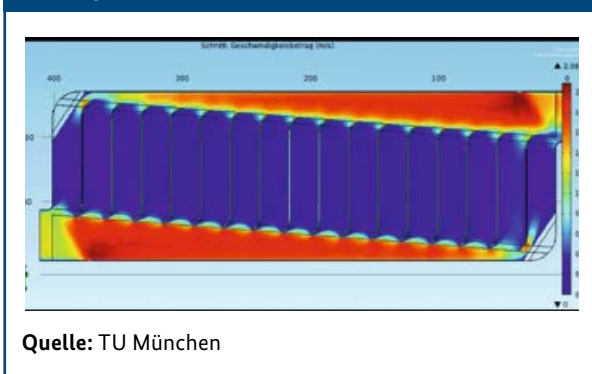
### Variante 2

Eine aufgesetzte Fassade erhöht das verfügbare Volumen für integrierte Technik und erleichtert die Montage und Wartung. Die sichtbare Einfassung des Fensters integriert unter anderem ein neu entwickeltes dezentrales Lüftungsgerät auf der Basis bestehender Produkte des Industriepartners, so dass keine Eingriffe in die Rohbausubstanz erforderlich sind.

### Variante 3

Die Weiterentwicklung des Sanierelements des Industriepartners integriert das neue Fenster und alle technischen Komponenten in der Dämmebene. Die Lüftung erfolgt über ein neu entwickeltes dezentrales Lüftungsgerät, das auf einem regenerativen, aus circa 90 voneinander getrennten Strömungsebenen bestehenden Enthalpiewärmetauscher mit Wärme- und Feuchterückgewinnung basiert und einige Vorteile hat: So entsteht ein hoher Komfort im Winter dadurch, dass die Luft nicht zu trocken werden kann. Der Baubarkeit kommt entgegen, dass kein Kondensatablauf nötig ist.

**Abbildung 2:** 4 Ergebnisse der CFD-Simulation des Enthalpiewärmetauschers der Variante 3



### Fazit

Die Wirtschaftlichkeit der entwickelten Fenstermodule ist stark an die Komplexität der integrierten Technik gekoppelt. Wo neben der fenstertypischen Technik zusätzlich Gebäudetechnik in das Fensterelement eingebunden wird, können Eingriffe in die Bausubstanz ebenso wie die damit verbundenen

Störungen der Bewohner erheblich reduziert werden. Insbesondere die Aspekte der Vorfertigung und Baubeschleunigung machen die Fenstermaschine auch für den Neubau interessant.

In der nächsten Phase ist beabsichtigt, eine der Varianten an einem Demonstrationsprojekt zu erproben.



Eröffnung des Messestands Zukunft Bau auf der Baumesse 2015 in München durch Ministerin Dr. Barbara Hendricks. Im Hintergrund das Funktionsmodell der Fenstermaschine

## Fenstermaschine

### Forscher/Projektleitung

Leiter der Forschungsgruppe

Univ. Prof. Florian Musso, Dipl.-Ing. (FH) Christian Bodensteiner, Lehrstuhl für Baukonstruktion und Baustoffkunde EBB

### In Zusammenarbeit mit

Fraunhofer ISE, Freiburg , Dipl.-Ing. Arnulf Dinkel, Dipl.-Ing. Fabien Coydon, Beck+Heun GmbH, Erfurt, Sebastian Ziemer, Dipl.-Ing., Atilla Akarcay, \*M.Sc. Dipl.-Ing. Frank Liedloff, Heroal GmbH & Co. KG, Verl, Nico Streblau, Staatl. geprüfter Maschinenbau-techniker, Dipl.-Ing. (FH) Thomas Otto

### Gesamtkosten

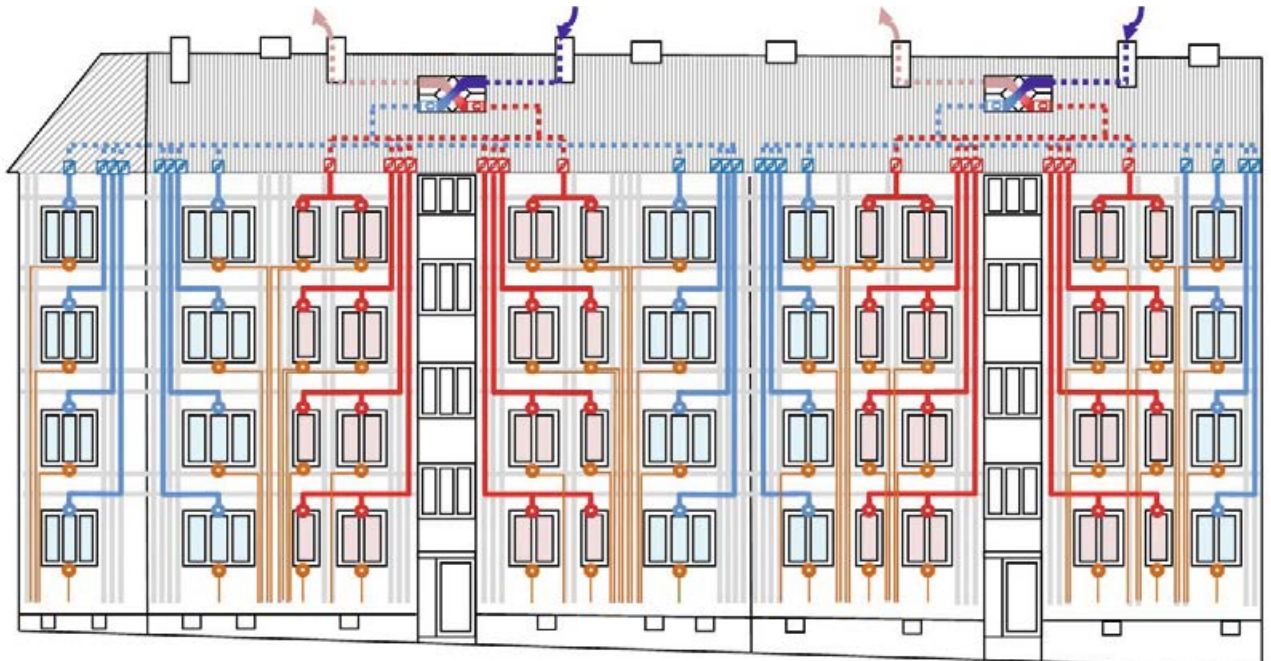
250.000 Euro

### Anteil Bundeszuschuss

150.000 Euro

### Projektlaufzeit

Oktober 2013 bis Oktober 2015



Verlegeschema der Lüftung der Variante 1 in der Fassade mit Lüftungsgerät im Dachraum





## Materialfeuchte-Monitoring an hochgedämmten Holzbauteilen des Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität

**Katrin Riesner,**  
**Dr. Riesner und Partner,**  
**Wismar**

**Das „Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität“ wurde 2011 im Rahmen der „Forschungsinitiative Zukunft Bau“ für begleitende Forschungen errichtet. Ziel dieses Projektes sind Messdatenerhebungen an der Gebäudehülle, um die Korrelation bauphysikalischer Planungen mit der Gebäudenutzung zu untersuchen. Dies ist eine Qualitätssicherungsmaßnahme, Basis für Weiterentwicklungen der Anlagentechnik und soll die Bauweise für eine breite Anwendung evaluieren.**

Das hygrothermische Verhalten und die Dauerbeständigkeit der hochgedämmten Gebäudehülle in Holztafelbauweise sowie das Innenraumklima wurden über ein 3,5-jähriges Monitoring mit 58 Messfühlern (Abbildung 2 und Abbildung 3) untersucht. Die wechselnde Gebäudenutzung während der Messungen von Januar 2012 bis August 2015 umfasste zwei Nutzungen durch je eine „Testfamilie“ und drei Nutzungszeiträume als öffentliche Ausstellung.

Die Messungen sind ausgerichtet auf

- die Infrarot-Thermografie (IR-Thermografie) nach Gebäudfertigstellung,

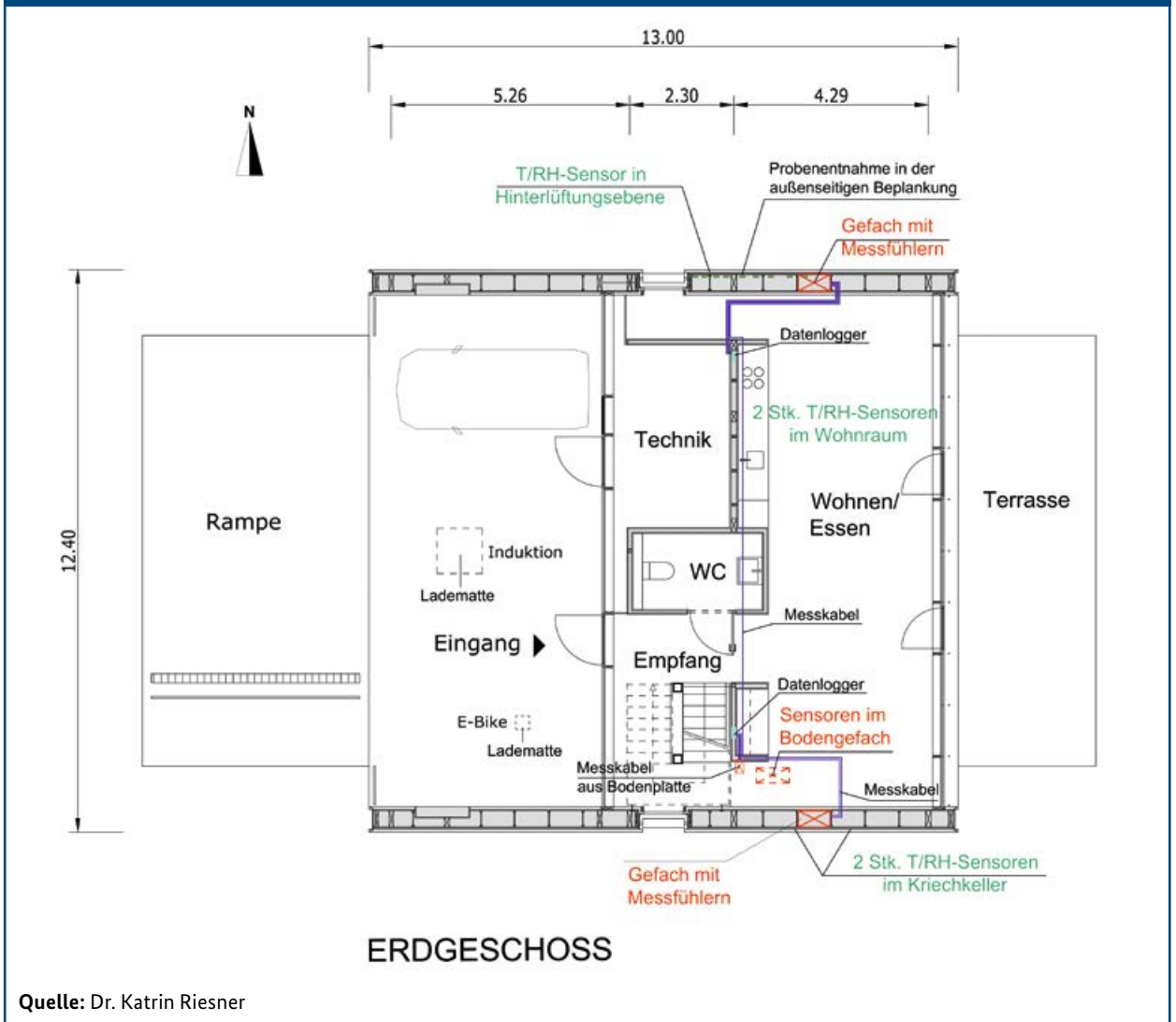
- den Einfluss des Außenklimas auf das Innenraumklima mit Aussagen zur Behaglichkeit und zum sommerlichen Wärmeschutz,
- den U-Wert der opaken Außenwände,
- die Materialfeuchte der außenseitigen Gefachbeplankungen an Außenwänden, der Bodenplatte über dem Kriechkeller sowie am Dach außerhalb und im Bereich von Photovoltaikerelementen,
- die natürliche Konvektion in der Außenwanddämmung der Fassade, untersucht über deren Materialfeuchteprofil sowie über Temperaturprofile im Dämmstoff,
- die Frage, ob hygrothermische Bedingungen für Schimmelpilzbefall nachweisbar sind sowie auf
- die hygrothermischen Klimabedingungen im Kriechkeller.

Dazu wurden während der Vorfertigung der Holztafelelemente 52 Messfühler für Temperatur, relative Luftfeuchte, Wärmestromdichte und Materialfeuchte in fünf Gefachen der Außenbauteile eingebaut. Die Komplettierung der Messkette erfolgte parallel zum Baufortschritt auf der Baustelle in Berlin. Bedingt durch den baubegleitenden Einbau der Messtechnik gab es Einschränkungen bei der Lage der Messfühler.

Die IR-Innenthermografien belegen den hohen Wärmedämmstandard der opaken Bauteile. Für die



**Abbildung 2: Grundriss Erdgeschoss mit der Lage der Messtechnik und von Entnahmeprobe**



Messungen zur natürlichen Konvektion relevant sind geringfügige Wärmebrücke an der Fuge Bodenplatte über dem Kriechkeller zu den Außenwänden, siehe Abbildung 4. Architektonisch gewollte Anschlüsse von Stahlbauteilen an hochdämmende Holzbauteile sind relevante Wärmebrücken.

Bezogen auf den Jahresmittelwert lagen die Außentemperaturen der NNO-Hinterlüftungsebene im Messzeitraum 1,2 Kelvin bis 2,3 Kelvin höher als im Referenzjahr der EnEV. In den heißesten Sommermonaten waren im Monatsmittel die Außentemperaturen von 2013 bis 2015 um 3,6 Kelvin bis 4,3 Kelvin höher als in der EnEV.

Trotz Hinterlüftung der schwarzen NNO- und SSW-Außenwandfassaden ist deren Aufheizung und Beitrag auf die sommerliche Überhitzung nachweisbar. Die höchsten Aufheizungen der außenseitigen Gefachbeplankungen wurden im Bereich der Dach-Photovoltaikelemente festgestellt. Die Monatsmitteltemperaturen im Dach

## Messungen zum Wärme- und Feuchteschutz am „Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität“

### Forscher/Projektleitung

Dr.-Ing. Katrin Riesner, Dr. Riesner und Partner  
(Projektleitung, alle Projektphasen)

Dipl.-Ing. Detlef Krause und Peter Nagel  
(Installation der Messfühler)

### Gesamtkosten

103.147 Euro

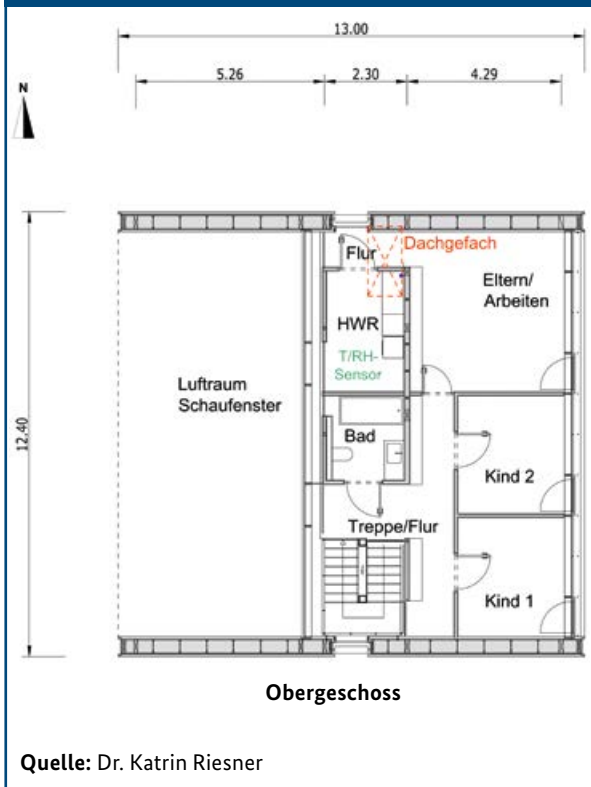
### Anteil des Bundeszuschusses

99.382 Euro

### Projektlaufzeit

Dezember 2012 bis Januar 2016

**Abbildung 3: Grundriss Obergeschoss mit der Lage der Messtechnik**



Quelle: Dr. Katrin Riesner

außerhalb der PV-Elemente lagen im Juni 2013 um 12 Kelvin niedriger, siehe Abbildung 5.

Die maximalen Außenoberflächentemperaturen der dunklen opaken Bauteile betragen 40°Celsius für die SSW-Außenwand und 60°Celsius im Dach, siehe Abbildung 6. Die Temperaturamplitudendämmung lag im August 2015 im Monatsmittel bei 10,4 (min: 3,0; max: 16,4).

In zwei von vier Jahren war der sommerliche Wärmeschutz während der Nutzung als Ausstellung nicht eingehalten. Eine wirkungsvolle Nachtlüftung ist nutzungsunabhängig sicherzustellen.

Der aus Messwerten für die Wintermonate ermittelte U-Wert der opaken Außenwand lag pro Jahr mit

maximal 0,094 Watt pro Quadratmeter Kelvin unter dem berechneten U-Wert von 0,10 Watt pro Quadratmeter Kelvin.

Der gut hinterlüftete Kriechkeller wies eine geringe Feuchtelast auf, die vergleichbar zur Hinterlüftung der NNO-Außenwand ist. Die gemessene Feuchtelast im Innenraum ist niedrig. Die Innenraumluftfeuchte lag im Februar 2012 bei durchschnittlich 28,6 Prozent und zu 12 Prozent des gesamten Jahres unter 30 Prozent.

Hohe Außenoberflächentemperaturen, die niedrige Temperaturdifferenz zwischen der außen- und raumseitigen Holztafel-Außenwandgefachbeplankung von bis zu 17 Kelvin und die geringe Feuchtelast im Innenraum sind neben der raumseitigen Dampfbremse mit  $s_{di} > 100$  Metern die Basis für einen geringen Feuchtetransport durch die Außenbauteile mit einem  $s_{de}$ -Wert von 4,5 Metern. Unter diesen Bedingungen tritt in Zelluloseaußenwanddämmung der Dicke von 360 Millimeter mit einer Rohdichte  $> 55$  Kilogramm pro Kubikzentimeter kein relevanter Feuchtetransport durch natürliche Konvektion auf. Die Untersuchungen an den Außenwänden ergaben keine bauschadensrelevanten Materialfeuchten oder Schimmelpilzbefall durch natürliche Konvektion oder Luftleckagen. Messwerte in der Bodenplatte über dem Kriechkeller zeigten kein Feuchteschadensrisiko auf. Probeentnahmen im Dach sind nach der Projektlaufzeit geplant.

## Fazit

Die hygrothermischen Messungen an der opaken Gebäudehülle und im Kriechkeller des Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität weisen einen guten Standard im Wärme- und Feuchteschutz nach. Bauphysikalische Optimierungen sind auf den sommerlichen Wärmeschutz auszurichten. Der Einfluss von opaken Bauteile mit dunkler Oberfläche auf die sommerliche Überhitzung des Innenraumklimas sollte beim Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes berücksichtigt werden. Die Anordnung von Photovoltaik-Elementen ist zu optimieren, so dass ein Wärmestau zwischen den PV-Elementen und den darunter liegenden Bauteilen vermieden wird.

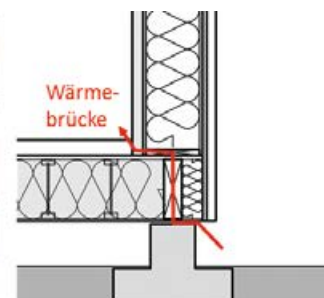
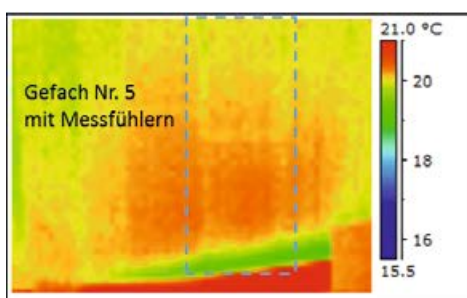
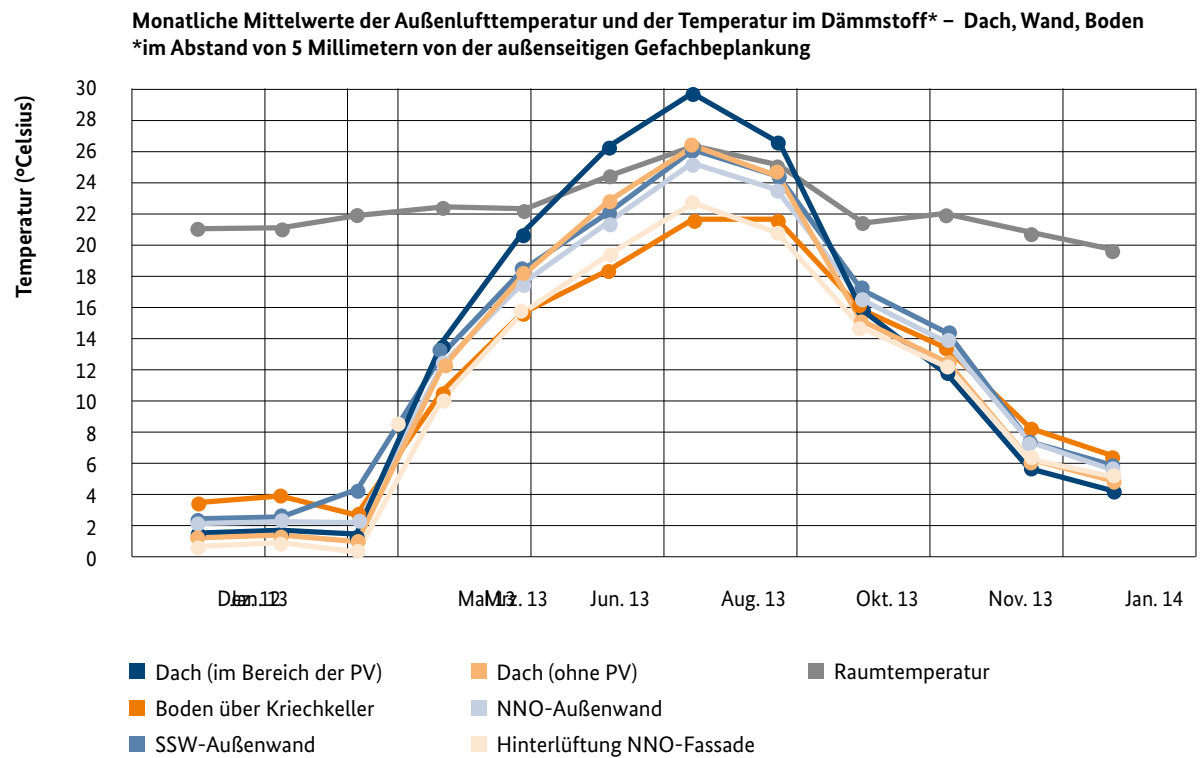


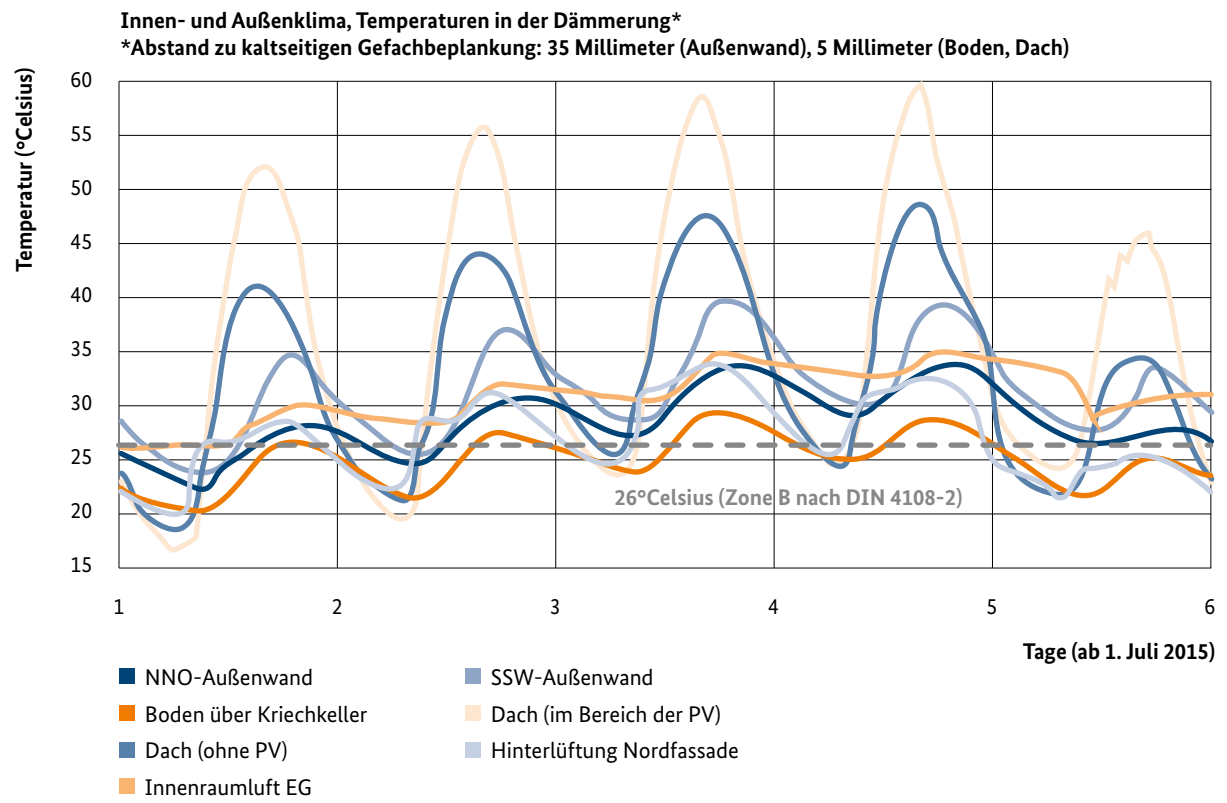
Abbildung 4: IR-Thermografie des Holzaußenwandgefaches der NNW-Außenwand mit Messfühlern

**Abbildung 5: Monatliche Mittelwerte der Außen- und Innenraumtemperaturen sowie der Temperaturen in der Gefachdämmung von Dach, Außenwand und Boden über dem Kriechkeller für 2013**



Quelle: Dr. Katrin Riesner

**Abbildung 6: Innen- und Außenklima und Temperaturen in der Dämmung für die erste Juliwoche 2015**



Quelle: Dr. Katrin Riesner



# Innovationsmanagement für bauausführende Unternehmen

Hans Wilhelm Alfen,  
Bauhaus-Universität Weimar

## Entwicklung eines ganzheitlichen Managementansatzes zur Stärkung von Innovations- und Wettbewerbskraft

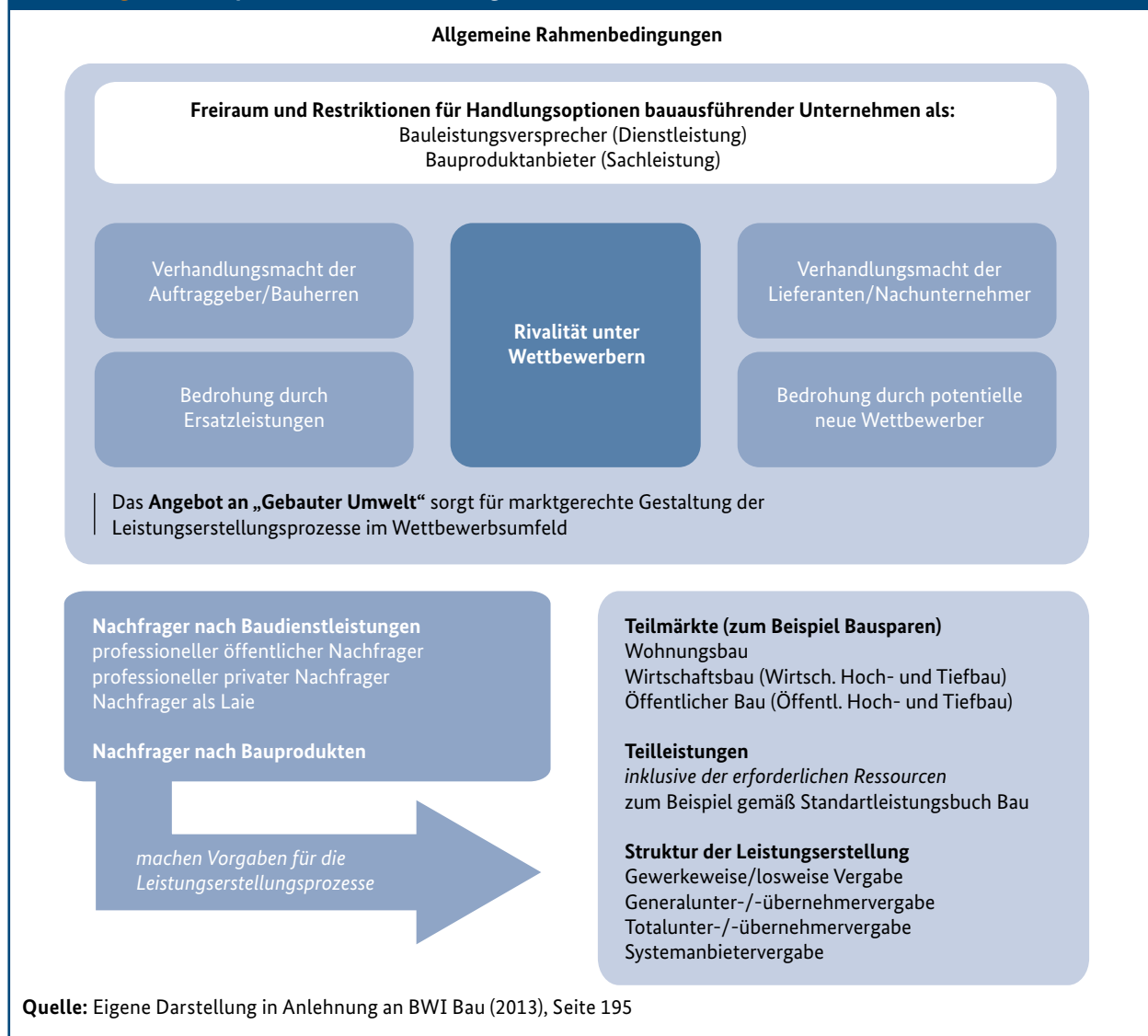
Bauausführenden Unternehmen haftet häufig ein eher konservatives und wenig innovatives Image an. Dabei sind technische und bauprozess-bezogene Innovationen bei bauausführenden Unternehmen durchaus vorhanden. Sie entstehen und verbleiben allerdings meist in der Sphäre eines Bauprojektes und werden kaum unternehmensstrategisch genutzt. Im

Rahmen des Forschungsprojektes wurde ein Ansatz zur Stärkung der Innovationskraft für bauausführende Unternehmen entwickelt.

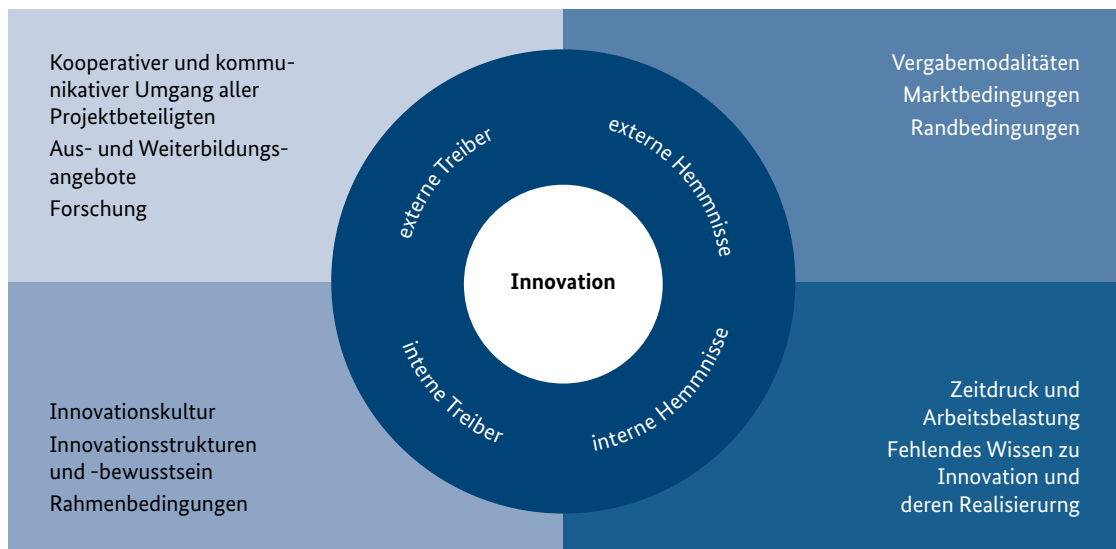
## Gegenstand des Forschungsvorhabens

Obwohl die Baubranche heute in der Lage ist, Gebäude mit einer Höhe von mehr als 800 Metern oder Brücken mit einer Spannweite von fast zwei Kilometern zu errichten, wird sie weiterhin oft als Low-Tech-Branche bezeichnet. Dabei zeugt die Entwicklung von Bauweisen und Materialien im Laufe der vergangenen Jahrtausende vom stetigen Fortschritt und der Wandlungsfähigkeit des Menschen sowie seines Verständnisses vom Bauen. Gleichzeitig offeriert sie

Abbildung 1: Marktspezifischer Untersuchungsraum bauausführender Unternehmen



**Abbildung 2: Interne und externe Innovationshemmnisse sowie -treiber**



Quelle: Bauhaus-Universität Weimar

eine Einsicht, wie sie heute im Umfeld der Baubranche nicht häufig anzutreffen ist: Ja, die Baubranche ist durchaus innovativ. Zugegeben, die Geschwindigkeit, mit welcher Innovationen Einzug halten, ist bei weitem nicht so hoch wie zum Beispiel in der Automobilindustrie oder gar der Branche für Unterhaltungselektronik. Aber es gibt sie, die Fortschritte in Bautechnik, Bauverfahren und Materialien, die das Arbeiten sicherer, die Qualität höher und die Realisierung schneller machen. Trotzdem haftet der Baubranche das Image der wenig innovativen Traditionalisten an, High-Tech verbindet kaum jemand mit dem Errichten von Gebäuden oder Straßen.

Bauausführende Unternehmen selbst sehen sich oft eher als Anwender beziehungsweise Nutzer von Innovationen vorgelagerter Industriezweige und nicht als Innovator selbst. Dabei geht innovatives Verhalten weit über die Sphäre der Bauprojekte hinaus und ist unabhängig von externen Rahmenbedingungen (Abbildung 1). Daher wurde im Rahmen des Forschungsprojekts zunächst zum einen der Stand der Wissenschaft zu Innovationen und Innovationsmanagement recherchiert, um die Bandbreite der möglichen Innovationsfelder aufzuzeigen. Zum anderen wurde das Innovationsumfeld Bauprodukt analysiert und daraus der Handlungsspielraum abgeleitet.

Aufbauend auf diesen Untersuchungen wurde im Rahmen einer dreistufigen Empirie (Abbildung 2) die Innovationstätigkeit mittelständischer bauausführender Unternehmen abgefragt. Dazu wurden

zunächst in Sondierungsgesprächen die theoretischen Erkenntnisse mit den Erfahrungen der Praxis abgeglichen sowie ein erster Ansatz für ein Arbeitsmodell des zu entwickelnden Managementansatzes erarbeitet. Anschließend wurden im Rahmen qualitativer Interviews gezielt bauausführende Unternehmen, öffentliche und private Auftraggeber sowie Verbände zum Verständnis und Umgang mit Innovationen sowie Treibern und Hindernissen für innovatives Handeln befragt (Abbildung 2). Die Erkenntnisse dieses Untersuchungsschrittes wurden anschließend im Rahmen einer quantitativen Erhebung validiert. Als Ergebnis

## INNOMA

### Forscher

Prof. Dr.-Ing., Dipl. Wirtsch.-Ing, Hans Wilhelm Alfen, Prof. Dr. Jutta Emes, Dipl. Wirtsch.-Ing. Stefan Menges (PL), Dipl.-Ing. Marten Oeser, Anika Müller M.A.

### Gesamtkosten

253.853 Euro

### Anteil Bundeszuschuss

173.853 Euro

### Projektlaufzeit

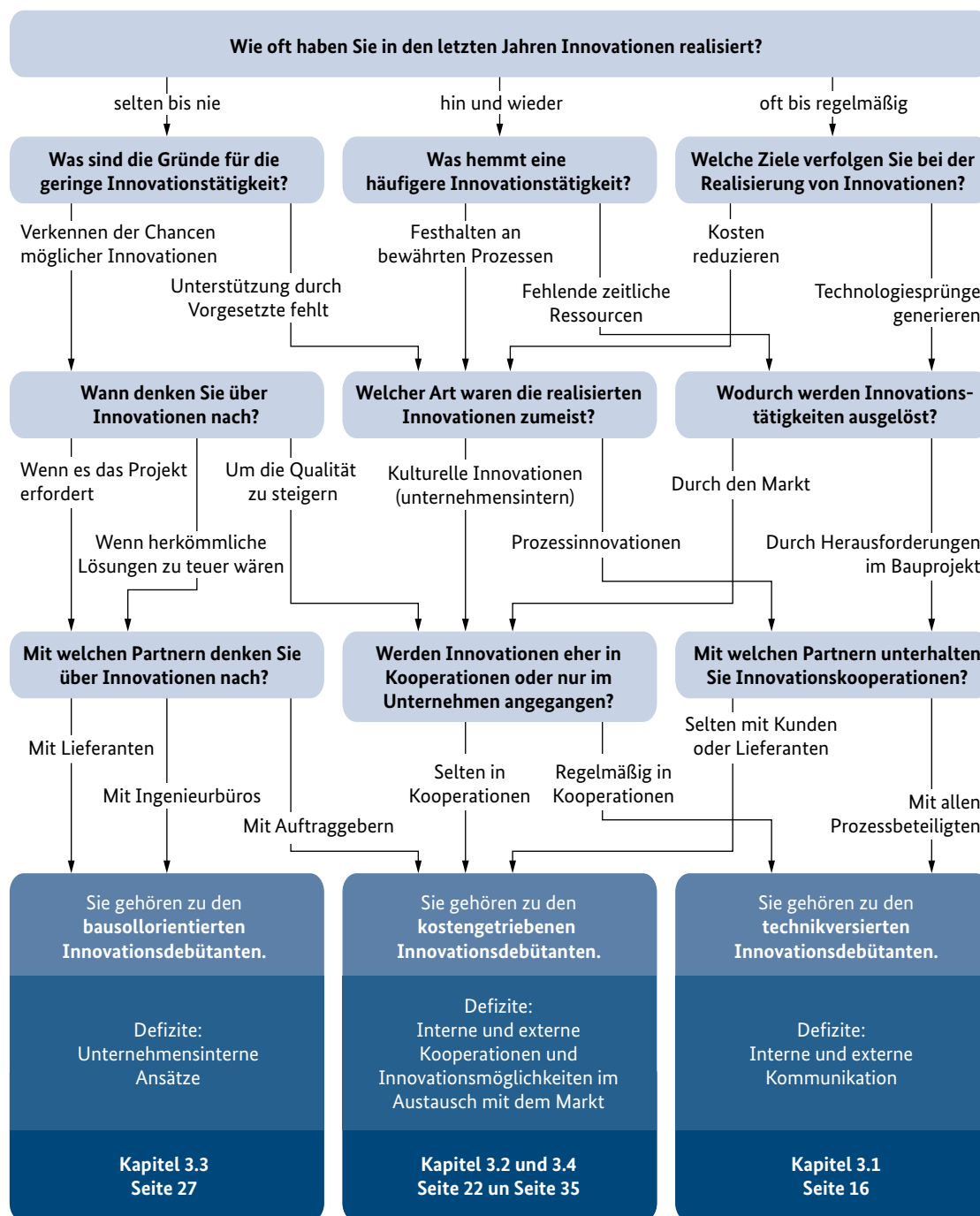
Juni 2012 bis November 2014

konnten Unternehmenstypen klassifiziert werden, die sich hinsichtlich ihres Innovationsverhaltens unterscheiden und unterschiedliche Handlungsdefizite aufweisen (Abbildung 3).

Der nächste Schritt des Forschungsprojektes beinhaltete die Analyse und Zuordnung von Werkzeugen und Tätigkeiten innovativen Handelns zu den einzelnen

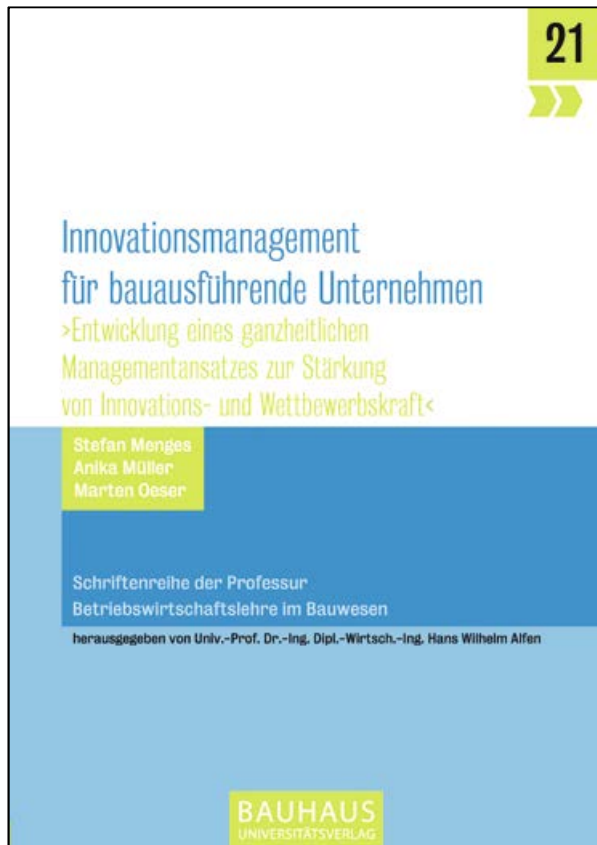
identifizierten Handlungsfeldern. Dabei wurden sowohl Best-Practice-Modelle der Generierung und Umsetzung innovativer Ideen aus anderen Industrien adaptiert als auch baumarkteigene Modelle beschrieben und bewertet. Als Indiz für die Anwendbarkeit der vorgestellten Werkzeuge dienen Praxisbeispiele der Baubranche, die die vier Kategorien und Handlungsfelder abrunden:

**Abbildung 3: Flussdiagramm zur Unternehmenstypisierung**



Quelle: Bauhaus-Universität Weimar





Band 21 der Schriftenreihe der Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen (ISBN 978-3-95773-186-9)

- **Kommunikation** mit Marktpartnern und im Unternehmen kann als Grundlage für innovative Prozesse verstanden werden.
- **Kooperationen** mit Marktpartnern und im Unternehmen basieren auf Kommunikation und gegenseitigem Vertrauen.
- **Unternehmensintern** gilt der Faktor Mensch als größtes Innovationspotential, das zum Beispiel durch Personalentwicklung, Innovationsabteilungen, Unternehmenskultur, aber auch externe Aus- und Weiterbildungsangebote positiv beeinflusst werden kann.
- **Unternehmensexterne Faktoren** wie Forschung oder innovative Tendenzen seitens Marktpartner (Zulieferer, Planer, Nachunternehmer et cetera) haben eher technischen Charakter (neue Bauprodukte und -verfahren).

Die Erkenntnisse der zuvor beschriebenen Untersuchungsschritte wurden abschließend in einen Leitfaden für mittelständische bauausführende Unternehmen übertragen, welcher als Band 21 der Schriftenreihe der Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen veröffentlicht wurde (ISBN 978-3-95773-186-9). Dabei wurde großen Wert auf eine zielgruppengerechte Ausrichtung der Inhalte geachtet, um

eine Anwendung der vorgestellten Schritte, Werkzeuge und Maßnahmen sicherzustellen.

## Fazit

Durch das Forschungsprojekt wurde gezeigt, wie vielschichtig die Möglichkeiten innovativen Handelns für bauausführende Unternehmen sind. Gleichzeitig wurde festgestellt, dass der Umgang mit den dafür zur Verfügung stehenden Methoden in der Baubranche keineswegs den Regelfall darstellt, oft sogar eine eher ablehnende oder zumindest indifferente Haltung zu Innovationen existiert. Mit der erarbeiteten Orientierungshilfe wird den Unternehmen der Umgang mit und das Verständnis für Innovationen erleichtert, indem passende Werkzeuge praxisgerecht aufbereitet werden. Die Grundaussage ist dabei, dass Innovationen „im Kleinen“ beginnen, und kleine Schritte hin zu mehr Innovation häufig nicht mit großem Aufwand verbunden sind.

## Forschungsinitiative Zukunft Bau 10 Jahre – 10 Meinungen



Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Werner Sobek  
ILEK, Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren  
Universität Stuttgart

„Die Forschungsinitiative Zukunft Bau zeichnet sich nach wie vor durch ihre unvergleichliche Frische und ihre Offenheit für neue Ansätze aus. Ich erachte diese Initiative als besonders wichtig für die deutsche Forschungslandschaft und hoffe auf viele weitere gute Impulse.“

# Innovationen in der Bauwirtschaft – Von der Idee zum Markt

Wolfgang Kurz,  
Klaus Fischer,  
TU Kaiserslautern

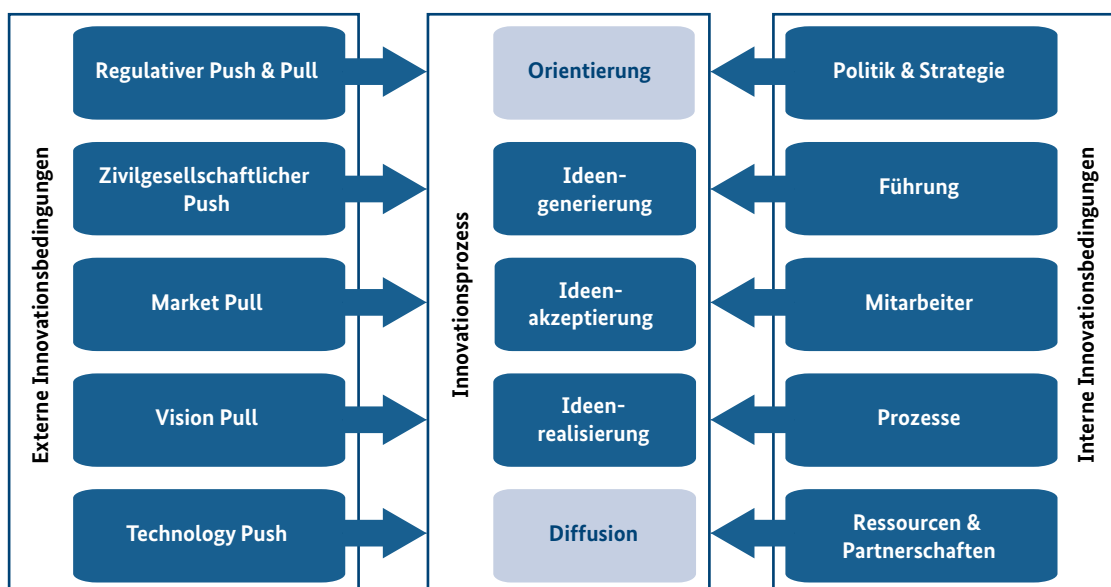
Die Baubranche verfügt über ein hohes Innovationspotenzial und positioniert sich zunehmend als kompetenter Lösungsanbieter für Energiemanagement, Klimaschutz und flexibler Gebäudenutzungen über den Lebenszyklus. Jenseits des technologischen Know-hows bestehen in Unternehmen der Branche aber häufig Defizite bei der Gestaltung von Innovationsprozessen, weshalb Innovationstätigkeit und -erfolg der Bauwirtschaft hinter ihren Möglichkeiten zurückbleiben.

Zentrale Ziel des Vorhabens „Innovationen in der Bauwirtschaft – Von der Idee bis zum Markt“ war es, in enger Zusammenarbeit mit den am Projekt beteiligten Unternehmen möglichst passgenaue Konzepte des Innovationsmanagements für die betriebliche Umsetzung in der Bauwirtschaft aufzuarbeiten. An dem zweijährigen Vorhaben waren insgesamt acht Unternehmen beteiligt, die durch ihre Tätigkeitsfelder insgesamt große Teile der „Wertschöpfungskette Bauwirtschaft“ abdecken. Damit konnten der starken

Heterogenität der Branche Rechnung getragen und unterschiedliche Perspektiven und Voraussetzungen bei der Entwicklung von Innovationsideen berücksichtigt werden.

Ein zentraler Bestandteil der Zusammenarbeit mit den Unternehmenspartnern waren betriebliche Einzelworkshops, durch die eine unmittelbare Betrachtung der spezifischen Innovationsbedingungen in den Betrieben möglich wurde. An den Veranstaltungen nahmen meist mehrere Vertreter eines Unternehmens teil, die in unterschiedlicher Form in die Umsetzung von Innovationsvorhaben involviert waren. Neben Mitgliedern der Unternehmensleitung wurden beispielweise Leiter von Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, des strategischen Innovationsmanagements sowie Prozessverantwortliche für den betrieblichen Ideenmanagementprozess befragt. Zur Gesprächsführung wurde ein Leitfaden als Strukturierungshilfe genutzt, der sich auf zentrale Kategorien unternehmensinterner Innovationsbedingungen bezog. Bei den Gesprächen wurden die Unternehmenspartner demnach in fünf Fragenblöcken („Politik & Strategie“, „Führung“, „Mitarbeiter“, „Prozesse“ und „Ressourcen & Partnerschaften“) zu der aktuellen

Abbildung 1: Interne und externe Innovationsbedingungen im Innovationsprozess – Strukturmodell des Forschungsprojekts



Quelle: ITA e.V., TU Kaiserslautern



Austausch zwischen den Projektpartnern

Situation in ihrer Organisation befragt, um die Ausgangssituation und die vorhandenen Strukturen und Vorgehensweisen bei der Entstehung und Umsetzung von Innovationsideen zu erfassen.

Zur Strukturierung der Vorgehensweise bei der Datenerhebung und -auswertung sowie zur Aufarbeitung der Ergebnisse wurde im Projekt ein Strukturmodell entwickelt [Bild Seite 103]. Dieses Modell wurde aus mehreren bestehenden Konzepten für ein ganzheitliches Innovationsmanagement abgeleitet, die sowohl unternehmensinterne als auch -externe Innovationsbedingungen betrachten.

Ergänzend zu den einzelbetrieblichen Workshops wurden zudem Arbeitsgruppentreffen veranstaltet, an denen alle Unternehmen und Forschungspartner teilnehmen konnten. Damit wurde eine Möglichkeit für den Austausch zwischen den Unternehmen geschaffen. Die im Projekt entstandenen konzeptionellen Ergebnisse wurden vorgestellt und umfassend diskutiert.

Während dieser Projektveranstaltungen wurde das Feedback der Unternehmenspartner in verschiedenen Arbeitsphasen eingeholt und ihre Expertenmeinung zu den internen und externen Innovationsbedingungen in der Baubranche erhoben. Neben der gemeinsamen Erarbeitung mit den Unternehmenspartnern

## Innovationen im Bauwesen - Von der Idee bis zum Markt

### Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kurz, Leiter des Fachgebiets Stahlbau, Fachbereich Bauingenieurwesen an der Technischen Universität Kaiserslautern  
Prof. Dr. Klaus J. Zink, wissenschaftlicher Leiter des Instituts für Technologie und Arbeit e. V., Kaiserslautern

### Forscher

Christian Fox, M.Eng., Fachgebiet Stahlbau, Fachbereich Bauingenieurwesen an der Technischen Universität Kaiserslautern  
Dr. Klaus Fischer, Institut für Technologie und Arbeit e. V., Kaiserslautern

### Gesamtkosten

313.817 Euro

### Anteil Bundeszuschuss

185.990 Euro

### Projektlaufzeit

März 2012 bis März 2014





Ergebnisdiskussion bei einem Arbeitsgruppentreffen

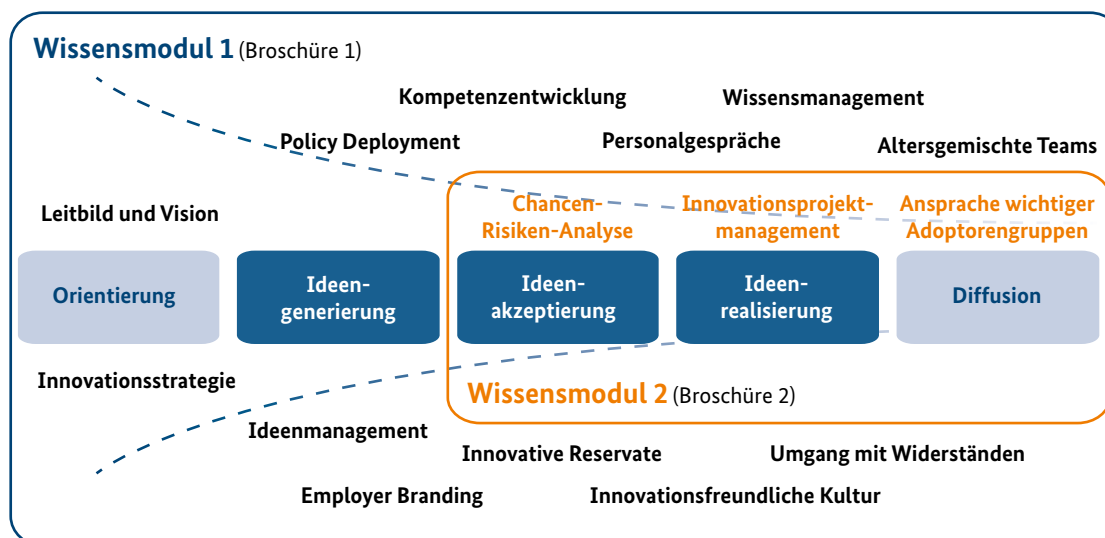
wurden die spezifischen Innovationsbedingungen der Bauwirtschaft aus Literaturstudien abgeleitet. Zudem wurden der Zentralverband Deutsches Baugewerbe und der Baugewerbeverband Rheinland-Pfalz bei der Entwicklung eines Zukunftsbilds der Bauwirtschaft und der Innovationsleistungen der Branche in die Projektarbeit einbezogen.

Im Zuge der Auswertung der bei den Unternehmenspartnern erhobenen Daten wurden insgesamt 20 relevante betriebliche Entwicklungsfelder abgeleitet, die als „Knackpunkte“ für ein erfolgreiches betriebliches Innovationsmanagement in der Baubranche gesehen werden können. Durch die Bündelung der Ergebnisse in Form allgemein formulierter Entwicklungsfel-

der konnte ein breites Spektrum an Einzelthemen abgedeckt werden, das für den angestrebten ganzheitlichen Blick auf das Management von Innovationen in der Bauwirtschaft „von der Idee bis zum Markt“ hilfreich war. So wurden in insgesamt 15 Themenfeldern Konzepte und Instrumente eines ganzheitlichen Innovationsmanagements für Unternehmen in der Bauwirtschaft erarbeitet. Diese Themenfelder wurden in zwei separaten, sich inhaltlich ergänzenden Wissensmodulen in Form von Broschüren für die Unternehmenspraxis aufbereitet.

Die beiden Broschüren „Innovationsfähigkeit und Innovationsbereitschaft in Unternehmen der Bauwirtschaft fördern“ und „Innovationsideen erfolg-

**Abbildung 2:** Einordnung der Wissensmodule im Innovationsprozess



Quelle: ITA e.V., TU Kaiserslautern

**Tabelle 1:** Im Projekt identifizierte betriebliche Entwicklungsfelder

Anwendbare Innovationsprozesse definieren	Kommunikation und Austausch verbessern
Durchgängig am Kundenproblem orientiert	Kompetenzen nutzen
Entwicklungsleistungen bepreisen	Orientierung durch Visionen und Leitbilder geben
Ideenpool der Mitarbeiter nutzen	Problemlösungen erneut nutzen und weiterentwickeln
Identifikation mit dem Unternehmen stärken	Ressourcenkonflikte vermeiden
Identifikation mit Unternehmenszielen schaffen	Trends identifizieren und nutzen
Innovationsprozesse managen	Verbesserung betrieblicher Abläufe
Innovationsstrategien entwickeln	Verfügbarkeit kompetenter Mitarbeiter sichern
Innovatives Denken fördern	Vorbildfunktion nutzen
Know-how schützen	Wissen verfügbar machen

Quelle: ITA e. V., TU Kaiserslautern

reich umsetzen“ sind über den Dokumentenserver der Technischen Universität Kaiserslautern KLUEDO kostenfrei zu beziehen (DOI urn:nbn:de:hbz:386-kluedo-37952 beziehungsweise urn:nbn:de:hbz:386-kluedo-37965).

## Fazit

In enger Zusammenarbeit mit Praxispartnern wurden bewährte Konzepte und Gestaltungsansätze des Innovationsmanagements für die betriebliche Umsetzung in der Bauwirtschaft aufgearbeitet. Grundlegend hierfür war die Analyse vorhandener Strukturen und Vorgehensweisen bei der Umsetzung von Innovationsideen in den beteiligten Unternehmen. Die daraufhin zusammengestellten Ansätze wurden mit den Praxispartnern auf ihre Anwendbarkeit und ihren Nutzen für das Innovationsmanagement in der bauwirtschaftlichen Praxis hin erprobt.

Das Projektteam am Fachbereich Stahlbau, TU Kaiserslautern und am Institut für Technologie und Arbeit e. V. dankt allen beteiligten Unternehmenspartnern herzlich für die konstruktive Zusammenarbeit.

### Literatur:

- [1] EFQM (2005): The EFQM framework for innovation: measuring and improving your ability to innovate, Brüssel: EFQM.
- [2] Hartmann, A. (2004): Innovationsmanagement in Bauunternehmen – Entwicklung eines organisatorischen Gestaltungsmodells zur Generierung innovativer baulicher Gesamtlösungen, Zürich: Vdf Hochschulverlag.
- [3] Ahrens, A.; Braun, A.; Effinger, A., Gleich, A. von; Heitmann, K.; Lißner, L.; Weiß M.; Wölk, C. (2003): SubChem – Gestaltungsoptionen für handlungsfähige Innovationssysteme zur erfolgreichen Substitution gefährlicher Stoffe – Ergebnisse, Hypothesen, Definitionen. Bremen/Hamburg.
- [4] Fichter, K.; Beucker, S.; Noack, T.; Springer, S. (2007): Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen – Fallstudien und Szenarien zu Einflussfaktoren, Schlüsselakteuren und Internetunterstützung, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

## Forschungsinitiative Zukunft Bau 10 Jahre – 10 Meinungen



Annette Hering  
Geschäftsführerin, Hering Bau GmbH & Co. KG

„Die Megatrends unserer Gesellschaft sind die großen Herausforderungen für uns Bauunternehmen, insbesondere das Erfordernis innovativer Technologien, Prozesse, Bautechnik.

„Zukunft Bau“ hat viele anwendungsbezogene Forschungen angeschoben – als Treiberin unserer sonst eher vorsichtigen, auf Bewährtes setzenden Branche.

Herzlichen Glückwunsch und ein langes Leben!“

# Publikationen der Forschungsinitiative Zukunft Bau



## ready – vorbereitet für altengerechtes Wohnen

Die meisten Menschen wünschen sich, auch im Alter in ihrer vertrauten Umgebung zu wohnen. Aber die wenigsten Wohnungen sind auf die veränderten Bedürfnisse im Alter vorbereitet. Wie sieht ein altengerechter Wohnungsbau aus und wie kann er darauf vorbereitet („ready“) werden? Ein Forscherteam um Professor Thomas Jocher klärt mit dem Leitthema „ready“ praxisrelevante Grundsatzfragen. Der Leitfaden veranschaulicht die neuen Standards und Maßnahmesets für die stufenweise, altengerechte Anpassung im Wohnungsneubau. Der Leitfaden ist der erste Band der Schriftenreihe „Zukunft Bauen | Forschung für die Praxis“.

Zu beziehen bei:

[zb@bbr.bund.de](mailto:zb@bbr.bund.de) (Stichwort: ready)

Download unter:

[www.readyhome.de](http://www.readyhome.de)



## Best Practice – Soziale Faktoren nachhaltiger Architektur

Wie lässt sich ein Wohngebäude sozial nachhaltig gestalten? Um soziale Qualitäten wie Komfort, Gemeinschaft, wohnliche Flexibilität, Nutzerbeteiligung oder Belegungspolitik objektiv zu bewerten und in die Planungen einzubeziehen, untersuchte ein Forscherteam um Professor Manfred Hegger bundesweit 17 Wohnungsbauten, die bis auf eine Ausnahme mit dem Deutschen Bauherrenpreis ausgezeichnet wurden. Der Leitfaden stellt die einzelnen Projekte vor, vergleicht sie und gibt Handlungsempfehlungen für Planer, Architekten und Bauherren. Die Projektevaluationen werden grafisch prägnant dargestellt. Auf diese Weise lassen sich die nachhaltigsten Wohnanlagen erfassen und deren Erfolgsfaktoren eingehend studieren. Der Leitfaden ist Teil der Schriftenreihe „Zukunft Bauen | Forschung für die Praxis“.

Zu beziehen bei:

[zb@bbr.bund.de](mailto:zb@bbr.bund.de)

(Stichwort: Best Practice)

Download unter:

[www.forschungsinitiative.de](http://www.forschungsinitiative.de)





## Nachhaltige energetische Modernisierung und Restaurierung historischer Stadtquartiere

An einem konkreten Sanierungsfall in Regensburg ergründeten Wissenschaftler unter der Federführung des Regensburger Professors Oliver Steffens die behutsame Bestandssanierung und energetische Erhaltung. Beleuchtet werden Schlüsselbereiche wie Bauphysik, Sozialleben, Versorgungs- und Finanzierungs-konzept et cetera Denkmalpfleger, Architekten und Fachplaner, aber auch Eigentümer und Mieter im genossenschaftlichen Wohnungsbau finden konkrete und verallgemeinerte Lösungsansätze.

Zu beziehen bei:  
[zb@bbr.bund.de](mailto:zb@bbr.bund.de) (Stichwort: renarhis)

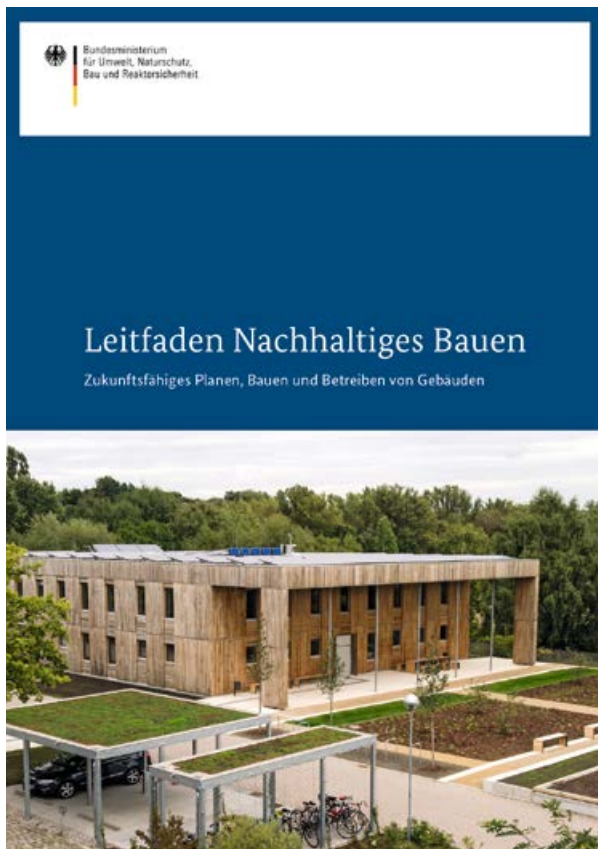


## Leitfaden Barrierefreies Bauen

Hinweise zum inklusiven Planen von Baumaßnahmen des Bundes

Der Leitfaden Barrierefreies Bauen bietet einen anschaulichen Überblick über die vielschichtigen Anforderungen an das Barrierefreie Bauen. Er widmet sich den rechtlichen Grundlagen, benennt die Zuständigkeiten und klärt den Planungs- und Beteiligungsprozess zum barrierefreien Bauen von der Bedarfsplanung bis zur Ausführungsplanung für öffentliche zugängliche Gebäude, Arbeitsstätten und ihre Außenräume. Mit Hilfe detailliert ausgearbeiteter Handlungsfelder und einem Beispielprojekt wird gezeigt, wie eine ganzheitliche Planung gelingen kann. Der Leitfaden richtet sich nicht nur an freiberuflich tätige Architekten, Landschaftsarchitekten, andere Planer und an die Bauverwaltung, sondern gleichermaßen an Nutzer und Maßnahmenträger, die teilweise nicht täglich mit diesen Fragestellungen befasst sind.

Download und Druckfassung zu beziehen über:  
[www.bmub.bund.de/B991-0](http://www.bmub.bund.de/B991-0)



## Leitfaden Nachhaltiges Bauen

Der Bund hat den „Leitfaden Nachhaltigen Bauen“ überarbeitet und im Januar 2016 herausgebracht. Dieser Leitfaden stellt eine konkrete Praxishilfe für das nachhaltige Planen, Bauen, Nutzen und Betreiben bundeseigener Liegenschaften dar. Er bietet sich auch zur Anwendung für andere Bauherren wie Länder, Kommunen oder Privatwirtschaft an.

Download und Druckfassung zu beziehen über:  
[www.bmub.bund.de/P3228/](http://www.bmub.bund.de/P3228/)



## Wege zum Effizienzhaus Plus

Diese Broschüre informiert über eine neue Gebäudegeneration von Effizienzhaus Plus Gebäuden in vierter überarbeiteter Auflage. Diese Energie gewinnenden Gebäude können vielfältig, das heißt, Planungs, Material und Technologie offen, im Alt- und Neubau bei Ein- und Mehrfamilienwohngebäuden realisiert werden. Die Broschüre vermittelt umweltpolitische sowie technische Grundlagen und stellt 36 Modellvorhaben aus dem Netzwerk und deren Monitoringergebnisse vor.

Download und Druckfassung zu beziehen über:  
[www.bmub.bund.de/N51310/](http://www.bmub.bund.de/N51310/)



### Hochwasserschutzfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge

Die im Jahr 2015 aktualisierte und erweiterte Hochwasserschutzfibel des Bundes gibt Bürgern und Immobilienbesitzern Tipps zu baulichen Schutz- und Vorsorgemaßnahmen in hochwassergefährdeten Gebieten. Veranschaulicht werden Grundlagen zur Hochwassergefahr und zum vorsorgende Hochwasserschutz mit Hinweisen zur Bauvorsorge.

Download und Druckfassung zu beziehen über:  
[www.bmub.bund.de/P3275/](http://www.bmub.bund.de/P3275/)



### Werkstattgespräche Kunst am Bau

Kunst am Bau ist seit 1950 integraler Bestandteil der öffentlichen Bauherrenaufgabe. Sie kann durch ihren engen Orts- und Objektbezug die Qualität und Ausdruckskraft von Bauten mitprägen und die Identifikation mit dem Bauwerk und der Institution stärken. Um die Kunst am Bau im wissenschaftlichen Diskurs zu positionieren und den Austausch mit den Akteuren zu fördern, veranstaltet der Bund regelmäßig Werkstattgespräche. Diese werden mit einer Schriftenreihe dokumentiert.

Zu beziehen bei:  
[KunstamBau@bbr.bund.de](mailto:KunstamBau@bbr.bund.de)



# Forschungsinitiative Zukunft Bau

## Kontakt

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung  
Im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung  
Referat II3 · Forschung im Bauwesen, Gebäudemanagement  
Helga Kühnhenrich  
Deichmanns Aue 31–37 · 53179 Bonn  
Telefon +49 228 / 994 012 730  
E-Mail: helga.kuehnhenrich@bbr.bund.de

[www.forschungsinitiative.de](http://www.forschungsinitiative.de)

## Bildnachweise

1	Constantin Meyer, Köln	43	Detail
5	BMUB/Harald Franzen	48	Kasten 1 oben BMUB
6	Bundesregierung, Sandra Steins	48	Kasten 2 oben BMUB
7	BMUB/Sascha Hilgers	48	Kasten 3 oben ZEBAU GmbH
8	BMUB/Sascha Hilgers	48	Kasten 4 oben ZEBAU GmbH
13	Karl Bachl GmbH & Co KG	48	Kasten 1 unten BMUB
14 oben	Michael Reitz	48	Kasten 2 unten ZEBAU GmbH
15 oben rechts	Michael Reitz	48	Kasten 3 unten BMUB/Michael Gottschalk/photothek.net
15 unten	Michael Reitz	48	Kasten 4 unten ZEBAU GmbH
16 oben links	Michael Reitz	49	Kasten oben BMUB/Sascha Hilgers
16 oben rechts	Michael Reitz	49	Kasten 1 unten ZEBAU GmbH
16 unten	Michael Reitz	49	Kasten 2 unten ZEBAU GmbH
17	Michael Reitz	49	Kasten 3 oben ZEBAU GmbH
18 oben links	degewo AG	49	Kasten 3 unten Öko-Zentrum NRW
18 oben rechts	degewo AG	50	alle: FG ee TU Darmstadt; Steinbeis-Transferzentrum EGS; mondayVision UG; Polynox – Büro für Gestaltung; Berliner Institut für Sozialforschung GmbH; HHS AG; ABG Frankfurt Holding
19	degewo AG		
20 oben	Cornelia Suhan, Architektur: Post u. Welters		
20 unten	FGee, TU Darmstadt, Best Practice		
21 oben	Cornelia Suhan, Architektur: Post u. Welters		
23 oben	FGee, TU Darmstadt, Best Practice	51	alle: FG ee TU Darmstadt; Steinbeis-Transferzentrum EGS; mondayVision UG; Polynox – Büro für Gestaltung; Berliner Institut für Sozialforschung GmbH; HHS AG; ABG Frankfurt Holding
23 unten links	Cornelia Suhan, Architektur: Post u. Welters		
25 unten	„Immanuel Giel – Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons“		
26 unten	Thomas Riehle, Bergisch-Gladbach		
26 oben	Architektur Contor Müller Schlüter, ACMS Planungsgesellschaft mbH Wuppertal	52	FG ee TU Darmstadt; Steinbeis-Transferzentrum EGS; mondayVision UG; Polynox – Büro für Gestaltung; Berliner Institut für Sozialforschung GmbH; HHS AG; ABG Frankfurt Holding
27 oben	Architektur Contor Müller Schlüter, ACMS Planungsgesellschaft mbH Wuppertal		
27 unten	Architektur Contor Müller Schlüter, ACMS Planungsgesellschaft mbH Wuppertal		
27 mitte rechts	Thomas Riehle, Bergisch-Gladbach	53 oben	ConstantinMeyer, Köln
28 oben	Architektur Contor Müller Schlüter, ACMS Planungsgesellschaft mbH Wuppertal	53 unten	IB Hausladen
28 unten	Architektur Contor Müller Schlüter, ACMS Planungsgesellschaft mbH Wuppertal	54	Ingo Lütkemeyer
29 oben	Siegurd Steinprinz, Düsseldorf	57	Maik Butler, Dipl.-Ing., Freier Architekt BDA
34	Milena Schlösser	59	Institut für Baukonstruktion, TU Dresden
36	BMUB/Marc Müller	60	Institut für Baukonstruktion, TU Dresden
38 oben	BBSR (Screenshot)	61 oben	Institut für Baukonstruktion, TU Dresden
38 unten	Jennifer Zumbusch	61 unten	Sebastian Schobbert
39 oben	Deckbar	62	OTH Regensburg: Oliver Steffens und Mitarbeiter
39 unten links	Helga Kühnhenrich	63	OTH Regensburg: Oliver Steffens und Mitarbeiter
40	Bernd Lammel	64	OTH Regensburg: Oliver Steffens und Mitarbeiter
42	Bernd Lammel	65	OTH Regensburg: Oliver Steffens und Mitarbeiter

68	Universität Stuttgart	86 unten rechts	ILEK, G. Metzger
70	Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt	86 unten links	ILEK, Boris Trenkel
71 oben links	Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt	88 oben	ILEK, G. Metzger
71 oben rechts	Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt	89 oben	ILEK, G. Metzger
72 unten	Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt	89 unten	Boris Trenkel
73 oben	Institut für Baubetrieb, TU Darmstadt	90/91	TU München, EBB
73 unten	www.marcuspietrek.de	91 unten	TU München, EBB
75	M.Sc. Martin Kiesche, Fachbereich Bauingenieurwesen, TU Kaiserslautern	93 oben	TU München, EBB
76 oben	M.Sc. Martin Kiesche, Fachbereich Bauingenieurwesen, TU Kaiserslautern	93 unten	Fraunhofer ISE
76 unten	M.Sc. Martin Kiesche, Fachbereich Bauingenieurwesen, TU Kaiserslautern/BTU Cottbus Senftenberg	94	BMVBS, Schwarz
77 oben	M.Sc. Martin Kiesche, Fachbereich Bauingenieurwesen, TU Kaiserslautern	96	Katrin Wiesner, Wismar
77 unten	M.Sc. Martin Kiesche, Fachbereich Bauingenieurwesen, TU Kaiserslautern	101	A.T. Schaefer_Stuttgart
79	Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)	103	Institut für Technologie und Arbeit e.V.
82	ILEK, F. Schmid	104	Institut für Technologie und Arbeit e.V.
83	ILEK, F. Schmid	105	Hering
84 oben	F. Schmid u. G. Metzger, ILEK	106 links	RADON photography/Norman Radon
84 unten	HHS Planer+Architekten AG	106 rechts	Foto: Cornelia Suhan, Architekt: Post- Welters
85	F. Schmid u. G. Metzger, ILEK	107 links	BBR
86 oben	ILEK	107 rechts	Marcus Bredt
		108 links	Mic Thiemann/qatsi.tv
		108 rechts	ZEBAU – Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt GmbH
		109 links	Peter Zeisler
		109 rechts	BBR

