



# DBZ

Deutsche BauZeitschrift

## Energie Spezial 6 | 2018

---

Für die Solarhauptstadt Deutschlands entwarfen ingenhoven architects ein Rathaus, das mit seiner Solarfassade einen wesentlichen Anteil am Netto-Plusenergie-Standard des Gebäudes erfüllt.

---

Das +++Haus ist ein vom Architekturfirma Contor Müller Schlüter und der Gertec Ingenieurgesellschaft entwickeltes Konzept für Plusenergiehäuser, mit dem die Lücke zwischen kostspieligen Leuchtturmprojekten und der baulichen Praxis geschlossen werden soll



# Energie Spezial

<b>79</b>	<b>Aktuell</b>	
	News	<b>79</b>
<b>82</b>	<b>Architektur</b>	
	Neues Rathaus im Stühlinger, Freiburg im Breisgau	<b>82</b>
	Architekten: ingenhoven architects	
<b>88</b>	<b>Technik</b>	
	Entwurf für ein Plusenergiehaus – das +++Haus	<b>88</b>
	Björn Fries, Köln, Christian Schlüter, Wuppertal	
<b>94</b>	<b>Produkte</b>	
	Neuheiten	<b>94</b>

## Energiesparen muss finanzierbar sein

Klimaverträglichkeit und Umweltbewusstsein haben in Deutschland Konjunktur. Dennoch wird das damit verbundene Energieeinspar- und Marktdurchdringungspotential nur unzureichend realisiert. Dies hat nicht zuletzt auch damit zu tun, dass energieeffizientes Bauen bei Bauherren in dem Ruf steht, teurer als konventionelles Bauen zu sein, obwohl der Baustandard dafür ja gerade von der aktuellen EnEV definiert wird und damit so energieeffizient ist wie nie zuvor. Mehrkosten für Klimaverträglichkeit im täglichen Gebrauch hinnehmen wollten 2010 die Hälfte der Bundesbürger laut einer repräsentativen Umfrage des Umweltministeriums gar nicht, weitere 40% gaben an, dafür höchstens 10% Mehrkosten zu akzeptieren. Damit das Energiesparen im Bauen wirklich Einzug halten kann, muss es also in erster Linie bezahlbar sein.

Das Architektur Contor Müller Schlüter (ACMS) aus Wuppertal hat sich dieses Themas mit der Entwicklung eines kostengünstigen, hochflexiblen Wohngebäudes in Holzbauweise und Plusenergie-Standard unter sorgfältiger Betrachtung seines gesamten Lebenszyklus angenommen. Mit ihrem Entwurf und ihren Überlegungen für das +++Haus stellen ACMS nicht nur die Formen des traditionellen Wohnhausbaus, sondern auch einige der von uns allen vielgenutzten ökologischen Schlagworte in Frage: Lesen Sie dazu den Beitrag auf Seite 88.

Bei öffentlichen und nichtöffentlichen Bürobauteilen sind Energieeffizienzstandards schon aus Marketinggründen etwas besser etabliert. Trotzdem darf sich das neue Rathaus Freiburg noch das weltweit erste öffentliche Netto-Plusenergie-Gebäude nennen. Ein wesentlicher Bestandteil des Energiekonzepts ist die von ingenhoven architects entworfene Solarfassade, die wir ab Seite 82 ausführlich vorstellen. Der gesamte Bürokomplex wurde soeben bei der Balthasar Neumann-Preisverleihung mit einer Auszeichnung gewürdigt. Herzlichen Glückwunsch dafür aus der Redaktion! *ISch*

## InnovationsAWARD für Bauwerkintegrierte Photovoltaik

[www.pvaustria.at/bipv-award/](http://www.pvaustria.at/bipv-award/)

Der InnovationsAWARD für Bauwerkintegrierte Photovoltaik wurde in Kooperation mit dem Bundesverband Photovoltaic Austria (PVA), dem österreichischen Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BM-VIT), dem Klima- und Energiefonds sowie der Stadt Wien ausgeschrieben. Die Jury wählte aus 51 Einreichungen drei Gewinner in den Kategorien Neubau Wohnen, Neubau Büro und Sanierung sowie ein Projekt für den Sonderpreis für Fassadengestaltung aus.

**Wohnhaus Solaris, Zürich/CH**  
Das Wohnhaus in der Seestraße am Ufer des Zürichsees wurde von huggenbergerfries Architekten, Zürich, vollständig mit einer energieerzeugenden Glashaut eingekleidet. Die Fassade und das Dach bestehen aus unsichtbar befestigten Gläsern mit Photovoltaikelementen. Das speziell für die Gebäudehülle entwickelte Verbundsystem mit rückseitigem Keramikdigitaldruck liefert Strom für den doppelten Verbrauch des Hauses.

**Püspök Bürogebäude, Parndorf/AT**  
Mit ihrem futuristisch anmutenden Bürogebäude im ländlichen Burgenland haben ad2 architekten/Weiden am See für den Windkraftbetreiber Püspök eine geometrische Landmarke entworfen, die das Thema BIPV in perfekter Weise umsetzt. Die Jury lobte besonders das energetische Gesamtkonzept und den großflächigen Einsatz von Photovoltaikelementen.

**Sonderpreis für Fassadengestaltung NEW Blauhaus, Mönchengladbach**  
Das NEW Blauhaus von kadawittfeldarchitektur, Aachen, fällt durch seine markante Fassade auf, alternierend angeordnete und unterschiedlich geneigte Glasflächen und Photovoltaikelemente. Während sich die Glasflächen nach unten neigen, fangen die noch oben geneigten PV-Module die Solarenergie ein. Die Architekten gestalteten ihren Entwurf mit dem Anspruch, der Nutzung des Hauses von verschiedenen Akteuren im Energie- und Nachhaltigkeitsbereich eine klimafreundliche, bauliche Entsprechung zu geben. Dies geschah vor allem durch die Fassadengestaltung. Für die Verkleidung wurden die PV-Elemente wie auch die Glasflächen in die gleichen keilförmigen Rahmen mit einer sichtbaren Aluminiumkante montiert. (Lesen Sie dazu auch unseren ausführlichen Projektbericht in DBZ 9|2015)

**Plusenergie-Bürohochhaus, Wien/AT**  
Das ehemalige Chemiehochhaus der TU Wien aus den 1960er-Jahren war mit einem umfassenden energetischen Gesamtkonzept saniert worden und gilt seitdem als weltweit erstes Plusenergie-Bürohochhaus. Die von der ARGE der Architekten Kratochwil-Waldbauer-Zeitzler und Architekt Gerhard Kratochwil geplante neue Fassadenhülle wurde mit Photovoltaikelementen bestückt.



Bürogebäude Püspök Group, Plandorf/AT – ad2 architekten, Weiden am See/AT



Plusenergie-Bürohochhaus, Wien/AT – ARGE Kratochwil-Waldbauer-Zeitzler; Gerhard Kratochwil



Wohnhaus Solaris, Zürich/CH – Architekten huggenbergerfries | Module ertex solar



NEW Blauhaus, Mönchengladbach – kadawittfeldarchitektur, Aachen



## Zu dünn für dicke Luft

### TROX Deckeninduktionsdurchlass DID 642

- Besonders flach und ideal geeignet für 600er oder 625er Rasterdecken
- Höchste Leistung bei kleinstem Schallpegel
- Abklappbares Induktionsgitter mit auslaufender Lochung
- Frei hängende Variante mit zusätzlichen Funktionen wie z. B. Beleuchtung, Lautsprecher, Sprinkler, Rauch- und Präsenzsensoren
- Jetzt auch mit Sekundärluftadapter für Boostbetrieb lieferbar

## LineaCompact Sino

nahezu unsichtbare Schiebetürzarge mit integriertem Einlaufkasten

## FÜR IN DER WAND LAUFENDE SCHIEBETÜREN

NUR 4 MM SPIEGEL



## LIFESTYLE FÜR URBANE LEBENSÄRÄUME

Stahlzargen  
LineaCompact Sino

BOS GmbH Best Of Steel  
Tel.: 0800 0 203 203 (gebührenfrei)  
www.BestOfSteel.de

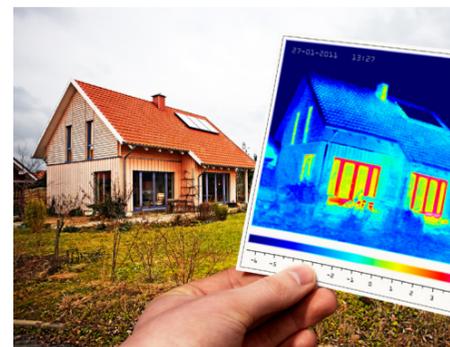
VOM MARKTFÜHRER!

## ift-Energieberaterntag am 22. Juni 2018

[www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)

Das ift Rosenheim veranstaltet am 22. Juni in Kooperation mit BAYERNenergie e.V. den diesjährigen ift-Energieberaterntag in Rosenheim. Dieses Jahr dreht sich alles um die fachgerechte Fenstermontage und die Vermeidung von Wärmebrücken. Wärmebrücken und eine mangelhafte Fenstermontage erhöhen den Energiebedarf eines Gebäudes, wirken sich negativ auf die thermische Behaglichkeit aus und schädigen die Bausubstanz. Dafür gibt es speziell für Energieberater, Architekten, Planer und Sachverständige praktische Demonstrationen und Anwendungstipps im ift-Labor. Effiziente Lösungen für die Zielgruppe und Planungsbeispiele werden aufgezeigt und notwendige Nachweise vorgestellt. Die Veranstaltung wird von der Deutschen Energie-Agentur (dena) für die Eintragung bzw. Verlängerung auf der Energieeffizienz-Expertenliste für Förderpro-

gramme des Bundes anerkannt. Die Anmeldung und weitere Informationen zum ift-Energieberaterntag finden sich unter [www.bit.ly/ift-energieberaterntag](http://www.bit.ly/ift-energieberaterntag).



Wie Wärmebrücken minimiert werden können, zeigt der ift-Energieberaterntag am 22. Juni 2018

## Fachtagung „low tech – high efficiency?“ am 19. Juni 2018

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

Die Fachtagung „low tech – high efficiency?“ lädt am 19. Juni 2018 Architekten und Planer nach Hamburg ein, um sich über den aktuellen Stand des Low-Tech-Bauens zu informieren und sich über das energieeffiziente Bauen mit reduziertem Technikeinsatz auszutauschen. Ist der High-Tech-Trend unaufhaltbar oder könnte Low-Tech die High-Tech von morgen sein? Um ein energieeffizientes Gebäude zu errichten, werden bisher in der Regel vielfältige Technikanwendungen eingesetzt; über BUS-Systeme und digitale Anlagensteuerung kann alles smart geregelt werden. Aber während der Heizwärmebedarf sinkt, steigt der Stromverbrauch. Der Auf-

wand und die Kosten für die komplexe Anlagentechnik wachsen enorm.

Es gibt aber auch Beispiele, die mit einem Minimum an Technik auskommen: Auch eine vereinfachte Anlagentechnik kann dem hohen Nutzungsanspruch an Gebäude gerecht werden und den aktuellen Anforderungen an Wärmeschutz, Schallschutz, Nachhaltigkeit und Energieeffizienz genügen. In drei Blöcken zu den Themen Materialien, Technik und Bilanzierung werden Erkenntnisse aus erfolgreichen Projektumsetzungen vorgestellt und diskutiert. Eine Begleitausstellung präsentiert konkrete Angebote für neue Vorhaben im Neubau und Bestand.



Wohnen und Arbeiten in der Torfremise, Schechen – ZRS Architekten



Betriebsgebäude Artis, Berlin-Tempelhof – ZRS Architekten

## Sonnenschutzsystem mit Farbstoffsolarzellen

[www.colt-info.de](http://www.colt-info.de)



Farbstoffsolarzellen wandeln Licht in elektrische Energie um. An der Fassade des Innovationszentrums von Merck in Darmstadt wurde das Sonnenschutzsystem Shadovoltaik von Colt International mit diesen Solarzellen bestückt, deren Entwicklung eines der Standbeine von Merck ist. Die Module am Innovationszentrum wurden von zwei Spin-offs der EPFL Lausanne (Solaronix und g2e) gefertigt – die Elektrolyten steuerte Merck bei. Aktuell lassen sich derzeit bereits Wirkungsgrade jenseits von 12% im Labor reproduzieren, Großanwendungen bewegen sich bei 2–3%. Die Langzeitstabilisierung steht dabei im Fokus der Entwickler. Basierend darauf ist es nur konsequent, dass für die Berliner Architekten HENN bei der Planung des Gebäudes nicht die Performance-Maximierung sondern auch eine gelungene und ansprechende architektonische Einbindung im Fokus stand. (Lesen Sie dazu unseren ausführlichen Objektbericht in der DBZ 7|2017.) An der Südseite des Innenhofs sind 114 Module starr angeordnet. Sie bilden eine orthogonale Kaskade und profitieren von der bifacialen Wirkung der Zellen, die beidseitig solaraktiv sind. Zum Arrangement zählen 57 Lamellen-

spalten – daraus resultiert eine Netto-Photovoltaik-Fläche von 56m<sup>2</sup>, die eine nominelle Leistung von 1,08 W<sub>p</sub> (STC) erzeugt. Die sonnenstandgeführten vertikalen Farbstoffsolarlamellen dienen gleichzeitig als Sonnenschutz. In einem aufwendigen Verfahren wurde vor der Installation die erzielbare Sonnenschutzwirkung ermittelt und die Teiltransparenz der Farbstoffzellen entsprechend justiert. Die Verarbeitung in ISO-Paneele erhöht die Langzeitstabilität und beugt vorzeitiger Degradation vor. 17 Großlamellen mit einer Höhe von 3,54m und einer Breite von 6,84m wurden in geschliffene Edelstahlrahmen integriert und folgen der Sonne von Ost nach West. Trotz Beweglichkeit verschwinden die Verkabelung von Motor und Photovoltaik komplett in der Edelstahlkonstruktion. Abhängig von der Zusatzleistung durch den bifacialen Effekt wird eine Peak-Leistung von 350–500 W<sub>p</sub> erwartet.

An der Realisierung waren neben Colt International (Planung und Ausführung) folgende Unternehmen beteiligt: Bollinger + Grohmann Ingenieure, ZWP Ingenieure, Topotek 1, Müller-BBM, Kucharzak Fassaden Engineering, Lumen, IGW Ingenieurgruppe Walter.

## Solar Age: Datenbank für solare Gebäude

[www.solarage.eu](http://www.solarage.eu)

Das neue Portal für solare Architektur Solar Age möchte Architekten, Planern und Bauherren eine Plattform bieten. Im Mittelpunkt des Angebots steht eine Datenbank zu weltweit realisierten Beispielgebäuden aller Art mit Solarfassaden, Indachsystemen oder Aufdachanlagen. Jedes Gebäude wird mit einer Kurzbeschreibung und einem ausführlichen Dossier eingestellt. Für ihre Abonnenten stellt die Plattform zusätzlich Informationen über Solarprodukte und umfangreiche Dossiers zu Brandschutz, integrierten Solargeneratoren oder dem Stromverbrauch in

Gebäuden zur Verfügung. Planungstools, Checklisten und viele Fachinformationen rund um solare Gebäude ergänzen das Angebot.



© Cortex Unit Verlag Berlin

Ich brauche ein System, das mir volle Planungsfreiheit lässt. Mit einer saisonalen Energieeffizienz, die für die Zukunft taugt.



Knowledge at work.

## Die neuen City Multi VRF-Außengeräte

Bis zu 33% höhere SEER- und SCOP-Werte. **Vorsprung. Ausgebaut.**



Wir zeigen Ihnen die Details: [vorsprung.mitsubishi-les.com](http://vorsprung.mitsubishi-les.com)

Höchstwerte im Vergleich zur vorherigen Baureihe. Die Geräte enthalten R410A.

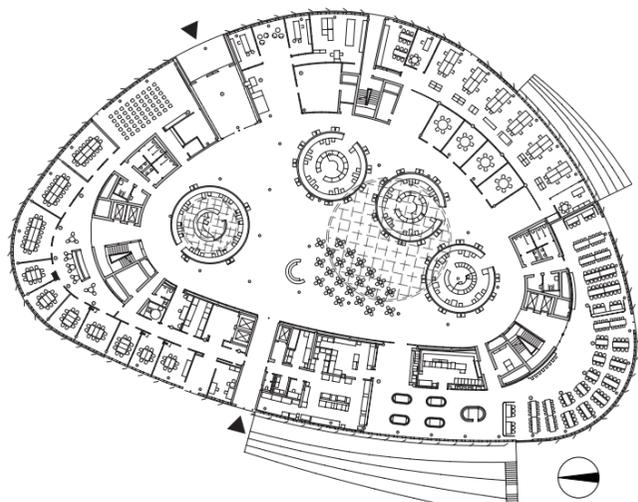


Lageplan, M 1:6000

# Solaraktive Außenhaut

## Neues Rathaus im Stühlinger, Freiburg im Breisgau

Für das Rathaus der Solarhauptstadt Deutschlands entwarfen ingenhoven architects eine Solarfassade. Die Fassadengestaltung ist mit ihrem Wechsel von Holz-, Glas- und Photovoltaik-Elementen einzigartig und ein integraler Bestandteil des ganzheitlichen Energiekonzepts.



Grundriss Erdgeschoss, M 1:1000



Foto: ingenhoven architects/HGE/Est

### Rahmenbedingungen für das weltweit erste öffentliche Netto-Plusenergie-Gebäude

Freiburg im Breisgau gilt als die „Grüne Hauptstadt Europas“. Der Stadtverwaltung schien es im Herbst 2012 bei der Auslobung eines Architekturwettbewerbs für den Neubau eines städtischen Verwaltungszentrums am Standort Fehrenbachallee um genau die Etablierung dieses Anspruchs zu gehen. Darüber hinaus ist es erklärtes Ziel, bis 2030 im ganzen Stadtgebiet bis zu 40 t an CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen. Daher sollte das neue Gebäude den Netto-Plusenergie-Standard (Raumklima nach EN DIN 15251) erreichen. Dies bedeutet, dass mehr Energie über regenerative Quellen gewonnen als für Heizen, Kühlen, Lüften und Beleuchten benötigt wird. Die überschüssige Energie soll ins Stadtnetz eingespeist werden.

2013 gewannen ingenhoven architects den international ausgeschriebenen Wettbewerb, der in drei Bauabschnitten realisiert werden soll. Erstmals werden alle Mitarbeiter der Stadtverwaltung nicht mehr an über 16 Standorten verteilt arbeiten, sondern an einem Ort ver-

eint. Gezielt verlangte der Auslober ein „Low-Tech-Konzept“, wobei einfache statt komplexe Lösungen einen ökonomischen wie auch ökologischen Betrieb gewährleisten müssen. Darüber hinaus ist der Neubau des Verwaltungszentrums im Rahmen der Rathauseweiterung für die Stadt Freiburg Impulsgeber für eine städtebauliche und stadtgestalterische Aufwertung des Stadtteils Stühlinger und fördert die Vernetzung des Grüngürtels zwischen Eschholzpark und Universitätsklinikum. Das Siegerkonzept von ingenhoven architects folgt den Prinzipien von Offenheit und Transparenz, sowie der Idee eines „Grünen Campus“, der drei Gebäudetrakte und eine Kindertagesstätte vereint.

### supergreen® – ein ganzheitlicher Planungsansatz

supergreen® ist ein von ingenhoven architects geprägter und patentierter Begriff. Er definiert mit seinen stringenten Anforderungen das Gebäudedesign, den Materialeinsatz einschließlich der Fragen des Ressourcenverbrauchs sowie den Prozess der Konstruktion und die Ausführung bis zur Gebäudeausrüstung. Der Energie- und Ressourcenverbrauch wird anschließend über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks gemessen.

Der Entwurf für den ersten Bauabschnitt umfasste einerseits das sechsgeschossige Rathaus (BGF 24215 m<sup>2</sup>) mit dem ellipsoiden Grundriss, in dessen begrünten Innenhof sich im Erdgeschoss das Bürgerservicezentrum befindet und andererseits eine kreisrunde Kindertagesstätte (BGF 1900 m<sup>2</sup>). Letztere befindet sich unmittelbar neben dem Hauptgebäude und wurde als Passivhaus geplant und realisiert. Das Rathaus steht im alleinigen Fokus dieses Beitrags. Auch hier galt es die strengen Regeln und Normen des Passivhausstandards zu erfüllen, wobei der Primärenergiebedarf des öffentlich zugänglichen Verwaltungsbaus bei nur etwa 45 kWh/m<sup>2</sup>a liegen durfte, was gleichbedeutend mit einer 40-prozentigen Reduzierung des Bedarfs im Vergleich zu einem regulären modernen Bürobau ist. Die für das Gebäude notwendige Energie wird thermisch über Saug- und Schluckbrunnen und Solarthermie im Zusammenhang mit Wärmepumpen sowie elektrisch über Photovoltaik auf dem Dach und an der Fassade erzeugt. Die Energie für die Kühlung und Heizung wird aus Erdwärme gewonnen. Die Heizung nutzt thermische Bauteilaktivierung und kann individuell in den Büros geregelt werden. Alle öffentlichen Bereiche verfügen über ein Heiz- und Kühldeckensystem sowie eine Teilklimaanlage mit Wärmerückgewinnung.



Im Innenhof wurde die Fassadengestaltung optisch angeglichen

Foto: ingenhoven architects/HGE&H



Die Aluminium-Pfosten-Riegel-Fassade mit ihren für die natürliche Lüftung nach außen gefalteten Photovoltaik-Elementen wurde von ingenhoven architects entworfen

Energiekonzept	
<b>Solarthermie</b>	Eine Solarthermieanlage auf dem Dach liefert Warmwasser für die Küche und die Duschen der Radfahrer
<b>Effektiver Sonnenschutz</b>	Die Kombination von festen Vertikal-Lamellen mit integrierten PV-Zellen und elektrisch betriebenen Alu-Lamellen sorgt für ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Tageslichteinfall und Schutz gegen Überhitzung
<b>Kühlung und Heizung über Bauteilaktivierung</b>	Das Lowtech Heizungs- und Kühlsystem mit seinen Rohrleitungen in den Decken schafft ein angenehmes Innenklima in den Büros, unterstützt durch schnell reagierende Deckenriegel
<b>Netto-Nullenergie</b>	Die stark gedämmte Gebäudehülle führt zu einem niedrigen Energieverbrauch im Winter und Sommer
<b>Energie-Managementsystem</b>	In der Betriebsphase wird ein Energie-Managementsystem auf Simulationsbasis eingesetzt, um den Plusenergie-Standard zu messen und zu optimieren
<b>Photovoltaik</b>	Die auf Dach und Fassaden installierten PV-Zellen erzeugen mehr Elektrizität als vom Gebäude verbraucht wird
<b>Intelligentes Fassadenkonzept</b>	Vertikale PV-Zellen in der Fassade sind auf die jeweilige Sonnenposition ausgerichtet und reduzieren somit Blendeffekte und Wärmegewinn im Innenraum
<b>Grundwassernutzung für Heizung und Kühlung</b>	Das Grundwasser wird für passives Kühlen des Gebäudes im Sommer genutzt; zusätzlich wird eine Grundwasserwärmepumpe für das Heizen im Winter eingesetzt

Foto: ingenhoven architects/HGE&H

#### Entwicklung des Fassadenkonzepts

Die Fassade ist integraler Bestandteil des gebäudetechnischen und bauphysikalischen Gesamtkonzepts und wurde zusammen mit dem Generalfachplanungsbüro DS-Plan unter der Berücksichtigung folgender Fragen und Kriterien bzgl. Energie und Ökologie abgestimmt: Ein- oder Zweischaligkeit; Lage und Art des Sonnen- und Blendschutzes; Tiefe der Fassadenkonstruktion (Konstruktionsfläche); Fassadenbefestigung in Bezug auf Gebäudekonstruktion; Reinigungs- und Wartungssystematik, was auch für die Lichthofüberdachung des Bürgerservicezentrums gilt.

ingenhoven architects und DS-Plan verbindet eine über 20-jährige Zusammenarbeit in der Konzeption und Ausarbeitung ganzheitlicher Energiekonzepte für innovative, energie- und ressourcenschonende wie nachhaltige Gebäude. Prof. Dr.-Ing. Michael Bauer, Geschäftsführer des Bereichs Engineering, Drees & Sommer Advanced Building Technologies, weist darauf hin, dass der Bauherr das Rathaus allerdings nicht von Anfang an als Netto-Plusenergie-Gebäude angedacht hatte, allenfalls als Passivhaus. Die Ausreizung des energetischen Potentials basierte somit allein auf den beidseitigen Ambitionen von Architekt und Fachplaner, wie Prof. Bauer weiter ausführt: „Wir hinterfragten gezielt, wie der Energiebedarf zu reduzieren sei, z. B. mit Hilfe der Gebäudehülle, einer hohen Tageslichtausnutzung und der Solarenergieanwendung. Dann rechneten wir dagegen, was die verschiedenen Energieerzeugungssysteme unter bestimmten Rahmenbedingungen erreichen können. Wir wussten beispielsweise, dass wir Grundwasser zum Heizen und Kühlen verwenden konnten und wieviel elektrischen Strom wir benötigen, um das Gebäude zu betreiben. All das setzten wir ins Verhältnis zu den benötigten Photovoltaikflächen in Fassade und Dach.“

Allerdings prüfte man auch eingehend, ob sich z. B. der Einsatz von Photovoltaik lohnt, denn am Ende der energetischen Gleichung steht immer ein gesamtwirtschaftliches Konzept. Mit anderen Worten:

Das Energiekonzept würde nicht aufgehen, ohne gleichzeitig die Nutzung, das Fassadenkonzept und die Raumklimasysteme mit entsprechenden Temperaturniveaus zu berücksichtigen. Erst nach dieser wirtschaftlichen Unterlegung des Gesamtkonzepts übernahm der Bauherr die von Architekten und Fachplanern gesetzten, ehrgeizigen energetischen Ziele.

#### Der Spagat zwischen Design, Planung, Fertigung und Nutzung

Das Fassadenbild, insbesondere der Wechsel der von Nord-Ost über Süd nach Nord-West platzierten Photovoltaik-Elemente (ca. 13000 m<sup>2</sup>) mit normalen Glasscheiben, stellen ein Charakteristikum des neuen Freiburger Rathauses dar. Diese abwechselnde Holz-Glas-Konstellation ist ein absolutes Novum. Die energetisch optimierte Aluminium-Pfosten-Riegelfassade mit ihren prägenden, für die natürliche Lüftung nach außen gefalteten PV-Elementen wurde speziell dafür von ingenhoven architects entworfen.

Die Lärchenholzfassade wurde aus nachwachsendem Rohstoff der Region gefertigt. Sie ist ein eindrucksvolles Beispiel einer Synthese aus Ästhetik und Funktionalität, wobei der Wetter- und Sonnenschutz, die Nachtauskühlung sowie die Integration der Photovoltaik eine gleichberechtigte Rolle spielen. Rund 880 Solarpaneele in versetzt angeordneten, senkrecht auskragenden Modulen (3,5 m lang x 0,7 m breit, fast 100 kg Gewicht, mit einer Leistung von 215,6 kW<sub>p</sub>) sind in die Fassade integriert. Der 7 mm-Abstand der Solarzellen zueinander erzeugt eine hohe Transparenz zum dahinterliegenden Holzelement. Jeweils fünf Module stehen in gleicher Ausrichtung pro Geschoss übereinander. Fest in Stahlrahmen montiert, können sie aber nicht der Sonne nachgeführt werden – eine Beschränkung, die aus Kostengründen auferlegt wurde. Die Verglasung besteht aus einer 3-fachen Wärmeschutzisolierverglasung mit außenliegendem Sonnenschutz als Lamellenraffstore und optional innenliegendem Blendschutz. Die manuell zu öffnenden Lüftungsflügel sind als hochwärmegedämmte



Grafik: ingenhoven architects

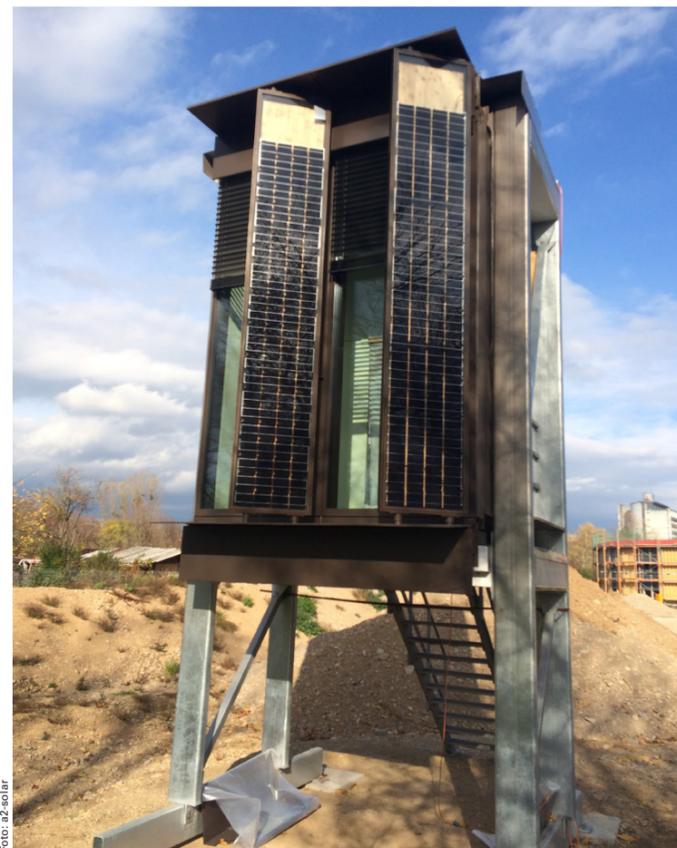


Foto: a2-solar

An dem 1:1 MockUp wurden auf der Baustelle die Fassadenelemente auf Ästhetik und Funktionalität überprüft

Paneelflügel konstruiert. Auch hier wurde Wert auf einfache technische Lösungen und eine hohe Wirtschaftlichkeit im Betrieb gelegt.

Als fünfte Fassade gehört auch das Dach optisch wie funktional zum energetischen Gesamtkonzept. Auf dem Flachdach, ohne Aufzugüberfahrten und haustechnische Anlagen, befindet sich eine ca. 500 kW<sub>p</sub> Photovoltaik-Anlage mit ca. 10% Neigung. Torsten Röder von der Firma a2-solar, die die Module für Fassade und Dach lieferte, ergänzt: „Eine Strahlungssimulation wurde von DS-Plan durchgeführt, was dazu führte, dass wir jedes Modul mit einem Leistungsoptimierer ausrüsteten, um der jeweiligen Ausrichtung zum Sonnenstand hin gerecht zu werden, als auch der individuellen Position in der Gebäudehöhe. So erreichten wir, dass jedes Modul zum jeweiligen Zeitpunkt und Ort immer den maximal möglichen Energieertrag liefert.“

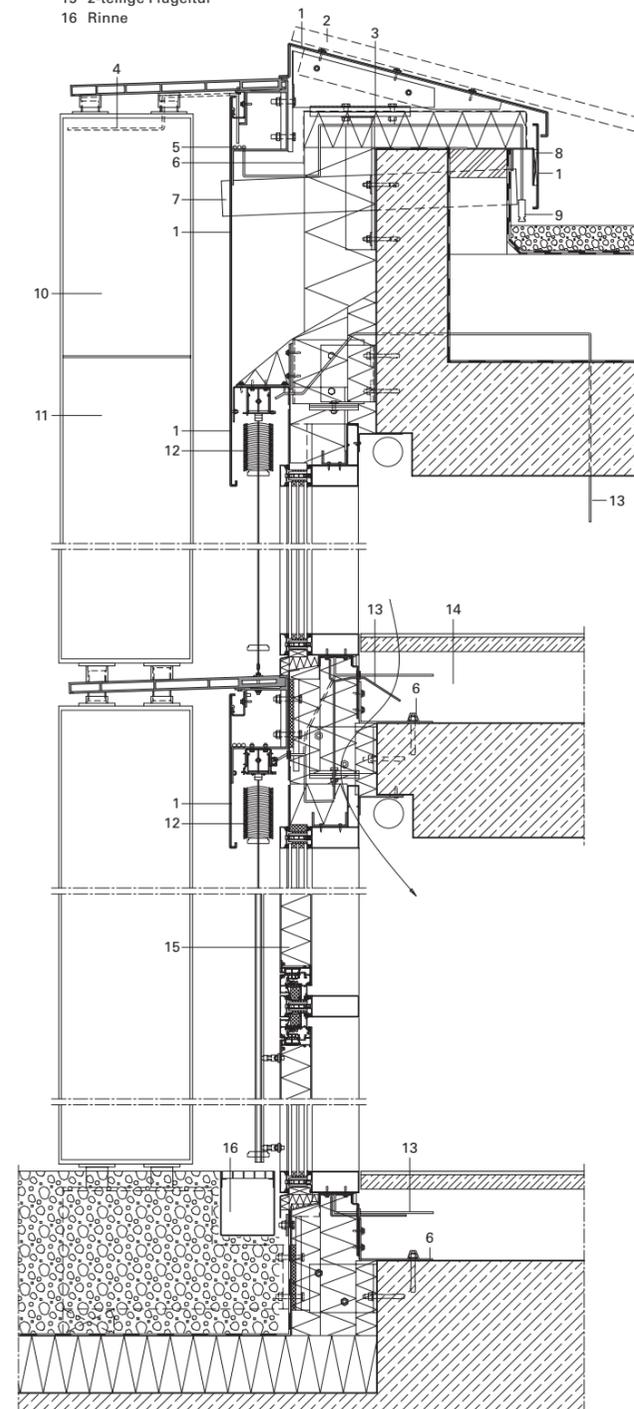
Auf der Baustelle errichtete man zur Erprobung der Fassade ein 1:1 Modell, bei dem ästhetische, aber auch funktionale Belange erprobt wurden. Dadurch gelang es, die Belegungsflächen mit Photovoltaik noch weiter zu verbessern, das Verhältnis von Innen- und Außenwirkung anzupassen, den Materialwechsel in den horizontalen Schwertern aus Gewichtsgründen und zur Verbesserung des Bauablaufs von Stahl auf Aluminium zu ändern und das Farbkonzept von Anthrazit auf Bronze umzustellen. Dank dieser Vorgehensweise wurde aus optischen und nachhaltigen Gründen Holz als das Trägermaterial der Photovoltaikpaneele bestimmt.

#### Innovation pur

Das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) bescheinigte dem Projekt ([www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/netto-nullenergiegebaeude-rathaus-freiburg.html](http://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/netto-nullenergiegebaeude-rathaus-freiburg.html)), dank der innovativen Solarfassadenelemente ein „netzdienliches Netto-Nullenergie Bürogebäude“ zu sein. „Ein Ziel des Projekts ist es, von Planung und Ausschreibung über Bau und Inbetriebnahme bis zu einem fortlaufenden Energiemonitoring, Werkzeuge zur integralen Planung und Erfolgskontrolle einzusetzen bzw. weiterzuentwickeln. Im Betrieb stehen die dynamischen Lastprofile von Bedarf und Erzeugung im Fokus, neben der Betriebsüberwachung wird auch die Interaktion mit den Versorgungsnetzen untersucht und Möglichkeiten eines netzdienlichen Betriebs erarbeitet.“

Die mit dem Energiekonzept verbundenen Mehrkosten sollten sich in ca. zehn Jahren amortisieren. Wie hoch die Energieausbeute genau ausfallen wird, kann man erst nach dem ersten Nutzungsjahr wissen: Seit September 2017 ist man in der Einregulierungsphase. Das Projekt ist für die nächsten zwei Jahre in ein Forschungsvorhaben der Universität Freiburg eingebunden. *Christian Breusing, Berlin*

- 1 Aluminiumblech
- 2 PV-Modul
- 3 Flachstahl
- 4 Kabelkanal
- 5 Kabel Photovoltaik
- 6 Folie
- 7 Notentwässerung
- 8 Hart-PVC
- 9 MC4 Stecker
- 10 ESG-Scheibe, klar
- 11 Photovoltaikelement
- 12 Sonnenschutz
- 13 Kabel Sonnenschutz
- 14 Zwischendecke
- 15 2-teilige Flügeltür
- 16 Rinne



Fassadendetail, M 1:20

#### Projektdaten

**Objekt:** Rathaus Freiburg, Fehrenbachallee 12, Freiburg  
**Bauherr:** Stadt Freiburg im Breisgau, vertreten durch das Gebäudemanagement Freiburg  
**Architekt:** ingenhoven architects, Düsseldorf, [www.ingenhovenarchitects.com](http://www.ingenhovenarchitects.com)  
**Team:** Christoph Inghoven, Hinrich Schumacher, Barbara Bruder, Rudolf Jonas, Ursula Koeker, Bibiana Zapf  
**Bauleitung:** ingenhoven architects / Ernst<sup>2</sup> Architekten, Hannover, [www.ernst2-architekten.de](http://www.ernst2-architekten.de)

#### Fachplaner

**Tragwerksplaner:** Mohnke Höss Bauingenieure, Freiburg, [www.mh-bauingenieure.de](http://www.mh-bauingenieure.de)  
**Energieplaner/Energiekonzept, PV, Gebäudetechnik/Fassadentechnik/Akustik:** DS-Plan, Stuttgart, [www.ds-plan.com](http://www.ds-plan.com)  
**Brandschutzplaner:** BPK Brandschutz Planung Klingsch, Frankfurt a. M., [www.bpk-fire.de](http://www.bpk-fire.de)

#### Baudaten

**Nutzfläche:** 14.964 m<sup>2</sup>; **Technikfläche:** 1.578 m<sup>2</sup>; **Verkehrsfläche:** 6.001 m<sup>2</sup>  
**BGF:** 24.215 m<sup>2</sup>; **BRI:** 99.139 m<sup>3</sup>

#### Energiekonzept

Niedertemperaturheizung und Hochtemperaturkühlsysteme, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Grundwassernutzung mit Wärmepumpe/Heizbetrieb und Plattenwärmetauscher/Kühlbetrieb; hocheffektive Photovoltaikkollektoren auf Dach und Fassade, Energiemanagement-System (EMS)

#### Gebäudehülle

U-Wert Fassadenpaneel = 0,6 W/(m<sup>2</sup>K)  
 U-Wert Bodenplatte = 0,19 W/(m<sup>2</sup>K)  
 U-Wert Dach = 0,08 W/(m<sup>2</sup>K)  
 U<sub>w</sub>-Wert Verglasung = 0,90 W/(m<sup>2</sup>K)  
 g-Wert Verglasung = 0,48

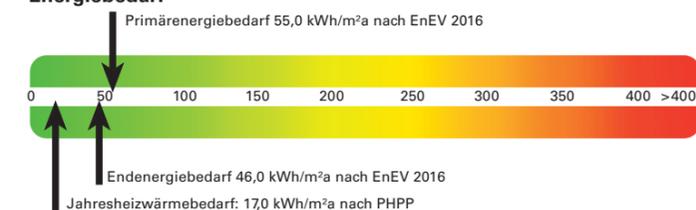
#### Haustechnik

Kälteerzeugung zu 100% über freie Kühlung mittels Grundwasser (Brunnen), Wärmezeugung über Wärmepumpen (Wasser/Wasser) und Spitzenlast-Heizkessel mit Biogas. 13.000 m<sup>2</sup> PV-Anlage auf Dach und Fassade, Bauteilaktivierung mit Heiz-Kühldeckensegeln, Heiz-Kühldecken, partiell Fußbodenheizung/-kühlung, vollflächige Teilklimaanlagen mit hocheffizienter WRG und FU-geregelter Ventilation, LED-Beleuchtung mit Tageslicht- und Präsenzregelung

#### Hersteller

**Kompaktdach:** Paul Bauder GmbH & Co. KG, [www.bauder.de](http://www.bauder.de)  
**Sonnenschutz:** WAREMA Renkhoff SE, [www.warema.de](http://www.warema.de)  
**Photovoltaik:** A2-solar Advanced and Automotive Solar Systems GmbH, [www.as-solar.com](http://www.as-solar.com)  
**Türen:** Hörmann KG Verkaufsgesellschaft, [www.hoermann.de](http://www.hoermann.de)  
**Trockenbau:** Saint-Gobain Rigips GmbH, [www.rigips.de](http://www.rigips.de)  
**Beleuchtung:** Zumtobel Lighting GmbH, [www.zumtobel.com](http://www.zumtobel.com)

#### Energiebedarf



# Entwurf für ein Plusenergiehaus – das +++Haus

Björn Fries, Köln; Christian Schlüter, Wuppertal

**Aufbauend auf dem Ergebnis eines von der Stadt Dortmund initiierten Wettbewerbs für Plusenergiehäuser wurde der erstplatzierte Entwurf durch das Architektur Contor Müller Schlüter und die Gertec Ingenieurgesellschaft mit Hilfe von Fördermitteln der Bundesstiftung Umwelt weiterentwickelt. Das Ergebnis ist ein Konzept, das versucht, die Lücke zwischen kostspieligen, wissenschaftlichen Leuchtturmprojekten und der oftmals stark dahinter zurückbleibenden baulichen Praxis zu schließen.**

Eigentlich ist der Sachverhalt eindeutig: Wenn wir die globalen Klimaschutzziele auch nur ansatzweise erreichen wollen, müssen wir die Auswirkungen unseres täglichen, persönlichen Konsums drastisch reduzieren und auf ein für unseren Planeten langfristig verträgliches Niveau bringen. Ausschließlich das zu verbrauchen, was unser Ökosystem sowohl kurz- als auch langfristig in der Lage ist, für uns bereitzustellen, ist die Grundlagen jeden nachhaltigen Handelns. Wenn diese Bestrebungen zu dauerhaften Lösungen führen und die Lasten noch dazu gerecht verteilt werden sollen, wird dies allerdings nicht ohne massive Eingriffe in die Gewohnheiten eines jeden Einzelnen möglich sein.

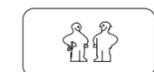
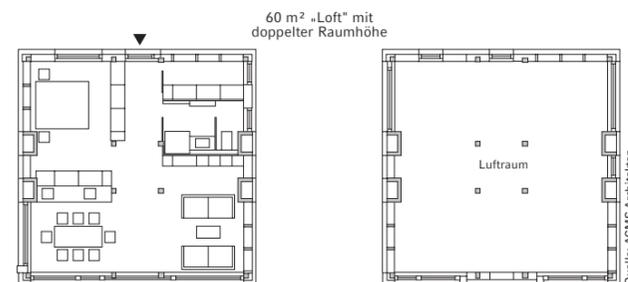
Schaut man sich den Nachhaltigkeitsdiskurs an, so stellt man – auch abseits der bekannten, postfaktischen Filterblasen – eine kollektive Form der Verdrängung dieser schmerzhaften Erkenntnis fest. Allzu oft verlieren wir uns im Glauben daran, die Klimaprobleme ausschließlich mit technologischem Fortschritt, Effizienz-

steigerungen, Emissionszertifikatehandel oder anderen einfachen Maßnahmen lösen zu können. Ein „Weiter so wie bisher, nur eben besser!“ scheint vielfach die vorherrschende Strategie zu sein.

Schaut man genauer hin, erkennt man, dass es in der Regel noch nicht einmal bei einem „Weiter so“ bleibt. So steigt bspw. der Flächenbedarf pro Kopf seit Jahren kontinuierlich an, Automodelle werden mit jeder neuen Version größer statt kleiner. Die Treibhausgas-Emissionen sind in Deutschland seit 2009 nicht mehr nennenswert gesunken, sondern liegen auf einem mehr oder weniger konstanten Niveau. Ein zu Grunde liegendes Phänomen ist unter dem Begriff des Rebound-Effekts bekannt und erforscht.

Die Grundlage des Plusenergiehausentwurfs +++Haus, der vom Architektur Contor

Müller Schlüter (ACMS) aus Wuppertal zusammen mit der Gertec Ingenieurgesellschaft weiterentwickelt wurde, ist die Typologie des Einfamilienhauses. Dies mag einerseits verwundern, da die hiermit verbundene Siedlungs- und Gebäudeform den oben beschriebenen Nachhaltigkeitsbestrebungen zunächst grundsätzlich und strukturell zuwiderläuft. Andererseits stellt man jedoch fest, dass es sich gerade bei Einfamilienhäusern in Deutschland (und den meisten anderen Ländern zumindest der westlichen Welt) um die am weitesten verbreitete Wohnform handelt, die unzweifelhaft den Idealvorstellungen einer breiten Mehrheit der Bevölkerung zu entsprechen scheint. Eine Bereitschaft, diese Vorstellungen aufzugeben, ist auch in näherer Zukunft nicht zu erwarten. An diesem Punkt setzt das +++Haus an.



Nutzungsszenario eines doppelgeschossigen Lofts (60 m²)



Visualisierung des +++Hauses

## Was will das +++Haus?

Das +++Haus soll eine hohe Lebensqualität ermöglichen, die dauerhaft und auch bei ganzheitlicher Betrachtung im Lebenszyklus nicht zu Lasten der Umwelt geht. Herauszufinden, wie diesem Ziel am wirtschaftlichsten nahegekommen werden kann, war die konkrete Aufgabe des Forschungs- und Entwicklungsprojekts. Dafür wurden Ziele in vier Bereichen definiert. Die ersten beiden Themenfelder beschreiben Entwurfsaspekte, die gewissermaßen als Grundvoraussetzung gelöst werden müssen, damit es überhaupt Sinn macht, sich mit den anderen beiden Themenfeldern im Detail zu beschäftigen.

## Flexibilität

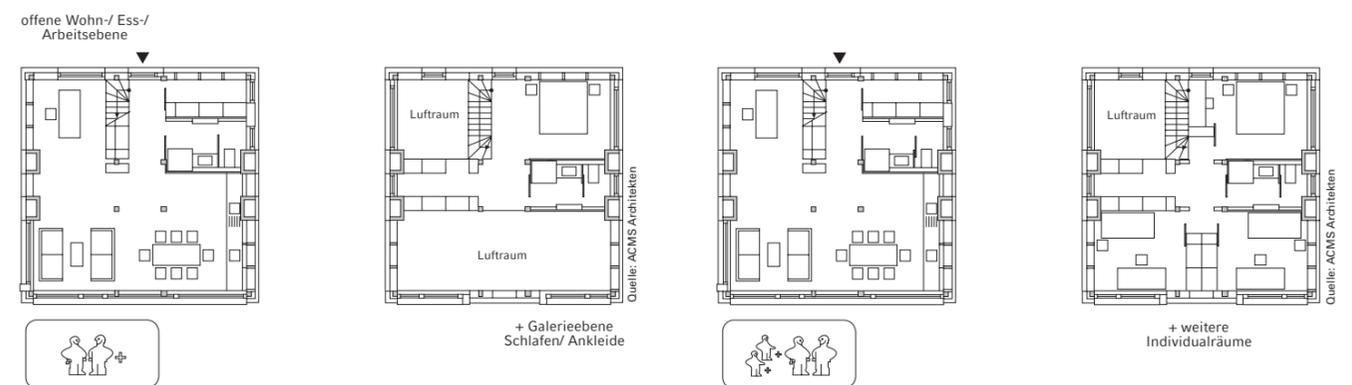
Für die nachhaltige Nutzbarkeit eines Gebäudes ist von entscheidender Bedeutung, dass es

sich flexibel an die Bedürfnisse der Bewohner anpassen lässt. Flexibilität wird vielfach gefordert und ist in der Theorie grundsätzlich toll. In der Praxis scheitert sie in der Regel allerdings an dem zu hohen Aufwand und der Bequemlichkeit. Insbesondere Einfamilienhäuser weisen daher für weite Teile der Nutzungsphase wenig sinnvolle Überkapazitäten auf. Eine Flexibilität, die schlicht darauf basiert, alle Eventualitäten mit Reserven abzudecken, die im Normalfall jedoch nicht benötigt werden, ist verschwenderisch und kann kaum als nachhaltig bezeichnet werden. Das +++Haus lässt sich daher in seinem Inneren extrem einfach so anpassen, dass sowohl die Anforderungen eines Singlehaushalts als auch die einer vierköpfigen Familie komfortabel erfüllt werden. Die Anpassung der Raumstruktur von bspw. einem doppelgeschossigen Loftcharakter zu

einem Maximum an Individualräumen lässt sich mit durchschnittlichem, handwerklichem Geschick und mit geringem Aufwand auch in Eigenleistung der Nutzer herstellen. All dies geschieht in einem extrem kompakten Gebäudevolumen.

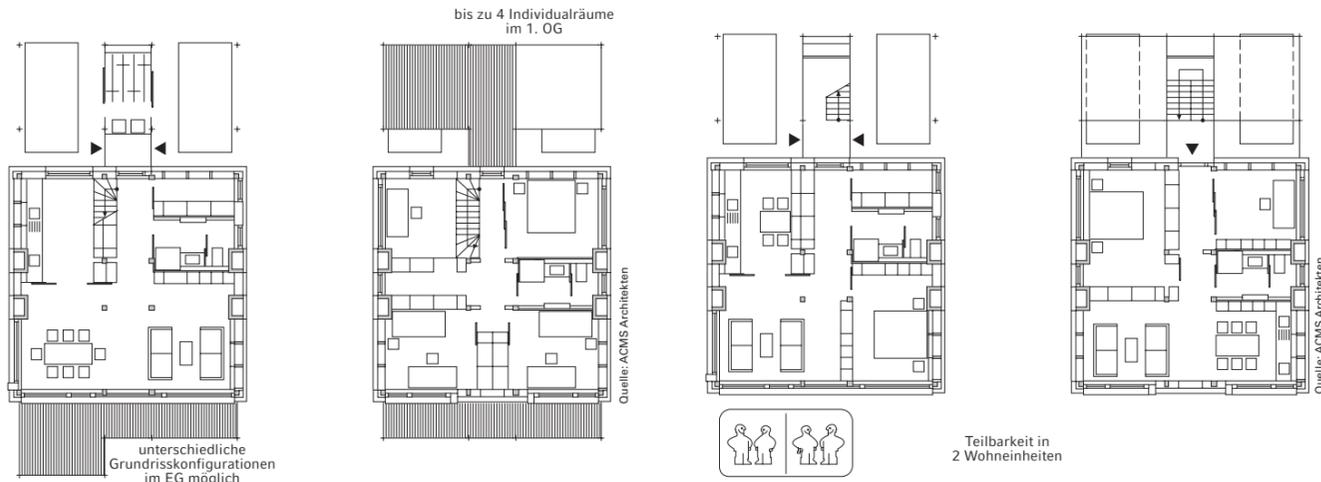
## Ästhetik und Funktionalität

Häuser werden nicht gebaut, um Energie zu sparen oder sich positiv auf die Umwelt auszuwirken, sondern damit sich Menschen in ihnen wohlfühlen. Kein Mensch will ernsthaft in einem Objekt wohnen, das sich zwar ggf. nicht negativ auf die Umwelt auswirkt, mit dem eine Identifikation aber schon aufgrund des Erscheinungsbildes schwerfällt und/oder dessen Benutzung unpraktisch ist. Das +++Haus will daher in erster Linie durch hohe Ästhetik und große Funktionalität überzeugen. Dies mani-



Nutzungsszenario eines doppelgeschossigen Lofts mit zusätzlicher Galerieebene im 1. OG

Nutzungsszenario eines doppelgeschossigen Lofts mit weiteren Individualräumen



**Nutzungsszenario einer Wohnung (max. 120 m<sup>2</sup>) mit vier Individualräumen und zusätzlichen Anbauten**

festiert sich insbesondere in der Auswahl von Materialien sowie gut strukturierten Grundrissen mit einem extrem geringen Verkehrsflächenanteil.

**Umweltverträglichkeit**

Die Wärme- und Stromversorgung von Wohngebäuden ist in Deutschland für fast ein Viertel der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Gleichzeitig bleibt die Beschäftigung mit dem Energiebedarf eines Gebäudes nur ein Blick durchs Schlüsselloch. Die Umweltauswirkungen lassen sich durch diese Größe nur sehr unvollständig abschätzen. Eine Einbeziehung der Herstellungsprozesse ist zudem nur schwer möglich. Aus diesem Grund ist die anfängliche Beschäftigung mit dem Energiebedarf im Projektverlauf immer weiter zu Gunsten einer Betrachtung der Ökobilanz des Gebäudes gewichen. Die direkten und indirekten Auswirkungen des +++Hauses auf die Umwelt wurden über den gesamten Lebenszyklus hinweg so reduziert, dass sie dem Ziel, für unseren Planeten langfristig verträglich zu sein, deutlich näher kommen.

**Bezahlbarkeit**

Der überwiegende Teil der Bevölkerung hält es für wichtig, sich umweltbewusst zu verhalten. Allerdings ist gleichzeitig nur ein verschwindend geringer Anteil der Bevölkerung bereit, hierfür nennenswerte Mehrkosten zu akzeptieren. Das +++Haus ist daher vor allem bezahlbar. Die Errichtung soll nicht mehr als ein durchschnittliches Einfamilienhaus in herkömmlicher Größe und Bauweise kosten.

**Wonach beurteilen wir, was nachhaltig ist?**

Müllverbrennungsanlagen haben mitunter einen Primärenergiefaktor von 0,0. Haben wir

das Klimaproblem also gelöst, wenn wir nur genügend MVA bauen?

Welches Gebäude hat die geringeren Auswirkungen auf unser Ökosystem? Eine vergleichsweise kleine Geschosswohnung in einem mittelmäßig gedämmten Bestandsgebäude, in der eine sechsköpfige Familie wohnt, oder eine riesige, hochgedämmte Neubauvilla, in der nur eine Person lebt? Drückt der Energiebedarf pro Quadratmeter, der als Bemessungsgröße zur Beurteilung dieser Frage herangezogen wird, dies tatsächlich korrekt aus?

Die Bauwirtschaft ist mit ca. 40% für einen Großteil der bundesdeutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Überwiegend sind die Emissionen zudem nicht energie-, sondern prozessbedingt. Ist es vor diesem Hintergrund tatsächlich sinnvoll, sich bei der Beurteilung der Nachhaltigkeit von Gebäuden nur auf den Energieverbrauch in der Nutzung zu fokussieren und zu glauben, dass wir das Klimaproblem lösen können, wenn wir nur „endlich“ einen klimaneutralen Energieträger finden?

Die Beispiele veranschaulichen, dass die etablierten, flächenbezogenen Bewertungsmaßstäbe von Primär- und Endenergiebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche für eine ganzheitliche Bewertung über alle Lebenszyklusphasen nicht nur völlig ungeeignet sind, sondern teilweise sogar dazu beitragen, dass negative bzw. kontraproduktive Anreize gesetzt werden. Die Bewertung der Nachhaltigkeit in Bezug auf die Gebäudefläche ist nicht nur falsch, sondern vor allem auch ungerecht. Hier ist eine Betrachtung pro Person (Verursacher) sinnvoll. Für eine ganzheitliche Betrachtung ist zudem die Erstellung von Ökobilanzen und somit eine direkte Bewertung der Umweltwirkungen unabdingbar. Vor dem Hintergrund der Komplexität der hierfür zu verarbeitenden Da-

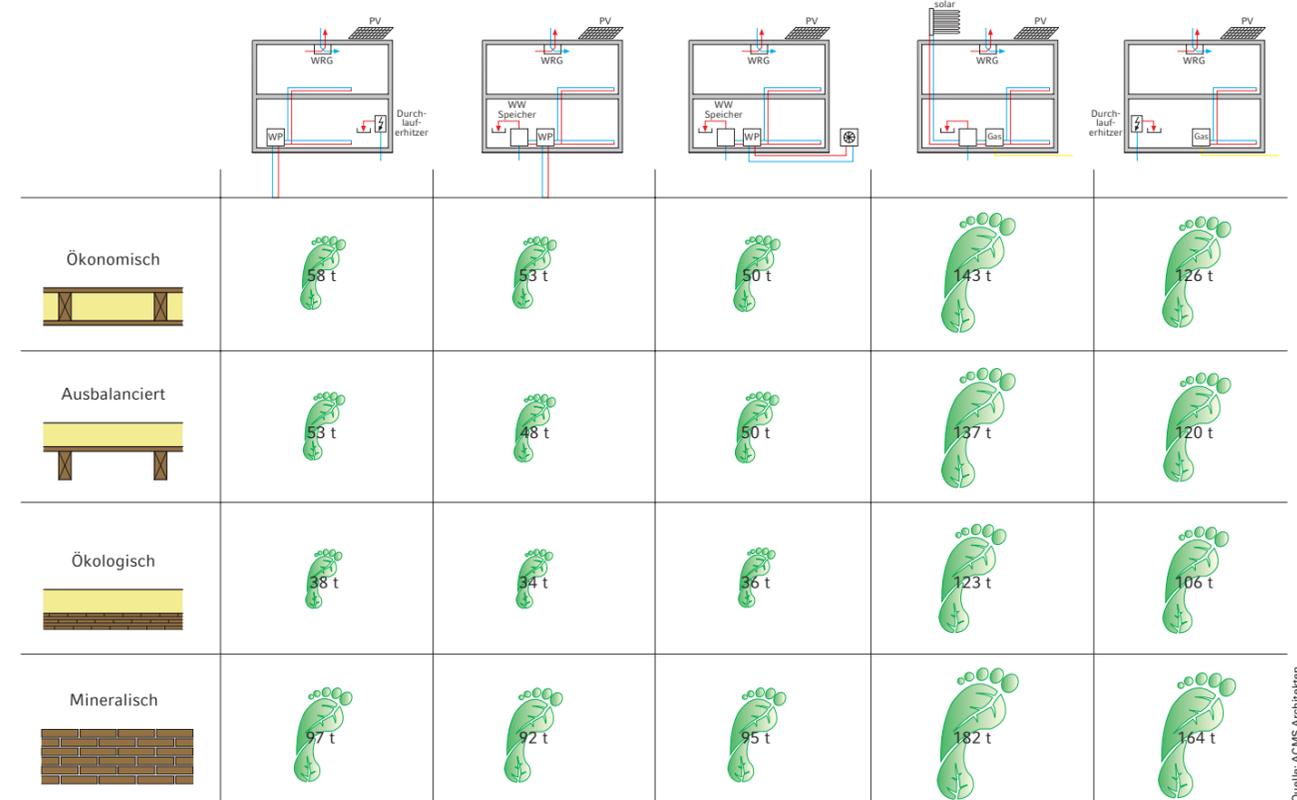
tensätze ist es übergangsweise hilfreich, sich vorwiegend mit dem Treibhauspotential als Leitgröße zu beschäftigen.

**Warum kann es CO<sub>2</sub>-Neutralität nicht geben?**

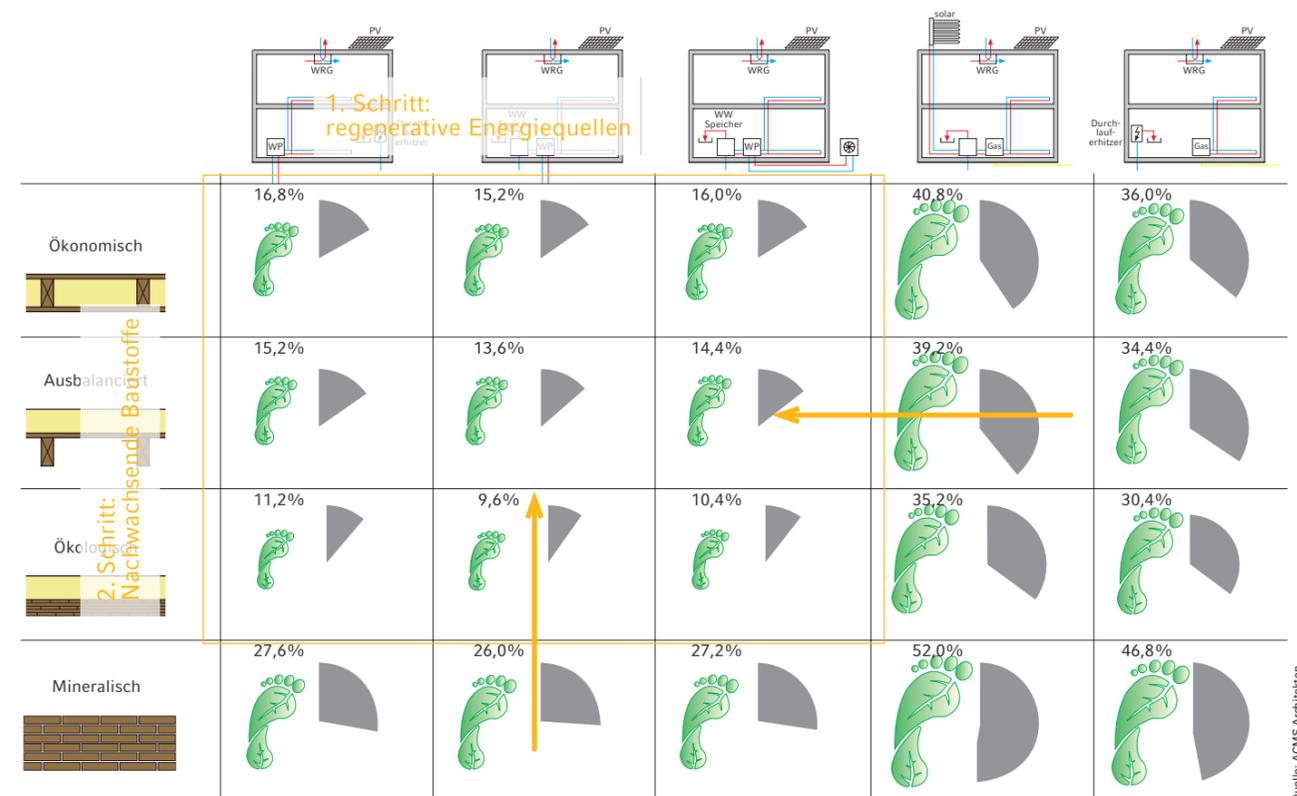
Dass auch die Bewertung unter dem Gesichtspunkt von Ökobilanzen nicht ganz unproblematisch ist, zeigt sich am Beispiel des Begriffs der CO<sub>2</sub>-Neutralität: Brutal ausgedrückt kann ein Gebäude erst dann ernsthaft CO<sub>2</sub>-neutral sein, wenn es gar nicht gebaut wird. Ein Mensch kann erst dann CO<sub>2</sub>-neutral sein, wenn er aufhört zu atmen, was nicht das erklärte Ziel sein kann. Dennoch wird der Begriff der vermeintlichen CO<sub>2</sub>-Neutralität inzwischen nahezu inflationär gebraucht.

Wenn wir uns die vermeintliche CO<sub>2</sub>-Neutralität z. B. eines Transatlantikflugs damit erkaufen, dass wir durch Ausgleichszahlungen dafür sorgen, dass jemand anders seinen Energiebedarf aus nachwachsenden Rohstoffen deckt, mag das aus bilanzieller Sicht zunächst korrekt sein – nachhaltig im Sinne von „tatsächlich langfristig wirksam“ ist es allerdings schon deshalb nicht, weil das Prinzip nur so lange funktioniert, wie es andere Personen gibt, deren Einfluss wir durch unser Handeln positiv beeinflussen können. Sobald sich ein Großteil der Menschheit den globalen Nachhaltigkeitszielen entsprechend verhält, kann der Effekt nicht mehr erzielt werden und das „Bilanzkartenhaus“ bricht in sich zusammen.

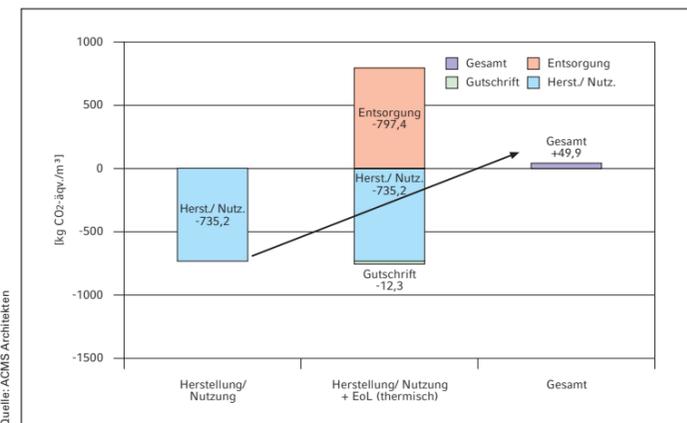
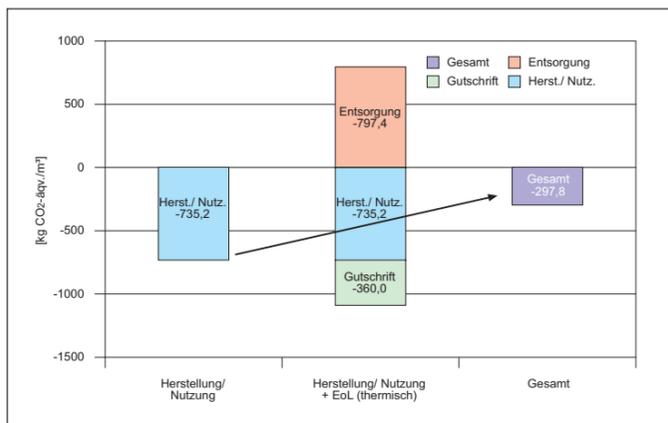
Daher kann es gar nicht um CO<sub>2</sub>-Neutralität gehen. Wir müssen uns vielmehr daran orientieren, welche Treibhausgas-Emissionen unser Planet verkraftet und wie sie global gerecht verteilt werden können. In Deutschland liegen die Treibhausgas-Emissionen pro Kopf aktuell je nach Quelle bei ca. 10t/a, wobei ca.



**CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der unterschiedlichen Konstruktions- und Technikvarianten im Vergleich**



**Anteil an einem umweltverträglichen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck pro Person und Jahr**



CO<sub>2</sub>-Bilanz von Holz bei thermischer Verwendung am Lebensende

CO<sub>2</sub>-Bilanz von Holz bei stofflicher Verwendung am Lebensende

2,0–2,5 t/a als verträglich für unser Ökosystem gelten. Somit muss auch für Bauen, Herstellung und Unterhalt von Wohnraum das Ziel sein, die Treibhaus-Emissionen um mindestens diesen Faktor zu senken.

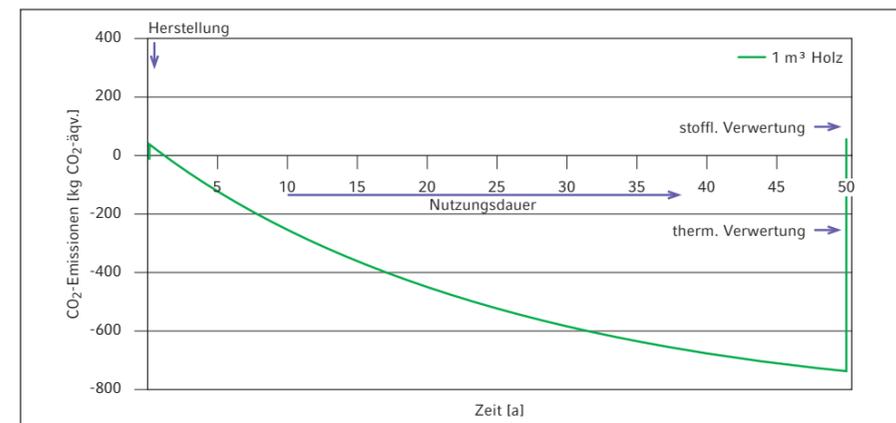
**Was bedeutet das für die Gebäudekonstruktion?**

Der Ersatz von emissionsintensiven Baustoffen erweist sich als wichtigste Strategie, um die Umweltwirkungen aus der Herstellung von Gebäuden drastisch zu reduzieren. Danach kommt der Verwendung von Mate-

rialien, die eine möglichst hohe Lebensdauer von Bauteilen ermöglichen, eine große Bedeutung zu.

Ökobilanzen bergen bei der reinen Fixierung auf Treibhausgaspotentiale allerdings die Gefahr, dass Anreize für einen übermäßigen Materialeinsatz von nachwachsenden Rohstoffen gesehen werden. Durch die Nutzung von Holz als Baustoff wird der Umwelt zunächst das im Material gespeicherte CO<sub>2</sub> entzogen. Daher wirkt sich Holz zunächst senkend auf den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck eines Gebäudes aus. In der Entsorgungspha-

se wird das CO<sub>2</sub> allerdings dem Stoffkreislauf wieder zugeführt, der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck wächst also wieder. Abhängig vom Entsorgungsszenario können zwar Gutschriften vorgenommen werden: Im Falle einer thermischen Verwertung ersetzt das Holz dann bspw. einen fossilen Brennstoff. In der Summe ergibt sich eine negative CO<sub>2</sub>-Emission von Holz, die bei genauerer Betrachtung allerdings nur solange Bestand hat, wie fossile Energieträger verdrängt werden können. Dies kann dazu führen, dass ein übermäßiger Holzeinsatz die Gebäudebilanz kurzfris-



CO<sub>2</sub>-Bilanz von Holz über den Lebenszyklus hinweg für verschiedene Verwertungsszenarien

tig vorteilhafter erscheinen lässt, als gerechtfertigt wäre. Materialsparbarkeit ist daher weiterhin als oberstes Prinzip für nachhaltiges Bauen zu gewährleisten. Zur Erhaltung der Nachnutzbarkeit von Materialien sollten zudem die Kombination und die Verbindung von unterschiedlichen Materialien zwingend so erfolgen, dass sie ohne großen Aufwand wieder getrennt werden können. Diese „blinden Flecken“ in den Ökobilanzen gilt es in Zukunft zu beseitigen. Insgesamt lässt sich feststellen, dass sich bei dem +++Haus allein über Konstruktion und Bauweise die CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 23% reduzieren lassen.

Was bedeutet das für die Gebäudetechnik? Der Wahl des Energieträgers kommt im Vergleich zur Gebäudekonstruktion eine noch größere Bedeutung zu. Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene Technologien von Gasbrennwertkessel, Solarthermie, Luftwärmepumpen, Erdwärmepumpen und Photovoltaik in unterschiedlichen Kombinationen untersucht. Im Ergebnis muss es primär darum gehen, fossile Energieträger durch erneuerbare Energiequellen zu ersetzen. Über die Wahl des Energie- und Technikkonzepts lassen sich im +++Haus die CO<sub>2</sub>-Emissionen um über 40% reduzieren.

**Fazit**

Die zur Erreichung von ganzheitlich umweltverträglichen Gebäudekonzepten erforderlichen Schritte lassen eindeutig gewichten. Im Planungsprozess empfiehlt es sich daher, sie mit der folgenden Priorität zu berücksichtigen:

1. Aufbauend auf dem heute üblichen hohen Dämmstandard ist als erster wichtigster Schritt ein weitgehend emissionsarmes Technikkonzept möglichst ohne fossile Energieträger zu wählen, um so die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Nutzungsphase zu reduzieren.
2. Hiernach ist es von entscheidender Bedeutung, durch Vermeidung von emissionsintensiven Baustoffen auch die aus der Kon-

struktion resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen zu minimieren. Im Klartext bedeutet das die Vermeidung massiver Bauweisen.

3. Im letzten Schritt ist es erforderlich, durch weitergehende Optimierungen und/oder Kompensationsmaßnahmen die Gesamtemissionen des Gebäudes auf ein umweltverträgliches Niveau abzusinken. Um die so erzielten Ergebnisse nicht zu konterkarieren, ist es abschließend von entscheidender Bedeutung, dass der Gebäudeentwurf im Lauf des Entwurfsprozesses im besten Fall kleiner – auf keinen Fall aber größer geworden ist. Umweltwirkungen lassen sich schlichtweg durch nichts effektiver reduzieren, als durch die Minimierung der Gebäudegröße. Daher sollte grundsätzlich die Frage gestellt werden, ob ein Gebäude wirklich nur so groß ist, wie es seine beabsichtigte Funktion erfordert und ob die eingangs genannten Anforderungen an Funktionalität und Ästhetik, Flexibilität sowie Bezahlbarkeit erfüllt werden.

Das +++Haus beantwortet diese Fragen mit einem Kubus (Außenmaße von 9x9m, Höhe 6,5m), in dem eine Nutzfläche von max. 120m<sup>2</sup> realisiert werden kann. Auf dieser Fläche lassen sich neben Koch-, Ess- und Wohnbereich bis zu vier Individualräume und zwei Nasszellen realisieren. Die maximale Belegungsdichte liegt bei fünf Personen. Die Verkehrsflächen wurden dafür auf ein absolutes Minimum reduziert. Die gesamte Technik wurde in die erweiterte Gebäudehülle integriert, sodass eine tatsächliche Flexibilität im Innenraum ohne Änderung der Haustechnik ermöglicht wird. Auf Verklebungen in der Bauteilfüugung wurde verzichtet. Ebenso wurde die Anzahl der zum Einsatz kommenden Materialien minimiert und auf Kombinationen verzichtet, die sich derzeit am Lebensende nicht wirtschaftlich trennen lassen. Die Kosten für das +++Haus liegen je nach Variante zwischen 160000 € und 200000€ (Kostenbasis 2015) und damit im Bereich der in diesem Segment üblichen Baupreise. Die Treibhausgas-Emissionen für die Herstellung und 50-jährige Nutzung des +++Hauses liegen absolut je nach Varianten im Bereich von 33–59 t CO<sub>2</sub>-äquivalent. Das entspricht bei mittlerer Belegungsdichte von 2,8 Personen einer personenbezogenen Emission von 0,24–0,42t CO<sub>2</sub>-äquivalent/(Person und Jahr). Dies wiederum entspricht ca. 10–17% des personenbezogenen umweltverträglichen CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks. Die Referenzvariante lag mit Emissionen von ca. 165t CO<sub>2</sub>-äquivalent um einen Faktor von 2,8 bis 5,0 höher.

	1	2	3	4	5
Ökonomisch	159.945 EUR	158.375 EUR	158.110 EUR	161.419 EUR	161.249 EUR
Ausbalanciert	171.635 EUR	170.066 EUR	169.801 EUR	173.109 EUR	172.940 EUR
Ökologisch	196.855 EUR	195.285 EUR	195.020 EUR	198.328 EUR	198.159 EUR
Mineralisch	210.706 EUR	209.137 EUR	208.872 EUR	212.180 EUR	212.011 EUR

Kosten der unterschiedlichen +++Haus-Varianten inkl. Kompensation durch Photovoltaik

**Autoren**

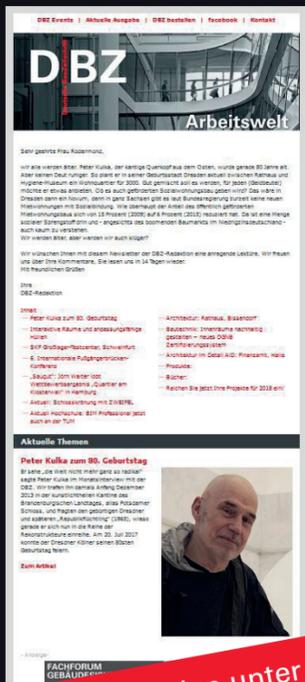


**Björn Fries**, geb. 1980 in Hagen, lebt mit seiner Familie in Köln. Nach dem Architekturstudium in Darmstadt und Delft, NL, arbeitete er zunächst als Planer, von 2010 bis 2017 als projektleitender Architekt im Büro ACMS Architekten und zudem als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule Bochum. Die Schwerpunkte seiner Arbeit liegen im Bereich des Holzbaus, der Vorfertigung und der Energieeffizienz. Seit 2017 ist Björn Fries für Drees & Sommer in Köln im Bereich des Multiprojektmanagements tätig.



**Christian Schlüter**, 1991 Dipl. an der BUGH Wuppertal, 1991–99 Projektpartnerschaften mit Ingenhoven Overdiek Petzinka und Partner (OPP/IOPP) und Petzinka Pink und Partner (PPP). 1996–98 Aufbaustudium „Ökologisches Bauen und Entwerfen“. 1998 Gründung Architektur Contor Müller Schlüter. 2001 Berufung BDA, Wuppertal, 2004 Berufung Konvent Stiftung deutscher Baukultur, 2007 Gründungsmitglied DGNB, 2008 Berufung Hochschule Bochum, Lehrstuhl Baukonstruktion – Nachhaltiges Bauen, Bauen im Bestand. 2012 Beiratsmitglied BDA Wuppertal. 2018 Berufung in den Expertenkreis der Forschungsinitiative Zukunft Bau.

Informationen unter: [www.acms-architekten.de](http://www.acms-architekten.de)



Direkt anmelden unter **DBZ.de**

**Aktuelles aus Architektur und Baupraxis: Bleiben Sie auf dem Laufenden mit dem 14-tägigen Newsletter der DBZ!**

### Lamellenfenster

Die großen Lüftungsquerschnitte der Lamellenfenster von Fieger sorgen für eine effiziente Be- und Entlüftung und bieten im Vergleich zu standardisierten Dreh- und Kippfenstern einen deutlich schnelleren CO<sub>2</sub>-Austausch, denn Temperaturunterschiede bzw. Druckdifferenzen zwischen Innen und Außen lassen die verbrauchte Luft entweichen, während frische Luft hineinströmen kann. Die Lamellen können dabei in einem Winkel von 0–90° geöffnet werden. Bei den Fenstern passiert dies durch eine stufenlose Öffnungsregelung der Lamellen. Für den schnellen Luftaustausch kommen motorisch betriebene, automatische Lamellenfenster zur kontrollierten freien Lüftung zum Einsatz. Das „SmoTec“-Siegel bestätigt jedem Fieger-Lamellenfenster die Eignung zur Entrauchung als natürliches Rauch- und Wärmeabzugsgerät (NRWG) nach DIN EN 12101-2. Dies macht Lamellenlösungen vor allem für öffentliche Gebäude wie Schulen und Universitäten interessant. Mit Zwei- und Dreifachverglasung ist außerdem ein U-Wert von 1,8 bzw. 0,9 W/m<sup>2</sup>K realisierbar. Ungedämmte Lamellenfenster können als Zweite-Haut-Fassade eingesetzt werden. Sie sorgen dann für niedrige Transmissionswärmeverluste und für solare Gewinne im Winter. Zeitgleich entsteht ein erhöhter Schallschutz gegenüber hohen Außenlärmpegeln.



**Fieger Lamellenfenster GmbH, 69488 Birkenau**  
[www.fieger-lamellenfenster.de](http://www.fieger-lamellenfenster.de)

### Wandkassetten-System

Das Wandkassetten-System Metac WS-Plus von ISOVER hat eine Ausführung mit 8 cm Stegüberdeckung für die effiziente Dämmung von Stahlkassetten-Konstruktionen. Das System besteht aus Mineralwolle-Dämmplatten oder -filzen in WLS 032, WL 035 oder WL 040 mit seitlichem Einschnitt zur Aufnahme des Kassettengurtes sowie 8 cm langen Wandkassetten-Befestigern. Die thermische Trennschicht zwischen Kassettengurt und Profil-Außenbekleidung hat eine Dicke von 8 cm und verbessert die Dämmeigenschaften bei gleicher Materialstärke deutlich. Metac WS-Plus erreicht mit einer Dämmstoffdicke von 17 cm in WLS 032 einen U-Wert von 0,24 W/m<sup>2</sup>K – eine Verbesserung um 25% im Vergleich zu einer 4 cm starken Stegüberdeckung. Die Konstruktion erfüllt auch die Anforderungen der um 35% verschärften EnEV. Für besonders hohe Anforderungen an den Brandschutz stehen für alle Anwendungen auch Produktausführungen mit dem Hochleistungsdämmstoff Ultimate zur Verfügung.

**Saint-Gobain ISOVER G+H AG, 68526 Ladenburg**  
[www.isover.de](http://www.isover.de)

### Wärmebrückenfreie Konstruktion

BWM hat die Abstands-konstruktion ATK 601 an die EnEV angepasst und hinsichtlich der Wand-abstände optimiert. Die passivhauszertifizierte Aluminium-Unterkonstruktion eignet sich für alle Befestigungen nach dem „Wandwinkelprinzip“. Sie besitzt hohe Haltekräfte und ermöglicht Festpunkte ohne Querstreben. Die Tragkonstruktion wurde für die sichtbare oder verdeckte Befestigung von großformatigen Fassadenplatten und Formstücken, Profiblechen oder kleinformatigen Platten konzipiert. Sie eignet sich für VHF-Konstruktionen, deren Vorsatzschalen nicht belastet werden dürfen, sowie für vollflächig vorgedämmte Wände. ATK 601 kommt ohne seitliche Aussteifungen oder Abhänger aus. Die vertikalen System-Profile zur Aufnahme der Fassadenbekleidung werden bei dem System über Systemdübel durch die Dämmebene hindurch in der tragenden Wand verankert. So können die punktuellen Wärmebrücken erheblich reduziert und quasi wärmebrückenfreie VHF-Konstruktionen schnell und nachhaltig umgesetzt werden.

**BMW Dübel + Montagetechnik GmbH, 70771 Leinfelden-Echterdingen**  
[www.bwm.de](http://www.bwm.de)

### Kaminfertigfuß für kellerloses Bauen

Mit dem Design-Fertigfuß aus dem Schiedel Schornsteinprogramm ABSOLUT kann ein Kamin frei im Gebäude geplant werden, ohne auf die Optik der Putztüren im Wohnraum Rücksicht nehmen zu müssen. Der Kaminfertigfuß eignet sich daher für Gebäude, die ohne Keller ausgeführt werden. Er verfügt statt der üblichen Putztüren über eine Putzträgertür, die nur eine minimale Schattenfuge im Wohnraum sichtbar hinterlässt. Die bündig abschließende Tür ist für das bauseitige Verkleiden, z.B. Verputzen, vorbereitet. So integriert sich das Bauteil auf fast unsichtbare Weise in das Wohnumfeld und erfüllt den Wunsch vieler Architekten und Bauherren nach einer für Wohnräume ansprechenden Optik. Der Anschluss für die Verbrennungsluftzuführung von Kamin- und Kachelofen kann im Sockelbereich problemlos allseitig durchgeführt werden. Weitere Kriterien wie ein intelligentes Kondensatmanagement und eine einfache Revisionsbarkeit hat der Hersteller in das Bauteil integriert. Der Schiedel Design-Fertigfuß ist für die ABSOLUT Typen einzügig und einzügig mit Thermo-Luftzug für die Durchmesser 12 bis 18 cm lieferbar und wurde mit dem Innovationspreis PLUS X AWARD ausgezeichnet.



**Schiedel GmbH & Co. KG, 80995 München**  
[www.schiedel.de](http://www.schiedel.de)

### Smart Lighting

Bei Smart Lighting von Selux wird Technik nicht als Selbstzweck, sondern sinnvoll eingesetzt. Die Stadtbeleuchtung bildet dafür die logische Basis, denn sie stellt eine große Zahl von Installationspunkten mit Stromversorgung bereit. Smarte Leuchten werden so zu Knoten eines flächendeckenden digitalen Netzwerks. Konsequenterweise modular gedachte Produkte, wie die Lichtstele Lif bieten die Voraussetzung für die Integration smarter Funktionen. So lässt sich durch adaptive Beleuchtung einerseits Energie sparen, andererseits die Erlebnisqualität im Stadtraum steigern. Doch die Vernetzung ist keine Einbahnstraße. Sensoren in den Leuchten können Daten sammeln und in Echtzeit übermitteln: von lokalen Helligkeits- und Wetterdaten über Verkehrsfluss und -dichte bis zur Luftqualität. So lassen sich Szenarien entwickeln, um z. B. Verkehrsflüsse zu regeln oder Logistikketten zu optimieren. Kameras sorgen an neuronalen Punkten der Stadt für mehr Sicherheit. Umgekehrt können smarte Leuchten auch ihre Umgebung mit Informationen versorgen, über Lautsprecher, Displays, Beacons oder Wifi-Hotspots. Auch Ladestationen für Elektrofahrzeuge lassen sich in die Leuchten von Selux integrieren.



**Selux AG, 12277 Berlin**  
[www.selux.com](http://www.selux.com)



### Rauchschutz?

Leben retten,  
Sachwerte schützen,  
Löschangriff unterstützen ...  
Sicher geplant.



- Natürliche und maschinelle RWA-Systeme für eine gezielte, rasche Ableitung von heißen und giftigen Rauch- und Brandgasen und zur Unterstützung von Rettungs- und Löscharbeiten
- Maßgeschneiderte Systemlösungen für den Schutz von Personen, Sach- und Immobilienwerten
- Einbindung in die Gebäudeleittechnik
- Pneumatisch oder elektrisch
- Zertifizierte Qualität für höchste Zuverlässigkeit der Systeme (DIN EN 12101-2)



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