Juli | August 2023
13. Jahrgang, Ausgabe 72
23631 ISSN: 2701-7117
www.geg-baupraxis.de

GEG Baupraxis

Fachmagazin für energieeffiziente und ressourcenschonende Neu- und Bestandsbauten

PV-Strategie – Mehr Gas beim Solarstrom

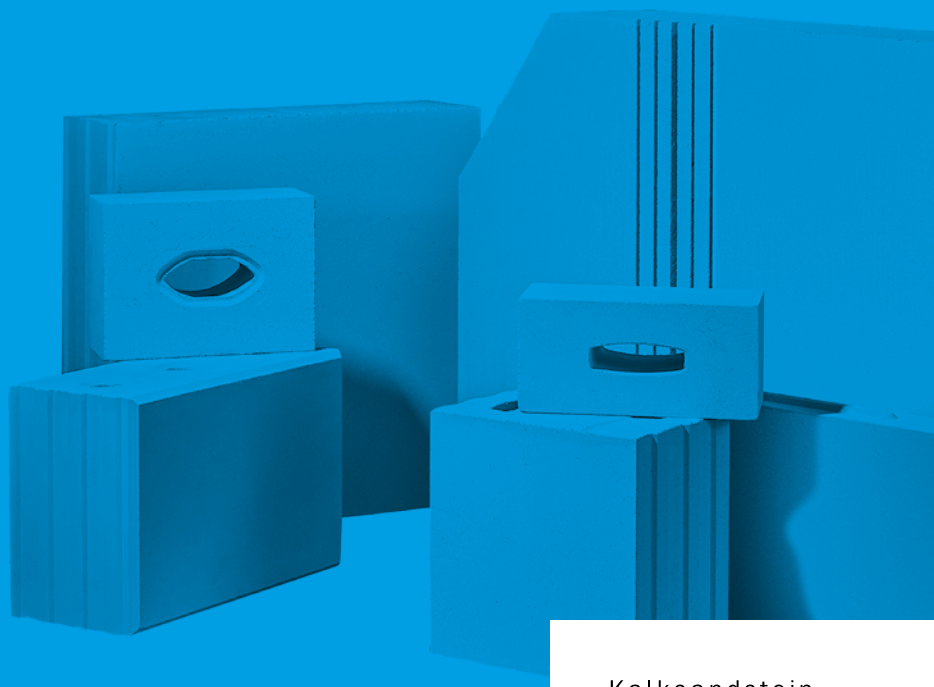
Kellersanierung – Missachtung des Abdichtungslastfalls

Modulbau – Zwischen Widrigkeiten und Möglichkeiten

KLIMAGERECHT BAUEN

Kompakte Gebäudegeometrie

CO_2-TRESORE, DIE NIEMALS ZU KNACKEN SIND.*



*Kalksandstein speichert CO_2 und schließt es für immer weg – egal was passiert. Recarbonatisierung im Wohnungsbau. **inzukunftks.de**

Kalksandstein KS*
DAS ORIGINAL

Foto © Thomas Popinger

Bild: © Philip Steury – stock.adobe.com

Kein GEG an Bord?

Das neue Gebäudeenergiegesetz steht an und wir berichten nicht darüber? Sie wundern sich vielleicht, warum in dieser Ausgabe kein Beitrag über das zu finden ist, was nun konkret in 2024 kommen soll. Der Grund: Unser Magazin ging am 04.07.2023 in Druck und bei Redaktionsschluss stand zum GEG 2024 nur fest, dass eine endgültige Verabschiedung der Novelle im Bundesrat am 07.07.2023 noch vor der Sommerpause wahrscheinlich sei. Im Mai berichteten wir über den geplanten Gesetzesentwurf und unser Autor, Architekt und Passivhausplaner Prof. Dr. Werner Friedl, schrieb damals: „Änderungen sind aber noch durchaus möglich." Diese kamen auch, werden seither wieder heftig diskutiert und die Presse berichtet eifrig darüber. Wir haben beschlossen, nun nicht schon wieder Seiten zu füllen mit Inhalten, die noch nicht verbindlich feststehen. Wir berichten ausführlich, wenn „das Ei gelegt" ist.

An dieser Stelle sei nur so viel gesagt: Das GEG soll nun an eine verpflichtende Kommunale Wärmeplanung (KWP) geknüpft werden. Sie soll deutschlandweit bis 2028 vorliegen und zentraler Bezugspunkt für verpflichtende Maßnahmen im Bestand sein. Beim Heizungstausch sollen die GEG-Regelungen erst gelten, wenn die KWP vorliegt. In Neubaugebieten gelten die Regelungen ab 01.01.2024. Auch dürfen – gemäß jetzt vorliegendem GEG-Kompromiss – ab dem 01.01.2024 Gasheizungen eingebaut werden, wenn sie H_2-ready sind. Zudem sollen nun beim Umstieg auf klimaneutrale Heizungssysteme die verschiedenen Optionen gleichwertig behandelt werden, um regionalen Unterschieden Rechnung zu tragen. Bei allen Erfüllungsoptionen sollen die diskriminierenden technischen Anforderungen an Heizung und Infrastruktur gestrichen werden. Das bedeutet etwa, dass Heizungen, die mit Holz und Pellets betrieben werden, die 65 %-Vorgabe ausnahmslos erfüllen.

Die Reaktionen auf den neuen Entwurf sind – wie gesagt – wieder sehr gemischt. Viele erachten die Wasserstoff-Komponente als unrealistisch. Andere, darunter auch das Öko-Zentrum NRW, bemängeln bspw. die Kopplung eines Gesetzes an ein „noch nicht ausformuliertes, geschweige denn politisch beschlossenes Planungsgesetz für die Wärmeversorgung von Morgen". Der Entwurf für dieses „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze" soll Anfang Juli 2023 vom Bundeskabinett beschlossen werden und ins parlamentarische Verfahren gehen. Bis Ende des Jahres soll es dann vom Bundestag beschlossen werden und in Kraft treten (Stand: BMWSB, 02.06.2023). Bleibt abzuwarten, wann dann die nächste Novelle kommt. Aber: Zwischen den Schwierigkeiten liegen bekanntlich die Möglichkeiten. Um diese zu nutzen, kann man auf die Vorgaben der Politik warten, muss man aber nicht. Die Zielmarken, bis wann welche CO_2-Ausstöße zu erreichen sind, sind schon seit Längerem klar. Und vorausschauendes Handeln bzw. Weichenstellen sollten zumindest auch entscheidende Entwicklungstreiber einer Branche beherrschen, die nicht in der Politik sitzen.

Bis dahin wünschen wir Ihnen eine gute Zeit und eine erholsame Sommerpause!

Ihr GEG Baupraxis-Team

Sandra Hoffmann,
Redaktion GEG Baupraxis

Jona Kron
Redaktion GEG Baupraxis

INHALT

6

Bild: © Dans - stock.adobe.com

12

Bild: © Mario Brunner Photography

18

Bild: © Wu – stock.adobe.com

36

Bild: © Fokussiert - stock.adobe.com

40

Bild: © happydon – stock.adobe.com

46

Bild: © Robert Poorten - stock.adobe.com

TITELTHEMA

Modulbau
Zwischen Widrigkeiten und Möglichkeiten 6

Sara Kulturhus, Schweden
Holz auf neuen Höhen 11

REALISIERTE OBJEKTE

Bürobau Pfeiffer + Geiger, Sachsenheim
Liaison aus Holz und Beton 12

ENERGIEBERATUNG

Klimagerecht bauen
Kompakte, flächenoptimierte Gebäudegeometrie 18

Energieberatung – News 24

GEBÄUDEHÜLLE

Missachtung des Abdichtungslastfalls
Feuchte im Keller 26

Gebäudehülle – News 34

ANLAGENTECHNIK

Tipps zur Beratung für Haustechnikplaner
Regenwassernutzung in Haus und Garten 36

PV-Strategie
Mehr Gas beim Solarstrom 40

Solarenergie
Steckersolaranlage mit Speicher 46

Anlagentechnik – News 50

SONSTIGES

Editorial 3
Veranstaltungen 33
Branchenverzeichnis 52
Impressum 53
Vorschau 54

Bild: © Dans – stock.adobe.com

Modulare Vorfertigung

Eine junge Bauweise geht ihren Weg

Modulbauten sind im Kommen und spielen in einigen Bereichen gar das bessere Blatt als konventionelle Kollegen. Auf der anderen Seite ist die junge Bauweise in puncto Genehmigungsverfahren noch etwas im Nachteil, weil in manchen Bereichen noch nicht so viele Prüfverfahren absolviert sind, wie bei traditionellen Methoden. Branche und Gesetzgeber arbeiten mit Hochdruck daran, alle Prozesse zu beschleunigen.

Modulbau macht sich – auch optisch. Zwar gibt es immer noch realisierte Projekte, die die „Kiste“ nicht abstreiten können. Das gilt aber auch für konventionell realisierte Werke: Auch sie singen nicht alle immer den wohlklingendsten formalen Kanon. Und abgesehen davon, dass – rein „verbrauchsgeometrisch“ betrachtet – ein kompakter Baukörper durchaus punkten kann, gibt es inzwischen viele Modulbauten auf dem Markt, die gestalterisch sehr wohl überzeugen. Obendrein lassen sich Immobilien aus vorgefertigten Raumzellen schnell errichten, lange nutzen, gut umnutzen, leicht rückbauen und ein hoher Anteil der Materialien entweder wiederverwenden oder recyceln. Dank der (witterungsunabhängigen) industriellen Vorfertigung erfüllen die Bauteile hohe und gleichbleibende Qualitätsansprüche, während der Ressourceneinsatz optimiert und entsprechend sparsam ist. Ein weiterer Vorteil: Modulgebäude werden bei den allermeisten Herstellern vor Baubeginn in einem integralen Prozess komplett fertig geplant, d. h. es finden keine Änderungen mehr am Entwurf statt, sobald das Projekt in der Realisierung ist. Nach Aussage der Alho Systembau GmbH beziffern Analysen die Fehlerkostenanteile in der deutschen Baubranche auf durchschnittlich fast 16 % des Jahresumsatzes. Das liegt meist an der „Unart“ der baubegleitenden Planung, die sich ins konventionelle Verfahren eingeschlichen hat und oft Mängel, Verzögerungen und Kostensteigerungen nach sich zieht.

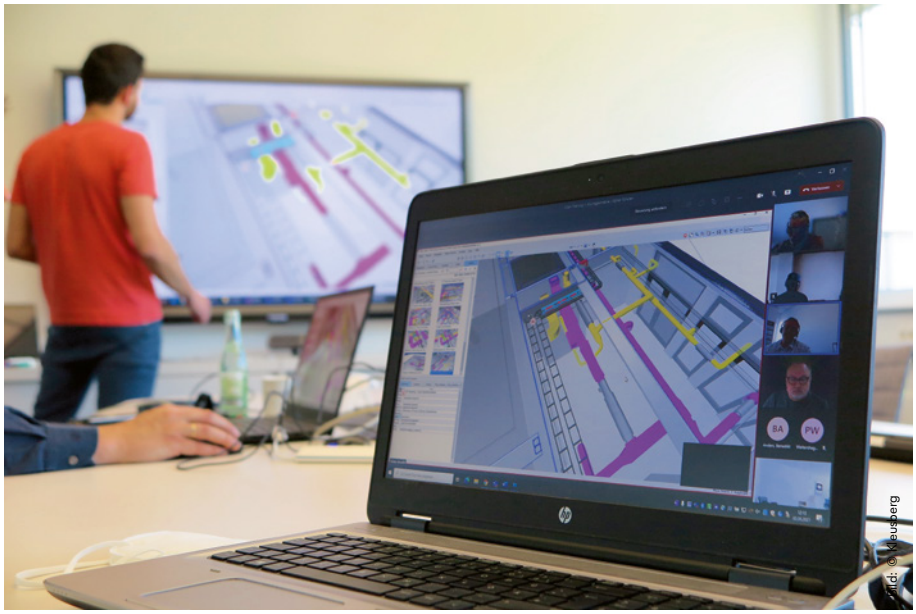
Bei der Planung seriell bzw. modular gefertigter Bauten setzen die meisten Hersteller inzwischen auf digitale Planungsmethoden und

Building Information Modeling. Mit BIM bleibt die komplette Wertschöpfungskette im Blick bzw. kann auch der gesamte Lebenszy-klus bis hin zum Rückbau im Blick bleiben. Das spielt der zunehmenden Digitalisierung in die Karten – die politisch ebenso gewollt ist wie das modulare Bauen an sich. Nicht zuletzt deshalb hat das serielle/modulare Bauen in den letzten Jahren eine große Dynamik entwickelt. Einen großen Anteil daran hat auch das im Oktober vergangenen Jahres veröffentlichte Maßnahmenpaket „für eine Bau-, Investitions- und Innovationsoffensive" des Bündnisses bezahlbarer Wohnraum. Ziel dieses Bündnisses, in dem der Bund u. a. mit den Ländern, kommunalen Spitzenverbänden sowie der Wohnungs- und Bauwirtschaft zusammenarbeitet, ist die Errichtung von 400.000 Wohnungen pro Jahr, davon 100.000 öffentlich gefördert. Einmal abgesehen von der Frage, wie realistisch die Umsetzung dieser ambitionierten Marke, die derzeit nicht erreicht wird, künftig ist – im seriellen und modularen Bauen sehen die Akteure jedenfalls ein „wichtiges Instrument, um rasch bezahlbaren, bedarfsgerechten, klimagerechten und nachhaltigen Wohnraum bereitzustellen". Weil sich mit dieser Bauweise Planungsprozesse und Bauzeiten deutlich verkürzen lassen.

Genehmigungssituation

Allerdings ist zu beachten, dass an mancher Stelle und in manchen Bundesländern Genehmigungsprozesse anders verlaufen als bei konventionellen Bauweisen und mitunter auch länger dauern können. Generell unterliegen Gebäude aus vorgefertigten Raumsystemen den Landesbauordnungen – ganz, wie konventionelle Bauten auch. Allerdings mit dem Unterschied, dass Letztere die Zulassung für die Liga der „geregelten Bauprodukte/-arten" haben. Ihre Konstruktionen und Elemente sind seit mehreren Jahrzehnten erprobt, in unzähligen Prüfverfahren entsprechend den jeweiligen Schutzzielen getestet und gemäß verbindlichen Technischen Regeln zugelassen. Und in dieser Hinsicht kann die deutlich jüngere Modulbauweise noch nicht ganz mit den „alten Hasen" mithalten. Da sie in Summe noch nicht derart viele Prüfungen, Ergebnisse und Erfahrungen vorweisen kann, tritt sie in der genehmigungsrechtlichen Betrachtung als nicht geregeltes Bauprodukt/-art an und muss – bevor sie auf den Platz darf – entsprechende Ver- und Anwendbarkeitsnachweise erbringen. Dazu zählen u. a. allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) oder allgemeine Bauartgenehmigungen (aBg), die bundesweit Wirkung entfalten würden, oder vorhabenbezogene Nachweise in Form von Zustimmungen im Einzelfall (ZiE) oder vorhabenbezogenen Bauartgenehmigungen (vBg), die für jedes Bauvorhaben neu beantragt werden müssen. Um solche Nachweise zu erlangen, haben viele Modulbauer ihre diversen Konstruktionen allgemeinen Prüfungen unterzogen. Kleusberg war etwa der erste Modulbau-Anbieter, der beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt, Berlin) eine aBg beantragt und erhalten hat. Generell sind die Verfahren, die einer solchen Zulassung zugrunde liegen, aufwendig, da es – wie bereits erwähnt – um das Erfüllen verschiedener Schutzziele geht. Vor allem brandschutztechnische und statische Belange stehen dabei im Fokus.

Vor der Notwendigkeit der föderalen baurechtlichen Genehmigung stehen, wie gesagt, auch die konventionellen Bauvorhaben, aber dank der Einstufung in geregelte Bauprodukte/-arten laufen die Prozesse hier i. d. R. schneller und oft einfacher ab. Zumindest bislang noch, denn die Genehmigung seriell und modular geplanter Gebäude soll in Deutschland beschleunigt werden. Dazu sagt etwa das Maßnahmenpaket des Bündnisses bezahlbarer Wohnraum, das die Entwicklung der jungen Bauweise sowohl im Neubau als auch bei der Aufstockung von bestehenden Gebäuden weiter unterstützen und fördern soll: „Das in vielen Landesbauordnungen verankerte Instrument der Typengenehmigungen kann Genehmigungsprozesse örtlicher Bauvorhaben vereinfachen und beschleunigen. Durch die Aufnahme von Typengenehmigungen in alle Landesbauordnungen können ihre Vorteile auch überregional genutzt werden." Die Länder sollen nun einerseits die Musterbauordnung weiterentwickeln, andererseits die Harmonisierung des Bauordnungsrechts weiter vorantreiben und dabei die „kluge Balance" wahren zwischen Harmonisierung und weiter bestehenden, föderalen Abweichungen. Und um das Bauordnungsrecht kontinuierlich entlang veränderter Anforderungen weiterzuentwickeln, sollen einzelne Länder Pionierrollen einnehmen können.

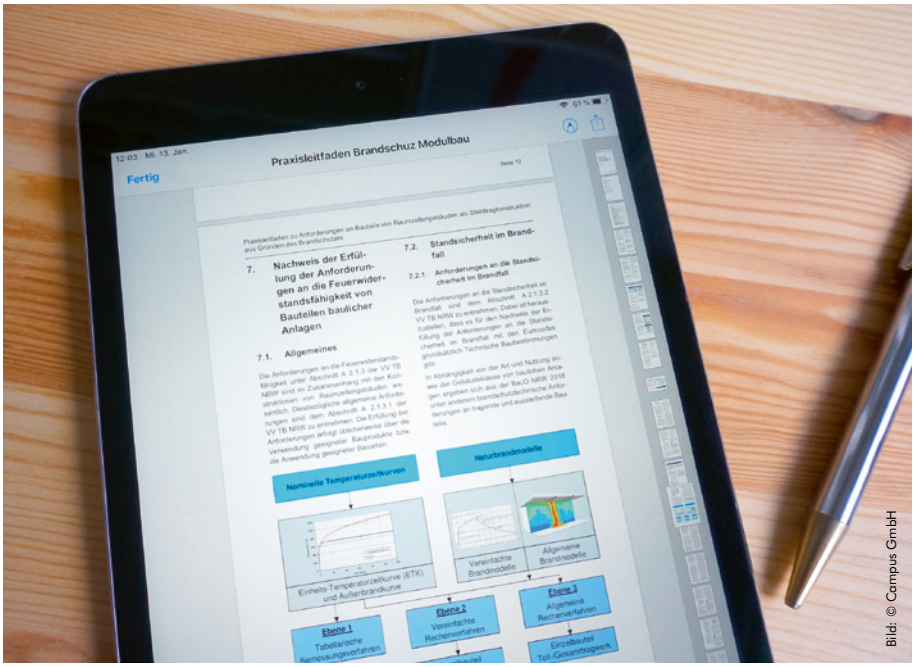


2 | Kleusberg hat unter Einbezug des Lean-Managements eine digitale Lösung zur Projektabwicklung entwickelt. Auf einer einheitlichen Plattform arbeiten alle Beteiligten intelligent vernetzt in Echtzeit zusammen. Zu Beginn definiert und dokumentiert Kleusberg eigene Anforderungen, Prozesse und Strukturen, wie etwa die grundsätzliche Vorgehensweise und technische Eckdaten zum BIM-Modellaustausch (z. B. Dateiformat, Bauteilinformationen, Detailtiefe der Geometrien). Dann wird mit Fachplanern der BIM-Abwicklungsplan erstellt und nach Auftragserteilung beginnt Kleusberg auf Basis der Entwurfs-/Genehmigungsplanung mit dem BIM-Modell. Dieses steht den Planungsbeteiligten per CDE-Plattform (Common Data Environment) zur Verfügung und dient als Arbeitsgrundlage für alle folgenden Fachplanungsaufgaben.

Forschen für die Zukunft

Um die Seite der Verwaltung in seiner Diskussionsrunde vertreten zu lassen, lud der Bundesverband Bausysteme Johannes Bröhl auf die Bau 2023 ein, der sich intensiv für die Etablierung der Modulbauweise einsetzt. Der Bauingenieur ist Referent für Bautechnik und Bauphysik bei der Obersten Bauaufsicht des Landes Nordrhein-Westfalen sowie Mitglied der Projektgruppe Innovatives Bauen und Digitalisierung der Bauwirtschaft beim Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung in NRW. In dieser Funktion arbeitet er u. a. mit Herstellern und (Forschungs)Partnern, wie etwa dem Center Building and Infrastructure Engineering (CBI) der RWTH Aachen, zusammen, um das Thema Modulbau auch in Prüf- und Genehmigungssicht voranzutreiben. Den generellen Status quo der Modulbauweise in Deutschland schätzt er wie folgt ein: „Es tut sich viel an allen ‚Fronten'. Dabei geht es nicht mehr um die Anfangsdiskussion, Stichwort: ‚Plattenbau 2.0'. Darüber sind wir dank der Projekte, die mittlerweile realisiert sind und für eine entsprechende Nachfrage gesorgt haben, hinaus. Das wesentliche Ziel ist nun, die vorhandenen Instrumente des Baurechts so zu nutzen, dass die Hersteller ein Produkt flächenmäßig gleichermaßen über die Ländergrenzen hinweg in ganz Deutschland ausrollen können." Bröhl und seine Kollegen arbeiten auf vielen verschiedenen Ebenen mit Partnern wie dem Bundesverband Bausysteme, dem CBI sowie Herstellern und Planern an verschiedenen Ansätzen, um die Etablierung der Modulbauweise noch schneller voranzutreiben.

3 | Modulbau könnte helfen, einige der aktuellen Herausforderungen der Baubranche zu lösen. Das wesentliche Ziel ist nun, die vorhandenen Instrumente des Baurechts so zu nutzen, dass die Hersteller ein Produkt flächenmäßig gleichermaßen über die Ländergrenzen hinweg in ganz Deutschland ausrollen können.



4 | Das Center Building and Infrastructure Engineering (CBI) im Cluster Bauen auf dem RWTH Aachen Campus hat mit Modulbauern und dem Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung NRW den ersten „Praxisleitfaden zu Anforderungen an Bauteile von Raumzellengebäuden als Stahltragkonstruktion aus Gründen des Brandschutzes" erarbeitet. Diese einheitliche Hilfestellung für Bauherrschaften, Planer, Hersteller sowie Behörden umfasst u. a. die Einführung und Definition von Begrifflichkeiten und Anforderungen, die Unterteilung in die drei Raumzellentypen: Typ I (Seefrachtcontainer), Typ II (nach außen freie Stahlrahmen) und Typ III (nach außen beplankte Stahlrahmen), die Auflistung und Evaluierung der Nachweisformen der Verwendbarkeit und Anwendbarkeit auf nationaler sowie europäischer Ebene und die Darstellung alternativer Nachweisansätze auf Basis der Bauordnung für das Land NRW. Der Leitfaden ist verfügbar unter → https://cbi.rwth-campus.com/wp-content/uploads/sites/32/2016/11/2020-Praxisleitfaden-Brandschuz-Modulbau.pdf

Bröhl verweist aber auch darauf, dass all die prüfrechtlichen und technischen Aspekte ihre Zeit brauchen, denn die konstruktiven Besonderheiten der Modulbauweise weichen von etablierten Methoden ab. Im Fokus der Betrachtungen stehen u. a. Aspekte wie die Verbindungstechniken bzw. Kopplung der Module. Solche Konstruktionen gibt es im Beton- und Mauerwerksbau nicht. Oder bauordnungsrechtliche Definitionen der einzelnen Bauteile, an die verschiedene Anforderungen gestellt werden. Eine Wand im Mauerwerksbau unterscheidet sich stark von einer Wand im Modulbau. Man muss nun sehen, ob die Prüfungen, die dem bauordnungsrechtlichen Sicherheitsniveau zugrunde liegen, dazu geeignet sind,

auch den Modulbau prüfen zu können. Konkret hat Bröhl bzw. das Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung NRW bspw. in Kooperation mit dem CBI sowie den auf Brandschutz spezialisierten Ingenieuren und Sachverständigen von BFT Cognos und verschiedenen Herstellern bereits den ersten Praxisleitfaden für brandschutztechnische Nachweise im Modulbau erarbeitet. Vorgestellt wurde der Leitfaden im November 2020.

Das CBI, das bis Juni 2023 Dr. Carl Richter leitete, wurde 2019 gegründet und hat sich schnell auch dem Thema Raumzellenbau, v. a. im Bereich Stahl, gewidmet und dabei – nicht zuletzt für den Praxisleitfaden – das „heiße" Thema Brandschutz in den Fokus genommen. Dabei ging es vorrangig um grundsätzliche rechtliche Fragen. Derzeit identifizieren die Wissenschaftler in einem vom Land NRW geförderten Forschungsprojekt mit Herstellern und Behörden typische Problemstellungen in der Praxis und formulieren Lösungen, v. a. für den Raumabschluss. Noch gibt es für ihn keine Technische Regel. Nach der Definition des Stands der Technik wurden Konstruktionsmerkmale erarbeitet und entsprechende Prüfungen vorbereitet, die aktuell laufen. Die Ergebnisse sollen in eine Richtlinie einfließen. Demnächst soll dieses Thema in die ARGEBAU (Arbeitsgemeinschaft des Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesens des Vereinigten Wirtschaftsgebiets) eingebracht werden. Auch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt), das für die Genehmigung regelungsbedürftiger Bauprodukte/-arten zuständig ist, ist informiert.

Die möglichst schnelle Regelung bislang fehlender Nachweise im Bereich des Brandschutzes im Hinblick auf die Raummodulbauweise würde nicht nur die Lücke zwischen Hersteller und Gesetzgeber füllen, sondern auch die zwischen Gesetzgeber und kommunaler unterer Bauaufsicht. Immerhin sind es die Kommunen, die Herausforderungen, wie zusätzlichen bezahlbaren Wohnraum oder Schulen und Kindergärten, möglichst schnell lösen müssen. Gerade bei sozial geförderten Wohnungsprojekten ist der Druck hoch. Aber unabhängig davon haben auch private Investoren mit anderen Bauaufgaben nichts dagegen, wenn Genehmigungsprozesse dank vorliegender Brandschutznachweise effizient ablaufen und Baumaßnahmen schnell gestartet sowie umgesetzt werden können.

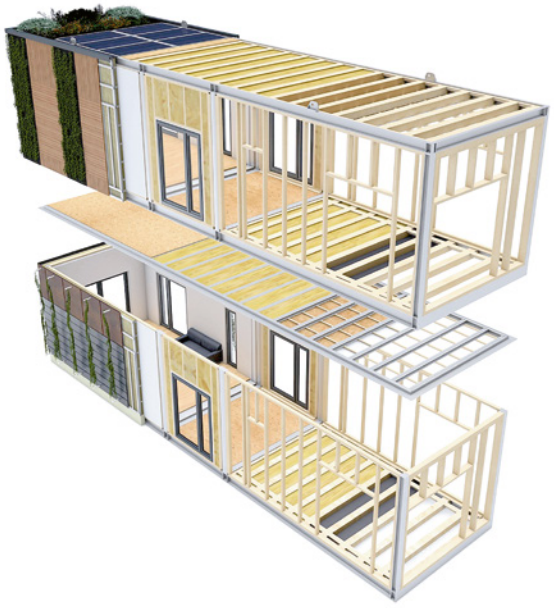


Bild: © Alho

5 | Um noch mehr Nachhaltigkeit zu generieren und die jeweiligen Vorzüge verschiedener Materialien optimal auszunutzen, kommen immer mehr Hybridsysteme in den Modulbau. So hat etwa das bis dato auf Stahlskelett-Module fokussierende Unternehmen Alho auf der Bau 2023 seinen neuen Hybrid aus Stahl und Holz vorgestellt. Während der Rahmen weiterhin aus Stahl besteht, um große Spannweiten zu realisieren, bestehen Decken und Außenwände aus Holz. Diese Konstruktion erreicht ein Holzvolumen von rd. 70 % und eignet sich für den Bau von Bürogebäuden, Bildungsimmobilien und Wohngebäuden der Gebäudeklasse 4. Die schlanken zweischaligen Zwischendecken mit Installationshohlraum ermöglichen hohe und luftige Innenräume bei geringen Geschosshöhen.

BAUEN MIT SYSTEM

WIR REALISIEREN IHR GEBÄUDE IN MODULARER BAUWEISE.

INNOVATIVE **DETAILLÖSUNGEN**, ZUKUNFTSORIENTIERTE **KONZEPTE** UND EINE ZIELSICHERE **PLANUNG** NACH **IHREN** VORSTELLUNGEN.

- SCHULGEBÄUDE
- KINDERTAGESSTÄTTEN
- UNIVERSITÄTSGEBÄUDE
- PFLEGEEINRICHTUNGEN
- VERWALTUNGSGEBÄUDE

SÄBU

www.saebu.de
modulbau@saebu.de

6 | Fast eine Million mehr Schüler werden bis Mitte der 2030er-Jahre zu unterrichten sein, so die Prognose der Kultusministerkonferenz. Auch hier gilt es, schnell und kostengünstig nachhaltigen Raum zu schaffen. Unter diesem Aspekt entstand ein modulares Schulgebäude in Krefeld, das aus 34 vorgefertigten Raumeinheiten des Stahlmodulbauers Säbu besteht. Passgenaue Produktion reduziert Abfall und Materialverschnitt auf ein Minimum. Die Schule soll dauerhaft genutzt werden, kann bei sich änderndem Bedarf aber auch umgebaut oder versetzt werden. Auch ein Anbau oder eine Aufstockung lassen sich schnell realisieren.

7 | Die Lechner Group realisiert Modulbauten aus Holz, Beton oder einer Kombination daraus. In puncto Beton kommt bei der Baustoffherstellung ein dekarbonisierter Zement mit ausschließlich per Solarstrom gewonnenen RC-Materialien zum Einsatz. Dieser Zement macht eine CO_2-Reduktion nach DIN EN 206–1 von bis zu 50 % möglich. Im Bild: Derzeit realisiert das Unternehmen bspw. zwei elfgeschossige Wohnhäuser für insgesamt 800 Studenten. Das Projekt, das ca. 17.000 m² BGF umfasst, entsteht in der Rhinstraße in Berlin.

Behörden früh einbeziehen

Was auf jeden Fall jetzt schon hilfreich ist, wenn ein Modulgebäude realisiert werden soll: Auch die jeweils zuständige Genehmigungsbehörde sollte früh in den integralen Planungsprozess miteinbezogen und klar geklärt werden, welche Unterlagen in welcher Form erwartet werden. Wenn die Abläufe professionell vorbereitet sind, ist es – so berichteten viele Teilnehmer an der Diskussionsrunde – i. d. R. kein Problem, eine Zustimmung im Einzelfall zu bekommen. Also gilt: Von Anfang an einen vollständig ausgefüllten Bauantrag mit detailliert ausgearbeitetem Brandschutzkonzept und allen Ausführungsplänen einreichen. Zudem empfiehlt es sich, im Vorfeld sehr genau zu prüfen, in welchem Bundesland das Projekt realisiert werden soll, welche die zuständige Behörde ist und welche Anforderungen gestellt werden. Ein Diskussionsteilnehmer sagte hierzu etwa: „Wir betrachten das Bauamt in dem Moment, als wäre es unser Kunde." Das – und auch all die zuvor erwähnten Punkte – sind aber auch bei einem konventionellen Projekt nie eine schlechte Idee.

Der Modulbau an sich stellt sich für die Herausforderungen der Branche mit unterschiedlichsten System auf und deckt dabei v. a. die Materialitäten Stahl, Holz und Beton ab. Auch Hybridkonstruktionen, die die unterschiedlichen Materialien so einsetzen, dass sie ihre Stärken und Nachhaltigkeitspotenziale möglichst gut ausspielen können, kommen immer stärker auf den Markt. So hat etwa das bis dato auf Stahlskelett-Module fokussierende Unternehmen Alho auf der Bau 2023 sein neues Hybridsystem aus Stahl und Holz vorgestellt. Während der Rahmen weiterhin aus Stahl besteht, um große Spannweiten zu realisieren, werden die Ausfachungen hier durch Holz ersetzt. Gründe dafür sind Argumente wie stärkerer Einsatz nachwachsender Rohstoffe und bessere CO_2-Speicherung durch Holz. Und da Kunden in letzter Zeit immer öfter fragen: „Geht das auch in Holz?" hat etwa auch die Lechner Group entsprechend reagiert und ihren „Cube" aus Beton um einen aus Holz ergänzt. Andere Hersteller, wie etwa Max Bögl, wollen zwar weiterhin rein bei Beton bleiben, arbeiten aber u. a. an CO_2-minimierten Betonen.

Sandra Hoffmann

Bild: © White Arkitekter

Sara Kulturhus, Schweden

Holz auf neuen Höhen

Das Kulturzentrum und Hotel „Sara Kulturhus“ von White Arkitekter liegt in Skellefteå und ist eins der höchsten Holzgebäude der Welt. Das klimapositive[1)] Gebäude, das zum Teil aus Holzmodulen errichtet wurde, hat Ende 2021 eröffnet.

Der 30.000 m² große Bau im Norden Schwedens beherbergt die Kunsthalle Skellefteå, das Museum Anna Nordlander, das Västerbotten-Theater, die neue Stadtbibliothek und das Wood Hotel. Das Gebäude besteht aus verschiedenen Körpern, die in Form und Größe auf die unterschiedlichen Funktionen zugeschnitten sind. Obwohl Skellefteå eine reiche Holztradition hat, die mit der lokalen Holzindustrie bis heute fortgeführt wird, verschwanden die meisten Holzgebäude, als der Stadtkern modernisiert wurde. Das Sara Kulturhus sollte eine Hommage an die Holztradition sein und das kulturelle Erbe der Stadt in eine neue Ära führen. Durch die Verwirklichung eines komplexen Gebäudes mit unterschiedlichen Volumina und einem 75 m hohen Holzhaus erweitert das Sara Kulturhus den Anwendungsbereich dieses Baumaterials – auch für komplexere und hohe Gebäude. Es erforderte eine Reihe innovativer Lösungen bei der Massenproduktion von Holz, um Spannweiten, Flexibilität, Akustik und die übergreifende technische Herausforderung zu bewältigen. Zusammen mit Dipl.-Ing. Florian Kosche entwickelten Robert Schmitz und Oskar Norelius vom Architekturbüro White Arkitekter zwei verschiedene Konstruktionssysteme: eins für das Kulturzentrum und eins für das Hotel. Das 20-stöckige Hotel wurde aus vorgefertigten Brettsperrholzmodulen errichtet. Sie sind zwischen zwei Aufzugsschächten gestapelt, die ebenfalls aus Brettsperrholz bestehen. Der untere Teil des Gebäudes, in dem das Kulturzentrum untergebracht ist, besteht aus einem vorgefertigten Holzgerüst mit Pfeilern und Balken aus Leimbindern sowie Schiebewänden aus Brettsperrholz.

Deutlich geringere Klimabelastung

Das Architekturbüro White Arkitekter verfolgt die Vision, dass ab dem Jahr 2030 alle Projekte klimapositiv sein sollen. So bindet auch das Sara Kulturhus mehr als doppelt so viel Kohlendioxid, als durch die Materialproduktion, den Transport und die Errichtung vor Ort freigesetzt wurde. 374 PV-Module auf dem Dach erzeugen erneuerbare Energie und in Kombination mit der Architektur des Gebäudes verringert ein Energiesystem, das von Skellefteå Kraft und ABB entwickelt wurde, den Energieverbrauch der Immobilie. Insgesamt soll sie ab einer Betriebszeit von 50 Jahren klimapositiv sein. Ausgelegt ist die Lebensdauer auf mindestens 100 Jahre.

[1)] Klimapositiv: die Summen der Emissionen aus Material und Energie sind geringer als die Kohlenstoffspeicherung im Holz.

Red. Bearbeitung: **Sandra Hoffmann**

Bürobau Pfeiffer + Geiger, Sachsenheim

Liaison aus Holz und Beton

Auf dem höchsten Punkt des Gewerbegebiets Eichwald Nord in Sachsenheim erhebt sich seit Januar 2021 ein auffälliges Bürogebäude mit fünf Stockwerken. Der Hybrid – ein Bauwerk der Gebäudeklasse 4 – aus Holz und Stahlbeton entstand in 13 Monaten Bauzeit und erfüllt den KfW-55-Standard. Seine offene Architektur im Inneren ist ausgelegt auf eine moderne und flexible Büronutzung.

Der Grundgedanke für diesen Neubau war, die Brachfläche im Industrie- und Gewerbegebiet Eichwald Nord der Konrad-Zuse-Straße 18 im baden-württembergischen Sachsenheim mit einem Mischobjekt zu bebauen. Geplant für Büronutzung, Tagungen und Veranstaltungen in einer Einheit, die ihre Grundelemente Holz, Glas und Beton weithin sichtbar zeigt, wurde das Vorhaben von der ortsansässigen A. Pfeiffer Zimmerei GmbH umgesetzt. Der Entwurf stammt von der Architektin Kerstin Geiger-Pfeiffer. Entstanden ist ein 17 m hohes Bürogebäude, das – auf einer Grundfläche von 20 x 20 m – über dem Erdgeschoss vier weitere Etagen sowie ein Untergeschoss umfasst. Pro Stockwerk wurden etwa 20 Arbeitsplätze realisiert. Die einzelnen Bereiche mit großflächigen, teils vermieteten Büros und zugehörigen Neben- und Technikräumen erlauben eine flexible Unterteilung. Die Stockwerke zwei und drei wurden zusätzlich durch eine Treppe zu einer Einheit verbunden. Im Erdgeschoss sind zur halbseitigen Büronutzung ein großer Veranstaltungs- und Tagungsraum mit entsprechenden Nebenräumen eingerichtet.

Holz trifft Stahlbeton

Insgesamt ist das Gebäude als Hybrid aus Holz und Stahlbeton konstruiert. Von November 2019 bis April 2020 wurde zunächst der Stahlbeton-Rohbau fertiggestellt. Eine 40 cm starke Betonplatte dient dem Untergeschoss als Basis. Das an der Nordwestecke markant in die Höhe ragende Treppenhaus mit Aufzug ist in Sichtbetonbauweise aus Ortbeton ausgeführt. An der Südostecke wurde ein weiterer Treppenanbau als offene Stahlkonstruktion angesetzt, die als zweiter Fluchtweg dient. Von April bis Mai 2020 folgte innerhalb von fünf Wochen der Holzrohbau. Die Außenwände für den Holzrahmenbau ab dem Erdgeschoss hatte die Zimmerei vollautomatisch im Werk vorgefertigt und die tragenden Innenwände wurden als sichtbare massive Brettschichtholzwände mit einseitiger Brandschutzbeplankung in F60 ausgeführt. Die Decken wurden mit 12 cm BSP und mit 14 cm Aufbeton als Holz-Beton-Hybriddecken ausgeführt. Ihre Betonage ist in Geschossabschnitten realisiert. Insgesamt konnte pro Woche eine komplette Etage fertiggestellt werden. Im zentralen festen Kern sitzen Technik- und Nebenräume. Treppenhaus und Untergeschoss bestehen aus Stahlbeton. Daran schließen sich in jedem Stockwerk – jeweils mit Abgrenzung durch verglaste Flure – die entlang den Außenwänden gegliederten Büroräume an.

Wartungsfreie Fassade

Eine vorgehängte hinterlüftete Keramikfassade (VHF) mit sturkturgebenden Lisenen aus Lärchenholz bildet die äußere Gebäudehülle. Dahinter verbirgt sich eine mit 28 cm starker Mineralwolle gedämmte Konstruktion aus heimischer Fichte und Tanne. Zur Sicherung der Keramikfassade mit den Holzlisenen wurde eine Unterkonstruktionslösung der Unternehmensgruppe Fischer gewählt. Die vertikale Fischer/BWM-Grundkonstruktion wurde in Aluminium ausgeführt (System ATK 100). Auf dieser wiederum wurde die Fischer/BWM-Unterkonstruktionslösung ATK 103 angebracht, um die Platten des Feinsteinzeug-Herstellers Mirage mit Agraffen und Hinterschnittankern nicht sichtbar zu befestigen. Die Wandwinkel wurden mit SXR Langschaftdübeln statisch bemessen und dauerhaft sicher befestigt. Diese Dübel bestehen aus hochwertigem Nylon mit vormontierter Sechskantschraube und angeformter Unterlegscheibe. Aufgrund der geringen Verankerungstiefe von 50 mm ließen sich die Langschaftdübel bei der Mehrfachbefestigung der Unterkonstruktion der Fassade sehr wirtschaftlich verarbeiten, denn die geringe Bohrtiefe spart Zeit und reduziert den Bohrerverschleiß. Komplettiert wird die Außenhaut mit dreifach verglasten Holz-Alufenstern mit Screenbeschattung. Für ein optisch einheitliches Gesamtbild hat die Architektin die Absturzsicherungen im Brüstungsbereich ebenfalls mit Glaselementen geplant.

Aussteifender Treppenhauskern

Die Zusammensetzung der Geschossdecken aus 12 cm starken Massivholzdeckenplatten sowie 14 cm Aufbeton sorgt für schlanke Deckenquerschnitte (Holz-Beton-Verbundsystem HBV). Dabei wird die massive Holzdecke auf Zug belastet, während der Betonaufbau die

2 | Starke Partner: Holz und Stahlbeton. Ein Hybridbau kombiniert die Eigenschaften beider Baustoffe sinnvoll, so muss im Winter kaum geheizt und im Sommer weniger gekühlt werden. Der aussteifende Treppenhauskern und das Untergeschoss sind in Stahlbeton, die Wände mit vorgefertigten Holzrahmen-Bauelementen ausgeführt.

3 | Massives Brettschichtholz mit Aufbeton bildet die Rohdecke. Zur Abschalung und als Randauflager der Hybriddecken wurde umlaufend in allen Etagen ein Kertoträger eingebaut. Deckengleich eingefasste Stahlunterzüge fangen die Deckenlast in den Fluren ab und überspannen im Erdgeschoss die großen Spannweiten des Veranstaltungsraums.

4 | Die Außenfassade ist mit anthrazitfarbenen Keramikplatten und senkrechten Holzlisenen bekleidet. Dabei ermöglicht die nicht sichtbare Befestigung mit Agraffen und Hinterschnittankern die harmonische Gebäudeansicht. Die raumhohen, dreifachverglasten Holzfenster mit Alubekleidung sind zum Sonnenschutz mit Textilscreens versehen. Für die nötige Absturzsicherung sorgen Glasscheiben.

Druckkräfte aufnimmt. Zur Aussteifung des Gesamtgebäudes dient das massive Stahlbetontreppenhaus mit seiner 40 cm starken Betonbodenplatte. Dabei werden die resultierenden horizontalen Kräfte aus Wind- und Schiefstellung geschossweise über die Decken- bzw. Dachscheiben an den Treppenhauskern angeschlossen und von dort aus abgeleitet. Die Deckenscheiben wurden mittels Überbeton der HBV-Decken realisiert und über Rückbiegeanschlüsse an den Massivbau angeschlossen.

Zur Abschalung und als Randauflager der Hybriddecken dient ein 50 cm hoher und 7 cm breiter Kertoträger, der umlaufend in allen Stockwerken eingebaut wurde. Der Randträger liegt in der Außen- sowie der Holzrahmenbauwand auf massiven Holzstützen auf. So werden die Lasten nach unten abgegeben. Deckengleich eingefasste Stahlunterzüge fangen die Deckenlast in den Fluren ab. Die im Erdgeschoss großen Deckenspannweiten des Veranstaltungsraums sind durch zwei integrierte Stahlträger in der Decke ausgeglichen. Die F60-gekapselten Träger liegen auf zwei hochtragfähigen Baubuchestützen auf, die in die Holzrahmenbauwände eingebaut sind. Die Dachebene wurde als bekiestes Flachdach mit Bitumenabdichtung und Gefälledämmung ausgeführt. Hierauf ließen die Bauherren eine vollflächige Photovoltaikanlage mit kristallinen und komplett hinterlüfteten Modulen installieren. Die insgesamt 144 Einzelmodule sind mit je 5° Neigung verbaut und weisen je 325 Wp Leistung auf (Gesamtleistung 46,8 kWp). „Die Stromproduktion lag 2022 bei rd. 40.200 kWh. Davon gingen etwa 10.700 kWh in den Eigenverbrauch, der Rest wurde ins Netz eingespeist, da wir den Strom bisher nicht speichern und nicht an unsere Mieter verkaufen. Wir haben im selben Jahr ca. 11.600 kWh Strom für Allgemeinstrom – bspw. für das Untergeschoss, den Aufzug, die Lüftung etc. – zugekauft und für Heizung ca. 4.500 KWh. Den Mieterstrom rechnen wir separat ab“, erklärt Kerstin Geiger-Pfeiffer.

Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (83 %) versorgt das Gebäude mit Frischluft. Der Sollwert der Zulufttemperatur beträgt 21° C, der Gesamtdruckverlust liegt bei 250 Pa. Was den Gesamtwirkungsgrad anbelangt, erreicht die Zuluft 47,4 % und die Abluft 50 %. Zwei außen aufgestellte Luft-Wasser-Wärmepumpen (Typ WPL 25 AC von Stiebel Eltron), die bivalent betrieben werden, übernehmen die Wärme- und Kälteversorgung. Die beheizte

Zeile	Bauteil	Höchstwerte der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	
		Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis < 19 °C
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	$\bar{U}$ = 0,28 W/(m²K)	$\bar{U}$ = 0,50 W/(m²K)
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	$\bar{U}$ = 1,5 W/(m²K)	$\bar{U}$ = 2,8 W/(m²K)
3	Vorhangfassade	$\bar{U}$ = 1,5 W/(m²K)	$\bar{U}$ = 3,0 W/(m²K)
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U}$ = 2,5 W/(m²K)	$\bar{U}$ = 3,1 W/(m²K)

Tabelle 1a | Die Tabelle listet die Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsflächen, die Nichtwohngebäude gemäß EnEV 2016, Anlage 2, Tab. 2 einhalten mussten.

Bauteilkatalog: Opake Bauteile				
Bauteil	**Dicke [mm]**	**Schichtaufbau (Innen – Außen)**	**Wärmeleitfähigkeit [W/mK]**	**U-Wert [W/m²K]**
WA 01 Außenwand	375	Gipsfaserplatte (15 mm) OSB/3-Platte (15 mm) Mineralfaser/Ständer (280 mm) Gipsfaserplatte (15 mm) Fassadenbahn Lattung vertikal Eternitfassade[1)]	0,32 0,13 0,035 / 0,13 0,32	0,145
WA 02 Treppenhauswand	380	Stahlbeton (250 mm) Mineralfaser/Lattung (80 mm) Gipsfaserplatte (15 mm) Fassadenbahn Lattung vertikal Eternitfassade	2,3 0,035 / 0,13 0,32	0,437
WE 03 Außenwand gg. Erdreich	330	Stahlbeton (250 mm) XPS-Dämmung (80 mm)	2,3 0,035	0,396
DA 01 Dach	400	Abhängedecke Brettschichtholz (160 mm) Bauzeitabdichtung Gefälledämmung (Ø 200 mm) Abdichtung	 0,13 0,035	0,141
BE 01 Bodenplatte Keller	550	Estrich (50 mm) XPS-Dämmung WLG 023 (100 mm) Abdichtung Stahlbeton (400 mm)	1,4 0,023 2,3	0,212
BU 02 Kellerdecke	380	Bodenbelag Estrich (70 mm) Trittschalldämmung (30 mm) Mineralfaser-Dämmung (60 mm) Stahlbeton (200 mm)	 1,4 0,040 0,035 2,3	0,340
DI 01 Geschossdecke	420	Bodenbelag Estrich (70 mm) Trittschalldämmung (30 mm) Mineralfaser-Dämmung (60 mm) Stahlbeton (140 mm) Brettschichtholz (120 mm)	 1,4 0,040 0,035 2,3 0,13	0,261

Tabelle 1b | Die Tabelle zeigt den Schichtaufbau der einzelnen Bauteile.
[1)] Im weiteren Projektverlauf wurde statt Eternit Keramik gewählt und realisiert.

Bauteilkatalog: Transparente Bauteile				
Bauteil	**Verglasung**	**Rahmenprofil**	**Sonnenschutz**	**U_w-Wert [W/m²K]**
Fassade	3-fach-Wärmeschutzverglasung Gesamtenergiedurchlassgrad g = 0,5	–	Senkrecht-Markisen Fc = 0,25	0,90
Außentüren	Großflächig verglast	–	–	1,1

Tabelle 1c | Wärmedurchgangskoeffizienten der transparenten Bauteile
Quelle Tabellen 1a-c: Energienachweis, Pirmin Jung Deutschland GmbH

5 | Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung versorgt das Gebäude mit Frischluft. Wärme und Kälte wird über ein Heiz- und Kühlsystem in den Räumen verteilt, das – gemeinsam mit der indirekten LED-Beleuchtung – in akustisch wirksame Deckensegel integriert ist.

Daten und Fakten

Adresse: Konrad-Zuse-Str. 18, 74343 Sachsenheim

Bauherren: Pfeiffer + Geiger GBR

Bauweise: Holz-Beton-Hybrid mit vorgehängter Glas- und Keramikfassade

Architektur: Kerstin Geiger-Pfeiffer

Holzbau: A. Pfeiffer Zimmerei GmbH

Statik/Energienachweis: Pirmin Jung Deutschland GmbH

Fassade: Fischerwerke GmbH & Co. KG

Baubeginn (Rohbau): November 2019

Fertigstellung (Gesamtbau): Januar 2021

Geschosse: 5 (EG + 4 Obergeschosse) plus UG

Gebäudehöhe: 17 m über Gelände (OK Attika)

Gebäudeklasse: 4

Nutzfläche gesamt: rd. 1.941 m²

reine Büronutzfläche: rd. 964 m²

Bruttorauminhalt: rd. 8.759 m³

Heizung/Kühlung: Stiebel Eltron (2 Luft-Wasser-Wärmepumpen WPL 25 AC); Kantwerg Kühl- und Heizflächensysteme GmbH

PV-Anlage: Winaico (WST-M6 Perc 325)

EnEV-Bilanzierungssoftware: Hottgenroth (Energieberater 18599)

und gekühlte Fläche (Büros, Besprechungs- und Nebenräume) umfasst rund 1.609 m². Dabei werden die technischen Installationen über zentrale Schächte in die einzelnen Etagen geführt. Die Verteilung von Heizung, Kühlung und Lüftung zu den Bürobereichen erfolgt geschossweise in den abgehängten Flurdecken. Kleinere Technikräume sitzen in den Geschossen zwei und drei; im ersten und vierten OG wurden größere Technikräume realisiert. Heizungs- und zentrale Steuerungstechnik der Lüftung sind im Keller untergebracht. Strangleitungen ziehen sich nach oben durch zu den Heiz- und Kühldecken, die die Wärme und Kälte in den Räumen verteilen. Sie sind – gemeinsam mit der indirekten LED-Beleuchtung – in akustisch wirksame Deckensegel integriert. Den entsprechenden Deckenspiegelplan hat Kerstin Geiger-Pfeiffer mit dem Fokus auf maximaler Belegung gestaltet. Zum Einsatz kam dabei das Kühl- und Heizdeckensystem Kantwerg Kombi M10. Alle Elemente geben dank gleichmäßiger Volumenkreisläufe gleichzeitig konstante Wärme an den Raum ab. Das ist durch Ventile in Regelzonen individuell einstellbar. In diesem Bauvorhaben wartet die Anlage mit einer Heizleistung von 59,9 W/m² und einer Kühlleistung von 60,2 W/m² auf. Generell kann das System je nach Ausführung zwischen 80 bis 106 W/m² Heizleistung (bei VL/RL/RT=40°/35°/20°) und zwischen 60 bis 78 W/m² Kühlleistung (bei VL/RL/RT=15°/17°/26°) erzielen.

Mithilfe einer drucksteifen Abhängung von Kombi-Profilschienen an tragenden Bauteilen per Nonius-Abhänger lässt sich das System schnell aufbauen. Der Installateur kann bei der Vor-Ort-Montage mehrreihige Kühlregister aus Kupfer(Cu)-Rohr (Durchmesser: 10 x 0,6 mm, in Aluminium-Wärmeleitprofile verpresst) durch Einklipsen in die Universal-Pro-

filschiene hinzufügen. Inaktive Bereiche werden dabei durch Verwendung spezieller C-Schienen mit Schraubprofilen abgedeckt. Die Gipskartonbeplankung wird direkt mit den Wärmeleit- bzw. Schraubprofilen verschraubt. Neben Decken oder Wänden mit Gipskarton lassen sich auch andere Ausführungen, bspw. mit Metall, erstellen und die Bauteile variabel nach gestalterischen und technischen Gegebenheiten fertigen.

Energienachweis

Den Energienachweis für das Bürogebäude, das im KfW-55-Standard geplant wurde, hat das Ingenieurbüro Pirmin Jung Deutschland GmbH gemäß den Vorgaben der damals geltenden Energieeinsparverordnung (EnEV 2016[1)]) bzw. des geltenden Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) erstellt. Dabei wurde der Nachweis als Nichtwohngebäude nach DIN V 18599-1 im Monatsbilanzverfahren mithilfe der Software Energieberater 18599 von Hottgenroth durchgeführt. Als wirksame Wärmespeicherfähigkeit, bezogen auf die Nettogrundfläche A_{NGF}, wurde gemäß DIN V 18599, Teil 2 vereinfachend C_{wirk} = 50 Wh/(m²K) A_{NGF} (leichte Bauart) angenommen. Der Wert ist ausschlagend für die thermische Speicherung des geplanten Gebäudes sowie zur Ermittlung des Ausnutzungsgrads der solaren und internen Wärmequellen. Zudem haben die Nachweisersteller den pauschalen Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} = 0,10 W/m²K gewählt, für den keine detaillierte Nachweisführung nötig war. Die Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsflächen und weiteren Bauteilen sind in den Tabellen 1b und 1c dargestellt. Was die verschiedenen Räume anbelangt, wurden Bereiche gleicher Nutzung und Konditionierung im Gebäude gemäß DIN V 18599, Teil 1 als eine Zone zusammengefasst, in Standard-Nutzungsprofile eingeteilt und mit entsprechenden Parametern versehen. Hier wurde auch die mittlere, nutzungsabhängige Wärmeleistung definiert. Den Nutzenergiebedarf für Heizung und Kühlung haben die Ingenieure für die Zonen berechnet, die entsprechend konditioniert sind. Nicht beheizte bzw. gekühlte Räume (Keller) werden als unbeheizte/ungekühlte Zonen über angrenzende Zonen berücksichtigt. Den Energiebedarf thermisch nicht konditionierter Zonen haben sie für die Bilanzierung nach EnEV nicht berücksichtigt und das Treppenhaus wurde – da nur indirekt über den Raumverbund zu den angrenzenden Räumen beheizt – mit einer Raum-Solltemperatur (Heizung) von 17 °C angesetzt. Der Warmwasserbedarf durfte gemäß DIN V 18599-10, Tabelle 6 vernachlässigt werden, da der tägliche Nutzenergiebedarf im vorliegenden Fall weniger als 0,2 kWh je Person betrug.

Solare Wärmegewinne durch Fensterflächen wurden über die Strahlungsdaten des vorgegebenen Standorts nach DIN V 18599, Teil 2 ermittelt. Dabei schlugen auch die Solarstrahlungsgewinne zu Buche, die über opake Bauteile ins Gebäude abgegeben werden. Interne Wärmeeinträge ergaben sich durch Beleuchtung, Geräte und Nutzer im Raum. Die mittlere, auf die beheizte Wohnfläche bezogene nutzungsabhängige Wärmeleistung wurde gemäß dem Nutzungsprofil nach DIN V 18599, Teil 10 angesetzt. Die Berechnungen ergaben bei einer Nutzfläche von 1.940,84 m² (BRI 8.759,45 m²) einen Primärenergiebedarf von 44,3 kWh/m²a. Damit lag das Gebäude rund 30 % unter dem damaligen Neubauniveau und wies im Vergleich zum Referenzgebäude eine um 40 % bessere Hüllfläche auf.

Eva Mittner
Freie Journalistin

Eva Mittner ist Autorin und lebt in München. Nach Festanstellungen als Redakteurin und Pressesprecherin schreibt sie freiberuflich für verschiedene Architekturmedien. Sie hat sich zudem auf Presse- und Öffentlichkeitsarbeit für Architekten und Ingenieure spezialisiert.

Kontakt unter:
Eva.Mittner@gmx.de

Zonierung und Nutzungsrandbedingungen				
Zone	**A_{NGF} [m²]**	**Bereich**	**Standard-Nutzungsprofil**	**Konditionierung**
1	738 (~ 46 %)	Büroräume und Empfang EG	01 - Einzelbüro	Heizung + Kühlung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
2	226 (~ 14 %)	Besprechungs-/Pausenräume	04 - Besprechung, Sitzung, Seminar	Heizung + Kühlung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
3	108 (~ 7 %)	WC- und Sanitärräume	16 - WC/Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
4	477 (~ 29 %)	Beheizte Flure und Verkehrsflächen	18 - Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)	Heizung + Kühlung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
5	61 (~ 4 %)	Treppenhaus (niedrig beheizt)	19 - Verkehrsfläche	Heizung + Beleuchtung
6	412 (-)	Unbeheizte Lager- und Technikräume	20 - Lager, Technik, Archiv	Lüftungsanlage + Beleuchtung + keine Heizung und Kühlung

Tabelle 2 | Bereiche gleicher Nutzung und Konditionierung bilden eine Zone. Der Energiebedarf thermisch nicht konditionierter Zonen wurde für die Bilanzierung nach EnEV nicht berücksichtigt. Auch für die Berechnung der Nettogrundfläche schlugen nur beheizte/gekühlte Zonen zu Buche.
Quelle: Energienachweis, Pirmin Jung Deutschland GmbH

Klimagerecht bauen

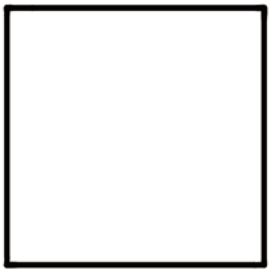
Kompakte, flächenoptimierte Gebäudegeometrie

Aus Nachhaltigkeitsaspekten ist ein kompakter Baukörper in zweierlei Hinsicht anzustreben: Zum einen sinkt der flächenspezifische Energiebedarf mit der Reduktion der Hüllflächen, zum anderen wird die Baukonstruktion vereinfacht. Das führt u. a. zu einer Kostenreduktion beim Bauen, aber auch zu einer geringeren Schadensanfälligkeit sowie einem geringeren Wartungsaufwand.

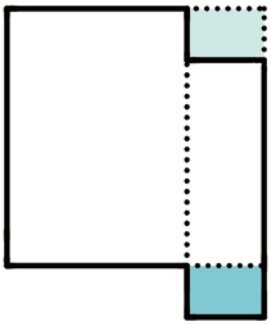
Die Transmissionsverluste eines Gebäudes ergeben sich aus zwei Einflussfaktoren: dem Dämmstandard aller Außenbauteile und der Gebäudehüllfläche. Insofern besitzt ein Gebäude, das bei gleicher Nutzfläche und gleichem Dämmstandard mit einer geringen Hüllfläche auskommt, per se eine höhere Energieeffizienz. Ein reiner Kuppelbau über einer kreisförmigen Grundfläche stellt deshalb den Idealtypus einer kompakten Baukörperform dar. Jede Abweichung von dieser Idealform führt bei gleichem Dämmstandard zu einer Erhöhung der Transmissionswärmeverluste. Da bei heutigen Bauweisen orthogonale Grundrisse die Regel sind, stellt ein quadratischer Grundriss ein gewisses Optimum für die Kompaktheit eines Gebäudes dar. Für die überschlägige Berechnung ergibt sich ein zusätzlicher Dämmstoffbedarf von ca. 2 cm auf die gesamten Außenwandflächen für jede 10 %, um die sich der Umfang eines Gebäudes durch Vor- oder Rücksprünge bzw. durch Abweichung von der idealen Quadratform erhöht, um den zusätzlichen Wärmeverlust zu kompensieren. Vor- und Rücksprünge, die auf den ersten Blick recht harmlos aussehen, haben bei genauerem Hinsehen doch deutliche Auswirkungen. Die Abbildungen 2a bis 2d zeigen Grundflächenvariationen für einen Baukörper mit 100 m² Grundfläche und die daraus resultierenden Anforderungen an den Dämmstandard der

Außenwände bei gleichbleibendem Transmissionswärmeverlust. Da sich die geometrischen Wärmebrückeneinflüsse in den vier Abbildungen jeweils von einer Innen- und einer Außenecke aufheben, besitzen alle vier Beispiele am Ende nur vier zu berücksichtigende Außenecken, sodass die Anzahl der vorhandenen Ecken für diese Betrachtung außer Acht gelassen werden kann.

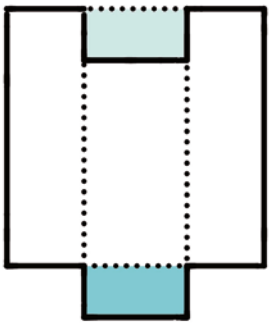
Ein großer Nachteil der Referenzgebäudemethode ist bei den heutigen Energienachweisen nach GEG, dass diese Kompensation vom Gesetzgeber nicht eingefordert wird. Wenn die Geometrie des geplanten Gebäudes durch viele Vor- und Rücksprünge ungünstiger wird, verschlechtert sich in gleichem Maße das Referenzgebäude als geometrischer Zwilling des geplanten Gebäudes. Da sich das geplante Gebäude jedoch am jetzt ebenfalls schlechteren Referenzgebäude misst, ergeben sich dadurch keine höheren Anforderungen an den Dämmstandard. Für die Abweichung von der Quadratform gibt es natürlich unter gestalterischen wie auch unter energetischen Gesichtspunkten gute Gründe, z. B. die fehlenden natürlichen Belichtungsmöglichkeiten bei sehr tiefen Grundrissen, eine optimale Ausrichtung von Dach- und Fassadenflächen für eine Erhöhung der solaren Gewinne oder auch das harmonische Einfügen in bereits vorhandene städtebauliche Strukturen. So wird die Wahl der Gebäudegrundform immer einem Abwägungsprozess der verschiedenen Anforderungen zu unterziehen sein. Vor- und Rücksprünge, zumindest, wenn diese Teil der beheizten Hüllfläche sind, sind deutlich kritischer zu sehen.



2a | Ausgangssituation, quadratischer Grundriss, Seitenlängen: 10 x 10 m, Umfang 40 m, Dämmstandard Außenwand: U = 0,21 W/(m²K), Wandaufbau mit ca. 14 cm Dämmung WLG 035



2b | Einseitiger Gebäudeversatz um 2 m, Umfang 44 m (Zuwachs 10 %), notwendiger Dämmstandard der Außenwand: U = 0,19 W/(m²K). Wandaufbau mit ca. 16 cm Dämmung WLG 035



2c | Mittiger Gebäudeversatz um 2 m, Umfang 48 m (Zuwachs 20 %), notwendiger Dämmstandard der Außenwand: U = 0,17 W/(m²K), Wandaufbau mit ca. 18 cm Dämmung WLG 035

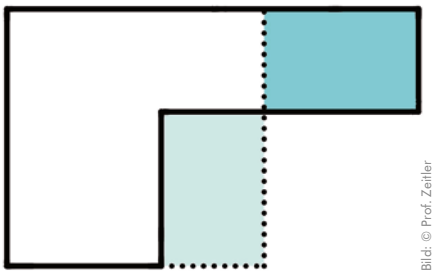


Bild: © Prof. Zeitler

2d | L-förmiger Grundriss mit einer Schenkellänge von 16 m, Umfang 52 m (Zuwachs 40 %), notwendiger Dämmstandard der Außenwand: U = 0,15 W/(m²K), Wandaufbau mit ca. 21 cm Dämmung WLG 035

2 | Grundflächenvariationen für einen Baukörper und die sich daraus ergebenden Anforderungen an den Dämmstandard

Weniger Baukosten und Schäden

Vor- und Rücksprünge im Grundriss sind baukonstruktiv noch recht unproblematisch, wobei jede zusätzliche Gebäudekante den baulichen Aufwand erhöht und letztlich Mehrkosten verursacht. Wirklich problematisch wird es jedoch bei Vor- und Rücksprüngen im Schnitt, z. B. durch auskragende Erker oder Staffelgeschosse. In diesen Fällen erhöht sich der baukonstruktive Aufwand erheblich, da immer zusätzliche konstruktive und abdichtungstechnische Problemstellen zu lösen sind. Während im Grundriss in den Ecken meist von beiden Seiten dasselbe Konstruktionssystem aufeinandertrifft, also Wand auf Wand, begegnen sich im Schnitt immer zwei verschiedene Konstruktionssysteme. Hier treffen Wandkonstruktionen auf Decken- oder Dachkonstruktionen und je kleinteiliger hier die Vor- und Rücksprünge sind, umso diffiziler und schadensträchtiger wird die Bauausführung. Neben den zusätzlichen Baukosten bei der Herstellung belasten auch erhöhte Unterhaltskosten, z. B. durch kürzere Wartungsintervalle, die ökonomische Bilanz bei einer Nachhaltigkeitsbetrachtung.

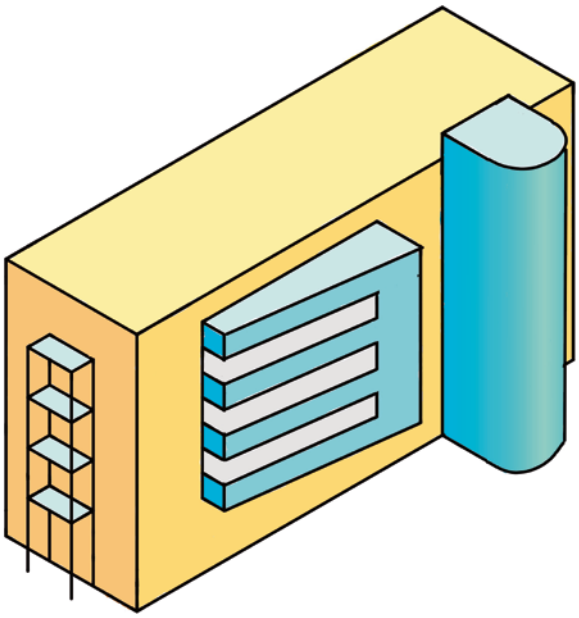


Bild: © Prof. Zeitler

3 | Unbeheizte Applikationen an einem Baukörper

Abgesehen davon gilt auch für den Gebäudeschnitt, dass jeder zusätzliche Vor- und Rücksprung die Gebäudehüllfläche vergrößert und eigentlich durch einen Mehrbedarf an Dämmung ausgeglichen werden müsste, wenn man den Transmissionswärmebedarf nicht erhöhen will. Zusätzlich führen die im Schnitt entstehenden Kanten durch die notwendigen Konstruktionswechsel eigentlich immer zu ungünstigeren Wärmebrückeneffekten als das im Grundriss der Fall ist, sodass sich Innen- und Außenecken nicht zwangsläufig aufheben und auch diese Wärmebrückeneffekte durch zusätzliche Dämmmaßnahmen ausgeglichen werden müssten. Da aber hier, genauso wie im Grundriss, das Referenzgebäude als geometrischer Zwilling gleichzieht, entstehen in den öffentlich-rechtlichen Nachweisverfahren keine zusätzlichen Anforderungen an den Dämmstandard.

Vor- und Rücksprünge sind natürlich ein wichtiges Gestaltungsmittel, um große Baukörper zu strukturieren, aber auch, um Privatheit im Wohnungsbau zu gewährleisten. Hier lassen sich aber auch ganz andere, deutlich einfachere, billigere, energetisch weniger aufwendigere und damit nachhaltigere Mittel einsetzen, indem mit „Applikationen“ außerhalb der thermischen Hülle gearbeitet wird. Als Beispiele wären hier zu nennen:

- **Balkone, Austritte, Pergolen oder Laubengänge:** Am besten werden diese als eigenständige Konstruktionen von außen an das Gebäude angefügt, indem sie davorgestellt oder abgehängt werden. Hier gibt es auch die Möglichkeit, Seitenwände zu schließen, oder durch kalte Abstellräume im Außenbereich zusätzliche Kubatur zu schaffen.

- **Unbeheizte Wintergärten oder Treppenhäuser:** Auch diese werden als eigenständige Konstruktionen vor das Gebäude gestellt. Sie können in einfacher Stahl-Glas-Konstruktion errichtet werden, ohne dass Anforderungen an eine thermische Trennung der Konstruktion o. Ä. gestellt werden müssen.

- **Raumhaltige Fassadenunterkonstruktionen:** Im Fall von vorgehängten Fassadensystemen kann eine deutliche plastische Gestaltung einer Fassade dadurch herbeigeführt werden, dass der Wandabstand der Fassadenverkleidung zur tragenden Fassade unterschiedlich tief ausgeführt wird.

Alle diese Beispiele haben gemein, dass sie räumlich in städtebaulichem Sinn wirksam sein können, verhältnismäßig einfach zu konstruieren und deshalb auch kostengünstiger sind, als wenn die gleichen Vor- und Rücksprünge durch den eigentlichen Baukörper mit seiner thermischen Hülle gebildet werden. Da man sich außerhalb der thermischen Hülle bewegt, sind alle Anschlüsse einfacher, ist die Wärmebrückenproblematik sehr gering. Zudem sind die Anforderungen an den entstehenden Raum deutlich geringer, weil es sich eben gerade nicht um Wohnraum, sondern häufig um ein willkommenes zusätzliches Flächenangebot handelt. Die geringeren Anforderungen an die Konstruktion verringern neben den Errichtungskosten auch den späteren Wartungsaufwand, da die Bauteile robuster ausgeführt werden können und weniger gravierende Bauschäden zu befürchten sind. Werden diese „Applikationen“ wirklich als eigenständige Konstruktionen ausgeführt, ergeben sich meistens auch noch Vorteile bei einer End-of-Life-Betrachtung. Es bietet sich an, sie in Bauweisen zu errichten, bei denen später die Baumaterialien wieder sortenrein getrennt und anschließend einem gezielten stofflichen Recycling oder einer Wiederverwendung zugeführt werden können. Der eigentliche, hochwertige Baukörper mit seiner thermischen Hülle lässt sich sehr einfach und v. a. wirtschaftlich halten. Im Sinne einer nachhaltigen Bauweise kann hier, auf den gesamten Lebenszyklus bezogen, v. a. auf ökonomischer Seite gepunktet werden.

Kompakt oder solar aktiv?

Werden Dach- und Fassadenflächen durch die Integration von Photovoltaikmodulen zur Energiegewinnung aktiviert, so kann eine Vergrößerung der Hüllfläche den Energiebedarf eines Gebäudes für den Gebäudebetrieb auf das Jahr bezogen sogar senken. Immer dann, wenn in irgendeiner Form energetische Autarkie mit einem Gebäude angestrebt wird, müssen solar aktive Flächen möglichst groß ausfallen. Der mögliche Energieertrag eines PV-Moduls im Lauf eines Jahres ist im Schnitt ca. zehnmal höher als der Energieverlust der entsprechenden Hüllfläche bei heutigem Dämmstandard während der Heizperiode. Bei solchen Betrachtungsweisen ist jedoch wieder das Problem der Energiespeicherung zu lösen, da der Energieverlust der Hüllfläche im Wesentlichen in einem Zeitraum stattfindet, in dem die PV-Elemente deutlich weniger oder gar

4,5 | Fassadenbeispiele von Neubauten in Oslo (raumhaltige Fassadenunterkonstruktionen); bei genauem Hinsehen fällt auf, dass die thermische Hülle bei jeder Wand exakt in einer Ebene durchläuft.

keine Energie liefern, nämlich in den Wintermonaten bzw. während der Nacht. Im Sommer werden dafür erhebliche Überschüsse erwirtschaftet.

Nicht zu vergessen ist natürlich die Tatsache, dass die Vergrößerung der Hüllfläche zugunsten der PV-Nutzung unweigerlich zu einem erhöhten Ressourcenbedarf für die Baukonstruktion führt, was wiederum in die Nachhaltigkeitsbetrachtungen einzubeziehen ist.

Flächenkünstler Tiny House

Die Kompaktheit des Baukörpers allein ist noch nicht Garant für ein nachhaltiges Bauwerk. Entscheidend ist eine Grundrissgestaltung, die in dem geschaffenen Bauwerksvolumen eine möglichst hohe Nutzungsdichte ermöglicht. Letztlich muss für ein Gebäude ein Optimum gefunden werden, das je nach Gebäudetypus bei möglichst geringer Hüllfläche möglichst vielen Personen z. B. Wohnraum oder einen Arbeitsplatz zur Verfügung stellt. Eine interessante Entwicklung zeichnet sich in der wachsenden Tiny-House-Bewegung ab. Menschen versuchen, wieder auf engstem Raum zu leben und sich in vielerlei Hinsicht einzuschränken. Die damit verbundene Reduktion auf wenig Güter und geringe Wohnflächen führt zu einer nachhaltigen Lebensweise im Alltag, auch wenn das Tiny House per se kein vernünftiger Ansatz für ein nachhaltiges Gebäude darstellt. Das Verhältnis von Hüllfläche zu Wohnfläche, aber auch von Hüllfläche zu Bewohner ist extrem ungünstig. So ist die Hüllfläche des Tiny Houses ähnlich groß oder gar größer als die Hüllfläche, die für eine Person in einem Vier-Personen-Haushalt im Einfamilienhaus anfällt. Wird das Tiny House also nur von einer Person bewohnt, ist der Pro-Kopf-Energiebedarf für die 20 m² Tiny-House-Wohnfläche genauso groß wie der pro-Kopf-Energiebedarf der vierköpfigen Familie auf 160 m² Wohnfläche im Einfamilienhaus. Im Geschosswohnungsbau liegt der Energiebedarf pro Kopf dann noch einmal deutlich darunter.

Ähnlich ungünstig schneiden Tiny-House-Siedlungen bei der benötigten Grundstücksfläche ab. Mit den erforderlichen Abstands-/Freiflächen liegt der Pro-Kopf Grundflächenbedarf in ähnlichen Dimensionen wie in Einfamilienhaussiedlungen und damit weit über dem Grundstücksflächenbedarf des verdichteten Wohnungsbaus. Trotzdem kann man vom Tiny House lernen. Entscheidend für ein Leben auf so geringer Wohnfläche ist die Minimierung der Verkehrsflächen, die Doppelnutzung verschiedener Flächen und die Möglichkeit, bei geeigneter Witterung den Außenraum aktiv mitzunutzen. Beim Tiny House handelt es sich in den meisten Fällen um

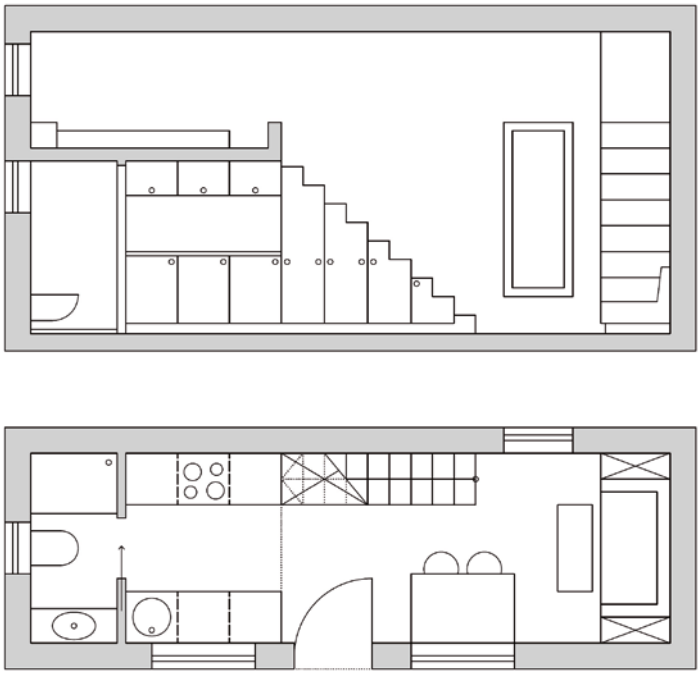
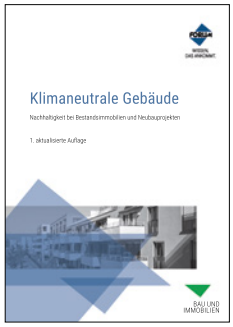


Bild: © Prof. Zeitler

6 | Exemplarischer Schnitt und Grundriss für ein Tiny House

Buchtipp: „Klimaneutrale Gebäude“

Der Artikel „Kompakte, flächenoptimierte Gebäudegeometrie“ von Prof. Zeitler ist ebenfalls erschienen in dem Fachbuch „Klimaneutrale Gebäude – Nachhaltigkeit bei Bestandsimmobilien und Neubauprojekten“. Thema dieses Werks, an dem zahlreiche Experten aus Bauphysik, Nachhaltigkeit usw. mitgewirkt haben, ist die klimagerechte Umgestaltung der Bauindustrie. Von der Erstellung einer Ökobilanz über den Nutzen von Lebenszykluskosten bis hin zur Zertifizierung der Gebäudenachhaltigkeit erhalten die Leser einen strukturierten Überblick über die anstehenden Herausforderungen und Lösungsansätze. Der Gesetzgeber hat ambitionierte Forderungen auf den Weg gebracht (z. B. durch das QNG) und nun müssen die entsprechenden Maßnahmen ergriffen werden. Welche das u. a. sind, das erläutert das Fachbuch „Klimaneutrale Gebäude“.



Verschiedene Fachautoren:
„Klimaneutrale Gebäude – Nachhaltigkeit bei Bestandsimmobilien und Neubauprojekten“
Forum Verlag Herkert GmbH;
1. Aktualisierte Auflage; 2023;
ISBN 978-3-96314-843-9 (online)

Einraum-Konzepte mit Nasszelle, die keine Flurbereiche besitzen. Beim Mobiliar überwiegen Einbaumöbel, die eine optimale Raumausnutzung gewährleisten. Galerieflächen (oft Schlafebenen) ermöglichen die Doppelnutzung einzelner Grundflächenbereiche, setzen aber eine gewisse Raumhöhe voraus. Tiny Häuser haben deshalb häufig lichte Raumhöhen von mehr als 3 m. Die Treppen, um die Galerieflächen zu erreichen, werden unterbaut bzw. sind Möbelstücke. Großzügige Terrassen verdoppeln häufig die Wohnfläche bei guter Witterung, sind allerdings sehr viel günstiger herstellbar als geschlossener Wohnraum.

Diese Aspekte könnten auch im normalen Wohnungsbau Anwendung finden, und es lohnt sich, über entsprechende Ansätze nachzudenken, weil auf diese Weise ausgesprochen nachhaltige Wohnprojekte i. S. v. Ressourcen-, Energie- und Flächeneffizienz realisierbar wären. Wichtig ist natürlich, dass die Qualitäten, z. B. der zur Verfügung gestellten Grundrisse, Außenräume und Erschließungen, diesem hohen Grad der Verdichtung gerecht werden, um auf diese Weise die Akzeptanz der Bewohner herbeizuführen. Ähnliche Ansätze sind auch im Nichtwohnungsbau denkbar. Shared-Desk-Konzepte führen zu einer Mehrfachnutzung von Flächen bei Bürogebäuden. Bei neueren Großraumbüros wird der Flächenbedarf des individuellen Arbeitsplatzes oft stark minimiert, um dann einerseits mehr nutzbare Gemeinschaftsflächen, aber auch kleine, nicht individualisierte Rückzugsorte, wie z. B. „Telefonzellen“, anzubieten. Auch hier können Außenbereiche miteinbezogen werden, indem für entsprechenden Blendschutz und Medienversorgung gesorgt wird.

Grundsätzlich gilt für alle Nachhaltigkeitsstrategien mit Suffizienzansätzen, dass die Akzeptanz solcher Konzepte nur durch hohe planerische Qualität und am besten auch in Verbindung mit einer Nutzerbeteiligung erreicht werden kann. Nachhaltig werden sie erst durch die Dauerhaftigkeit solcher Lösungen. Der mit diesen Strategien verbundene Verzicht muss sich für die jeweiligen Nutzer offensichtlich lohnen.

**Prof.
Friedemann Zeitler**

ist Dipl.-Ing. Architekt und Energieberater (HWK). Nach fünf Jahren praktischer Berufserfahrung als Architekt war er wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Baukonstruktion und Baustoffkunde an der TUM. In seiner anschließenden Tätigkeit als Fachredakteur am Institut für internationale Architektur-Dokumentation (DETAIL-Verlag) war er u. a. für mehrere Buchproduktionen verantwortlich. Sein weiterer beruflicher Werdegang führte ihn über die Partnerschaft im Bausachverständigenbüro Siebert in Penzberg zur Gründung der Plan-Bee GmbH, Planungsgesellschaft für Bauphysik und Energieeffizienz, mit den Arbeitsschwerpunkten thermische Bauphysik, Gebäudethermografie und Energieberatung, insbesondere im Bereich der Nichtwohngebäude nach DIN V 18599. Seit Sommer 2011 ist er Professor an der Hochschule Coburg mit dem Lehrgebiet „energetische Bewertung und Optimierung von Gebäuden“.

ONLINE-SCHULUNGEN
für Ihre Quartiersplanung

THEMEN

- Mobilitätskonzepte, Sharing und urbane Logistik
- Planung von E-Ladeinfrastruktur
- Mieterstrom-Konzepte
- Nachhaltige Energieversorgung

www.magazin-quartier.de/schulung

QUARTIER
Fachmagazin für urbanen Wohnungsbau

Beck+Heun: Fenster-Sanierungsatlas in neuer Auflage

Bild: © Beck+Heun

Beck+Heun hat seinen Fenster-Sanierungsatlas neu aufgelegt. Das mit dem Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser und der BASF verfasste Kompendium vermittelt neben Grundlagenwissen einen Überblick über Lösungsansätze zur anforderungsgerechten energetischen Fenstersanierung. Die ersten 50 Seiten des zweiteilig aufgebauten Nachschlagewerks widmen sich den Grundlagen. Dazu zählen Themen wie Wärmedurchgangskoeffizient, Mindestwärme-/Feuchteschutz, Gebäudelüftung, Wärmebrücken im Altbau, Ausbildung der Bauanschlussfuge sowie der Fenstertausch als Einzelmaßnahme. Neben technischen Aspekten werden auch gültige Normen, Verordnungen und Anleitungen berücksichtigt. Am Ende des ersten Teils wird anhand eines Beispiels der Umgang mit den im zweiten Teil verfügbaren Daten und Auswertungen aufgezeigt. Im zweiten Teil folgen Lösungsvorschläge für übliche Einbausituationen, unterteilt in Baualtersklassen sowie gängige Mauerwerksstärken. Das knapp 190 Seiten umfassende Nachschlagewerk ist kostenlos erhältlich über http://beck-heun.de/sanierungsatlas.

Beck+Heun GmbH
www.beck-heun.de

Teledyne Flir stellt neue Wärmebildkamera vor

Bild: © Teledyne Flir

Die Flir E8 Pro von Teledyne Flir verfügt über einen 3,5-Zoll-Touchscreen, eine Bildschirmauflösung von 640 × 480 Pixeln sowie Cloud-Konnektivität mit Flir Ignite im selben Formfaktor mit Pistolengriff wie herkömmliche Wärmebildkameras der E8-Serie. Über den Touchscreen kann der Anwender seine Aufnahmen per WLAN mit Anmerkungen auf dem Bildschirm freigeben. Die Bilder können dann direkt in die Ignite Cloud hochgeladen werden. Die fünf MP-Kamera bietet scharfe Details im Infrarot und im sichtbaren Bereich und setzt dabei auf Multi-Spectral Dynamic Imaging (MSX). Die MSX-Funktion überlagert die Konturen des sichtbaren Bereichs mit dem Wärmebild und bietet so eine höhere Detailgenauigkeit und kontextbezogene Wahrnehmung ohne Einbußen bei den thermischen Daten. Das Werkzeug verfügt auch über eine integrierte LED-Lampe, um wichtige Details über MSX in Szenarien mit schwachem Licht zu erfassen und so die Entscheidungsfindung zu erleichtern. Ist die Kamera mit dem WLAN verbunden, wird sie automatisch mit der Anwendung Flir Ignite synchronisiert. Der Zugriff erfolgt über ein mobiles Gerät, Webbrowser oder Desktop-Computer. Auf die über Ignite freigegebenen Bilder und Videos kann dann über die Software Flir Thermal Studio zugegriffen werden, sodass Ergebnisse sofort eingesehen, bearbeitet und analysiert werden können.

Teledyne Flir
www.teledyneflir.com

IGT: Kostenloses GA-Bewertungstool

Automation im Gebäude hilft, Energie zu sparen und implementiert zusätzlich Sicherheits- und Komfortfunktionen. Doch wie groß ist die zusätzliche Energieeffizienz durch den Einsatz von Gebäudeautomation (GA)? Für die Beantwortung dieser und weiterer Fragen, hat das Institut für Gebäudetechnologie GmbH (IGT) das kostenlose Online-Tool „Gebäudeeffizienz-Inspektor“ entwickelt. Jeder, der ein Grundverständnis von Gebäuden und deren Anlagentechnik (Heizung, Lüftung, Klimatisierung) hat, ist laut IGT damit in der Lage, seine eigenen Projekte einzupflegen. Ohne sich in technischen Details zu verlieren, gibt das Tool Anregungen und Handlungsempfehlungen, ob sich die (weitere) Einführung von Gebäudeautomation lohnt. Die per Gebäudeeffizienz-Inspektor erstellten Auswertungen sind eine mögliche Grundlage für weitere Gespräche mit zuständigen Fachplanern und Systemhäusern. Durch die Überführung der EN 15232 in die ISO 52120 ergeben sich auch hier einige Neuerungen, die eingepflegt wurden, sodass die Projekteingabe auf dem neuesten Stand erfolgen kann. Das Tool ist erreichbar über → https://gei.igt-institut.de.

IGT Institut für Gebäudetechnologie GmbH
www.igt-institut.de

Kapillare Unterflurbewässerung von Intewa

Bild: © Intewa

Im Rahmen des BMBF-geförderten FuE-Vorhabens Ag-Rain wurde ein kapillares Unterflurbewässerungssystem mittels der Intewa Drainmax Tunnelrigole entwickelt und patentiert. Es speichert dezentral Regenwasser unversiegelter oder versiegelter Flächen. Im Anschluss steigt das gesammelte Wasser per Kapillarkraft nach oben. Abseits des Urban Farmings, also der Erzeugung von für den Verzehr geeigneter Biomasse, ist der Einsatz des kapillaren Bewässerungssystems als großflächige Verdunstungskühlung bei Grünflächen im urbanen Kontext möglich. Bei seinem Einsatz wird durch Evapotranspiration, die die Verdunstung einerseits ausgehend von Boden- und Wasserflächen (Evaporation) und andererseits über die Oberfläche von Pflanzen (Transpiration) umfasst, die Umgebung gekühlt.

Intewa
www.intewa.com

Neue Förderrichtlinie für die Energieberatung für Wohngebäude

Mitte Juni hat das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bekannt gegeben, dass zum 01.07.2023 eine neue Richtlinie für die Bundesförderung der „Energieberatung für Wohngebäude“ (EBW) in Kraft tritt. Demnach werden seit diesem Datum die entsprechenden Zuschüsse direkt an die Beratungsempfänger ausgezahlt. Diese stellen den Förderantrag und erhalten den Zuwendungsbescheid direkt vom BAFA. Das Verfahren in der EBW wird damit dem bei der Bundesförderung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN) angepasst. Die Beratungsempfänger können sich im Förderverfahren durch ihren Energieberater vertreten lassen. Zudem können Energieberatungen für Wohngebäude jetzt nur noch gefördert werden, wenn ein individueller Sanierungsfahrplan (iSPF) mit der aktuellen iSFP-Druckapplikation erstellt wird. Das gilt für Förderverfahren mit Antragstellung ab dem 01.07.2023. Das soll Vergleichbarkeit und Qualität von Beratungsberichten weiter erhöhen.

Eine weitere Änderung betrifft neben der EBW auch die Bundesförderung „Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme“ (EBN). Seit Juli kann in beiden Förderprogrammen eine Energieberatung nur gefördert werden, wenn der Energieberater in der Expertenliste unter www.energie-effizienz-experten.de in der betreffenden Kategorie gelistet ist. Übergangsweise wird bis zum 31.12.2023 eine Zulassung für das jeweilige Förderprogramm durch das BAFA auch ohne Eintragung in die Expertenliste anerkannt.

Das BAFA hat in seiner Pressemitteilung darüber hinaus verkündet, dass die Zuständigkeit für die Zulassung von Energieberatern für die Förderprogramme EBW und EBN in diesem Zusammenhang ab dem 01.07.2023 auf die Deutsche Energie-Agentur (dena) übergeht. Damit liegt die Zulassung für Energieberatungen bei der EBW, EBN und die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) in einer Hand bei der dena, während die Qualifikationsprüfung Energieberatung für Quereinsteiger weiterhin beim BAFA verbleibt.

Die neue Richtlinie ist einsehbar unter → https://www.bundesanzeiger.de/pub/de/amtlicher-teil?3&year=2023&edition=BAnz+AT+21.06.2023

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
www.bafa.de/ebw
www.bafa.de/ebn

Richtlinie VDI/BTGA 6044 ersetzt BTGA-Regel 3.003

Die neue Richtlinie VDI/BTGA 6044 „Vermeidung von Schäden in Kaltwasser- und Kühlkreisläufen“ ist im April 2023 veröffentlicht worden. Sie basiert auf der BTGA-Regel 3.003 „Wassergeführte Kalt- bzw. Kühlwasserkreisläufe – zuverlässiger Betrieb unter wassertechnischen Aspekten“ und ist ein gemeinsames Projekt des VDI – Verein Deutscher Ingenieure e.V. und des BTGA – Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V. Mit Veröffentlichung der neuen Richtlinie VDI/BTGA 6044 wurde die BTGA-Regel 3.003 zurückgezogen. Die Richtlinie VDI/BTGA 6044 gilt für geschlossene Kalt- und Kühlwasserkreisläufe mit einer maximalen Umlaufwassertemperatur von -20 °C bis +40 °C und einem Gesamtvolumen über 1.000 Liter – ohne Berücksichtigung von Speichervolumen. In der Richtlinie sind auch Besonderheiten beschrieben, die für korrosionstechnisch geschlossene Kalt- bzw. Kühlwasserkreisläufe zu beachten sind, die temporär oder ständig in direkter hydraulischer Verbindung mit Warmwasser-Heizungsanlagen betrieben werden. Werden das Füll- bzw. Ergänzungs- und das Umlaufwasser nur unzureichend aufbereitet und behandelt, führt das oft zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit von Korrosion und zu Ablagerungen. Während des Betriebs kann sich dann die Wasserbeschaffenheit verändern. Ein Überwachen und Dokumentieren der Wasserbeschaffenheit ist deshalb notwendig.

Die Richtlinie VDI/BTGA 6044 „Vermeidung von Schäden in Kaltwasser- und Kühlkreisläufen“ ist zum Preis von 184,40 Euro (inkl. MwSt., zuzüglich Versandkosten) erhältlich unter → www.beuth.de.

BTGA Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.
www.btga.de

EVEBI | EVEBI Pro
Software für Energieberatung und -planung
ENVISYS
LCA
KFN
~ BEG — aktuelle Richtlinien / KFN
~ Ökobilanz Nachhaltigkeitsbewertung Lebenszyklusanalyse QNG — WG / NWG
~ Berechnung nach DIN V 18599 oder DIN V 4108/4701 — flexibles Umschalten
~ Beratungsberichte — professionelle Ausgaben
~ Individuelle Sanierungsfahrpläne
~ Energetische Baubegleitung
u.v.m.
03643 / 495 27 10
www.envisys.de

Missachtung des Abdichtungslastfalls

Feuchte im Keller

Im Rahmen des Neubaus eines Einfamilienhauses mit Vollkeller kam es aufgrund technischer Mängel bei der Erstellung der Bauwerksabdichtung des Kellers zu Wassereinbrüchen und Durchfeuchtungen am Kelleraußenmauerwerk der Erstabdichtung. Insgesamt wurde der Keller zweimal abgedichtet. Daraufhin erfolgte eine Mangelbeseitigung. In der Folge kam es jedoch erneut zu Durchfeuchtungen am Kelleraußenmauerwerk, da auch die nachträgliche zweite Kellerabdichtung erhebliche technische Mängel aufwies.

Bild: © alexanderhaw – stock.adobe.com

Das betrachtete Objekt ist ein Wohnhaus mit einer Vollunterkellerung. Das Gebäude ist im Jahr 2000 in Massivbauweise errichtet worden, für das Kellermauerwerk wurde ein Leichtbetonstein verwendet. Es handelt sich dabei um einen haufwerksporigen Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge, der mit Tonkugeln, die eine Klinker-Außenschale besitzen, versetzt ist. Die Tonkugeln sind von Luftporen durchsetzt. Der Stein besitzt eine gute Wärmedämmung und ein günstiges Feuchte-/Trocknungsverhalten. Die Ausgleichsfeuchte der Leichtbetonsteine liegt etwa bei 4,0 Massenprozent. Das Feuchte- und Trocknungsverhalten eines Baustoffs wird durch seine Porenstruktur, sprich die Art, Größe und Verteilung von Hohlräumen, Poren und Kapillaren definiert. Die Wasseraufnahme der hier betrachteten Leichtbetonsteine ist sehr gering, dennoch muss das Mauerwerk vor Feuchte und Nässe geschützt werden. Da der Dampfdiffusionswiderstand des Leichtbetonsteins niedrig ist, besitzt dieser kurze Trocknungszeiten, ähnlich wie Ziegel. Die Kellerwände des vorliegenden Objekts sind von innen verputzt.

Porenraum und Kapillarität von Baustoffen

Der Wassertransport in Baustoffen ist von deren Porengrößenverteilung abhängig, da z. B. bei zu kleinen Poren die Moleküle flüssigen Wassers nicht in die Poren hineinpassen. In einem solchen Fall kann kein Feuchtetransport stattfinden. Es ist dabei jedoch zu beachten, dass die Wassermoleküle ggf. in gasförmigem Zustand in die Poren passen könnten. Die relevante Porengröße offener, leitfähiger Kapillarporen liegt bei einem Durchmesser von 10^{-7} bis 10^{-4} m. Porengrößen werden nach den Porenradien unterteilt in:

- Mikroporen: Ø < 10^{-7} m
  => keine kapillare Leitfähigkeit
- Kapillarporen: Ø 10^{-7} m bis 10^{-4} m
  => kapillare Leitfähigkeit
- Makroporen: Ø ≥ 10^{-4} m
  => kapillar brechend

Die Porenradien werden im Allgemeinen mithilfe der Quecksilberdruckporosimetrie ermittelt. Kapillaraktive Baustoffe, wie etwa Ziegel, besitzen zahlreiche leitfähige Kapillarporen. Anders verhält es sich z. B. bei Beton, einem zementgebundenen Baustoff mit sehr kleinen Porenradien. Hier ist eine kapillare Weiterleitung nahezu ausgeschlossen, weil die kapillare Sauggeschwindigkeit aufgrund der Porengrößen zum Stillstand kommt. Porenradien und Porengrößenverteilung beeinflussen das Wassertransportverhalten eines Baustoffs. Das Wasseraufnahme-, -weiterleitungs- und -abgabeverhalten eines Stoffs hängt demnach direkt vom Vorhandensein und der Anzahl der Kapillarporen ab. Insbesondere Ziegel besitzt aufgrund seiner Porenstruktur ein sehr gutes Wassertransportverhalten. Bei Mauermörtel verhält es sich ähnlich. In der Praxis bedeutet das, dass Ziegel und Mauermörtel Wasser schnell aufnehmen und schnell wieder abgeben können. Daher nennt man diese Stoffe auch kapillaraktiv. Die maximale kapillare Wasseraufnahme definiert die Menge an Wasser, die ein getrockneter Baustoff aufgrund seines Gehalts an Kapillarporen maximal kapillar aufnehmen kann. Sie wird mit nachfolgender Formel beschrieben:

$$U(a)\,[M\%] = \frac{m_s - m_{tr}}{m_{tr}}\ x\ 100$$

m_s = Masse der feuchten Probe
m_{tr} = Masse der trockenen Probe

Der kapillare Durchfeuchtungsgrad bezeichnet die Beziehung zwischen der Durchfeuchtung und der maximalen kapillaren Wasseraufnahme. Dieser wird folgendermaßen definiert:

$$D_{(g)\,kap}\,[\%] = \frac{Feuchte\,[M\%]}{max.kap.W.aufn.\,[M\%]}\ x\ 100$$

Bei der Bestimmung der maximalen Wasseraufnahme (Sättigungsfeuchte) wird der gesamte Porenraum mit Wasser gefüllt. Dieser Vorgang muss unter Druck entweder im Koch- oder im Vakuumverfahren erfolgen. Folgende Formel beschreibt die maximale Wasseraufnahme:

$$D_{(g)\,ges}\,[\%] = \frac{Feuchte\,[M\%]}{max.Wasseraufn.\,[M]}\ x\ 100$$

$$D_{(g)\,ges} > D_{(g)\,kap}$$

Feuchte-Analytik

Zur Untersuchung wurden im vorliegenden Fall Proben aus dem Mauerwerk entnommen und anschließend auf ihren Feuchtegehalt sowie Durchfeuchtungsgrad im Labor untersucht. Hierzu wurden Minikernbohrungen in das Mauerwerk eingebracht (d = ca. 2,5 cm). Die Messung der Feuchte erfolgte durch Wägung:

- Messung (Wägung) der erbohrten (feuchten) Proben direkt nach deren Bergung, oder später: Hierzu sind die Proben luft- und dampfdicht zu verpacken (Alufolie).
- Trocknung der Proben im Darr-Schrank (Trockenschrank) bei maximal 105 °C: Die Proben dürfen keiner höheren Temperatur ausgesetzt werden, da sonst neben dem kapillaren Wasser das Kristallwasser ausgetrieben wird, was bei dieser Untersuchung nicht erfolgen darf. Zweite Messung (Wägung) der Proben im darrtrockenen Zustand.
- Wässerung der Proben durch Lagerung im Wasserbad: Hierbei wird die kapillare Wasseraufnahme festgestellt, nachdem im Trockenschrank die kapillare Feuchte ausgetrieben worden war. Dritte Messung (Wägung) der Proben mit der kapillaren Sättigungsfeuchte.

Feuchtegehalt von Bauteilen

Nach Fertigstellung eines Bauwerks trocknen die feucht eingebauten Bauteile (Ortbeton, Mauerwerk, Estrich etc.) im Lauf von ca. drei Jahren so weit aus, bis die Ausgleichsfeuchte erreicht ist. Die Ausgleichsfeuchte im Bauteil ist gemäß den Veränderungen des Raumklimas sehr geringen Schwankungen unterworfen. Die Fähigkeit eines Baustoffs, bei einer bestimmten relativen Luftfeuchte der Umgebungsluft Feuchte aufzunehmen und abzugeben, wird in den Sorptions- und Desorptions-Isothermen dargestellt. Diese sind für jeden Baustoff anders. Daher nehmen die verschiedenen Materialien bei gleicher relativer Feuchte der Umgebungsluft unterschiedlich viel Feuchte auf. Der Feuchtegehalt eines Baustoffs bei Normklima wird Ausgleichsfeuchte genannt. Baustoffe, die sich bei Normklima im Bereich der Ausgleichsfeuchte befinden, werden umgangssprachlich auch als trocken bezeichnet. Die gemessenen Feuchtewerte können daher anhand der zu erwartenden Ausgleichsfeuchte überprüft werden. Im vorliegenden Fall liegt die Ausgleichsfeuchte für das Leichtbeton-Mauerwerk

Feuchtemessungen an Leichtbetonwand innen M (1) bis M (5)

Kelleraußenwand Hobbyraum, gartenseitig _ Bohrungen von innen

Übersicht über die Messergebnisse nach folgenden Verfahren:
- Darr- Trocknung im Labor

			Gravimetrische Messung / Darr- Verfahren							
					U(s)		U(a)			
Probenbezeichnung	Probe	Trocken-masse [g]	Festgestellte Masse im Ortstermin [g]	Sättigungs-Gewicht [g]	Sättigungs-feuchte [M.-%] Labor Dr. Körber	DFG* D(g)	Feuchte [M.-%] Labor Dr. Körber	Anforderung nach DIN 4108	An-forderungen erfüllt ?	Ergebnis
Messstelle M (1) A innen	1 A	13,7	14,40	16,30	18,98%	27%	5,11%	4,0 M-%	NEIN	feucht / nass
Messstelle M (1) B außen	1 B	21,7	23,00	26,80	23,50%	25%	5,99%	4,0 M-%	NEIN	feucht / nass
Messstelle M (2) A innen	2 A	5	5,20	6,10	22,00%	18%	4,00%	4,0 M-%	JA	trocken
Messstelle M (2) B außen	2 B	15,85	16,50	18,30	15,46%	27%	4,10%	4,0 M-%	NEIN	feucht / nass
Messstelle M (3) A innen	3 A	8,3	8,70	10,20	22,89%	21%	5%	4,0 M-%	NEIN	feucht / nass
Messstelle M (3) B außen	3 B	22,7	24,10	27,80	22,47%	27%	6,17%	4,0 M-%	NEIN	feucht / nass
Messstelle M (4) A innen	4 A	19,8	21,10	24,50	23,74%	28%	6,57%	4,0 M-%	NEIN	feucht / nass
Messstelle M (4) B außen	4 B	13,3	14,10	15,90	19,55%	31%	6,02%	4,0 M-%	NEIN	feucht / nass
Messstelle M (5) innen	5 A	11,3	11,75	13,80	22,12%	18%	3,98%	4,0 M-%	JA	trocken
Messstelle M (5) außen	5 B	18,1	19,00	22,40	23,76%	21%	4,97%	4,0 M-%	NEIN	feucht / nass

* bis < 4,0 M% darf des Wand-Bauteil als 'trocken' gelten
* bis < 20% DFG darf ein massives Wand- Bauteil als 'trocken' gelten
*100% DFG ist die Wassersättigung eines Massiv- Bauteils

Bild: © Dr. Körber

1 | Ergebnisse der gravimetrischen Feuchtemessung (Untersuchung von innen): Feuchtegehalt in [M.-%], Durchfeuchtungsgrad in [%]

Feuchtemessungen an Leichtbetonwand von außen M (8) und M (11)

Kelleraußenwand Hobbyraum, gartenseitig _ Bohrungen von außen

Übersicht über die Messergebnisse nach folgenden Verfahren:
- Darr- Trocknung im Labor

					Gravimetrische Messung / Darr- Verfahren							
							U(s)		U(a)			
Proben-bezeichnung	Bauteil	Probe	Material	Trocken-masse [g]	Festgestellte Masse im Ortstermin [g]	Sättigungs-Gewicht [g]	Sättigungs-feuchte [M.-%] Labor Dr. Körber	DFG* D(g)	Feuchte [M.-%] Labor Dr. Körber	Anforderung analog DIN 4108	An-forderungen erfüllt?	
Messstelle 1 => M (8)	Wand	1a	Wand	19,90	21,60	25,40	27,64%	31%	8,54%	4,0 M-%	NEIN	nass
Messstelle 1 => M (8)	Wand	1b	Wand Mörtelkehle	9,40	10,00	10,20	8,51%	75%	6,38%	2,0 M-%	NEIN	nass
Messstelle 1 => M (8)	Wand	1c	Wand Mörtelkehle	142,40	152,20	154,00	8,15%	84%	6,88%	2,0 M-%	NEIN	nass
Messstelle 1 => M (11)	Wand	2	Wand	9,10	9,70	10,70	17,58%	38%	6,59%	4,0 M-%	NEIN	nass

* bis 20% DFG darf ein Bauteil als 'trocken' gelten
*100% D(g) ist die Wassersättigung des Bauteils

Bild: © Dr. Körber

2 | Ergebnisse der gravimetrischen Feuchtemessung (Untersuchung von außen): Feuchtegehalt in [M.-%] und Durchfeuchtungsgrad in [%]

bei ca. 4,0 Massenprozent. Ein Bauteil gilt als trocken, wenn der Durchfeuchtungsgrad $D_{(g)} < 20$ % beträgt.

Lastfall für die Bauwerksabdichtung

Zum Zeitpunkt der Erbauung des Objekts galt noch die DIN 18195:2000-08 [1]. Deshalb war das Gebäude nach ihr zu beurteilen. Gemäß DIN 18195 gliedern sich die grundsätzlich erforderlichen Abdichtungsebenen wie folgt:

- Querschnittsabdichtung in der Wand: **Q-Sperre**

  Diese Abdichtung verhindert, dass in der Wand – bedingt durch die kapillaren Kräfte im Baustoff – Feuchte aufsteigt (aufsteigende Feuchte).

- Vertikale Sockel-/Außenwandabdichtung auf der Außenwand: **V-Sperre**

  Sie verhindert, dass an der Fassade herablaufendes Niederschlags- und Oberflächen- sowie Spritzwasser in das Sockelmauerwerk (bzw. Kellermauerwerk) eindringen kann (seitlicher Feuchteangriff). Die Sockelabdichtung ist 30 cm, jedoch mindestens im Mittel 15 cm, über das anschließende Gelände hoch zu führen.

- Horizontale Abdichtung auf der Sohle: **H-Sperre**

  Die Abdichtung unterbindet Feuchte, die über die Sohle aufsteigt/eindringt (Feuchteangriff von unten).

Die genannten Abdichtungsebenen stellen ein grundsätzliches System der Bauwerksabdichtung dar, auf das hier Bezug genommen wird. Die Abdichtung ist wannenförmig von „wasserdicht" nach „wasserdicht" auszuführen.

In der DIN 18195 ist die Lastfallunterscheidung der Bauwerksabdichtung geregelt. Nach DIN 18195 sind zunächst die Lastfälle Bodenfeuchtigkeit und drückendes Wasser zu unterscheiden. Das ist entscheidend, da im Fall von Bodenfeuchtigkeit kein hydrostatischer Druck auf die Abdichtung ausgeübt wird. Es ist zwar Feuchte im Boden vorhanden, diese hat jedoch nicht die Tendenz, drückend in das Bauwerk einzudringen. Feuchte im Boden ist immer anzunehmen, daher beschreibt der Lastfall Bodenfeuchtigkeit den Mindestlastfall.

Anders verhält es sich bei drückendem Wasser. Hier übt die anstauende, im Boden befindliche Wassermasse einen hydrostatischen Druck auf die Abdichtung aus und hat die Tendenz, in das Bauwerk einzudringen. Das mögliche Eindringen des Wassers muss durch eine geeignete, funktionierende Abdichtung verhindert werden. Da die Abdichtung dem hydrostatischen Druck standhalten muss, sind höhere Anforderungen an diese Abdichtung zu stellen, als bei Bodenfeuchtigkeit.

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert) eines Bodens bezeichnet dessen hydraulische Leitfähigkeit (Permeabilität). Kann nicht genügend Wasser in einer bestimmten Zeit durch den Baugrund abgeleitet werden, so staut dieses am Bauwerk auf. Waren im Baugrund Böden mit einem k_f-Wert von besser als $k_f = 10^{-4}$ zu finden, so durfte nach DIN 18195-4 abgedichtet werden. Waren Böden mit schlechteren Versickerungseigenschaften vorhanden, sprich dichtere oder bindige Böden, musste nach DIN 18195-6 abgedichtet werden. Je kleiner die einzelnen Körner der Bodenschichten sind, desto dichter ist der Erdstoff. Bei dichten Erdstoffen nimmt die Versickerungsfähigkeit des Bodens ab. Die Grenze, die die DIN 18195 hierfür definiert, ist $k_f > 10^{-4}$. Bei Korngrößen $k_f > 10^{-4}$ wird von gut versickernden Böden gesprochen.

Im vorliegenden Fall wurde anhand des Bodengutachtens festgestellt, dass das Objekt sowohl von gut versickernden als auch von bindigen Böden umgeben ist. Es musste hier daher aus Sicherheitsgründen von einem Versickerungsbeiwert $k_f \sim 10^{-4}$ bis 10^{-7} ausgegangen werden.

Die Bestimmung des Lastfalls der Bauwerksabdichtung wird üblicherweise anhand eines Bodengutachtens mit Abdichtungsempfehlung im Rahmen der Planung durchgeführt. Vorliegend standen oberflächennah überwiegend Böden mit einem k_f-Wert von 10^{-4} bis10^{-5} an. In

diesen Bereichen gilt der Lastfall Bodenfeuchte nach DIN 18195-4. Da jedoch in der Tiefe von 2,5 bis 3,7 m die Böden mit $k_f = 10^{-6}$ bis 10^{-7} ausgewertet wurden, hätte aus Sicherheitsgründen für das gesamte Gebäude der nächsthöhere Lastfall nach DIN 18195-6 gewählt werden müssen. Im vorliegenden Fall lag gemäß Bodengutachten von 1999 für das Gebäude der Lastfall aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18195-6 vor, weil die k_f-Werte der auf dem Gelände anstehenden Böden schlechter als 10^{-4} waren. Wie sich im Nachhinein herausstellte, wurde die Abdichtung des Kellers jedoch nicht entsprechend der DIN 18195-6 durchgeführt. Vorliegend genügte die Abdichtung nicht einmal dem Mindestlastfall DIN 18195-4.

Nässeschäden mit eindringendem Wasser

Kurze Zeit nach der Inbetriebnahme des Objekts stellten die Nutzer einen Feuchte- und Wasserschaden im Keller fest. In den Keller war von außen Wasser eingedrungen, das die Kelleraußenwände und den Fußbodenaufbau vernässt hatte. Infolgedessen wurden an der Kellerabdichtung technische Mängel festgestellt, wodurch das Wasser eindringen konnte. Daraufhin wurde erstmals entschieden, die Kellerabdichtung zu sanieren. Im Zuge einer zweiten Sanierung wurde durch Bauteilöffnungen festgestellt, dass die erste Sanierung durch Hinzufügen einer weiteren Abdichtung erfolgt war. Im vorliegenden Fall handelte es sich vorrangig um Schachtungen an der Außenwand der Kellerabdichtung. Die erste Abdichtung war zur Überprüfung auf dem Objekt verblieben.

Erste Abdichtungs-Lage: KMB-Abdichtung

Obwohl bei der ersten Sanierung eine zweite Abdichtungslage eingebaut wurde, war diese augenscheinlich ebenfalls technisch mangelhaft. Im Rahmen der nun folgenden Untersuchungen wurde zunächst die Durchfeuchtung der Kelleraußenwände von innen gemessen. Im nächsten Schritt wurde eine umfangreiche Bauteilöffnung veranlasst, bei der die Kellerabdichtung außenseitig freigelegt wurde, um diese näher zu untersuchen. Hierbei wurde festgestellt, dass die erste Abdichtung als KMB-Abdichtung (heute PMPC) aus einer einlagigen Abdichtungslage ohne Vlieslage einschichtig aufgebaut war. Die Trockenschichtdicke war stark unterschiedlich in der Dicke und lag zwischen 0,0 und 2,0 mm. Der Einbau der KMB-Abdichtung musste seinerzeit nach den geltenden Abdichtungsnormen sowie der KMB-Richtlinie [3] umgesetzt werden. Gemäß diesen Regelwerken musste die hergestellte KMB-Abdichtung mindestens folgenden Standards genügen:

3 | Bauteilöffnung: Schachtung an der Kelleraußenwand

4 | Kapazitive Messung an der Kelleraußenwand

HIRSCH Porozell

Kellerdeckendämmung
Mit Dämmung Energie sparen

- Lebensdauer von über 50 Jahren
- mit und ohne Oberflächenprägung
- Heizkosten-Ersparnis
- verbessertes Wohnklima
- Einfache Montage mit Kleber oder Dämmstoffkrallen

HIRSCH Porozell GmbH
Augsburger Str. 8 - 10 | D 33378 Rheda-Wiedenbrück | Tel.: +49 5242 9608-0 | www.hirsch-porozell.de

5 | Mangelhafte Anschlüsse an den Bauelementen

6 | Technische Mängel der Anschlüsse deutlich sichtbar

7 | Abdichtungsmängel …

8 | … und Hinterfeuchtungen

- Trockenschichtdicke > 4 mm
- mehrschichtiger Aufbau
- Vlieseinlage

Die ursprüngliche KMB-Abdichtung hatte jedoch den Forderungen der Regelwerke nicht genügt. Insbesondere die fehlende Armierung, die fehlende zweite Schicht und die zu geringe Trockenschichtdicke hatten dazu geführt, dass die Abdichtung dem Lastfall aufstauendes Sickerwasser nicht genügen konnte. Daher konnte festgestellt werden, dass die erste Abdichtung technisch erheblich mangelhaft und für die seinerzeitigen Wassereinbrüche ursächlich war. Die bereits durchgeführte Sanierung der Abdichtung war seinerzeit zwingend erforderlich gewesen.

Zweite Abdichtungslage mit Bitumenbahnen

Da bei der Sanierung der Erstabdichtung der gesamte Keller freigelegt wurde, um eine neue Bauwerksabdichtung herzustellen, waren im Rahmen der Sanierung erhebliche Kosten aufgewendet worden. Die zweite Abdichtungslage war seinerzeit jedoch ebenfalls nicht fachgerecht einge-

baut worden. Das stellte sich später heraus, da nach weiteren Wasserschäden im Gebäude Untersuchungen an der Zweitabdichtung durchgeführt wurden. Im Rahmen der Sanierung der Erstabdichtung war eine zweite Abdichtungslage, bestehend aus Bitumenbahnen, eingebaut, die erste Abdichtungslage hierbei jedoch nicht entfernt worden. Vor die Bitumenbahnen-Abdichtung (zweite Schicht) war eine Schutzschicht aus Perimeterdämmplatten geklebt worden.

Beim Einbau der Zweitabdichtung sind erhebliche Fehler begangen worden. Herauszuheben bei der Vielzahl der technischen Mängel an dieser zweiten Abdichtung sind u. a. folgende Punkte:

- Die zweite Abdichtung, bestehend aus Bitumenbahnen, ist nicht spannungsfrei verlegt worden. Die Abdichtung stand unter Spannung und ist aus diesem Grund aufgerissen, sodass Wasser eindringen konnte, das sich in den Hohlräumen zwischen den beiden Abdichtungen gesammelt hat. Dieses Wasser ist in die Kellerwand eingedrungen, da die Erstabdichtung ebenfalls erheblich technisch mangelhaft war.

- Die Zweitabdichtung wurde zudem nicht fachgerecht an die Bauelemente angeschlossen. Hierdurch konnte an der Fassade ablaufendes Wasser im Bereich der nicht fachgerechten Anschlüsse zwischen die beiden Abdichtungslagen gelangen, wo es aufgrund der nicht spannungsfrei verbauten zweiten Abdichtungslage in den so entstandenen Hohlräumen aufstauen konnte.

Im Rahmen der Bauteilöffnungen an den technisch mangelhaften Bauwerksabdichtungen wurden Materialproben aus der dahinter befindlichen Kelleraußenwand entnommen. Diese wurden gravimetrisch auf ihre Durchfeuchtungen hin im Labor untersucht. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass die Kellerwand wiederum Durchfeuchtungen aufwies.

Ursache für die Durchfeuchtungen

Anhand der Bauteilöffnungen wurde festgestellt, dass sowohl in der Wandfläche (Kellerwand) als auch an den Fußpunkten der bodentiefen Fenster folgende technische Mängel vorlagen:

- Die Höhengestaltung der Fußpunkte der Bauelemente war nicht regelkonform.

- Aufgrund der Höhe des anschließenden Geländes handelte es sich hier explizit um Sonderkonstruktionen, für die besondere bauliche Maßnahmen erforderlich wären. Solche Maßnahmen könnten darin liegen, dass sichergestellt wird, dass an die Fußpunkte weder Niederschläge, noch aufstauendes, noch Oberflächenwasser gelangt. Diese Maßnahmen waren jedoch weder vorhanden noch realisierbar.

- An den Fußpunkten der Fensterelemente lagen technische Mängel am Anschluss der Bauwerksabdichtung vor. Zudem ließ das vorhandene Fensterelement den Anschluss der Abdichtung aufgrund seiner Bauweise nicht zu, da ein fachgerechtes Unterstück fehlte.

- Am Fußpunkt des Sockels an den Mauerwerkspfeilern lagen technische Mängel am Anschluss der Bauwerksabdichtung in Form von Rissen, Hohllagen und Hinterfeuchtungen vor.

- Die zweite Lage der Bauwerksabdichtung war nicht zwängungsfrei eingebaut worden, wodurch diese Risse aufwies. Die erste Abdichtung zeigte Fehlstellen und ebenfalls Risse.

Wassereinbrüche im Keller

Die Feuchtemessungen im vorliegenden Fall wurden mit zwei Verfahren vollzogen:

- kapazitives, dielektrisches Messverfahren, zerstörungsfrei

- gravimetrisches Messverfahren, zerstörend, Laborverfahren

Im Ergebnis lagen die gemessenen Feuchtegehalte etwa doppelt so hoch, wie die zu erwartende Ausgleichsfeuchte. Die Durchfeuchtungen und Wassereinbrüche an den Kelleraußenwänden stellen Verstöße gegen die anerkannten Regeln der Technik dar. Es lagen somit technische Mängel vor. Diese waren aufgrund unzureichender handwerklicher Ausführung und unzulänglicher Bauüberwachung entstanden. Im vorgefundenen Zustand war der Keller des Gebäudes dauerhaft nicht bestimmungsgemäß als Wohnraum nutzbar. Nachdem bereits eine vollständige Sanierung der Bauwerksabdichtung des Kellers erfolglos durchgeführt wurde, kam es erneut zu Wassereinbrüchen in den Keller, was auf die Mangelhaftigkeit der Zweitabdichtung hinwies. Schließlich wurde eine fachgerechte Untersuchung beauftragt, bei der u. a. umfangreiche Bauteilöffnungen vorgenommen wurden. Zur fachgerechten Untersuchung von technischen Mängeln an Bauwerksabdichtungen von Kellern sind Bauteilöffnungen unumgänglich und dringend anzuraten.

Fazit

Bei einem Neubau (EFH) mit voller Unterkellerung wurde eine KMB-Bauwerksabdichtung eingebaut. Diese Abdichtung musste seinerzeit DIN 18195 genügen. Im Rahmen der Planung und Ausführung des Objekts wurden jedoch erhebliche Fehler gemacht, wie die falsche Einschätzung des Lastfalls der Bauwerksabdichtung und eine handwerklich ungenügende Ausführung der KMB-Abdichtung. Aufgrund dieser Mängel ist es schon kurze Zeit nach Errichtung des Gebäudes zu Wassereinbrüchen in den Keller gekommen. Die in Rede stehende Abdichtung musste dem Lastfall aufstauendes Sickerwasser genügen, was vorliegend nicht der Fall war.

Nachdem Wassereinbrüche und Durchfeuchtungen festgestellt worden waren, wurde eine umfangreiche Sanierung der Kellerabdichtung vorgenommen. Wie sich später herausstellte, wurde im Rahmen dieser Sanierung der gesamte Keller freigelegt und eine Schicht Bitumenbahn auf die bereits vorhandene KMB aufgelegt. Auch diese Abdichtung war erheblich mangelhaft und wies Undichtigkeiten auf. Aufgrund dessen kam es nach Einbau der zweiten Abdichtung erneut zu Wassereinbrüchen und Durchfeuchtungen. Zur Feststellung der technischen Mängel an den Abdichtungen war es erforderlich, Bauteilöffnungen vorzunehmen. Hierzu wurden Schachtungen angelegt, die Bauwerksabdichtungen in Teilen freigelegt

und untersucht. Im Rahmen der Untersuchungen wurden nach dem gravimetrischen Messverfahren die Feuchtegehalte und die Durchfeuchtungsgrade des Kellermauerwerks, sowohl von innen als auch von außen, mittels Probenentnahmen und Laboruntersuchungen nachgewiesen. Hierdurch konnten die Auswirkungen der beiden nicht fachgerecht eingebauten Abdichtungslagen nachgewiesen werden.

Dr. Peter Körber M.Sc. REV

ist Dipl.-Ing. Architekt, Ingenieur für Bautenschutz, beratender Ingenieur und öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Schäden an Gebäuden sowie für die Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken.

Kontakt unter: www.architekt-koerber.de

Literatur

[1] DIN 18195-4:2000-08 Bauwerksabdichtungen – Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung

[2] DIN 18195-6:2000-08 Bauwerksabdichtungen – Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser; Bemessung und Ausführung

[3] Deutsche Bauchemie (Hrsg.): Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtunen (KMB)

Hölzen, F.-J.; Weber, H.: Abdichtung von Gebäuden. Leitfaden für Neubau und Bestand. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2010

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V. (Hrsg.): BWA - Richtlinien für Bauwerksabdichtungen, Band 1, 2 und 3

Frössel, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung: Wenn das Haus nasse Füße hat. 3. Aufl., Baulino Verlag, Fraunhofer IRB Verlag, Leest/Stuttgart, 2011

Meichsner, H.; Rohr-Suchalla, K.: Risse in Beton und Mauerwerk. Ursachen, Sanierung, Rechtsfragen. 2. Aufl., Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2011

Deutscher Holz- und Bautenschutzverband e. V. (Hrsg.): Handbuch der Bauwerksabdichtung. Normen, Regeln, Technik. Rudolf Müller Verlag, Köln 2020

Frössel, F.: Lehrbuch der Kellerabdichtung und Sanierung. 3. Aufl., Expert Verlag, Renningen 2009

SCHADIS – Das elektronische Standardwerk zu Bauschäden. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Der Sanierungsvorsprung
Eine Marke von
der bauschaden
FORUM

Gleich reinklicken unter: www.sanierungsvorsprung.derbauschaden.de

Bild: © xtock - stock.adobe.com

Veranstaltungskalender

08	01.08.2023	Mehr Unabhängigkeit durch Solarthermie (online)	www.oekozentrum.nrw/termine
	04.08.2023	Das DGNB System für Quartiere (online)	www.dgnb-akademie.de
	08.08.2023	Sommerlicher Wärmeschutz (online)	www.oekozentrum.nrw/termine
	16.08.2023	Schlüsseltechnologie Wärmepumpen (online)	www.oekozentrum.nrw/termine
	22.08.2023	Bauschaden-Fachgespräche: Nachweis von Beurteilung von Schimmelpilzbefall (online)	www.derbauschaden.de/fachgespraeche
	23.08.2023	Grundlagen der Passivhausplanung und der PHPP-Bilanzierung (online)	www.oekozentrum.nrw/termine
	24.08.2023	Wärmebrückenberechnungen in energetischen Bilanzierungen (online)	www.oekozentrum.nrw/termine
	30.08.2023	Das neue Gebäudeenergiegesetz – GEG (online)	www.tuev-nord.de/de/weiterbildung
09	10.09.2023	Bremerhavener Energietage 2023	https://energie-und-klimastadttag.de
	14.09.2023	Der richtige Umgang mit Schadstoffen bei der Sanierung von Bestandsgebäuden (online)	www.dgnb-akademie.de
	14.09.2023	Nachhaltige Energieversorgung im Quartier (online)	www.magazin-quartier.de/nachhaltige-energieversorgung-im-quartier
	19.09.2023	Einfach Bauen: Wohnqualität und Energieeffizienz schaffen (online)	www.dgnb-akademie.de
	28.09.2023	Planung von E-Ladeinfrastruktur auf Quartiersebene (online)	www.magazin-quartier.de/planung-von-e-ladeinfrastruktur-auf-quartiersebene

Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Alle Angaben ohne Gewähr.

Effiziente Gebäude 2023

Erstmals seit Beginn der Corona-Pandemie findet die Fachkonferenz „Effiziente Gebäude“ wieder vor Ort in Hamburg statt: Am 11. September 2023 lädt die ZEBAU – Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt GmbH in die Räumlichkeiten der Freien Akademie der Künste Hamburg e.V. ein, um neue Impulse für eine klimafreundliche Entwicklung im Planen und Bauen energieeffizienter Gebäude und Quartiere zu setzen. Neben der Möglichkeit zur fachlichen Weiterbildung bietet die Konferenz Akteuren aus der Baubranche eine Plattform zum persönlichen Austausch vor Ort. Im Fokus stehen die Themen „Zukunftsfähige Energie- und Wärmeversorgung im Quartier“, „Modulares und zirkuläres Bauen mit Holz- und Holz-Hybrid-Elementen“ sowie „Serielle Modernisierung“. Ein ergänzendes Online-Seminar am 28. September 2023 vertieft die Konferenzinhalte um die Themen Ökobilanz, QNG und serielle Sanierung.

Die Präsenzveranstaltung und das Online-Vertiefungsseminar der „Effiziente Gebäude 2023“ werden für die Verlängerung der Eintragung in der Energieeffizienz-Expertenliste zusammen mit elf Unterrichtseinheiten (Wohngebäude), elf Unterrichtseinheiten (Nichtwohngebäude) und elf Unterrichtseinheiten (Energieaudit DIN 16247/Contracting (BAFA)) angerechnet. Beide Veranstaltungen werden von der Architektenkammer Hamburg, der Architektenkammer Niedersachsen sowie der Architekten- und Ingenieurkammer Schleswig-Holstein als Fortbildung anerkannt.

Das ausführliche Konferenzprogramm ist online einsehbar unter → www.effizientegebaeude.de

+++ Ticker +++

Die gesamte Produktpalette der **Hirsch Porozell GmbH** ist vom Sentinel Haus Institut nach den Gesundheitskriterien des Qualitätssiegels nachhaltige Gebäude (QNG) zertifiziert worden. Die Auszeichnung QNG ready des Sentinel Haus Instituts bezieht sich auf die Kriterien des Steckbriefs 3.1.3 Schadstoffvermeidung in Baumaterialien. Die Zertifizierung stellt sicher, dass die Anforderungen des Steckbriefs erfüllt sind und sich die Produkte für Gebäude eignen, die nach QNG zertifiziert werden sollen. Gelistet sind die Dämmstoffe von Hirsch Porozell für Anwendungen vom Boden bis zum Dach im Sentinel Portal. Die Suche nach passenden Produkten mit QNG ready erfolgt mit entsprechenden Filtereinstellungen. Das Sentinel Portal ist eine Datenbank für gesundheitlich geprüfte Produkte im deutschsprachigen Raum.

www.hirsch-porozell.de
www.sentinel-haus.de

+++

Mit der Videoreihe „Mauern mit Kalksandstein" will die **KS-Original GmbH** Fachwissen und Feinheiten im Umgang mit Kalksandstein an Verarbeiter und Betriebe vermitteln und so einen Beitrag zum reibungslosen Arbeitsalltag auf der Baustelle leisten. Die Tutorials geben einen schnellen und kompakten Einblick in 19 Themenbereiche rund um die fachmännische Ausführung von Wänden aus Kalksandstein, der KS-Bauweise und deren Bausystemen. Fragen zum Thema Steinformate und dem richtigen Werkzeug-Einsatz werden dabei ebenso behandelt wie spezielle Anwendungsformen des Mörtels oder der fachgerechte Aufbau der Kimmschicht. Die Videos sind auch direkt auf der Baustelle abrufbar. Darüber hinaus dienen sie als Unterstützung für Ausbildungs- und Schulungsbereiche in Architektur- und Planungsbüros, Bauunternehmen, Handwerkerschaften und im Baustoffhandel sowie als Gebrauchsanleitung während der Verarbeitung. Link zur YouTube-Seite → www.youtube.com/bmo-kalksandstein

+++

Attikaelemente von Austrotherm in „Seestadt mg+"

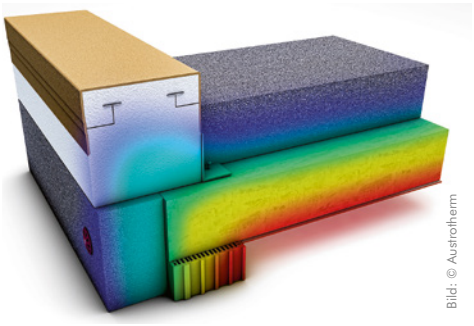


Bild: © Austrotherm

Die „Seestadt mg+" am Hauptbahnhof in Mönchengladbach umfasst 14 ha Fläche und soll nach Fertigstellung ca. 2.000 Wohnungen und 2.000 Arbeitsplätze bieten. Das Quartier wurde vom Wirtschaftsministerium des Landes NRW und der EnergieAgentur.NRW als größte Klimaschutzsiedlung des Landes zertifiziert. Gebaut werden aktuell die ersten vier Gebäudekomplexe mit 248 Miet- und Eigentumswohnungen in 12 Mehrfamilienhäusern mit rd. 16.000 m² Wohnfläche. Während vor Ort noch das Untergeschoss errichtet wurde, stellte das Bauunternehmen Max Bögl im Werk schon die ersten 180 Wohnungen in Modulbauweise her – fertig gefliest, verputzt und vormontiert. Die Attikaelemente für das gesamte Südviertel lieferte Austrotherm. Sie ermöglichen die sichere Ausführung wärmebrückenfreier Dachrandkonstruktionen bei Flachdächern, sind bereits werkseitig mit einer sandfarbenen, witterungsbeständigen Oberfläche versehen und beinhalten Montagewinkel für die Befestigung am Untergrund, ein werkseitig integriertes Gefälle von drei Prozent sowie zwei PVC-Leisten, an die später die Verblechung angeschraubt wird. Laut Hersteller ist das Fertigbauteil mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,037 W/(mK) bei allen gängigen Dachaufbauten einsetzbar. Für spezielle Einsatzzwecke, z. B. sehr niedrigen vorgegebenen Gesamtbauhöhen, sind die Elemente mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,031 W/(mK) lieferbar.

Austrotherm Dämmstoffe GmbH
www.austrotherm.de

Renson-Screen in Glasfassade des Hannibal-Büros

Bild: © Renson

Bei der Umsetzung der Glasfassade für die neuen Büros von Hannibal in Roeselare (Belgien) haben Renson, Reynaers Aluminium und Lein Aluminium zusammengearbeitet. Dabei wurde u. a. der Textilsonnenschutz von Renson in die Glasfassade von Reynaers integriert. Der Entwurf für das dreigeschossige Gebäude stammt von dem Belgischen Architekturbüro Rohm. Aus Budgetgründen haben sich die Planer bei diesem Projekt für einen „industriellen" Ansatz entschieden, mit viel grauen und starren Elementen, die im Kontrast zum Grün des umgebenden Gartens gestalterische Ruhe bieten. Die Glasfassaden lassen viel Tageslicht in den Raum fallen, sorgen aber auch dafür, dass Innen- und Außenbereich miteinander verschmelzen. Um vor Überhitzung und störenden Reflexionen auf den Computerbildschirmen zu schützen, entschieden sich Planer und Bauherr bei der Südfassade an der Gebäuderückseite für dunkle Sonnenschutzscreens, die auch in geschlossenem Zustand die Sicht nach draußen weitestgehend erhalten. Hier wurde zum ersten Mal eine Reynaers Aluminium ConceptWall 50 mit der Renson Fixscreen Minimal Vorhangwand 50 kombiniert. Da die Architekten die Screens sauber und nahtlos in die Pfosten-Riegel-Fassade integrieren wollten, wurde keine Standard-Klemmleiste verwendet. Stattdessen entwickelten Reynaers, Renson und Lein zusammen eine Lösung mit nur drei statt fünf Profilen: Das Abdeckprofil und die Basis-Klemmleiste von Reynaers Aluminium sowie die Kupplungsseitenführung von Renson.

Renson
www.renson.eu

REI90 Flachdach-Brandschutzfenster von Lamilux

Lamilux führt bereits seit drei Jahren Brandschutzfenster der Reihe „Fire Resistance“ in seinem Produktportfolio, die im Brandfall Feuer und Hitze für einen bestimmten Zeitraum trotzen und Brandausbreitung verhindern. Nun hat der Tageslichtsysteme-Hersteller diesen Schutz noch ausgeweitet: Das neue Lamilux Brandschutz Flachdach Fenster Fire Resistance REI 90 liefert Tageslicht und verhindert für mindestens 90 Minuten das Übergreifen der Flammen auf andere Brandabschnitte. Im Innenbereich tritt das Tageslichtsystem optisch reduziert im Design in Erscheinung, von außen durch filigrane Deckleisten. Für sein Design wurde Fire Resistance REI 90 im Jahr 2023 bereits mit der „Special Mention“ des German Design Awards in der Kategorie „Excellent Product Design – Building and Elements“ ausgezeichnet.

Lamilux Heinrich Strunz GmbH
www.lamilux.de

WDV-System von Sto kleberfrei montieren

Mit dem Dämmplattenbefestiger StoFix Circonic lassen sich Wärmedämm-Verbundsysteme von Sto ohne Klebemörtel befestigen und beim Rückbau sortenrein trennen. Die mechanische Lösung mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung eignet sich für EPS- und Mineralwolleplatten (je bis 200 mm) und kann Unebenheiten bis 70 mm ausgleichen. Sie besteht aus einem Rahmendübel, der die Platte kraftschlüssig im Untergrund verankert, und einem Schraubwendel, der die Distanz zwischen Dämmplatte und Untergrund reguliert. Auf der planebenen Dämmplattenfläche kann konventionell Armierung und Schlussbeschichtung aufgebracht werden. Beim Rückbau wird der Oberputz aufgetrennt, mit dem Armierungsgewebe abgezogen, dann folgt die Demontage der Platten, Dübel und Schraubwendel.

Sto SE & Co. KGaA
www.sto.de

Weber: Großformatige Keramik auf gedämmter Fassade

Keramikfassaden mit großen Plattenformaten wurden bislang meist als vorgehängte Konstruktion mit sichtbaren Befestigungselementen realisiert. Mit dem Wärmedämm-Verbundsystem Weber.Therm Style lassen sich XXL-Platten direkt auf der Dämmebene verkleben; sichtbare Befestigungsmittel, wie Schrauben oder Rahmen, sind nicht nötig. Auch bauphysikalische Aspekte, wie hygrothermische Einflüsse, Feuchtigkeitsmanagement innerhalb der Konstruktion sowie starkes Temperaturgefälle im System, wurden bei der Entwicklung des WDVS berücksichtigt. Der systemeigene Spezialkleber, der vollflächig auf die Rückseite der Elemente und den Untergrund aufgekämmt wird, wirkt als Puffer für die Spannung, die durch die unterschiedliche Flexibilität der Systemkomponenten entsteht, sowie als Haftvermittler zwischen Oberflächenmaterial und WDV-System. Auch Materialwechsel zwischen Putz und beliebigen anderen Oberflächen, etwa aus Glas, Basalt oder Sichtbeton-Elementen, lassen sich auf der durchgehenden mineralischen Dämmschicht realisieren.

Saint-Gobain Weber GmbH
www.de.weber

Schöck im Designprojekt Van B

Im Münchener Stadtteil Schwabing-West realisiert Projektentwickler Bauwerk den Wohnbau Van B. Für den architektonischen Entwurf hat Architekt Ben van Berkel gesorgt; für die sichere Lastabtragung der Balkonplatten und Decken sorgen der Isokorb und die Durchstanzbewehrung Bole von Schöck. Das siebengeschossige Gebäude mit 142 Wohneinheiten zeichnet sich durch wabenförmig versetzte Erkervorsprünge aus. Richtung Innenhof zeigt sich der Baukörper zweigeteilt mit einer terrassenförmigen Abstufung auf der einen und einer plan vertikalen Fassade auf der anderen Seite. Hier schließen 44 vorgehängte Balkone an die Wohnbereiche an. Optisch fallen die filigran ausgeführten Balkonplatten kaum auf – ein Gestaltungsanspruch, der sich mit Schöck Isokorb XT Typ K realisieren ließ. Als tragendes Wärmedämmelement für auskragende Bauteile minimiert er Wärmebrücken und sorgt für einen energieeffizienten Anschluss der Balkonplatte an die Geschossdecke. Verbaut wurden in diesem Projekt rd. 200 laufende Meter des Produkts. Die Tragfähigkeit der Geschossdecken stellt die Durchstanzbewehrung Schöck Bole sicher. Sie ermöglicht auch bei dünn ausgeführten Decken eine freie Grundrissgestaltung, die volle Nutzbarkeit der Geschosshöhen und erleichtert die vielen Öffnungen in Durchstanzbereichen.

Schöck Bauteile GmbH
www.schoeck.com

Tipps zur Beratung für Haustechnikplaner

Regenwassernutzung in Haus und Garten

Vor der Anschaffung von Anlagen zur Nutzung von Regenwasser für ein Gebäude oder Grundstück ist eine ordentliche Beratung essenziell. Dieser Artikel erklärt u. a., wie neue und alte Normen bestmöglich handzuhaben sind und welche Vorteile ein vorheriger Gang zur Kommune mit sich bringen kann. Darüber hinaus warten einige Tipps und Tricks, wie während des gesamten Prozesses Zeit und Geld gespart werden kann.

Regenwasser kann durch Filter im Zulauf einfach gereinigt und problemlos gelagert werden. Als Rohstoff im Haushalt hilft es, für Toilettenspülung, Waschmaschine und Bewässerung Trinkwasser zu sparen – in Einzelfällen bis zu 50 %. Eine Anlage zur Regenwassernutzung im Wohnhaus ist der aktuelle Stand der Technik. Sie besteht aus Sammelleitungen mit Filter und Speicher/Überlauf, einem Leitungssystem zu den Verbrauchsstellen sowie der Pumpentechnik mit automatischer Trinkwasser-Nachspeisung. Wird nur der Garten bewässert, kann die Nachspeisung entfallen.

Einsparung und Zuschuss

Das finanzielle Engagement der Bauherrschaft wird durch Einsparung bei der Trinkwassergebühr belohnt, im Fall von Gartenbewässerung zusätzlich bei der Abwassergebühr. Bleibt der Überlauf des

Regenspeichers auf dem Grundstück, z. B. durch Versickerung, entfällt auch die Niederschlags-Ableitungsgebühr. Wie viel das im Einzelfall ausmacht, liegt am Nutzerverhalten und an der Höhe der von Kommune zu Kommune unterschiedlichen Gebühren. Einsparung und Zuschuss bei Regenwassernutzung sind nicht einheitlich, denn der Staat ist nicht zuständig für Trinkwasserversorgung oder Wassersparmaßnahmen. Das ist Sache der Länder und Kommunen. Ein typisches Motiv für ein lokales Förderprogramm ist der Engpass in der Trinkwasserversorgung, z. B. durch Mangel an verfügbaren Ressourcen, oder durch ein zu klein dimensioniertes Verteilnetz.

Meist jedoch lautet die Begründung wie bei der Umwelt-Beratung in Bremen: „Wasser gibt es bei uns genug, Regen auch. Trinkwasser zu sparen und Regenwasser zu nutzen macht trotzdem Sinn. Langfristig spart das Geld und schont die Grundwasservorräte. Aber es werden auch die Mischwasserkanäle entlastet, Gewässer vor Schadstoffeinträgen geschützt und Keller vor Überschwemmung bewahrt.“ In diesem Bundesland, zu dem die Städte Bremen und Bremerhaven gehören, erhält, wer einen Regenspeicher gemäß Förderrichtlinie baut, einen finanziellen Zuschuss. Grundsätzlich kann jedes Bundesland, jede Stadt oder Gemeinde in Deutschland eine ähnliche Regelung beschließen. Aufgrund der häufig wechselnden Förderungen existiert aber keine aktuelle Liste für Deutschland, die zeigt, wo es Zuschüsse gibt. Es empfiehlt sich daher, vor dem Einbau einer Anlage bei der zuständigen Kommune nachzufragen.

Ertrag und Bedarf

In Deutschland regnet es zu jeder Jahreszeit. Doch von Woche zu Woche variieren Menge, Intensität und zeitliche Verteilung. Berechnungen des Regenwasserertrags basieren auf regionalen Wetterdaten der Vergangenheit. Mit der Prüfung, ob Ertrag und Bedarf in einem guten Verhältnis stehen, beginnt die Planung einer Anlage zur Nutzung von Niederschlagswasser. Hier ein Beispiel:

62,5 m³ Regenertrag sammelt ein Augsburger Einfamilienhaus mit Ziegeldach pro Jahr, aus Multiplikation von:

- Jahresniederschlag in Augsburg 800 mm = 0,8 m (1 mm entspricht 1 Liter pro m²)
- Gebäudemaß mit Dachüberstand: Traufe 13,4 m, Giebel 8,1 m (Auffangfläche = horizontale Dachprojektion, hier 108,5 m²)
- Ertragsbeiwert bei Ziegeldach 0,8 (d. h. um 20 % geringerer Ertrag durch Verspritzen, Aufsaugen, Verwehen)
- Hydraulischer Wirkungsgrad ohne spezielle Regenwasserbehandlung 0,9 (d. h. um 10 % geringerer Ertrag durch gelegentlichen Speicherüberlauf)

56,3 m³ Jahresbedarf besteht für die Toilettenspülung bei drei Bewohnern und für die Bewässerung von 500 m² Garten. Laut Tabelle 1 in DIN 1989-100:2022-07 benötigt ein Quadratmeter Nutzgarten/Grünanlage zusätzlich zum Niederschlag pro Jahr 60 Liter (0,06 m³/m²). Bei 500 m² sind das 500 m² x 0,06 m³/m² = 30,0 m³ pro Jahr. Doch Vorsicht, je nach Bodenart (sandig, locker) und Mikroklima (viel Wind oder warm) variiert der Bewässerungsbedarf laut DIN bis zum Vierfachen des hier angenommenen Werts. Die DIN-Norm besagt außerdem, dass eine Person im Haushalt für Toilettenspülung pro Tag 24 Liter (8,76 m³ pro Jahr) benötigt. Bei drei Personen sind das 3 x 8,76 m³ = 26,3 m³ pro Jahr.

Hierbei lohnenswert zu wissen: Ist gemäß örtlicher Satzung ein geeichter Wasserzähler in der Regenwasserleitung zu WC/Waschmaschine einzubauen, um die daraus resultierende Abwassermenge zu erfassen, darf die Gartenwasserleitung davor abgezweigt werden, da durch diese Nutzung kein Abwasser entsteht.

2 | Die hier gezeigten Spaltsiebfilter halten Partikel größer als ca. 0,8 mm (laut DIN genügt 1,0 mm) vom gespeicherten Wasservorrat fern. Sie sollten mehrmals jährlich gereinigt werden. Seifenlauge und feine Bürste eignen sich dafür am besten.

3 | Fertigteilbehälter aus Beton werden im Herstellerwerk so weit wie möglich für den direkten Transport zur Baustelle vorbereitet. Für Rohrverbindungen sind Öffnungen mit Dichtungsmanschetten im Behälter vorhanden.

4 | Regencenter Tano L vor dem Anbringen der Schallschutzhaube. Es ist ein komplett vormontiertes Hauswasserwerk mit Pumpen- und Steuerungstechnik sowie automatischer Nachspeisung gemäß DIN EN 1717. Regenwasser-Verteilleitungen, die nicht erdverlegt sind, müssen dauerhaft und farblich unterschiedlich zu Trinkwasserleitungen gekennzeichnet sein.

Trockenzeiten bedenken

Wie ergibt sich nun die Speichergröße? Gemäß DIN EN 16941-1:2018-06, vereinfachtes Verfahren in Anhang A.2.1, wird von Ertrag und Bedarf das kleinere Volumen, hier der Bedarf mit 56,3 m³, gewählt. Dann wird der daraus resultierende Tagesbedarf von 154 Liter/Tag (56.300 Liter/Jahr geteilt durch 365 Tage) mit 21 Tagen multipliziert. Dieser Zeitraum gilt als Dauer der statistisch für Deutschland ermittelten Trockenperiode. Das Ergebnis ist ein Nutzvolumen von 3,2 m³, bei zuvor vollem Speicher theoretisch ausreichend für drei niederschlagsfreie Wochen. Dass Ertrag und Bedarf nicht weit auseinanderliegen und der Ertrag der größere Wert ist, sind gute Voraussetzungen. Bei starkem Niederschlag wird so der Speicher gelegentlich überlaufen, i. d. R. ist aber dennoch genug Vorrat da.

Korrekturbedarf bei der Speichergröße besteht allerdings, wenn das Sommerhalbjahr betrachtet wird. Die o. g. überschlägige Berechnung geht von einem gleichmäßigen Niederschlag und einem gleichbleibenden Bewässerungsbedarf im Jahresverlauf aus. Tatsächlich aber wird im Winter nichts und in der Vegetationszeit eine höhere Tagesmenge für den Garten gebraucht. Ein Zuschlag von 0,5 m³ macht in diesem Fall Sinn und bei Annahme von fünf statt drei Wochen Trockenperiode sind es weitere 2,5 m³, ergibt zusammen eine Speichergröße von 6,2 m³.

Wer das Ergebnis schneller haben will, kann ein Online-Rechenprogramm nutzen, z. B. den Regenwasserrechner auf www.regenwasser-experten.fbr.de oder www.mall.info/dimensionierung. Dort wird den aktuellen klimatischen Veränderungen Rechnung getragen und daher mit fünf Wochen Trockenzeit kalkuliert.

Speicherüberlauf bevorzugt versickern

Wohin mit dem überlaufenden Niederschlagswasser bei vollem Speicher? Früher war der Anschluss der Regenwasserleitung an den Kanal der Kommune vorgeschrieben und kostenlos. Heute wird das in den allermeisten Fällen untersagt – und ist, wenn nicht, mit einer Gebühr verbunden. Deshalb sollte die Überlaufmenge nach Möglichkeit versickert und die erforderliche Größe der Sickermulde gemäß Angabe des örtlichen Tiefbau- oder Umweltamts bemessen werden:

- 10 bis 15 % der Dachgrundfläche ist in Freiburg im Breisgau die erforderliche Muldenfläche, um zu gewährleisten, dass auch bei Starkregen mit der vorhandenen ortsspezifischen Bodendurchlässigkeit das Rückstauvolumen von 30 cm Muldentiefe ausreicht und die Mulde nach spätestens 24 Stunden leer ist.
- Fehlt ein Hinweis der Kommune, wird nach DWA-A 138, A.2.2, die Größe der Sickermulde errechnet.

Gut zu wissen: Die Berechnung bieten viele Speicherhersteller ihren Kunden als kostenlosen Service an. Trotz vorhandenem Regenspeicher gilt die komplette Dachfläche als Bemessungsgrundlage, da im schlechtesten

Fall von einem vollen Speicher ausgegangen werden muss.

Kann oder darf ausnahmsweise nicht versickert werden, mündet der Speicherüberlauf mit Erlaubnis der zuständigen Behörde in die Kanalisation. Dennoch lässt sich eventuell ein Teil der Niederschlagswassergebühr einsparen. Deshalb am besten in der Abwassersatzung der Kommune nachsehen und die geplante Anlage der Verwaltung mitteilen. Die Stadt Friedrichshafen z. B. reduziert ab einer bestimmten Speichergröße die Niederschlagswassergebühr um 50 %. Damit wird der Retentionseffekt durch Regenwassernutzung belohnt.

Einbau, Inbetriebnahme, Instandhaltung

Der Einbau eines Regenspeichers aus Beton ist einfach, wenn der komplette Behälter mit Abdeckung vom Kran des Lieferfahrzeugs in die vorbereitete Baugrube versetzt werden kann. Der Transport erfolgt i. d. R. direkt ab Herstellerwerk, zum vereinbarten Zeitpunkt, ohne Zwischenlagerung. Ein Sand- oder Splittbett genügt als Auflage in der Baugrube. Zum Verfüllen darf Material des Aushubs wiederverwendet werden. Werden diese Aspekte in die Kalkulation einbezogen, bestehen oft Preisvorteile gegenüber anderen Speicherwerkstoffen. Für die Rohrverbindungen sind Öffnungen mit Dichtungsmanschetten im Fertigteilbehälter vorhanden. Weitere Details zeigt der Einbaufilm unter www.mall.info/mall-tv-vorteile-betonzisternen. Die meisten Marktführer liefern Zubehör, wie Filter-, Pumpen- und Entnahmetechnik, mit und auf Wunsch auch Material zur Kennzeichnung von Leitungen und Entnahmestellen. Was davon nötig und hilfreich ist, nennt DIN EN 16941-1:2018-06 in den Kapiteln 8 bis 11. Nach Fertigstellung einer Anlage zur Regenwassernutzung kann aus Anhang C dieser Norm das zweiseitige „Inbetriebnahmeblatt“ als Checkliste für die Übergabe an die Kunden genutzt werden.

Technik braucht grundsätzlich Inspektion und Wartung, um dauerhaft zu funktionieren. Das gilt auch für Anlagen zur Nutzung von Regenwasser, obwohl der Aufwand für die Instandhaltung von Jahrzehnt zu Jahrzehnt weniger geworden ist. Der richtige Zeitpunkt für die jährliche Wartung ist der Herbst. Vor der Frostperiode sollte die Anlage zur Regenwassernutzung winterfest gemacht werden. Es lohnt sich dann auch, den Filter nochmals von Laub zu befreien und gründlich zu reinigen. Was sonst zu tun ist, steht auf einer zweiseitigen Liste im Anhang D der DIN EN 16941-1:2018-06.

Weil die erforderlichen Maßnahmen unter Zuhilfenahme der vorgenannten Liste leicht zu erledigen sind, bieten viele Sanitärbetriebe den Wartungsservice preiswert an. Bei zuverlässiger Ausführung entsteht so eine langfristige, wertvolle Kundenbindung.

5 | Frei zugängliche Entnahmestellen benötigen Hinweisschilder. Hier als frostsichere Außenarmatur zum Füllen einer Gießkanne und zum Anschluss eines Gartenschlauchs gleichermaßen geeignet.

In diesem Beitrag wird Bezug genommen auf DIN EN 16941-1:2018-06 und auf DIN 1989-100:2022-07. Als Letztere im Juli 2022 erschien, wurde die DIN 1989, die 20 Jahre unverändert für die Regenwassernutzung gegolten hatte, zurückgenommen. Weshalb? Im Sinne der Harmonisierung von technischen Regeln innerhalb der EU und darüber hinaus musste das zuständige Gremium innerhalb des DIN, der „Arbeitsausschuss für Wasserrecycling, Regen- und Grauwassernutzung“, mit den 34 beteiligten Ländern des CEN (Europäisches Komitee für Normung) einen Konsens finden, um die technische Regel auf einen für alle Mitgliedsländer akzeptablen Stand zu bringen. Da die Norm in Deutschland zuvor schon sehr „ausgefeilt“ war, ist das Ergebnis DIN EN 16941-1:2018-06 aus deutscher Sicht ein Minimalkonsens, veröffentlicht im Juni 2018. In solchen Fällen besteht die Möglichkeit, die zuvor gültigen Regeln in einer sog. nationalen Restnorm zusammenzufassen, hier in DIN 1989-100. Im Gegensatz zu einer DIN EN gilt eine DIN nur innerhalb Deutschlands. Für Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung von Anlagen zur Regenwassernutzung in Deutschland gilt deshalb seit Juli 2022: Die Anwender der Norm „Vor-Ort Anlagen für Nicht-Trinkwasser - Teil 1: Anlagen für die Verwendung von Regenwasser“ müssen sich ebenfalls mit der Norm „Regenwassernutzungsanlagen - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 16941-1“ auseinandersetzen.

Klaus W. König
Dipl.-Ing.

war 20 Jahre als Architekt selbstständig und ist heute Fachjournalist und Buchautor, speziell zur wasserorientierten Stadtplanung und zur energiesparenden Bautechnik. Er ist Mitarbeiter im DIN-Ausschuss Wasserrecycling/Regen- und Grauwassernutzung sowie Gründungsmitglied des gemeinnützigen Bundesverbands für Betriebs- und Regenwasser e. V. (fbr).

Kontakt unter: www.klauswkoenig.de

PV-Strategie

Mehr Gas beim Solarstrom

Bis 2035 will die Regierung Treibhausgasneutralität im Stromsektor erreichen und in sieben Jahren sollen 80 % des Bruttostromverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Dazu sind im EEG 215 GW installierte Photovoltaikleistung für 2030 als Zwischenziel gesetzt. Das bedeutet: In drei Jahren muss sich also der jährliche PV-Ausbau auf 22 GW verdreifachen. Mit einem Strategiepapier zeigt das BMWK auf, wie all das gelingen soll.

Letztes Jahr waren es sieben, dieses Jahr sollen es neun werden. Die Rede ist von neu installierten Gigawatt Photovoltaik-Leistung. 2,7 davon hat Deutschland im ersten Quartal 2023 bereits erreicht. Zwar stehen damit laut Robert Habeck die Chancen gut, das diesjährige Zwischenziel zu erreichen, um aber bis 2026 auf 22 GW zu kommen, will er „alle Bremsen lösen, die ein höheres Tempo beim Zubau bislang verhindert haben". Daher stellte der Bundeswirtschafts- und Klimaschutzminister anlässlich des ersten PV-Gipfels im März 2023 Vertretern der Verbände und Bundesländer den Entwurf einer PV-Strategie vor, die daraufhin konsultiert wurde. Es gingen mehr als 600 Stellungnahmen ein. Auf dem zweiten PV-Gipfel am 05.05.2023 präsentierte Habeck ein finalisiertes Strategiepapier, das auf folgende Handlungsfelder abzielt:

1. **Freiflächenanlagen stärker ausbauen:** ab 2026 Zubau von jährlich mindestens 11 GW
2. **PV auf dem Dach erleichtern:** auch hier 11 GW Zubau pro Jahr ab 2026
3. **Mieterstrom/gemeinschaftliche Gebäudeversorgung vereinfachen**
4. **Nutzung von Balkon-PV erleichtern**
5. **Netzanschlüsse beschleunigen:** bei Freiflächen- und Dachanlagen

Bild: © noppadon – stock.adobe.com

6. **Akzeptanz stärken**
7. **wirksame Verzahnung von Energie- und Steuerrecht sicherstellen:** Abbau steuerrechtlicher Hürden
8. **Lieferketten sichern/wettbewerbsfähige, europäische Produktion anreizen:** Aufbau industrieller Produktionskapazitäten für die ganze Wertschöpfungskette in Deutschland/EU
9. **Fachkräfte sichern:** u. a. mehr Aus-/Fortbildungsangebote
10. **Technologieentwicklung voranbringen**
11. **EU-Rahmen:** Nutzung europapolitischer Instrumente, z. B. EU-Strategie für Solarenergie, Fit for 55-Paket

Das BMWK arbeitet bereits an der Umsetzung der Maßnahmen. Die entsprechend nötigen gesetzlichen Anpassungen will das Ministerium nach den entsprechenden thematischen Zuordnungen in zwei aufeinanderfolgenden Gesetzespaketen – Solarpaket I und II – umsetzen. Das Solarpaket I will das BMWK dem Bundeskabinett noch vor der parlamentarischen Sommerpause[1)] im Juli und August zum Beschluss vorlegen, danach sollen die Beratungen in Bundestag und Bundesrat folgen. Die Arbeiten am Solarpaket II beginnen nach Abschluss des Gesetzgebungsverfahrens zum Solarpaket I.

PV auf dem Dach erleichtern

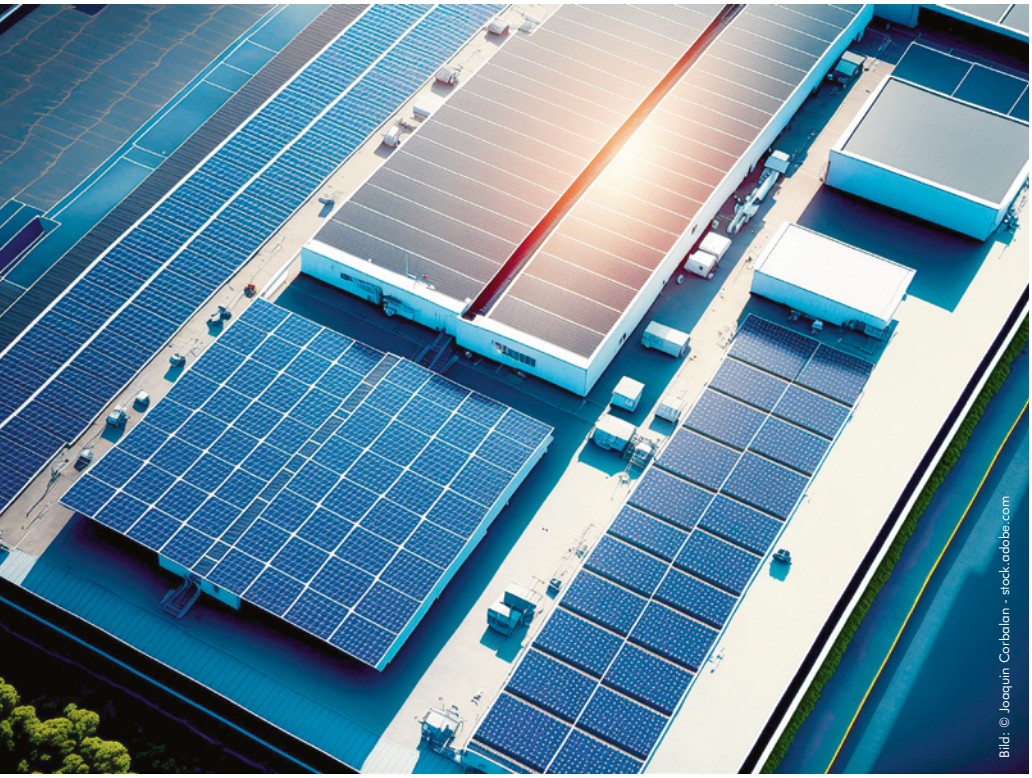
Ziel des BMWK ist es, allen Segmenten der Photovoltaik auf dem Dach weitere Wachstumsimpulse zu geben. So sollen ab 2026 jährlich rd. 11 GW auf Gebäuden zugebaut werden. Damit erfolgt die Hälfte des Gesamtzubaus auf Dachflächen oder gebäudeintegriert, wie es im EEG 2023 angelegt ist. Um dem Ausbau von PV-Dachanlagen in der Breite einen solchen Schub zu geben, schlägt das BMWK – aufbauend auf den entsprechenden bereits erfolgten Novellierungen des EEG – für das Solarpaket I folgende nächste Schritte vor:

- **Grenze der Direktvermarktungspflicht anders gestalten/Weiterentwicklung der Regelungen zur Vermeidung einer Pönalisierung**
  Da sich Photovoltaik oft gut für Supermarkt- oder Lagerhallendächer eignet und sich zudem meist sehr viel der erzeugten Energie vor Ort verbrauchen lässt, können Gewerbebetriebe mit ihrer Hilfe Strombezugskosten senken. Allerdings verpflichtet das EEG Anlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 100 kW zur Direktvermarktung. In der Praxis haben Anlagenbetreiber in diesem Segment aber oft Probleme, einen Direktvermarkter zu finden, der bei Anlagen mit sehr hohen Eigenverbrauchsanteilen bereit ist, die Bilanzierungsrisiken der schwer zu prognostizierenden und geringen Überschusseinspeisung zu tragen. Nach den Erfahrungen der Direktvermarkter übersteigen die Ausgleichsenergierisiken oft die Erlöschancen, was dazu führen kann, dass der Gewerbebetrieb gar keinen Dienstleister findet, der die Überschusseinspeisung abnimmt, selbst wenn Ersterer auf Zahlungen komplett verzichtet. Die Folge ist oft, dass Betreiber die Überschusseinspeisung abregeln oder die Anlage so dimensionieren, dass sie unter der Schwelle von 100 kW bleibt. In beiden Fällen bleiben wertvolle Potenziale zur EE-Stromerzeugung ungenutzt, darum will das BMWK die Direktvermarktungspflicht flexibler gestalten. Trotzdem soll bei Anlagen, die größere Strommengen ins Netz einspeisen, die Direktvermarktung der attraktivere Regelfall bleiben. Abhilfe soll eine möglichst einfache, bürokratiearme Regelung schaffen, die im Rahmen des europarechtlich Erlaubten die Abnahme des überschüssigen Stroms ermöglicht und eine Pönalisierung bei fehlender Direktvermarktung vermeidet.

  Auch hinsichtlich anderer Pönalisierungstatbestände des § 52 EEG sollen drohende Zahlungen möglichst schon dadurch abgewendet werden, dass verstärkt Anreize zur Einhaltung der Pflichten gesetzt werden, bevor eine Pönalisierung greift.

- **Anlagenzusammenfassung bei Dachanlagen lockern**
  Im EEG sind die Vergütungshöhe, die Pflicht zur Teilnahme an Ausschreibungen sowie verschiedene technische Anforderungen von der Anlagengröße abhängig. Daher werden mehrere Anlagen unter bestimmten Bedingungen als eine Anlage betrachtet, deren Leistung der Summe der Anlagen entspricht. Das soll ein künstliches Anlagensplitting und somit eine Umgehung notwendiger technischer Anforderungen, Ausschreibungserfordernisse oder Vergütungsklassen vermeiden. Die Regelungen zur Anlagenzusammenfassung führen heute teils aber zu ungewünschten Auswirkungen. Es kann etwa passieren, dass Betreiber, die eine Anlage später als ein Nachbar in Betrieb genommen haben, eine geringere Vergütung bekommen oder höhere technische Anforderungen erfüllen müssen. Das BMWK prüft daher, wie diese Regelung weiterentwickelt werden kann und analysiert darüber hinaus Missbrauchsmöglichkeiten.

- **Gebäude im Außenbereich für Dachvergütung zulassen**
  Gemäß EEG 2012 erhielten PV-Anlagen auf Nichtwohngebäuden im



2 | Um dem Ausbau von PV-Dachanlagen in der Breite einen Schub zu geben, stellt das BMWK in seinem PV-Strategiepapier verschiedenste Maßnahmen vor, die in zwei Solarpaketen mit den entsprechenden gesetzlichen Anpassungen umgesetzt werden sollen. Zu den geplanten nächsten Schritten zählt u. a. auch die flexiblere Regelung der Direktvermarktungspflicht großer Solaranlagen.

Außenbereich – also auf Flächen außerhalb von Bebauungsplänen oder bebauten Ortsteilen – nicht die Vergütung für Dachanlagen, sondern die niedrigere Vergütung für Freiflächenanlagen. Hintergrund war, dass Gebäude im Außenbereich oft vorrangig nur erbaut wurden, um auf ihrem Dach eine PV-Anlage zu montieren (Stichwort: „Solarstadl"). Mit der EEG-Neuregelung wurde das ab dem 01.04.2012 ausgeschlossen. Das BMWK schlägt nun jedoch vor, diesen Stichtag auf den 01.03.2023 zu ändern. Das soll den Bau von Dachanlagen auf Gebäuden im Außenbereich ermöglichen, die in den letzten zehn Jahren entstanden sind. So werden weitere Dachflächen erschlossen, ohne erneut Anreize für „Solarstadl" zu setzen.

- **Bürokratieabbau beim Parallelbetrieb von zwei Anlagen auf einem Dach**
  Das EEG 2023 ermöglicht den mess- und abrechnungsseitig getrennten Betrieb einer Eigenverbrauchs- und einer Volleinspeiseanlage mit höherer Vergütung nebeneinander auf einem Dach. Die Festlegung, für welche Anlage die höhere Vergütung gilt, kann dabei geändert werden. Sollte sich also der Umfang erhöhen, indem der Strom selbst vor Ort verbraucht werden kann – etwa durch die Anschaffung eines E-Autos oder einer Wärmepumpe – kann der Anlagenbetreiber auch die größere, zunächst als Volleinspeiseanlage gebaute Anlage für den Eigenverbrauch nutzen. Um unnötige Bürokratie zu vermeiden, wird das BMWK das Erfordernis einer jährlichen Meldung, welche Anlage als Volleinspeiseanlage zu behandeln ist, streichen. Betreiber müssen dann den Netzbetreiber nur bei Änderungen informieren.

- **Technische Anforderungen der Direktvermarktung für Kleinanlagen senken**
  Derzeit müssen alle Anlagen in der Direktvermarktung, unabhängig von ihrer Größe, mit technischen Einrichtungen ausgestattet sein, mit denen der Direktvermarkter jederzeit die momentane Einspeisung abrufen und die Anlage fernsteuern kann. In der Praxis machen Direktvermarkter bei kleineren Anlagen von dieser Möglichkeit oft keinen Gebrauch. Daher sollen die zwingenden technischen Anforderungen bei Kleinanlagen bis 25 kW abgesenkt und so auch eine Eintrittsbarriere für die Direktvermarktung beseitigt werden. Wird perspektivisch die Stromerzeugung von mehr Kleinanlagen direkt vermarktet, ist das nach Ansicht des BMWK insgesamt für die Marktintegration der erneuerbaren Energien zu begrüßen. Entscheidend sei, dass die Anreize zur Bilanzkreisbewirtschaftung in der Direktvermarktung unvermindert bestehen bleiben.

- **Garten-PV vereinfachen**
  Eine PV-Anlage im Garten wird per EEG nur gefördert, wenn das Dach nicht für Photovoltaik geeignet ist. Zur Frage, wann ein Dach nicht für PV geeignet ist, wurde die Bundesregierung ermächtigt, weitere Regelungen zu treffen. Bis zum Inkrafttreten allgemeiner Regeln schlägt das BMWK vor anzunehmen, dass das Dach des Hauses nicht geeignet ist, wenn ein Betreiber eine Anlage im Garten in Betrieb nimmt.

- **Repowering bei Dachanlagen zulassen**
  Das Repowering wurde zuletzt im EEG für Freiflächenanlagen zugelassen. So lassen sich Module austauschen und der verbleibende Vergütungsanspruch geht auf das neue Modul über und erlischt für das alte. Eine vergleichbare Regelung soll auch für PV-Dachanlagen eingeführt werden.

Über das Solarpaket I hinaus will das BMWK u. a. folgende Themen weiterverfolgen:

- **Bauliche/technische Anforderungen an PV-Anlagen auf Dächern weiter optimieren**
  Zum Teil hemmen auch bauliche Detailregelungen den einfachen, effizienten PV-Zubau auf Dächern. Hier will sich das BMWK u. a. dafür einsetzen, eine weitere Absenkung und Vereinheitlichung der Abstandsvorgaben in den Bauordnungen zu

prüfen, damit v. a. bei Reihenhäusern im Durchschnitt mehr PV-Module auf dem Dach möglich werden. Um dem Technologiefortschritt bei den Modulen Rechnung zu tragen, sollten möglichst auch Module mit einer Fläche über 2 m² für die Installation auf dem Dach einfacher genutzt werden können.

- **Wechselrichterverbräuche von Volleinspeiseanlagen mit eigenständiger Netzverknüpfung bürokratiearm abrechnen**
  In geringfügigem Umfang verbrauchen Wechselrichter im Betrieb Strom. Bei Anlagen, die nur zur Einspeisung betrieben werden und somit getrennt vom Strombezug des Hauses installiert sind, kann der geringfügige Verbrauch des Wechselrichters ein separates Stromlieferverhältnis inkl. Grundpreis begründen. Da es sich hierbei i. d. R. aber nur um wenige kWh Verbrauch pro Jahr handelt, wäre eine einfachere Lösung zu begrüßen. Das BMWK will hier das Gespräch mit der Branche suchen.

Nutzung von Balkon-PV erleichtern

Balkon-PV, Balkonkraftwerke oder – technisch korrekt „Steckersolargeräte" – sind eine sehr niedrigschwellige Möglichkeit, an der Energiewende teilzuhaben. Die Kleinstanlagen ermöglichen es Mietern oder Wohnungseigentümern, kostengünstigen Solarstrom für den Eigenverbrauch zu produzieren. Im Verhältnis zum Beitrag von Freiflächenanlagen oder Dachanlagen wird ihr Anteil an der gesamten installierten PV-Leistung sicher gering bleiben, trotzdem ist die Zielvorstellung des BMWK, dass Betreiber die Anlage einfach und schnell anmelden, selbst anschließen und ohne die Hilfe von Fachkräften in Betrieb nehmen können. Noch sieht das ganz anders aus, noch ist auch für eine Mini-Solaranlage dieselbe komplexe Anmeldung im Marktstammdatenregister sowie eine Meldung beim Netzbetreiber nötig wie für eine klassische große PV-Anlage. Das und andere Punkte will das BMWK nun ändern. Folgende Maßnahmen sind im Rahmen des Solarpaket I geplant:

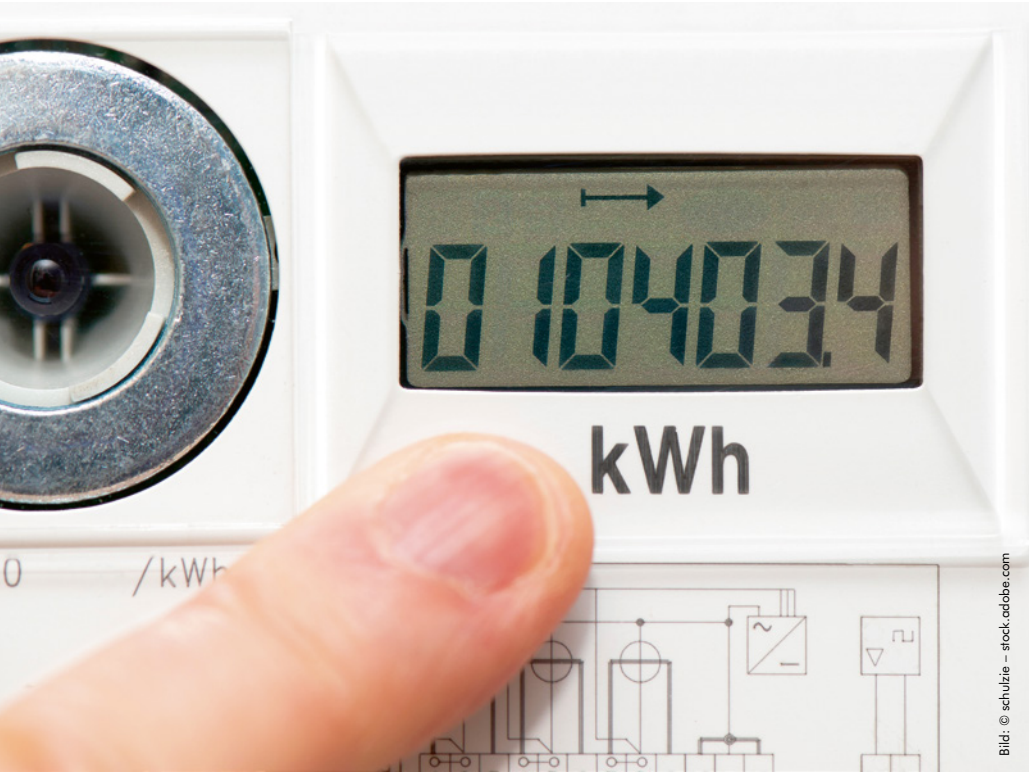
- **Meldepflichten vereinfachen oder streichen**
  Der Anschluss einer Balkon-PV-Anlage sollte einfach und unbürokratisch sein, daher will das BMWK die derzeit noch bestehende „Doppelmeldung" im Marktstammdatenregister und beim Netzbetreiber entschlacken.

- **Rückwärtsdrehende Zähler vorübergehend dulden**
  Balkon-PV soll übergangsweise hinter jedem vorhandenen Zählertyp betrieben werden dürfen, inkl. rückwärtsdrehender Ferrariszähler – allerdings nur so lange, bis ein Zweirichtungszähler (im Regelfall eine moderne Messeinrichtung) installiert wird. Dazu will das BMWK Messstellenbetreiber verpflichten. Ein dauerhafter Betrieb der Balkon-PV-Anlage hinter rückwärtsdrehenden Zählern sowie eine Ausweitung dieser Regelung auf leistungsstärkere PV-Anlagen ist nicht geplant und wäre nach Ansicht des Ministeriums auch nicht sachgerecht. Es soll nur ermöglicht werden, das Steckersolargerät schon vor dem ggf. nötigen Zählerwechsel anschließen zu dürfen.

- **Aufnahme von Balkon-PV in den Katalog privilegierter Maßnahmen im WEG/BGB**
  Bislang müssen Wohnungseigentümergemeinschaften oder Vermieter dem Betrieb eines Steckersolargeräts zustimmen. Das BMWK plädiert dafür, die Balkon-PV in den Katalog privilegierter Maßnahmen aufzunehmen. Damit hätten Wohnungseigentümer und Mieter einen Anspruch auf Zustimmung für den Betrieb ihrer Balkon-PV-Anlage. Die Zuständigkeit liegt beim Bundesministerium der Justiz (BMJ).

- **Anlagenzusammenfassung bei Balkon-PV**
  Die rechtliche Verklammerung einer Balkon-PV-Anlage mit einer bestehenden PV-Dachanlage oder mit weiteren Balkon-PV-Anlagen soll auch dann ausgeschlossen werden, wenn sich diese auf demselben Grundstück befinden. Anderenfalls könnten alleine durch die Inbetriebnahme einer Balkon-PV bestimmte Schwellenwerte, z. B. hinsichtlich technischer Anforderungen, überschritten werden.

3 | Balkon-PV, Balkonkraftwerke oder „Steckersolargeräte" sind eine sehr niedrigschwellige Möglichkeit, an der Energiewende teilzuhaben. Die Kleinstanlagen ermöglichen es Mietern oder Wohnungseigentümern, kostengünstigen Solarstrom für den Eigenverbrauch zu produzieren. Mit der PV-Strategie will das BMWK auch in diesem Bereich weiteren Zubau pushen.



4 | Das Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende hat die Möglichkeit geschaffen, im Bereich Mieterstrom mithilfe intelligenter Messsysteme einen virtuellen Summenzähler zu bilden. Das vereinfacht und vergünstigt entsprechende Konzepte in der Praxis erheblich, da die physische Summenzählung am Netzanschlusspunkt und so auch aufwendige Messtechnik wegfallen.

Neben diesen Maßnahmen des Solarpakets I können auch die Normungsgremien des VDE wesentlich zu Vereinfachungen im Rahmen der laufenden Überarbeitung der Technischen Regelwerke beitragen. Zentrale Ansatzpunkte sind hier nach Ansicht des BMWK:

- **Schukostecker als „Energiesteckvorrichtung" ebenfalls zulassen**
  Geregelt werden soll das in der Produktnorm DIN VDE V 0126-95. Die Entwurfsfassung enthält im Anhang 1 eine ausführliche Diskussion des Brand- und Stromschlagrisikos bei Steckersolargeräten mit Schukosteckern. Im Ergebnis erscheint das Risiko gering, wenn der Schukostecker mit einem Modulwechselrichter kombiniert ist, der über einen Netz- und Anlagenschutz verfügt. Das Stromschlagrisiko ist vergleichbar mit anderen Haushaltsgeräten und das Brandrisiko wurde bei Nutzung von Wandsteckdosen als gering modelliert. Steckersolargeräte dürfen aber grundsätzlich nicht in Mehrfachsteckdosen gesteckt werden. Das könnte durch einen Hinweis am oder auf dem Kabel klargestellt werden. Das BMWK hat den Dialog mit den Normungsstellen aufgenommen. Stellungnahmen oder Positionen wurden von BMWK, Umweltbundesamt und Bundesnetzagentur eingereicht.

- **Schwelle von 600 W erhöhen**
  Die EU-Verordnung „Requirements for Generators", die Anforderungen an den Anschluss neuer Stromerzeugungsanlagen an das Stromnetz beschreibt, gilt nicht für Erzeugungsanlagen unterhalb von 800 W Wechselstromleistung. Mitgliedstaaten können davon abweichende Regelungen treffen. In Deutschland sind 600 Voltampere (VA, entspricht 600 W) in einer technischen Norm (VDE-AR-N 4105) als Obergrenze für die vereinfachte Anmeldung definiert. Hinsichtlich der vereinfachten Anmeldung sowie auch für die Produktnorm DIN VDE V 0126-95 hat das BMWK den Normgeber (VDE/DKE/FNN) gebeten, die Grenze auf 800 VA Wechselstromleistung zu erhöhen.

Mieterstrom vereinfachen

Mieterstromkonzepte und der damit verbundene Wunsch nach der eigenen Versorgung mit grünem Strom können wichtige Anreize für den weiteren Zubau von PV-Dachanlagen setzen und bieten auch für Mieter ohne eigene Immobilie eine Möglichkeit, an der Energiewende teilzuhaben. Auf der anderen Seite ist laut BMWK festzustellen, dass der geförderte PV-Mieterstrom bisher einen deutlich geringeren Beitrag zum Ausbau der Dach-Photovoltaik leistet als erwartet. Das Mieterstrommodell nutzen bislang v. a. größere Wohngebäude ab ca. 15 Wohneinheiten und es sind oft bereits bestehende Stromversorger, die entsprechende Tarife anbieten, denn sie haben keine Schwierigkeiten, auch Lieferantenpflichten zu erfüllen. Vermieter übernehmen wegen der verbleibenden Hürden kaum selbst die Mieterstromlieferung, weshalb Mieterstrom bislang auch gerade in kleineren Mehrparteiengebäuden noch selten ein Thema ist: Für professionelle Akteure sind Projekte dieser Größe nicht attraktiv genug, für die eigenständige Umsetzung durch Vermieter oder Wohneigentümergemeinschaften sind die rechtlichen Hürden jedoch zu hoch. Diese will das Ministerium nun abbauen.

Die Förderung von PV-Mieterstrom hat das EEG 2023 bereits verbessert. Der Mieterstromzuschlag kann nun auch für Anlagen größer als 100 kW beansprucht werden, die Degression wurde ausgesetzt. Dass die Mieterstromförderung auch in Anspruch genommen werden kann, wenn der Anlagenbetreiber nicht selbst als Stromlieferant der Bewohner tätig wird, sondern das einem Dritten überlässt, stellt eine zusätzliche Erleichterung dar. Um eine breitere Nutzung von PV-Dachanlagen im Bereich Mieterstrom zu ermöglichen, schlägt das BMWK im Rahmen des Solarpakets I nun noch folgende Schritte vor:

- **Einführung des virtuellen Summenzählers**
  Mit dem Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende (GNDEW[2]), dem der Bundesrat am 12.05.2023 final zugestimmt hat, sollen sich mithilfe intelligenter Messsysteme auch virtuelle Summenzähler bilden lassen. Diese erfassen sowohl die Stromerzeugung der PV-Anlage als auch den Verbrauch der Nutzer di-

gital und eine Software bilanziert alles entsprechend. Als weiteren Punkt sieht die PV-Strategie vor, auf Wunsch die Ausstattung von Mieterstromprojekten mit intelligenten Messsystemen durch den grundzuständigen Messstellenbetreiber auch an nicht bilanzierungsrelevanten Unterzählpunkten zu ermöglichen. Die nötige Messwerterhebung und -verarbeitung übernimmt der Messstellenbetreiber. All diese Maßnahmen würden entsprechende Projekte in Summe deutlich vereinfachen und vergünstigen, weil die physische Summenzählung am Netzanschlusspunkt sowie aufwendige Messtechnik im Gegenzug entfallen könnten.

- **Einführung der gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung**
  Hiermit sollen Strommengen aus einer Solaranlage hinter dem Netzverknüpfungspunkt anteilig den Nutzern eines Gebäudes zugerechnet werden können. Als Umsetzungsbeispiel dafür nennt das BMWK die sog. „gemeinschaftliche Erzeugungsanlage", die in Österreich am 27.07.2017, definiert durch § 16a des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes 2010 (EIWOG), in Kraft getreten ist. Die Stromerzeugung aus der PV-Anlage wird unter Nutzung intelligenter Messsysteme den Teilnehmern zugewiesen und von deren Netzbezugsmengen abgezogen. Den Bewohnern steht es frei, an diesem Modell teilzunehmen. Die Reststrombelieferung erfolgt über die weiterhin bestehenden Stromlieferverträge. In Abgrenzung zum bisherigen Mieterstrom soll die Umsetzung für den Anlagenbetreiber deutlich vereinfacht werden. So entfallen z. B. bei Bereitstellung des PV-Stroms im Gebäude für ihn die gewöhnlichen Lieferantenpflichten. Das Modell eignet sich v. a. für Anwendungen auf kleineren Mehrparteiengebäuden und für kleinere Mieterstromprojekte. Auch in vermieteten Gewerbeimmobilien kann es die Nutzung von PV-Strom vor Ort vereinfachen. Um die Einführung zu unterstützen, beabsichtigt die Bundesnetzagentur laut BMWK eine Klarstellung zur Anwendbarkeit von Messkonzepten mit einer virtuellen Zuordnung von Strom auf einen Zählpunkt sowie die Berücksichtigung eventueller neuer Anforderungen in kommenden Konsultationen und Aktualisierungen von Marktkommunikationsregeln.

- **Entbürokratisierung und Weiterentwicklung des bestehenden Mieterstrommodells**
  Das bestehende Mieterstrommodell soll im Sinne einer Entbürokratisierung optimiert werden. Einen wichtigen Beitrag hierzu soll die Anpassung der Anlagenzusammenfassung leisten. Zusätzlich sollen bestehende steuerliche Hürden für die Gebäudeeigentümer abgebaut werden. Die Vertragsgestaltung für die Anbieter von Mieterstromtarifen lässt sich vereinfachen, indem die von anderen Lieferverhältnissen abweichenden Anforderungen an Vertragslaufzeiten entfallen. Zudem sollen Mieterstrom-PV-Anlagen künftig auch auf benachbarten Nichtwohngebäuden, wie z. B. Parkhäusern oder Garagen, installiert werden dürfen. Und zusätzlich zu den Verbesserungen des Mieterstroms für Wohngebäude soll die Mieterstromförderung auch in reinen Gewerbegebäuden möglich sein. Hier ist nach Meinung des BMWK kontinuierlich zu prüfen, in welchen Fällen eine zusätzliche Mieterstromförderung angemessen ist.

- **Regelung für die Abrechnung von PV-Strom zur Wärme-/Warmwasserbereitung und für Allgemeinstrom im Rahmen der Betriebskostenabrechnung**
  Da perspektivisch in immer mehr Mehrfamilienhäusern zentrale Wärmepumpen für die Wärme-/Warmwasserbereitstellung zum Einsatz kommen werden, stellt sich für Vermieter die Frage, wie der Strom, den die PV-Anlage auf dem Dach für diese Wärmepumpe zur Verfügung stellt, in der Betriebskostenabrechnung abzubilden ist. Eine entsprechende Regelung ist für das Solarpaket II vorgesehen.

- **Weitergehendes Energy Sharing**
  Zudem möchte das BMWK unter Beteiligung der Bundesnetzagentur in der zweiten Jahreshälfte 2023[1)] eine Diskussion mit den Stakeholdern zu Möglichkeiten einer Ausweitung der gemeinschaftlichen Nutzung von PV-Strom über das öffentliche Netz anstoßen. Im Kern geht es um die Frage, ob und in welchem Umfang dafür vereinfachte Regeln und Vergünstigungen gelten sollten. In verschiedenen EU-Ländern ist so ein „Energy Sharing" schon einfacher als in Deutschland möglich: Bürger organisieren sich in Erneuerbare-Energien-Gemeinschaften, um so selbst grünen Strom zu erzeugen, zu verbrauchen, zu speichern oder zu verkaufen. Hier sind laut Politik jedoch viele Aspekte mitzudenken, auch mögliche Auswirkungen auf den Konsumentenschutz, die Refinanzierung der Netze, den Strommarkt und die Verteilnetze.

5 | Die finalisierte PV-Strategie umfasst elf Handlungsfelder und steht zum Download bereit unter → www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-stategie-2023.html

Sandra Hoffmann

Quellen: BMWK

[1)] Hinweis: Redaktionsschluss für diesen Beitrag war Anfang Juni. Entwicklungen, die nach diesem Datum stattfanden, konnten daher nicht berücksichtigt werden.
[2)] Das GNDEW soll den Smart-Meter-Roll-out beschleunigen. Nach dem neuen Gesetz sind ab 2025 alle Verbraucher ab 6.000 bis 100.000 kWh/Jahr sowie Anlagenbetreiber ab 7 bis 100 kW installierter Leistung verpflichtet, intelligente Messsysteme einzubauen. Was die entsprechenden Fristen anbelangt, müssen bis Ende 2025 20 % der „Betroffenen" entsprechende Komponenten eingebaut haben, bis Ende 2028 mind. 50 % und bis Ende 2030 mind. 95 %.

Solarenergie

Steckersolaranlage mit Speicher

Piratensolaranlangen nannte man sie anfangs, später Balkonsolargeräte. Jetzt dürften sie wohl in Zukunft offiziell nach DIN VDE V 0126-95 Steckersolargeräte heißen[1)]. Der Weg bis dahin, von der scheinbaren Illegalität zum Kassenschlager in Supermärkten mit Preisen von z. T. unter 500 Euro für 800 Wp ohne Montagegestell, war ein langer, beschwerlicher Weg gegen viele Widerstände – insbesondere vonseiten der hiesigen Elektrolobby. Doch welche Potenziale bergen die „Balkonkraftwerke"? Hier ein Erfahrungsbericht.

1 | Balkone, „geziert" mit PV-Anlagen: So könnten Fassaden künftig aussehen, wenn die Maßnahmen, die das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) in seinem Papier zur Photovoltaik-Strategie angedacht hat, greifen.

Es war die EU, die mit der RfG-Verordnung[2] und der Vorgabe, dass es sich bei Solarstromanlagen bis 800 Watt quasi um Haushaltsgeräte handelt – ähnlich zu sehen wie Kühlschränke, die bei jedem Umzug mitgenommen werden können – eine wichtige Presche schlug. Die Widerstandsfront bröckelt seitdem immer mehr. Im Strategiepapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) heißt es zur Nutzung von Steckersolargeräten: „Steckersolargeräte (auch: ‚Balkon-PV') bieten eine niedrigschwellige Möglichkeit, sich an der Energiewende zu beteiligen. Um die bestehenden Regelungen weiter zu vereinfachen, zeigt die PV-Strategie Maßnahmen auf, etwa Meldepflichten zu vereinfachen, Schukostecker als ‚Energiesteckvorrichtung' zuzulassen und die Leistungsschwelle anzuheben." Und weiter heißt es in dem Papier: „Die Vorschriften für den Anschluss von Balkon-PV werden deutlich vereinfacht. Die Anlagen können einfach installiert, aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Die Bürgerinnen und Bürger sollen die Anlagen selbst anschließen und in Betrieb nehmen können, ohne die Hilfe von Fachkräften. Der Aufwand für die Meldung ist reduziert." Konkret sollen die unten aufgeführten Schritte folgen:

- Meldepflichten vereinfachen oder streichen
- Schukostecker als „Energiesteckvorrichtung" ebenfalls zulassen
- Aufnahme von Steckersolar in den Katalog privilegierter Maßnahmen im Wohnungseigentumsgesetz (WEG) sowie im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB)
- Schwelle von 600 W erhöhen
- rückwärtsdrehende Zähler vorübergehend dulden, bis Zähler getauscht ist[3]

Zuletzt hat sich der VDE in seinem Positionspapier „Steckerfertige Mini-Energieerzeugungsanlagen"[4] für den Einsatz bis zu einer Einspeisung von 800 W ausgesprochen, wobei die Generatorleistung keine Rolle spielt. Auch die Duldung des Schukosteckers und der Betrieb mit „jedem Zählertyp" sind keine Tabus mehr. Geblieben ist dennoch die Anmeldepflicht bei der Bundesnetzagentur, da es sich nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) bei jedem PV-Modul, das an das öffentliche Stromnetz angeschlossen wird, um eine Anlage handelt[5]. Nach Branchenangaben sind in Deutschland derzeit mehr als 250.000 Steckersolargeräte mit einer Gesamtleistung von schätzungsweise 100 MW installiert[3]. Im Vergleich zu der installierten Gesamtleistung aller Photovoltaik-Anlagen in Deutschland von ca. 67 GW nimmt sich das aus, wie der berühmte Tropfen auf den heißen Stein (0,15 %). Doch täglich werden es mehr und die Anwender begreifen den Wert elektrischer Energie. Es bleibt abzuwarten, ob die verbleibenden Hindernisse tatsächlich abgebaut werden. Jedenfalls scheint der Trend zu Steckersolaranlagen ungebrochen zu sein.

Wegen der Anmeldepflicht bei der Bundesnetzagentur dürften Steckersolaranlagen auch i. S. d. Gebäudeenergiegesetzes (GEG) nach § 23 anrechenbar sein. Als weiterer Schritt stellt sich die Frage, ob ein Steckersolargerät mit Speicher sinnvoll ist. Seiner Tradition folgend, neue Dinge selbst auszuprobieren, hat sich der Autor dieses Artikels vor drei Jahren eine Stecker-PV-Anlage mit der Bezeichnung SolMate G des jungen österreichischen Start-up-Unternehmens EET mit einem kleinen Speicher (1 kWh) gegönnt und dabei auch geflissentlich die Empfehlungsliste für Steckersolargeräte der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) ignoriert, da die Anlage, zumindest vor drei Jahren, noch nicht DGS-konform war. Der Hintergedanke beim Kauf des Systems war, dass der gespeicherte Solarstrom des Tages ausreicht, um den unvermeidbaren Stromverbrauch der Dauerverbraucher – wie z. B. Kühlgeräte oder Router – auch in der Nacht zu decken und bei dem ohnehin relativ niedrigen häuslichen Stromverbrauch mit ca. 2.800 kWh (Vier-Personenhaushalt und Elektroauto) die Einspeisung ins öffentliche Netz so niedrig wie möglich zu halten. Als Neuentwicklung war diese Anlage mit Speicher mit 2.400 Euro (jetzt knapp 2.900 Euro mit größerem Speicher und mehr Modulleistung) doppelt so teuer wie eine Anlage ohne Speicher und musste vorfinanziert werden, was auch ein Beitrag sein sollte, diese Technik zu fördern. Die Lieferzeit betrug acht Monate; andere Anlagen dieser Art waren nicht verfügbar. Mit SolMate G bzw. dem neuen Ansatz „unverbrauchter" ehemaliger Studenten der Uni Graz soll nachfolgend gezeigt werden, dass Balkon-PV-Anlagen mit Speicher nicht nur sinnvoll sind, sondern auch funktionieren und das Potenzial besitzen, günstiger zu werden.

Aufbau Steckersolargerät

Einfache Steckersolargeräte ohne Speicher können je nach Größe und Stromverbrauch bis zu zwei Drittel der erzeugten Strommenge in einem Haushalt „verwenden". Der Rest wird ohne Vergütung ins öffentliche Netz geliefert. Bei einem Steckersolargerät sind Wechselrichter und Speicher in einem Gehäuse integriert. Das zuvor erwähnte Gerät verfügt ferner über eine Notstromfunktion. Der hier eingesetzte Speicher ist ein Lithium-Eisen-Phosphat-Akku ($LiFe\text{-}PO_4$) mit einer nominellen Speicherkapazität von 960 Wh, wobei aber gemessen nur ca. 500 bis 600 Wh abgegeben werden. Den Ladezustand des Speichers zeigt eine segmentierte Anzeige mit vier Lichtpunkten an. Jeder Lichtpunkt entspricht 25 % Ladung. Da der elektrische Anschluss in der Garage günstiger war als auf dem Balkon und das Hausdach bereits seit ca. 25 Jahren mit zwei Solaranlagen (elektrisch und thermisch) besetzt war, wurden die Module auf das Garagendach gestellt, das nach dem Solarpotenzialkataster für den Landkreis Lindau als nicht geeignet gilt. Die Idealausrichtung ist zwar nach Süden, mit einem Winkel von ca. 30°, gegeben, aber durch die niedrige Lage ist die Aufstellfläche fast den halben Tag verschattet. Damit sollte auch den ungünstigeren Einspeisebedingungen, wie bei einem Balkon, Rechnung getragen werden.

Der Wechselrichter mit Speicher wurde in die Garage gehängt und mit dem vom Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE) geforderten „Wieland"-Stecker ans Netz angeschlossen. Da der Stromzähler ursprünglich mit einem Schukostecker ausgestattet war, musste er in der gezeigten Form an die Gegebenheiten (Anschluss an Wieland-Stecker) angepasst werden. Die Herstellerfirma selbst bietet zur Kontrolle zwar eine App an, sie hat sich aber als ungeeignet erwiesen – vermutlich, weil das Sendesignal der Einheit zu schwach ist und nur in Ausnahmefällen vom Router empfangen werden konnte. Auch ein eingesetzter Fritz Mesh WLAN Repeater brachte keine Besserung, sodass auf diese Form der

2 | Die auf dem Garagendach aufgestellten PV-Module der Stecker-PV-Anlage SolMate G liefern eine Gesamtleistung von 620 Wp.

3 | Der Wechselrichter mit Speicher wurde mit dem vom VDE geforderten „Wieland"-Stecker ans Netz angeschlossen. Da der Stromzähler ursprünglich mit einem Schukostecker ausgestattet war, musste er in der gezeigten Form an die Gegebenheiten angepasst werden.

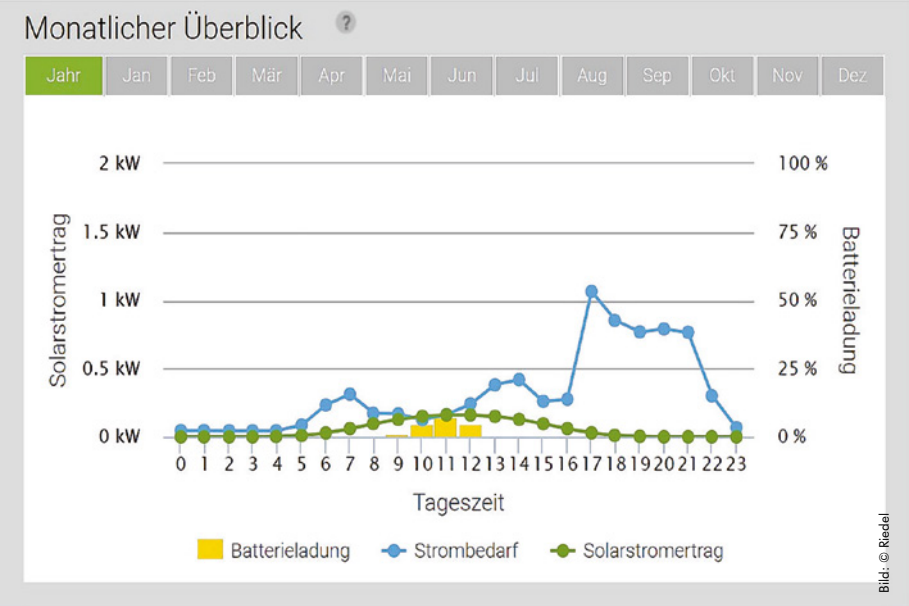
Erfassung komplett verzichtet wurde. Zudem musste bei der Anlage hin und wieder ein Hard Reset durchgeführt werden, v. a. wenn sie nach einer Schlechtwetterperiode nicht mehr fähig war, wieder selbsttätig zu starten. Dazu musste man den Speicher mit über 20 kg vorsichtig mit zwei Personen von der Wand nehmen, um an den An-/Aus-Schalter auf der Rückseite zu kommen.

Erfahrungen

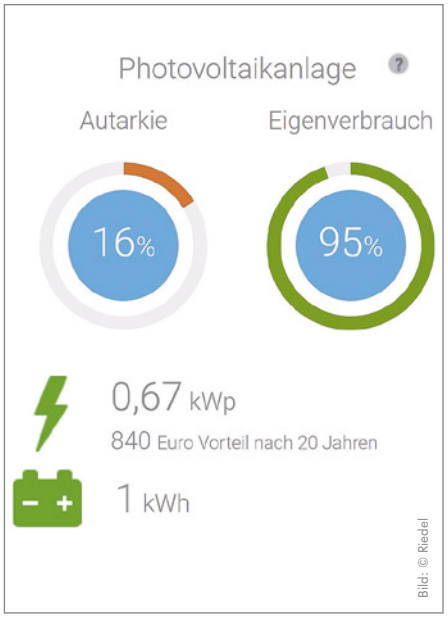
Nach drei Jahren Betrieb zeigt sich ein durchwachsenes Ergebnis. Im Schnitt wurden pro Jahr ca. 2.790 kWh verbraucht (ohne Berücksichtigung der Steckersolaranlage). Im gleichen Zeitraum lieferte die Steckersolaranlage im Schnitt 417 kWh Strom pro Jahr, wovon 87 kWh ins öffentliche Netz gingen, also 330 kWh ins Hausnetz flossen. Damit konnten knapp 80 % der erzeugten Strommenge (Eigenverbrauch) im Haushalt eingesetzt werden. Zum Vergleich: Eine Solarstromanlage auf dem Dach würde bei gleicher Leistung ca. 600 bis 660 kWh pro Jahr liefern. Der Strombezug sank so im Schnitt auf 2.460 kWh; der Autarkiegrad beträgt damit knapp 12 %. Die Marktübersicht der DGS gibt bei dieser Anlage und einem Stromverbrauch von 2.600 kWh einen Autarkiegrad von 17,9 % an, bei 464 kWh vermiedenem Netzbezug. Bezieht man hier den Ertrag auf die o. g. 600 bis 660 kWh, ergäbe sich ein Autarkiegrad von etwa 17 %. Doch nach dem Solarpotenzialkataster für den Landkreis Lindau[6] zu urteilen, das anhand eines Standardlastprofils Eigenverbrauch und Autarkiegrad ermittelt, hätte man wegen des Speichers und der geringen Anlagengröße einen Eigenverbrauch von etwa 95 % erwarten können. Da darüber hinaus noch ein E-Auto zum Einsatz kommt, hätte sich ein Eigenverbrauchsgrad von 100 % ergeben können.

Hauptmanko der Anlage ist nach Sicht des Autors, dass sie den momentanen Stromverbrauch des Gebäudes nicht registriert und damit nicht die Einspeisung ins Hausnetz optimieren kann. Die Installation einer entsprechenden Messeinrichtung am Hauptzählerkasten würde zu einem spürbar höheren Installations- und Kostenaufwand führen. Dennoch gäbe es eine einfache Möglichkeit, den Stromertrag des Tages über den Speicher in der Nacht zu verteilen. Bedingt durch ständig laufende Dauerverbraucher wäre es möglich, nach der Abenddämmerung den Speicher kontinuierlich bis zum Morgengrauen zu entleeren. Bei einer Abgabe von 600 Wh in bspw. zehn Stunden ergäbe sich eine kontinuierliche Leistung von ca. 60 Watt, was vollkommen ausreichen würde, um die Dauerverbraucher zu versorgen.

Stattdessen hat sich herausgestellt, dass der Speicher schon nach wenigen Stunden bereits vor vier Uhr morgens vollständig entladen war. Doch immerhin zeigt die Berechnung des Solarpotenzialkatasters, dass die Steckersolaranlage mit Speicher im Laufe ihrer Lebensdauer



4 | Lastprofil und Erzeugung



5 | Berechnung Solarpotenzialkataster

einen leichten Überschuss erwirtschaften kann – vorausgesetzt, der eingesetzte Akku hält so lange.

Notstromfunktion

Eine mehr als interessante Funktion der Anlage ist die Notstromfunktion. Durch einen Drehschalter lässt sich am Fuß der Speicher-Wechselrichtereinheit eine Steckdose aktivieren. Diese liefert bei ca. 228 V Sinus-Wechselspannung max. 600 W Leistung. Bei dem jetzt angebotenen Modell sind es 1.000 W. Mit einem Verlängerungskabel lassen sich dann Geräte im Inselbetrieb betreiben. Da infolge der politisch gewollten vollständigen Umrüstung der Nation auf strombetriebene Wärmepumpen, elektrische Direktheizungen und E-Autos damit zu rechnen sein wird, dass es zu Einschränkungen und ggf. partiellen Abschaltungen kommen kann, lässt sich mit dieser Option verhindern, dass etwa der Inhalt von Kühl- und Tiefkühlgeräten nach einer solchen Abschaltung als Kompost endet.

Darüber hinaus ist es möglich, Router sowie die anderen internetbasierten Geräte, wie Mobiltelefone und Computer, weiterhin zu betreiben, um nach außen hin, z. B. bei Notfällen, kommunizieren zu können, auch da davon ausgegangen werden kann, dass die Kommunikationswege nach draußen funktionstüchtig bleiben. Es hat sich gezeigt, dass die Kapazität des Speichers ausreicht, selbst an trüben Tagen mehrere Geräte im Inselbetrieb auch nachts und damit ganztägig zu betreiben, aber auch mit Brennstoffen betriebene Heizungen – vorausgesetzt, diese sind mit einem Schuko-Stecker angeschlossen. Der Speicher ist am nächsten Tag innerhalb weniger Stunden wieder aufgeladen. Allerdings sollte dabei beachtet werden, dass sich der Speicher schneller entleert, wenn die angeschlossenen Verbraucher zu viel Leistung ziehen. Das kann insbesondere bei älteren Kühlgeräten der Fall sein. Die Leistung wird dennoch benötigt, um den Motoren der Kühlgeräte beim Anlaufen des Kompressors einen kurzen, aber vielfach höheren Einschalt- bzw. Anlaufstrom zu liefern.

Fazit

Die Anschaffung einer Steckersolaranlage mit Speicher kann sich lohnen, auch für den Fall, dass die Einstrahlbedingungen nicht optimal sein sollten. Dennoch sollte die Anlage so eingerichtet sein, dass sie entweder den momentanen häuslichen Stromverbrauch erfassen kann oder der Speicher in der Nacht seinen Strom bei gedrosselter Leistung abgibt, sodass er erst nach mehreren Stunden leer ist. Beides würde den Autarkiegrad erhöhen. Die Notstromfunktion schafft eine gewisse Sicherheit bei Stromabschaltungen und Stromausfall.

Quellen:
[1] DIN VDE V 0126-95 11.22 Entwurf
[2] RFG-Verordnung 2016/631
[3] BMWK Photovoltaik-Strategie (März 2023)
[4] VDE Steckerfertige Mini-Energieerzeugungsanlagen, Frankfurt am Main (Januar 2023)
[5] EEG § 3 Abs. 1
[6] www.solare-stadt.de/landkreis-lindau

Dipl.-Ing. (FH) Steffen Riedel

ist gelernter Rohrinstallateur und Versorgungsingenieur. Er war zuletzt als Klimaschutzmanager des Landkreises Lindau in der Liegenschaftsabteilung im Bauunterhalt tätig. Zudem war er Passivhauszertifizierer (PHI Darmstadt) und 20 Jahre Vor-Ort-Berater nach BAFA. Heute lehrt er Gebäudeenergietechnik an der Leibniz Universität Hannover und an der Hochschule Kempten.

Neuer Gas-Brennwertkessel von Remeha

Bild: © Remeha

Mit dem Tzerra Ace Matic präsentiert Remeha einen kleinen und kompakten Gas-Brennwertkessel, der sich von nur einem Installateur anschließen lässt. Der Nachfolger des Kessels Tzerra Ace besitzt ein neues und übersichtliches Klarsicht-Display und regelt sich bei Inbetriebnahme selbst ein. Dabei sorgt eine Modulation von 1:8 für mehr Effizienz und geringeren Gasverbrauch. Durch die elektronische Verbrennungsregelung muss der Schornsteinfeger nur noch alle drei Jahre kommen. Für die Wohnungswirtschaft interessant: Der mit einem Edelstahl-Wärmetauscher ausgestattete Tzerra Ace Matic verfügt über einen Hydroblock aus Messing. Das bedingt eine höhere Qualität und eine längere Lebensdauer.

Remeha GmbH
www.remeha.de

Trockenbau-Flächenheiz- und -Kühlsystem von Blanke

Bild: © Blanke

Die von Blanke Systems entwickelten Flächenheiz- und Kühlsysteme Blanke Permatop 1000, 3000 und Blanke Permatop Wood kombinieren eine tragfähige Bodenkonstruktion mit einer leicht zu regelnden, schnell reagierenden Heizung bzw. Kühlung. Die Systeme können auftretende Verkehrslasten aus dem Wohn- oder Gewerbebau bis zu 5 kN/m² schadensfrei aufnehmen. Voraussetzung ist ein ebener, tragfähiger Untergrund, der an Decke oder Boden auf unterschiedliche Weise bauseits erstellt werden kann. Durch den Einsatz der Trockenbausysteme reduziert sich die Bauzeit deutlich, denn die sonst notwendige Trockenphase bei Nass-Systemen unter Verwendung von Estrich entfällt. Statt der üblichen 30 Tage Einbau- und Trockenzeit sind die Blanke-Systeme nach maximal zwei Tagen wieder begeh- und weiterbearbeitbar. Beim Heizen und Kühlen wird die Temperatur unmittelbar an den Oberbelag aus Fliesen, Keramik oder Naturstein abgegeben, das „Durchheizen" der Estrichschicht entfällt. Die notwendige Vorlauftemperatur liegt laut Hersteller deutlich niedriger als bei Flächenheizungen, die im Nassverfahren mit Estrich erstellt werden.

Blanke Systems GmbH & Co. KG
www.blanke-blue-base.de

Danfoss: neue selbsttätige Thermostatköpfe

Bild: © Danfoss

Danfoss hat seine Produktfamilie selbsttätiger Thermostatköpfe erweitert. Mit den gasgefüllten Modellen Aero und Aveo-Behördenmodell sowie den flüssigkeitsgefüllten Modellen React und Redia stellt das Unternehmen seine, nach eigener Aussage, bislang präziseste Thermostatkopfserie vor. Die Regelgenauigkeit aller Modelle – die sog. „Control Accuracy"– liegt bei CA = 0,2 K nach N 215 und die Reaktionsgeschwindigkeit bei zehn und zwölf (Aero und Aveo-Behördenmodell) bzw. 15 und 18 Minuten (React und Redia). Die Gasthermostate Aero und Aveo-Behördenmodell haben einen großen spezifischen Hub (nominale Hubverstärkung von 0,37 mm/K – zertifiziert vom TÜV Rheinland) und können so gegenüber flüssigkeitsgefüllten Varianten (mit einem spezifischen Hub von 0,23 mm/K) zusätzlich Energieeinsparungen von bis zu 2 % erzielen. Die Thermostate, die sich auch für den Austausch veralteter Produkte eignen, werden ausschließlich in Dänemark produziert und in plastikfreier Verpackung geliefert.

Danfoss A/S
www.thermostatkopf.danfoss.de

Mit VDI-Richtlinie Energieaufwand bei Trinkwassererwärmung berechnen

Die Richtlinie VDI 2067 Blatt 22 beschreibt die Berechnung des Energieaufwands der Nutzenübergabe bei Anlagen zur Trinkwassererwärmung. Der Begriff „Nutzenübergabe" fasst die Anlagentechnik für die Wasserübergabe und deren Regelung zusammen. Die in dieser Richtlinie enthaltenen Berechnungsverfahren und Richtwerte dienen i. V. m. VDI 2067 Blatt 12 der objektbezogenen Berechnung des Energieaufwands für Nutzen und Nutzenübergabe. Bei einer Kostenberechnung nach VDI 2067 Blatt 1 sind zusätzlich die Energieaufwände für die (Heiz-)Wärmeverteilung und Wärmeerzeugung zu berücksichtigen. Die Richtlinie gilt für Trinkwassererwärmungsanlagen in Gebäuden. Sie dient der Ermittlung des Energie-, Wasser- und Hilfsenergieaufwands für die Nutzenübergabe ausschließlich für die Trinkwassererwärmung. Hier ist zu beachten, dass Energieeinsparungen nicht zulasten der Trinkwasserhygiene gehen dürfen. Es sind daher immer die geltenden, allgemein anerkannten Regeln der Technik für die Trinkwasserhygiene zu beachten, die in VDI 6023 Blatt 1 zusammenfassend dargestellt sind. Die Richtlinie VDI 2067 Blatt 22 ist im Mai 2023 erschienen und kann für 94,30 Euro beim Beuth Verlag bestellt werden. VDI-Mitglieder erhalten 10 % Preisvorteil.

VDI e. V.
www.vdi.de

Projekt „EnerRegio“

Energiezukunft im ländlichen Raum

Wie sieht das Energiesystem der Zukunft in der ländlichen Region aus? Dieser Frage ist ein Forschungsteam der FH Münster mit dem Gas- und Wärmeinstitut Essen e.V. (GWI) und der B&R Energie GmbH auf den Grund gegangen. Das Projektkonsortium hat in einem typischen, ländlichen Bestandsquartier in Recke, bestehend aus 22 Wohnhäusern, unterschiedliche Energiesystemmodelle entwickelt und gezeigt, wie ein System mit erneuerbaren Energiequellen – ein sog. defossiliertes Energiesystem – gestaltet werden kann. „EnerRegio – Modellhafte und netzstabilisierende Energiesysteme in der ländlichen Region“ heißt das Forschungsprojekt, das im Juni beendet wurde.

Mithilfe eines Modellierungstools haben die Wissenschaftler zwei Energiekonzepte analysiert und optimiert. Das erste Konzept, Power-to-Power, beinhaltet die schrittweise Elektrifizierung der Wärmeversorgung. Hier wird der Status Quo der Wärmeversorgung nicht mehr primär durch Gas, sondern durch eine Wärmepumpe bereitgestellt, die weitestgehend mit PV-Strom betrieben wird. Das zweite Konzept, Power-to-X, beschreibt die Integration eines zentralen Elektrolyseurs, um Wasserstoff zu erzeugen, sowie die Rückverstromung und Wärmebereitstellung durch eine Brennstoffzelle. Beide Modelle umfassen zudem den Ausbau von Photovoltaik-Dachanlagen sowie eine zunehmende Durchdringung der Elektromobilität. Im Ergebnis hat sich die Power-to-Power-Variante als ökonomisch und ökologisch optimales Konzept für das ländliche Quartier erwiesen, da sie kosteneffizientere Treibhausgas-Einsparungen bei Strom und Wärme erzielte.

Auswirkungen auf das Stromnetz

In einem weiteren Modell untersuchte das Team die Auswirkungen auf das Stromnetz. Hier ging es v. a. um die Wechselwirkungen durch den Ausbau von PV-Dachanlagen, den Einsatz elektrischer Wärmepumpen und die verstärkte Nutzung von Elektromobilität. Auch diese Ergebnisse zeigen, dass eine weitgehende Defossilisierung ohne zusätzliche Änderungen an der bestehenden Stromnetzinfrastruktur möglich ist. Nur bei einem starken Ausbau der PV-Anlagen traten in den Sommermonaten Spannungsbandprobleme – d. h. unzulässige Abweichungen von der Nennspannung 230 V – auf. Für diese Herausforderung haben die Forscher unterschiedliche Lösungsansätze identifiziert, indem sie einen Batteriespeicher oder Elektrolyseur am Netzschwachpunkt integriert haben und mit einer netzdienlichen Betriebsweise das Stromnetz entlasten und stabilisieren konnten. Ist zu viel Strom vorhanden, wird Wasser per Elektrolyse aufgespalten und der überschüssige Strom in Form von Wasserstoff alternativ zwischengespeichert, um ihn bei Bedarf zu nutzen.

Entscheidend für die Gestaltung künftiger energieeffizienter Systeme in ländlichen Regionen sei die ganzheitliche Betrachtung von CO_2-Einsparungen, Systemkosten und Netzstabilität. Überdies sei die Einbindung von Akteuren, die qualitative Erhebung heterogener Daten sowie die Modellierung im Quartier essenziell, damit die Methodik auf andere Regionen übertragen werden kann. Weitere Informationen zum Projekt finden sich unter → http://enerregio.de

Baustoffe und -zubehör

Dämmstoffe

LINITHERM® LINZMEIER
Dämmsysteme

Dämmen und wohlfühlen - mit schlanken LINITHERM Dämmsystemen für außen und innen
Kostenlosen „Ratgeber Dämmen“ anfordern
www.Linzmeier.de

Befestigungen

FOPPE ZUBEHÖR

ClearoPAG 167PLUS
Luftdichter Anschluss von Baukörperfugen

+49 5904 9393-93
www.foppe-shop.de
FOPPE MODULE · SYSTEME · ZUBEHÖR

ROCKWOOL

Dämmstofflösungen aus Steinwolle:
natürlich, nachhaltig und recycelbar.
www.rockwool.de

Gebäudehülle

DOMICO Dach-, Wand- und Fassadensysteme KG
A-4870 Vöcklamarkt · Mösenthal 1 · Tel. +43 7682 2671-0
office@domico.at · www.domico.at

Dächer, die’s drauf haben
NELSKAMP
Waldweg 6 · 46514 Schermbeck
Tel (0 28 53) 91 30-0

Glas

Fenster, Türen und Sonnenschutz

Tageslichtsysteme

Lichtkuppeln
Lichtbänder
Glasdachkonstruktionen
Objektentrauchung

LAMILUX

LAMILUX Heinrich Strunz GmbH
Zehstraße 2 | 95111 Rehau
Tel.: 09283 5950 | Fax: 09283 595290
information@lamilux.de | www.lamilux.de

Lichtkuppeln
Lichtbänder
Wintergärten

SKYLUX
Hello daylight!

WWW.SKYLUX.BE

SKYLUX IS A REGISTERED BRAND OF AG.PLASTICS NV
SPINNERIJSTRAAT 100 | B-8530 STASEGEM
INFO@SKYLUX.BE | T. +32 56 20 00 00 | F. +32 56 21 95 99

Gebäudetechnik

Heizung und Klimatechnik

INVENTER
einfach genial lüften

Original dezentrale Wohnraumlüftung

Innovationsführer
Erfahrung seit 1999
Made in Germany
5 Jahre Garantie

www.inventer.de

Qualitätssicherung und Messtechnik

BlowerDoor GmbH
MessSysteme für Luftdichtheit

Zum Energie- und Umweltzentrum 1
D-31832 Springe-Eldagsen
Tel. +49 5044 975-40 | info@blowerdoor.de
www.blowerdoor.de

Dipl.-Ing. (TH) **Jürgen Bonin**
Sachverständiger für Wärmepumpen und Wärmepumpenanlagen

Peldenhofweg 4, 46509 Xanten
☎ 02801 / 70 65 - 60, 🖷 02801 / 70 65 - 61
www.sv-bonin.de, ✉ bonin@sv-bonin.de

von der Industrie- und Handelskammer **öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Wärmepumpen und Wärmepumpenanlagen,** zuständig: Niederrheinische Industrie- und Handelskammer Duisburg-Wesel-Kleve zu Duisburg

PCE INSTRUMENTS

Mess- und Prüfgeräte
aus den Bereichen der Mess-, Regel-, Wäge- und Labortechnik

PCE Deutschland GmbH
Im Langel 26
59872 Meschede
Deutschland

Telefon: +49 (0) 2903 / 976 99 0
Fax: +49 (0) 2903 / 976 99 29
info@pce-instruments.com
www.warensortiment.de
www.pce-instruments.com

GEG Baupraxis

Werbung, die wirkt!

Buchen auch Sie Ihren Eintrag im Branchenverzeichnis!

Paketpreise
(Print + Internet + Link):

Höhe 30 mm (3 Ausgaben)	€ 330,-
Höhe 30 mm (6 Ausgaben)	€ 570,-
Höhe 80 mm (3 Ausgaben)	€ 570,-
Höhe 80 mm (6 Ausgaben)	€ 990,-

Unsere Anzeigenabteilung hilft Ihnen gerne weiter!

Beratung und Buchung direkt unter Tel.: 08233 / 381-483

Produktinnovationen

Keine Produktneuheit mehr verpassen!

Aktuelle Produktinnovationen aus der Baubranche jetzt online im BAU-Index – dem Hersteller- und Dienstleisterverzeichnis:

- neueste Technologien und Materialien
- immer topaktuell
- kompakt, schnell und unkompliziert

Entdecken Sie die Trends und Technologien von heute für Ihre Bauvorhaben von morgen unter:

www.bauindex-online.de/stichwort/produktinnovationen/

Bild: © Saroj – stock.adobe.com

Impressum „GEG Baupraxis“

Herausgeber und Verlag: FORUM VERLAG HERKERT GMBH
Mandichostraße 18, 86504 Merching
Tel.: 08233/ 381-0, Fax: 08233/ 381-222
E-Mail: service@forum-verlag.com
www.geg-baupraxis.de
www.forum-verlag.com

Inhaber: Ronald Herkert (Gesellschafter)

Objektleitung: Stefanie Bobinger (V.i.S.d.P.)
Tel.: +49 8233/ 381-528
Mandichostraße 18, 86504 Merching
redaktion@geg-baupraxis.de

Redaktion: Sandra Hoffmann (extern)
Jona Kron
Mandichostraße 18, 86504 Merching
redaktion@geg-baupraxis.de

Anzeigen: Barbara Jeitler, Tel.: 08233/ 381-483
Barbara.Jeitler@forum-verlag.com

Leserservice: Tel.: 08233/ 381-123
service@forum-verlag.com

Marketing/Vertrieb: Petra Kempter, Tel.: 08233/ 381-575
Petra.Kempter@forum-verlag.com

Layout/DTP: Röser MEDIA GmbH & Co. KG
Fritz-Erler-Straße 25
76133 Karlsruhe
Tel.: 0721/ 3719-503
www.roeser-media.de

Druck: Silber Druck oHG
Otto-Hahn-Straße 25
34253 Lohfelden

ISSN Print: 2701-7117
ISSN Online: 2701-7125

Erscheinungsweise: 6 x jährlich
Das Abonnement gilt zunächst für ein Jahr, es verlängert sich automatisch um ein Jahr mit Rechnungsstellung, Kündigungsfrist zwei Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres. Bei Nichtbelieferung aus Gründen, die nicht vom Verlag zu vertreten sind, bestehen keine Ansprüche auf Ersatz. Empfänger- und Adressänderungen sind dem Verlag rechtzeitig mitzuteilen.

Bezugspreise: Inland-Jahresabonnement 115,56 Euro (zzgl. 13,00 Euro Versandkosten);
Inland-Einzelheft 23,00 Euro (zzgl. 2,89 Euro Versandkosten)

Titelbild: © Mario Brunner Photography

Haftungshinweis: Manuskripte werden gerne von der Redaktion angenommen. Sie müssen frei sein von Rechten Dritter. Sollten sie auch an anderer Stelle zur Veröffentlichung oder gewerblichen Nutzung angeboten werden, ist dies anzugeben. Zum Abdruck angenommene Beiträge und Abbildungen gehen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmung in das Veröffentlichungs- und Verbreitungsrecht des Verlags über. Überarbeitung und Kürzungen liegen im Ermessen des Verlags. Für unaufgefordert eingesandte Beiträge übernehmen Verlag und Redaktion keine Gewähr. Namentlich ausgewiesene Beiträge liegen in der Verantwortlichkeit des Autors. Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlags strafbar.

Copyright: © FORUM VERLAG HERKERT GMBH

Gerichtsstand: AG Augsburg

Mitgliedschaften:

WISSEN, WAS ZÄHLT
Geprüfte Auflage
Klare Basis für den Werbemarkt

Die Schwerpunkt-Themen der Ausgabe September|Oktober 2023

Dämmkonzepte
Gebäude energieeffizient ertüchtigen

Kraft-Wärme-Kopplung
Potenziale und Grenzen

Kommunale Energiekonzepte
Best-Practise-Berichte

Dachsanierung
Worauf ist in der Praxis zu achten?

Bild: © Stockwerk-Fotodesign – stock.adobe.com

Bild: © Marcus Kretschmar – stock.adobe.com

Nachschlag

Fassadenelemente als Wärmequelle für Wärmepumpen

Das Frauenhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE entwickelt und testet mit Industriepartnern solarthermische Fassadenelemente. „TABSOLAR" besteht aus Ultrahochleistungsbeton (UHPC) und lässt sich architektonisch als verglastes oder unverglastes Fassadenbekleidungselement gestalten. Es ist von Kanälen durchzogen, durch die ein Solarfluid fließt, das die Wärme durch Sonneneinstrahlung oder aus der Umgebung aufnimmt. Über einen Wärmetauscher wird diese an den Wärmepumpenkreislauf abgegeben. Das Design der Kanalstrukturen beruht auf dem vom Fraunhofer ISE entwickelten bionischen FracTherm-Verfahren (mehrfach verzweigte, „fraktale" Strukturen, wie z. B. bei Blutbahnen oder in Blättern). Mit diesem lassen sich nahezu beliebige Formen mit einem gleichmäßig durchströmten Kanalnetzwerk versehen. Die gleichmäßige Durchströmung führt zu einem geringen Energieaufwand für die Pumpe.

Als Niedertemperatur-Wärmequellen für Wärmepumpen können die durchströmbaren Fassadenelemente eine geräuschlose Alternative zu Außenlufteinheiten von Luft-Wasser-Wärmepumpen darstellen. Laut Fraunhofer können Simulationen zufolge die verfügbaren Fassadenflächen bei Neubauten oder sanierten Bestandsgebäuden für diesen Zweck ausreichen. Die unverglaste Variante ist als Wärmepumpen-Quelle für die Trinkwarmwasservorerwärmung oder für Schwimmbäder vorgesehen und kann ähnlich wie marktverfügbare Fassadenelemente aus UHPC durch Strukturierung und/oder Farbe gestaltet werden. Die verglasten und mit spektralselektiven Schichten versehenen Elemente der Produktfamilie TABSOLAR Premium sind ähnlich wie klassische Solarthermie-Kollektoren für die Trinkwassererwärmung und die Heizungsunterstützung vorgesehen, da sie höhere Temperaturen erreichen. Die vorgefertigten Fassadenelemente werden derzeit für vorgehängte hinterlüftete Fassaden (VHF) entwickelt, sind laut Hersteller perspektivisch jedoch auch in WDVS oder Sandwichwandaufbauten vorstellbar. Im Gebäudeinnern sollen die Elemente in der Produktfamilie TABSOLAR Heat & Cool als thermoaktive Bauteilsysteme (TABS), auch in Ergänzung mit einer klassischen Betonkernaktivierung, für die Heizung oder Kühlung zum Einsatz kommen.

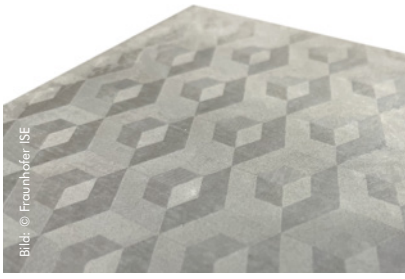


Bild: © Fraunhofer ISE

Frauenhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
www.tabsolar.de

FORUM

Kommen Sie in unser Team und unterstützen uns als

Redakteur/in (m/w/d)
Fachbereich Bau & Immobilien

Vollzeit (38 Std.) oder Teilzeit

Mal reinschauen? QR Code scannen oder besuchen Sie uns auf www.forum-media.com

FOCUS TOP ANBIETER FÜR WEITERBILDUNG 2023

PARTNER
Rahmenvertrag serielles und modulares Bauen

Die Schmutz- und Lärmbelästigung auf ALHO Baustellen ist durch die Vorfertigung der modularen Raumzellen und die kurze Bauzeit vor Ort auf ein Minimum reduziert. Dies erhöht die Akzeptanz der Anwohner.

Bauen mit System: die ALHO Modulbauweise

Fixe Kosten. Fixe Termine. Fix fertig.

ALHO
MODULARE GEBÄUDE