

GEB Schwerpunkt Gebäudekonzepte

Yes we can!

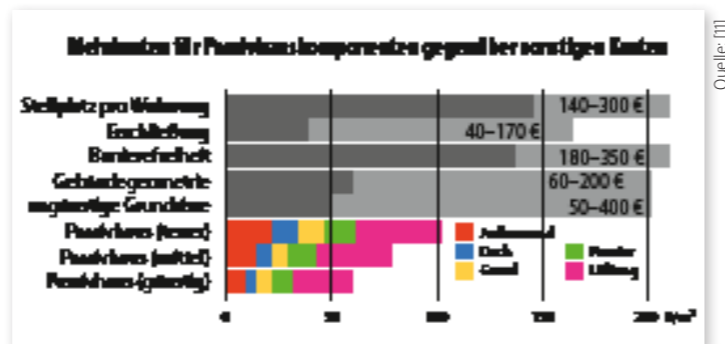
DAS PASSIVHAUS – DER GEBÄUDESTANDARD DER ZUKUNFT Seitdem Wolfgang Feist in Darmstadt-Kranichstein hierzulande das erste Passivhaus projektierte, sind fast drei Jahrzehnte vergangen, während derer dieser hocheffiziente Standard den Praxistest bestand und sogar zum Exportschlager wurde. Die damit verbundene Bauweise und Technologie vermögen die Balance zwischen Effizienz und Umstieg auf erneuerbare Energiequellen zu wahren, um die politisch gewollte und ökologisch notwendige Klimaneutralität bis 2050 im Gebäudebereich zu erreichen. Wenn wir das Übereinkommen der Weltklimakonferenz in Paris ernst nehmen, wird das „nearly zero energy building“ (nZEB) gemäß EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie (EPBD) in etwa den Passivhaus-Standard aufweisen müssen. Burkhard Schulze Darup

Im Gegensatz zu anderen Sektoren verfügen wir im Gebäudebereich über ausgereifte Techniken und Komponenten, um die definierten Klimaziele zu erreichen – doch welcher weiterer Entwicklungen bedarf es, um den nZEB-Standard im Neubau und in adäquater Form bei Sanierungsvorhaben in der Breite zu etablieren? Bei den Effizienzkomponenten geht es darum, einfacher und nachhaltiger zu werden. Das entlastet die Planung und kommt der Wirtschaftlichkeit spürbar entgegen. Die Gebäude- und Versorgungstechnik dagegen wird grundsätzlich neu ausgerichtet werden müssen, um den Anforderungen der Energiewende gerecht zu werden.

Effizienzkomponenten für die Gebäudehülle

Für die Bauteile der Gebäudehülle wurden in den letzten Jahren viele konstruktiv und gestalterisch hochwertige Lösungen mit hoher Energieeffizienz entwickelt, die zudem das Baubudget längst nicht mehr über Gebühr zusätzlich belasten. Was die Dämmung der Außenwände angeht, liegen die Mehrkosten gegenüber dem EnEV-Stammdard bei rund 12 bis 30 €/m² Wohnfläche (WF), um dem Passivhausniveau

zu entsprechen. Bei der Dachdämmung hängen die Mehrkosten von der Geschossigkeit ab, weshalb hier die Mehrinvestitionen zwischen 5 und 15 €/m² (WF) liegen können. Das Gleiche gilt für die Kellerdecken- oder Bodenplattendämmung mit 6 bis 18 €/m² WF [1].



1 Mehrinvestitionen pro m² Wohnfläche für ein Passivhaus gegenüber dem EnEV-Standard und im Vergleich zu weiteren Kostenfaktoren.

ÜBERSICHT

- 10 **Der Gebäudestandard der Zukunft:** Die Passivhaus-Bauweise wahrt die Balance zwischen Effizienz und Umstieg auf erneuerbare Energiequellen.
- 17 **Prognose für elektrisch versorgte Gebäude:** Wie gestaltet sich der Transformationsprozess hin zu 100-prozentiger regenerativer Energieversorgung?
- 24 **Aktive Kühlung im Kontext erneuerbarer Energieversorgung:** Passive Kühlstrategien sind besser als eine aktive Kühlung – jedoch fällt die aktive Kühlung primärenergetisch weniger ins Gewicht als die Beheizung.

GEB Dossier

Weitere Beiträge zum Thema Gebäudekonzepte finden Sie in unserem Dossier unter www.geb-info.de, Webcode 1353. Zur Übersicht über alle Dossiers gelangen Sie mit dem Webcode 1388.



Foto: faktor10

Passivhaus-Fenster kosteten vor 20 Jahren nahezu das Dreifache von Standardfenstern – allerdings sind diese Kosten in den letzten Jahren erheblich gesunken. Wenn bei der Planung zudem die Gestaltungsspielräume hinsichtlich des Fensterflächenanteils und der Wirtschaftlichkeit der Fensterformate und Konstruktionen genutzt werden, liegen die Mehrinvestitionen nur noch bei 5 bis 15 €/m² WF. Die Qualitätssicherung für Wärmebrücken und Luftdichtheit erfordert bei erfahrenen Planern kaum Mehraufwendungen, jedoch können die Zusatzkosten für unerfahrene Passivhausplaner am Anfang der Lernkurve durchaus bei 30 €/m² WF liegen.

Jedes neue und sanierte Bauteil sollte eine Nutzungsdauer von möglichst 60 Jahren aufweisen. Nur dann lässt sich behaupten, dass es sich um eine nachhaltige und zukunftsfähige Konstruktion handelt. Diese Sichtweise impliziert, dass die damit verbundenen Effizienzstandards ebenso zukunftsfähig sind. Wenn wir also neu bauen oder sanieren, gilt es, jedes Bauteil energetisch so gut wie möglich auszuführen. Sonst ist es eine vertane Chance. Mittelmäßige Standards bilden ein Dilemma: sie benötigen vor Ablauf der Nutzungsdauer eine energetische Ertüchtigung, die auf keinen Fall unter wirtschaftlich sinnvollen Rahmenbedingungen möglich ist.

Heiztechnik – einfach & erneuerbar

Die vor uns stehende Energiewende stellt völlig neue Anforderungen an die Versorgung von Gebäuden und ganzer Stadtteile. Der Übergang von fossilen Energieträgern zu regenerativer, vorrangig elektrischer Versorgung bedingt die Zusammenführung erneuerbare Wärme mit regenerativer Stromgewinnung. Vereinfacht ausgedrückt: Strombasierte Techniken in Verbindung mit einer mit hohen Arbeitszahl (z.B. Wärmepumpen) reihen sich ganz vorne in der Prioritätenliste ein. Für den Paradigmenwechsel bei der Heiztechnik sprechen jedoch noch ganz andere Gründe: Wenn selbst an kalten und trüben Wintertagen rechnerisch 15 bis 20 Teelichter ausreichen, um in einem hocheffizienten Einfamilienhaus kuschelig warm zu wohnen, steht außer Zweifel, dass die Heiztechnik verschlankt werden kann und mit deutlich niedrigerer Leistung als bisher auskommt.

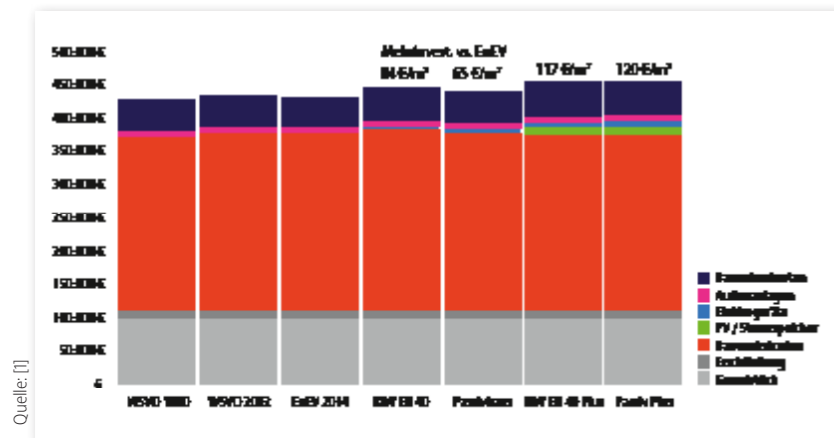
Außerdem gleicht sich die wohnungsinterne Energiedichte für Heizen, Warmwasser und Haushaltsgeräte zunehmend an und ermöglicht völlig neue synergetische Versorgungssysteme, die investitions- und betriebskostenmäßig gegenüber der bisherigen Gebäudetechnik ein bedeutendes Einsparpotenzial bergen. Und so ganz nebenbei lassen sich auf diese Weise die bisherigen hohen Verluste bei der Warmwasserbereitung deutlich senken. Bei der Heizung sind mit vereinfachten Systemlösungen 15 bis über 40 €/m² WF einzusparen. Das gilt insbesondere für Wärmepumpenkonzepte, bei denen neben dem Aggregat sowohl primärseitig als auch auf der Heizseite jeweils deutlich kleinere Lösungen als für den EnEV-Standard umgesetzt werden können. Es gilt einen Wettbewerb in der Heizungsbranche zu initiieren, damit auf diesem wichtigen Feld zeitnah einfache und innovative Konzepte auf den Markt kommen.

Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung – auf dem Weg zur Wirtschaftlichkeit

Lüftungstechnik reduziert mit optimierter Wärmerückgewinnung den Heizwärmebedarf um 20 bis 30 kWh/(m²a). Sie wird als Komfortlüftung bezeichnet, weil sie verbesserte Raumlufthygiene in Verbindung mit hoher Behaglichkeit bringt. Bisherigen Kosten von 50 bis über 100 €/m²WF stehen heute weitaus günstigere und damit auch wirtschaftliche Lösungen ab rund 35 €/m² WF gegenüber. Das gilt insbesondere, wenn man davon jene 15 bis 25 €/m² WF abzieht, die es für eine Abluftanlage zum Erreichen der DIN 1946-6 ohnehin braucht. Trotzdem müssen Komfortlüftungssysteme in den nächsten Jahren noch einfacher und kostengünstiger werden, um die Akzeptanz kurzfristig zu fördern. Die Hersteller der Lüftungssys-



Foto: ArchitekturWerkstatt



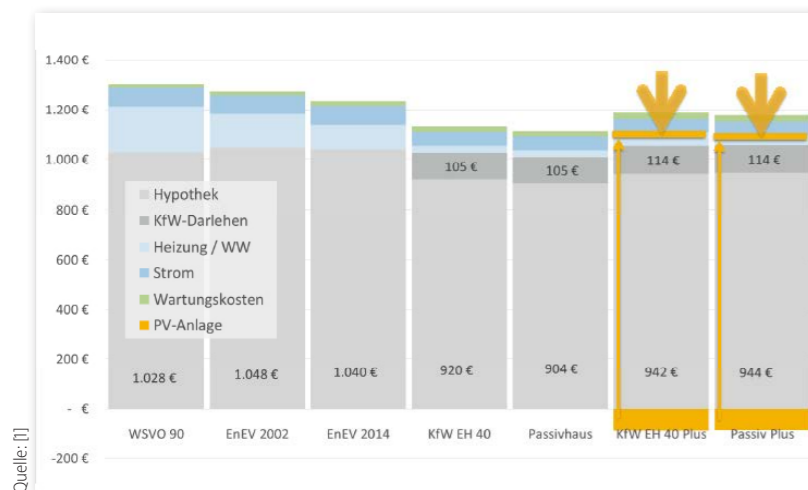
2 Vergleich der Investitionskosten unterschiedlicher Energiestandards. Die monatliche Belastung ist bei optimierter Planung und aktueller Fördersituation für hocheffiziente Gebäude und Plusenergiestandards am günstigsten. Preisbereinigt entsprechen die Kosten von 1990 etwa dem EnEV-Standard 2014.

teme müssen zudem darauf achten, die Wartungskosten möglichst niedrig zu halten [2].

Kosten & Wirtschaftlichkeit

Bauen ist eine gesellschaftliche Aufgabe mit immer neuen rechtlichen, sozialen und politischen Rahmenbedingungen. Zukunftsfähige Gebäude lassen sich nur dann umsetzen, wenn Funktionalität und Gestaltung, Nachhaltigkeitsanforderungen und Baustandards interdisziplinär und optimal aufeinander abgestimmt werden. Es gilt diese Anforderungen regelmäßig zu hinterfragen und einen offensiven Umgang mit ökonomischen Anforderungen zu pflegen. Untersuchungen zeigen die hohe Anzahl von kostentreibenden Faktoren [3], [4]. **Abb. 1** zeigt den Vergleich von effizienzbedingten Mehrinvestitionen zu beispielhaften sonstigen Planungsaspekten.

Angesichts dieser Gegenüberstellung verwundert es, dass ausgerechnet die eher geringen Mehrinvestitionen für die energetischen Maßnahmen so breit und emotional diskutiert werden. Dabei ist dies der einzige Posten, der zu einer Refinanzierung durch die Energieeinsparung beiträgt. Das gilt insbesondere im Zusammenhang mit der Förderung durch das KfW-Programm



3 Vergleich der monatlichen Belastung unterschiedlicher Energiestandards. Der Passivhaus-Standard und die Plus-Standards liegen am günstigsten.

„Energieeffizient Bauen“, die Effizienzstandards für Bauherren aus wirtschaftlicher Sicht sehr attraktiv macht. Zusätzlich können regionale und kommunale Förderungen ergänzend das Budget entlasten.

Es lässt sich sehr gut beobachten, wie seit Jahren eine Parallelverschiebung der Förderstandards und des EnEV-Anforderungsniveaus stattgefunden hat: Durch die Förderung werden neue Techniken in den Markt eingeführt, und es findet eine Kostendegression statt, wenn innovative Komponenten in die Mainstreamfertigung gehen. Eine Analyse der Kostenentwicklung für Effizienzkomponenten kommt zu dem Ergebnis, dass hocheffiziente Bauteile zunächst deutlich erhöhte Kosten aufweisen. Sobald sie zum üblichen Standard werden, passen sich die Preise sehr deutlich den bisherigen Standardkonstruktionen an [1].

Insgesamt ist das Bauen preisbereinigt seit 1990 nicht teurer geworden, obwohl in dieser Zeit eine deutliche Energieeffizienzsteigerung der Bauweisen zu verzeichnen war [1]. Selbstverständlich weisen die Standards KfW Effizienzhaus 55 / 40 / 40 Plus sowie Passivhaus Mehrinvestitionen gegenüber dem EnEV-Standard auf (**Abb. 2**). Bei der Betrachtung der monatlichen Belastung werden bei kostenbewusster Planung jedoch ab dem ersten Monat für die hocheffizienten Gebäude niedrigere Belastungen erzielt als für den EnEV-Standard.

Zahlreiche erfahrene Planer weisen gleichermaßen darauf hin, dass bei einem Planungsprozess mit dem Ziel hoher Energieeffizienz oftmals auch ein kostenoptimiertes Entwurfskonzept einhergeht. So verringert beispielsweise ein günstiges A/V-Verhältnis auch die Baukosten, da so komplexe oder geometrisch komplizierte Hüllflächen vermieden werden können. Insofern verwundert es nicht, dass bei der „Analyse des Einflusses der energetischen Standards auf die Baukosten im öffentlich geförderten Wohnungsbau in Hamburg“ für KfW EH 40 und Passivhaus-Standard im Mittel keine Kostenerhöhungen im Vergleich zu Standardgebäuden nachgewiesen werden konnten [5], sondern Gebäude im Passivhaus-Standard im Mittel günstiger lagen als EnEV-Gebäude (**Abb. 3**). Zum gleichen Ergebnis kommt eine Studie zum „Kostenvergleich unterschiedlicher Baustandards Wohngebäude“ des Amtes für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie der Stadt Heidelberg [6], in der 154 Objekte der BKI Datenbank 2009 bis 2013 ausgewertet wurden. Im Ergebnis liegen die mittleren Baukosten (Kostengruppen 300/400 inkl. MWSt.) bei 2361 € pro m² Wohnfläche für Passivhäuser gegenüber 2554 €/m² für Gebäude im EnEV-Standard. In gleicher Quelle wird nachgewiesen, dass die mittleren Kosten für die Passivhäuser der Bahnstadt Heidelberg bei 1875 €/m² liegen. Die Spreizung zwischen dem günstigsten und teuersten Gebäude beträgt allerdings auch dort 1096 €/m².

Aus diesen Zahlen lässt sich vor allem der Schluss ziehen, dass Bauherren gut beraten sind, wenn sie erfahrene Passivhaus-Planer beauftragen. Ganz of-

fensichtlich gibt es einen Zusammenhang zwischen Effizienzdenken beim Energiesparen und kosteneffizienter Gebäudeplanung. Zukunftsfähige Baulösungen punkten hinsichtlich Komfort und Lebenszyklusbetrachtung gleichermaßen, weshalb sie eine werthaltige Investition darstellen. Langfristig betrachtet profitieren Bauherren davon, da ein übliches, den aktuellen Anforderungen entsprechendes Gebäude in gut 20 Jahren energetisch zu ertüchtigen sein wird, während ein hocheffizienter Energiestandard auch langfristig mit den Zielen der Energiewende kompatibel ist. Erschlagend unparteiisch weisen Kostendaten des Statistischen Bundesamtes zu den von Bauherren und Architekten veranschlagten Baukosten nach DIN 276 zum Zeitpunkt des Bauantrags nach, dass die Kostenentwicklung nicht durch die zahlreichen Stufen der Wärmeschutz- und Energieeinsparverordnung geprägt wurde, sondern durch andere Faktoren [7].

Nationale Effizienzstandards & Ordnungsrecht versus Förderung?

Es stellt sich daher die Frage: Welche Rahmenbedingungen braucht es, um in den nächsten Jahren hocheffiziente Standards zielgerichtet im Markt zu etablieren? Erzielen wir die erforderlichen Klimaschutzstandards durch verschärftes Ordnungsrecht, durch deutlich erhöhte Förderung oder den Mix von beidem (**Abb. 5**)? Oder provokativ ausgedrückt: Wie lange müssen für

sukzessive wirtschaftlicher erreichbare Effizienzstandards Steuergelder oder Klimaschutzfonds bemüht werden? Brauchen wir Dauerförderung oder werden die notwendigen Effizienzstandards schnell erwachsen?

Wir können optimistisch sein: vor der EnEV-Anpassung 2016 galt die Prognose, dass in der Breite kaum mehr als der KfW EH 70 Standard erreichbar sei. Der Markt belehrte uns eines Besseren: Während im Jahr 2015 nur 26 000 Wohneinheiten im Standard KfW EH 55 gebaut wurden, waren es 2016 bereits 93 000 geförderte Wohnungen. Tendenz stark steigend. Obendrein erhöhten sich nach Angaben der KfW die Standards KfW EH 40 und KfW EH 40 Plus von 8200 auf 19 200 Einheiten

Angesichts der sich verbessernden Effizienz-Komponenten ist absehbar, dass ein passivhaus-äquivalenter Standard im Jahr 2021 marktgängig sein wird. Eine mögliche Option könnte die verbindliche Festsetzung solch eines Standards in Verbindung mit einer Förderung sein, die in den Folgejahren geplant degressiv verläuft. Ergänzend kann dabei aus der erfolgreichen KfW Effizienzhaus 55 Förderung gelernt werden. Vielleicht lautet die entscheidende Frage, wie das Förderverfahren und insbesondere die Berechnungsmodalitäten vereinfacht werden können. Ein wichtiger Aspekt ist dabei ein möglichst einfach gefasstes und dadurch schnell akzeptiertes und etabliertes Ge-

Anzeige

Entdecken Sie Potenziale für die Erfolge von morgen

Nürnberg 16.–18.10.2018

Internationaler Erfolg beginnt mit internationalen Kontakten. Genau die finden Sie auf der Chillventa. Denn über die Hälfte der Aussteller und Besucher kommen aus der ganzen Welt. Entdecken auch Sie Potenziale für die Erfolge von morgen auf der Branchenplattform für Kälte-, Klima- und Lüftungstechnik sowie Wärmepumpen.

chillventa.de/potenziale



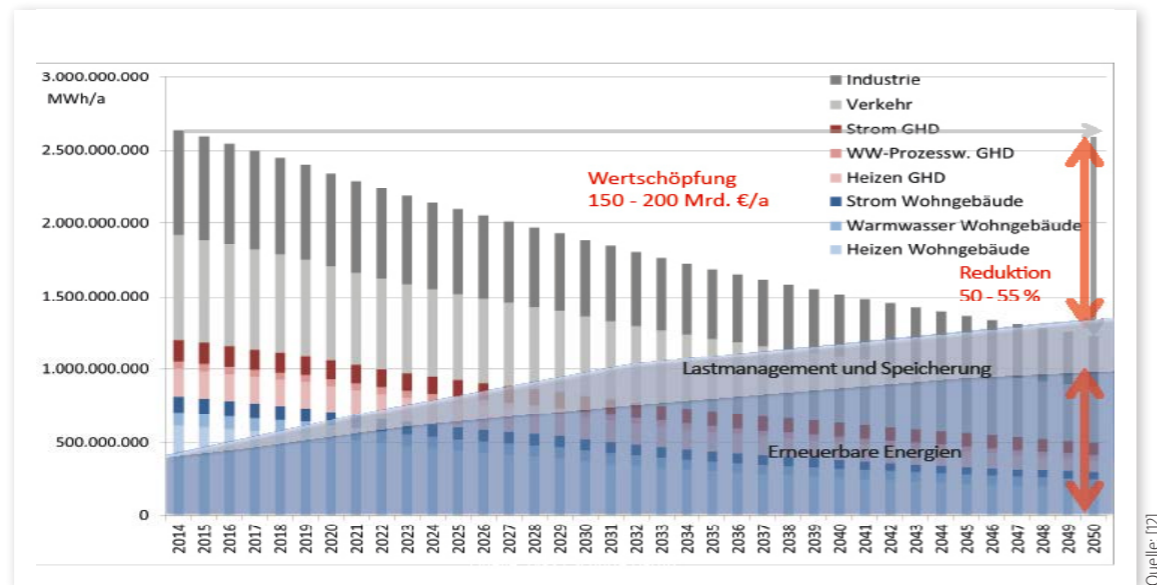
CHILLVENTA

International Exhibition
Refrigeration | AC & Ventilation | Heat Pumps

CONNECTING EXPERTS.

NÜRNBERG MESSE

4 Entwicklung in Richtung Klimaneutralität in der BRD 2050: Mit Effizienzmaßnahmen müssen 50 bis 60 % Einsparung erzielt werden. Nur dann kann der Restbedarf erneuerbar gedeckt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für Lastmanagement und Speicherverluste 20 bis 40 % zusätzliche erneuerbare Energien generiert werden müssen.



Quelle: [7]

bäudeenergiegesetzes (GEG), getreu dem Motto: „GEG auf drei Seiten!“ Vielleicht bietet sich an dieser Stelle die Chance für einen ambitionierten Politikansatz, den Gap zwischen Anspruch und Wirklichkeit in der Klimapolitik zu schließen.

Angesichts des Auseinanderdriftens des hochpreisigen Immobiliensektors und der erforderlichen Wohnungen im unteren Kostensegment muss zudem dringend hinterfragt werden, ob der Wohnungssektor nicht zusätzlich zur energetischen KfW-Förderung eine komplementäre Unterstützung sozialer Aspekte erhalten muss, bei der auch regionale Marktunterschiede und berechtigte Anliegen der Wohnungswirtschaft in die Förderstruktur einbezogen werden.

Graue Energie und Nachhaltigkeit

Mit sinkendem Energiebedarf für das Betreiben von Gebäuden rückt der Energiebedarf für die Errichtung und den späteren Abriss sowie die Entsorgung vermehrt in den Blickwinkel. Es gilt die gesamte Produktlinie der Materialien zu betrachten und die daraus resultierenden Belastungen des „ökologischen Rucksacks“ zu minimieren. Es ist Aufgabe der Planer, gesamtheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtungen bei der Auswahl der Konstruktionen und Materialien anzustellen. Dazu bedarf es praxisgerechter Werkzeuge. Ein sehr sinnvoller Ansatz besteht in der Lebenszyklusanalyse nach eLCA des BBSR [8]. Es wird zukünftig möglich sein, die Lebenszyklusanalyse im Zuge der energetischen Berechnung als zusätzlichen Kennwert nahezu ohne Mehraufwand zu generieren. Während bei Bestandsgebäuden die Betriebsaufwendungen die deutlich dominante Größe darstellen, erreicht bei einem hocheffizienten Passivhaus der Aufwand für die Graue Energie einen Anteil von 20 bis über 30%, wenn sie auf die Nutzungszeit der Bauteile abgeschrieben wird.

Wir sollten nicht davon ausgehen, dass Gebäude „ihre“ eingebaute Energie im Laufe ihres Bestehens durch erneuerbare Energien wieder einfahren müssen. Ebenso wenig kann unser Baugeschehen künftig allein auf der Basis nachwachsender Materialien erfolgen. Also ist es Aufgabe der Bauindustrie, sukzessive Produkte mit möglichst geringer Belastung der Umwelt zu entwickeln und für deren Herstellung bis spätestens 2050 ausschließlich regenerative Energien zu nutzen.

Wärmewende & Erneuerbare Primärenergie (PER)

Die bisherige fossile Energieversorgung basiert auf Brennstoffen. Entsprechend einfach lässt sich der Weg von der Energiequelle zum Ort der Nutzung mit einer Kennzahl darstellen. Für die wesentlichen Brennstoffe Öl und Gas beträgt der Primärenergiefaktor 1,1. Dagegen wird Strom über den Umweg des Kraftwerks bereitgestellt, was einen erhöhten Primärenergiefaktor zur Folge hat, der in den letzten Jahren aufgrund besserer Kraftwerkeffizienz und der erneuerbaren Anteile von 3,0 auf 1,8 gesunken ist. Der Primärenergiefaktor fossiler Energieträger wird sich dynamisch weiter verändern und ist nicht besonders gut geeignet, zukünftige Entwicklungen zu beschreiben oder gar zu lenken.

Die künftige erneuerbare Versorgung basiert auf der Primärseite zu überwiegenen Teilen auf Strom, der als Primärstrom vor allem aus Windkraftanlagen und Photovoltaik stammt. Direkt genutzter Wind- und Sonnenstrom weist einen erneuerbaren Primärenergiefaktor (PER-Faktor) von 1,0 auf und ist zunehmend sehr kostengünstig verfügbar. Gas muss dagegen aufwendig mittels Elektrolyse erzeugt werden, was sich in einem erhöhten PER-Wert von z. B. 1,75 niederschlägt [9]. Bei Rückverstromung betragen die Gesteungskosten pro kWh derzeit etwa 0,25 bis 0,30 €/kWh im Vergleich zu 0,03 bis 0,12 €/kWh für fossile und andere erneuerbare Energieträger.

Daraus ergeben sich grundlegend neue Konstellationen für die Gebäude- und Versorgungstechnik. Es stehen bei der Infrastruktur grundlegende Entscheidungen an, die auf Jahrzehnte hinaus Gültigkeit haben werden. Wir benötigen zeitnah die Kriterien für die Wärmewende mit Regularien der 2030/40er Jahre. Es ist offensichtlich, dass im Wärmebereich die effizienteste verfügbare Gebäudetechnik aktuell vor allem mit der Wärmepumpentechnik gegeben ist. Kann direkt erzeugter erneuerbarer Strom – im Idealfall als Eigenstromnutzung aus dem eigenen Gebäude oder Quartier – mittels Arbeitszahlen von 3 bis 4 in Wärme umgewandelt werden, ist eine sehr hohe erneuerbare Versorgungseffizienz zu sehr günstigen Kosten gegeben, die pro Kilowattstunde Wärmeenergie bei 0,03 bis 0,05 Euro liegt. Spannend ist aber vor allem die Frage, wie die Versorgung zu Zeiten ohne Sonne und Wind funktioniert, also zu Zeiten der Dunkelflaute im Winter. Kann eine Technik wie Power to Gas (PtG) die hohen

Erwartungen erfüllen? Es ist noch nicht absehbar, wie sich diese Technik mittelfristig mikro- und makroökonomisch darstellt und ob die Gasnutzung dezentral über die vorhandenen Netze oder vorrangig zentral durch GuD-Module erfolgt. Sicher ist jedoch, dass ein hoher PtG-Anteil zu deutlichen Kostensteigerungen bei der Energieversorgung führen würde.

Vor diesem Hintergrund bleibt die Frage, welcher Gebäudestandard mit den zukünftigen Systemen am besten kompatibel ist. Die Antwort ist extrem einfach: je effizienter die Gebäude, desto kostengünstiger fallen regionale und nationale Versorgungsstrukturen aus. Das ist ein ziemlich gewichtiges Argument für den Passivhaus-Standard. Ein wesentliches Qualitätskriterium für Gebäude wird die minimierte Lastspitze zu Zeiten der Dunkelflaute sein, eine Art Netzfremdlichkeitsindikator, um den zweiten redundanten Kraftwerkspark zu minimieren, der als teure Reserve für die wenigen hundert Stunden im Winter bereitstehen muss, in denen weder Sonne noch Wind zur Verfügung stehen.

Wenn es also um die Gestaltung von erneuerbaren Versorgungsstrategien geht, ist es anachronistisch, auf Analysen zur Entwicklung der fossilen Primärenergie oder CO₂-Reduktion zu setzen. Vielmehr muss zukünftig vorrangig in der Kategorie der erneuerbaren Primärenergie gedacht werden. Nur dann können gestaltende Aussagen zu den Ressourcen der Zukunft gemacht und unnötige Verluste innerhalb des regenerativen Versorgungssystems minimiert werden.

Klimaneutralität im Gebäudebestand – der Weg und die Verantwortung

Wir sind beteiligt, fossile Energieträger überflüssig zu machen. Wenn wir die Klimaschutzziele ernst nehmen, wird ein großer Teil der bereits explorierten fossilen Brennstoffe nicht mehr genutzt werden können. Haben Erdöl-Verteilungskriege demnächst umgekehrte Vorzeichen? Was geschieht mit den Regionen, in denen über Jahrzehnte eine Abhängigkeit von ihren Öl-Exporten entstanden ist? Die Niedrigpreisphase hat in mehreren Ländern bereits deutliche Spuren hinterlassen. Wie können diese Länder gegensteuern, wenn die fossile Energieproduktion noch weiter gedrosselt wird? Und was sind die Folgeprodukte, um die demnächst Verteilungskämpfe stattfinden? Sind es die Rohstoffe für Produkte wie Batterien oder PV-Module [10]? Wie verhält es sich mit der Verwundbarkeit von Versorgungssystemen durch Cyber-Angriffe und wie kann man sich davor schützen? Kurzum: es besteht dringender Bedarf, frühzeitig politische Verantwortung für die geopolitischen Veränderungen zu übernehmen, um eine win-win-Situation für alle Länder zu erzielen und künftigen Konflikten bereits im Entstehen zu begegnen.

Um den Weg der Decarbonierung zu gehen, müssen alle Länder die Balance zwischen Energieeinsparung und Erneuerbaren ausloten und umsetzen. Deutschland hat aufgrund seiner Rohstoffsituation und der hohen Bevölkerungsdichte eine eher ungünstige Ausgangsposition. Auf der anderen Seite verfügen wir über ein hohes Maß an Wissen, das es zu nutzen gilt, um auch anderen Ländern Lösungswege aufzuzeigen. Im Gebäudebereich reichen die dargestellten Komponenten und Techniken aus, um Klimaneutralität bis 2050 zu erzielen. Dazu muss ab 2021 ein ambitionierter nZEB-Standard mit Passivhaus-Qualität in der Breite umgesetzt werden, und zwar bei weitestgehend erneuerbarer Versorgung der Gebäude. Die wesentlichen Einsparpo-

		1995	2002	2009	2016	2018	2021		
		WSchVO		EnEV 2002					
				EnEV 2009	KfW 70	KfW 55	KfW 40		
					EnEV 2016	KfW 55	KfW 40	KfW 40 _{plus}	
						EnEV 2018	KfW 40 _{plus}	KfW 30 _{plus}	KfW 30 _{premium}
							EnEV 2021	KfW 30 _{plus}	KfW 30 _{premium}
Außenwand	U-Wert	0,30	0,28	0,24	0,22	0,20	≤ 0,16	≤ 0,15	≤ 0,15
Dach	U-Wert	0,28	0,26	0,24	0,20	0,14	≤ 0,12	≤ 0,12	≤ 0,12
KG-Decke	U-Wert	0,40	0,35	0,30	0,28	0,25	≤ 0,20	≤ 0,16	≤ 0,15
Fenster	U-Wert	1,80	1,60	1,30	≤ 0,9-1,1	≤ 0,9	≤ 0,8	≤ 0,75	≤ 0,7
Wärmebr.	U _{WB}		0,05	0,05	0,05	0,035	0,02	0,02	0,02
Luftdichtheit	n ₅₀		≤ 3,0 h ⁻¹	≤ 1,5 h ⁻¹	≤ 1,5 h ⁻¹	≤ 1,0 h ⁻¹	≤ 0,8 h ⁻¹	≤ 0,6 h ⁻¹	≤ 0,6 h ⁻¹
Lüftung		k. A.	k. A.	Abluftanlagen		Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung			
Heizung/WW	% ern.	k. A.	k. A.	ca. 0 %	ca. 20 %	≥ 30 %	≥ 40 %	≥ 60 %	≥ 90 %
Strom	% ern.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	≥ 20 %	≥ 30 %	≥ 60 %	≥ 80 %
Heizwärmeb.	kWh/m ² a	ca. 110	ca. 90	ca. 70	ca. 50	ca. 30	ca. 15	≤ 15	≤ 15

Quelle: Schulze Darup

5 Energiestandards und Förderung: Im oberen Teil wird die Parallelverschiebung dargestellt, mit der die EnEV-Standards über die Jahre erfolgreich durch die KfW-Förderstandards vorbereitet wurden. Im unteren grau hinterlegten Bereich werden beispielhaft Gebäudekennwerte zum Erreichen der Standards aufgelistet. Grün markiert sind jeweils die Techniken, die für eine kostengünstige Fortschreibung entscheidend waren.

tenziale verbergen sich indes nach wie vor im Bestand. Wer saniert, sollte ebenfalls einen hocheffizienten Standard zwischen 20 und 35 kWh/(m²a) für den Heizwärmebedarf anstreben, wobei denkmalgeschützte und baukulturell wichtige Gebäude selbstverständlich auch nach der Sanierung mehr verbrauchen dürfen.

Uns steht ein ungeheurer Kraftakt bevor, die aktuelle Sanierungsquote von 1,0 Prozent auf 1,6 bis 1,8% zu erhöhen. Dieser Wert stellt zugleich aus Nachhaltigkeitssicht ein Optimum dar, weil die daraus resultierende Nutzungszeit der Baukonstruktionen etwa 60 Jahren entspricht. Als Ergebnis ist in der BRD-Bilanz eine Energieeinsparung von 50 bis 55% bis 2050 erzielbar (Abb. 4). Auf dieser Grundlage ist es möglich, den Restbedarf kostengünstig regenerativ zu decken. Die Grenzen der erneuerbaren Ressourcen liegen nicht in technischen Hürden, sondern sind in den begrenzt verfügbaren Fläche zu suchen. Bereits heute wird um Gebiete für Solar-, Wind- und Biomasseflächen gerungen. Einen großen Teil der erneuerbaren Techniken gilt es in die Gebäude- und Siedlungsstrukturen zu integrieren und dabei eine hohe gestalterische Qualität zu erzielen. Die eigentliche Herausforderung ist eine kulturverträgliche Lösung, die Belange von Landschaftsschutz, Stadtplanung und Baukultur gleichermaßen berücksichtigt.

Wir Bauschaffende können einen großen Beitrag zum Gelingen der Energiewende beitragen. Zugleich stellt dieser herausfordernde Prozess eine Chance dar, unsere gebaute Umwelt hochwertig weiterzuentwickeln. Last but not least noch der Hinweis, dass die Wertschöpfung durch Effizienz und Erneuerbare bei konsequenter Umsetzung der Energiewende in Deutschland 150 bis 200 Mrd. Euro jährlich betragen wird. Das entspricht zwei bis drei Millionen Arbeitsplätzen. Diejenigen Regionen und Akteure werden Gewinner der Energiewende sein, die bei diesem Prozess vorneweg gehen und die Erfahrungen der Best Practice Techniken in der Folge zu „exportieren“ wissen. ■

Quellen & Literatur

- [1] Ecofys, Schulze Darup: Preisentwicklung Gebäudeenergieeffizienz. – Im Auftrag der DENEFF, Berlin 2014
- [2] Schulze Darup, Burkhard: Wohnungslüftung. – Broschüre im Auftrag des LfU Bayern, Augsburg 2018

- [3] BMUB, Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen (Hrsg): Bericht der Baukostensenkungskommission Berlin 2015
- [4] Walberg, Gniechwitz, Halstenberg: Kostentreiber für den Wohnungsbau. – ARGE e.V. Bauforschungsbericht Nr. 67 Kiel 2015
- [5] F+B: Analyse des Einflusses der energetischen Standards auf die Baukosten im öffentlich geförderten Wohnungsbau. – Hamburg 2016
- [6] Bermich, Ralf: Kostenvergleich unterschiedlicher Baustandards Wohngebäude. – Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie der Stadt Heidelberg 2014
- [7] DESTATIS: Vom Bauherren/Architekten veranschlagte Baukosten nach DIN 276 zum Zeitpunkt des Bauantrags. – Statistisches Bundesamt 2015 (Daten aufbereitet durch Werner Eicke-Hennig / Burkhard Schulze Darup)
- [8] BBSR: eLCA – Werkzeug zur Ermittlung von Lebenszyklusanalysen von Bauteilen und Gebäuden. – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, <https://www.bauteileeditor.de/>
- [9] Passivhaus Institut Darmstadt: PER-Faktoren – in: PHPP (Passivhaus Projektierungs Paket) des Passivhaus Instituts Darmstadt 2017
- [10] O’Sullivan, Overland, Sandalow: The Geopolitics of Renewable Energy. – Center on Global Energy Policy, Columbia University, New York 2017
- [11] Schulze Darup, Burkhard: Kostengünstiger und zukunftsfähiger Geschosswohnungsbau im Quartier. – Forschungsvorhaben in Arbeitsgemeinschaft mit ABG FRANKFURT, BGW Bielefeld, GEWOBAU Erlangen, GUNDLACH Hannover, HOWOGE Berlin mit Förderung der DBU (AZ 33119/01-25) Berlin 2018
- [12] DGS, Schulze Darup: Klimaschutzszenario – Strategien zur Klimaneutralität im Gebäudebestand bis 2050. – Im Auftrag der DGS, gefördert durch das BMUB Berlin 2015
- [13]: Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden, Berlin, Juni 2012 (BMVBS-Online-Publikation 07/2012), S. 15

Burkhard Schulze Darup

führt seit 1987 als freischaffender Architekt zahlreiche Sanierungs- und Neubauprojekte im Sinne der Ressourceneffizienz und passiver Solararchitektur mit Passivhaus- und Plusenergie-Komponenten durch. Er hält Vorträge, gibt Seminare und arbeitet in Gremien und an zahlreichen Forschungsprojekten mit.
Kontakt: www.schulze-darup.de



Bild: Schulze Darup