

# Passivhaus – Quo vadis?

Burkhard Schulze Darup, schulze darup & partner architekten

Sundgauer Straße 54, 1416 Berlin

Web: [www.schulze-darup.de](http://www.schulze-darup.de) Mail: [schulze-darup@schulze-darup.de](mailto:schulze-darup@schulze-darup.de)

Nach fast drei Jahrzehnten Praxiserfahrung mit Passivhaustechnologie steht der Standard in zahlreichen Ländern an der Schwelle zur breitenwirksamen Umsetzung. 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.

## Komponenten & Akteure:

Im Gegensatz zu anderen Sektoren sind im Gebäudebereich die Techniken und Komponenten zum Erreichen der Klimaziele vorhanden. Welcher weiteren Entwicklungen bedarf es? Bei den Effizienzkomponenten geht es darum, einfacher und nachhaltiger zu werden. Daraus ergeben sich Entlastungen bei der Planung und für die Wirtschaftlichkeit. Die Gebäude- und Versorgungstechnik dagegen wird grundsätzlich neu ausgerichtet werden müssen, um den Anforderungen der Energiewende gerecht zu werden.

## Entwicklung von Effizienzkomponenten der Gebäudehülle

Für die Bauteile der Gebäudehülle wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl an konstruktiv und gestalterisch hochwertigen Lösungen mit hoher Energieeffizienz entwickelt, die auch kostengünstig erreichbar sind. Außenwände benötigen für die zusätzliche Passivhaus-Dämmung 12 bis 30 € gegenüber dem EnEV-Standard, bezogen auf den m<sup>2</sup> Wohnfläche. Bei der Dachdämmung kommt es sehr auf die Geschossigkeit an, sodass die Mehrinvestitionen zwischen 5 und 15 €/m<sup>2</sup><sub>Wohnfläche(WF)</sub> liegen. Das Gleiche gilt für die Kellerdecken- oder Bodenplattendämmung mit 6 bis 18 €/m<sup>2</sup><sub>WF</sub> [BMVBS 2012; Ecofys, Schulze Darup 2014].

Passivhaus-Fenster kosteten vor 20 Jahren nahezu das Dreifache von Standardfenstern, sind in den letzten Jahren jedoch sehr kostengünstig geworden. Wenn bei der Planung zudem die Gestaltungsspielräume hinsichtlich des Fensterflächenanteils und der Wirtschaftlichkeit der Fensterformate und Konstruktionen genutzt werden, liegen die Mehrinvestitionen nur bei 5 bis 15 €/m<sup>2</sup><sub>WF</sub>. Qualitätssicherung für Wärmebrücken und Luftdichtheit erfordert bei erfahrenen Planern kaum Mehraufwendungen. Die Zusatzkosten dafür können am Anfang der Lernkurve aber durchaus bei 30 €/m<sup>2</sup><sub>WF</sub> liegen.

Jedes neue und sanierte Bauteil sollte eine Nutzungsdauer von möglichst sechzig Jahren aufweisen. Nur dann kann es als nachhaltige und zukunftsfähige Konstruktion gewertet werden. 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 durchgeführt werden kann.

## Heiztechnik – einfach & erneuerbar

Die Anforderungen der Energiewende stellen neue Anforderungen an die Versorgung von Gebäuden und Stadtteilen. Da die Energiewende elektrisch ist, müssen erneuerbare Wärme und regenerative Stromgewinnung zusammengeführt werden. Vereinfacht ausgedrückt: strombasierte Techniken mit hoher Arbeitszahl reihen sich ganz vorne in der Prioritätenliste ein. Auch aus weiteren Gründen stehen bei der Heiztechnik Paradigmenwechsel an. Wenn ein Einfamilienhaus im Passivhaus-Standard auch bei kaltem Winterwetter mit 15 bis 20 Teelichtern zu heizen ist, so wird offenkundig, dass es ein Potenzial zur Vereinfachung der Heiztechnik gibt. Anlagen mit deutlich niedrigerer Leistung als bisher sind für die Beheizung ausreichend. 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 nebenbei die bisherigen hohen Verluste bei der Warmwasserbereitung deutlich senken können. Bei der Heizung sind mit vereinfachten Systemlösungen 15 bis über 40 €/m<sup>2</sup><sub>WF</sub> 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 innovative Konzepte auf unseren Markt kommen.

## Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung – auf dem Weg zur Wirtschaftlichkeit

Lüftungstechnik reduziert mit optimierter Wärmerückgewinnung den Heizwärmebedarf um 20 bis 30 kWh/(m<sup>2</sup>a). Sie wird als Komfortlüftung bezeichnet, weil sie verbesserte Raumluft-hygiene in Verbindung mit hoher Behaglichkeit bringt. Bisherigen Kosten von 50 bis über 100 €/m<sup>2</sup><sub>WF</sub> stehen innovative Lösungen gegenüber, die ab ca. 35 €/m<sup>2</sup><sub>WF</sub> gebaut werden und damit hoch wirtschaftlich sind. Das gilt insbesondere, wenn davon 15 bis 25 €/m<sup>2</sup><sub>WF</sub> abgezogen werden, die für eine Abluftanlage zum Erreichen der DIN 1946-6 ohnehin erforderlich sind. Wenn für Komfortlüftungssysteme innerhalb der nächsten Jahre möglichst einfache und kostengünstige Lösungen auf den Markt kommen, werden sie kurzfristig zum selbstverständlichen Standard. Voraussetzung ist allerdings, dass die Hersteller Lüftungssysteme mit extrem niedrigen Wartungskosten anbieten [LfU Bayern 2018].

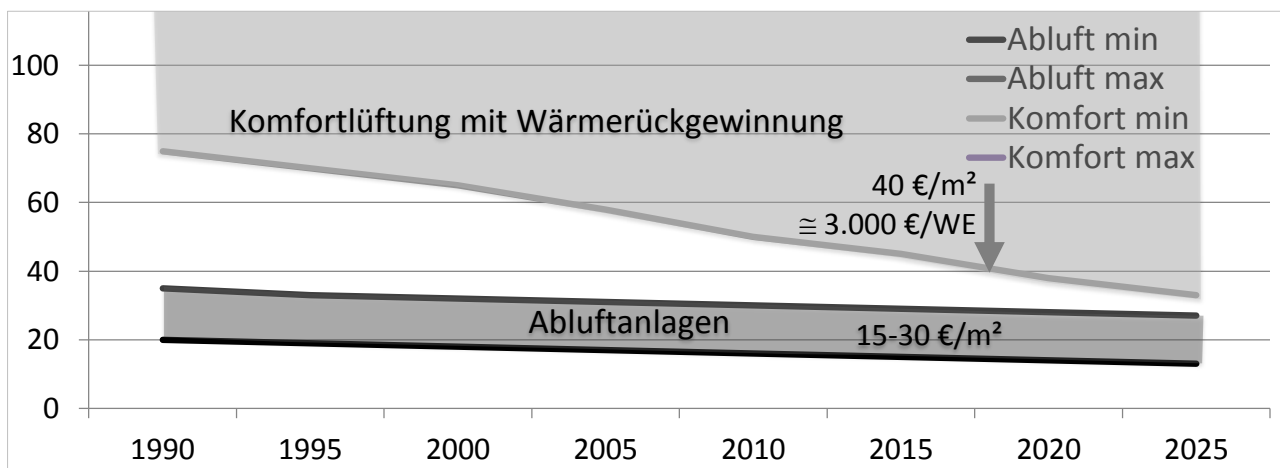


Abbildung 1: Entwicklung der Investitionskosten am Beispiel Lüftung (€ pro m<sup>2</sup> Wohnfläche)

## Kosten & Wirtschaftlichkeit:

Bauen ist eine gesellschaftliche Aufgabe mit immer neuen rechtlichen, sozialen und politischen Rahmenbedingungen. Funktionalität und Gestaltung, Nachhaltigkeitsanforderungen und Baustandards müssen interdisziplinär und optimal aufeinander abgestimmt werden, um zukunftsfähige Gebäude zu erhalten. Es gilt diese Anforderungen regelmäßig zu hinterfragen und einen offensiven Umgang mit ökonomischen Anforderungen zu pflegen. Untersuchungen zeigen die hohe Anzahl von kostentreibenden Faktoren [BMUB 2015 / ARGE 2015]. Die Abbildung zeigt den Vergleich von effizienzbedingten Mehrinvestitionen zu beispielhaften sonstigen Planungsaspekten.

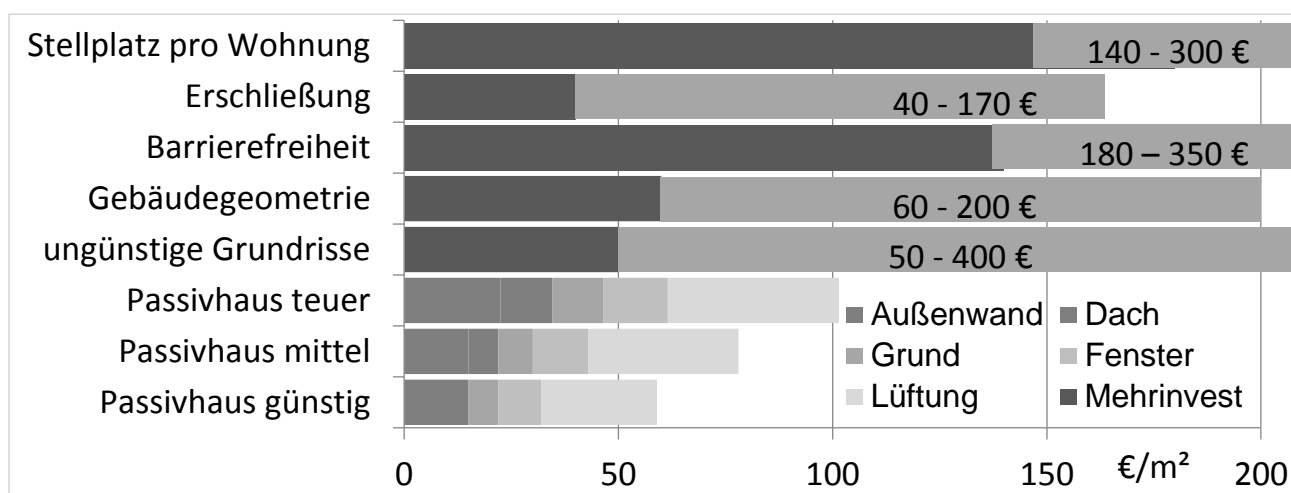


Abbildung 2: Mehrinvestitionen pro m² Wohnfläche für ein Passivhaus gegenüber dem EnEV-Standard und im Vergleich zu weiteren Kostenfaktoren [Schulze Darup 2018]

Angesichts dieser Gegenüberstellung ist es verwunderlich, dass ausgerechnet die eher geringen Mehrinvestitionen für die energetischen Maßnahmen so breit und emotional diskutiert werden. Dabei ist dies der einzige Posten, der eine Refinanzierung durch die Energieeinsparung beinhaltet. Darüber hinaus erfolgt durch die KfW in ihrem Programm „Energieeffizient Bauen“ eine Förderung, welche Effizienzstandards für Bauherren aus wirtschaftlicher Sicht hoch attraktiv macht. Darüber hinaus können regionale und kommunale Förderungen ergänzend wirken. Bayern bietet z. B. das 10.000 Häuser Programm an sowie kommunale Förderungen wie in München mit bis zu 200 EUR pro m² Wohnfläche.

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. [Ecofys, Schulze Darup 2014]

Insgesamt ist das Bauen preisbereinigt seit 1990 nicht teurer geworden, obwohl in dieser Zeit eine deutliche Energieeffizienzsteigerung der Bauweisen zu verzeichnen war [Ecofys, Schulze Darup 2014]. Selbstverständlich weisen die Standards KfW Effizienzhaus 55 / 40 /

40 Plus sowie Passivhaus Mehrinvestitionen gegenüber dem EnEV-Standard auf. 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.

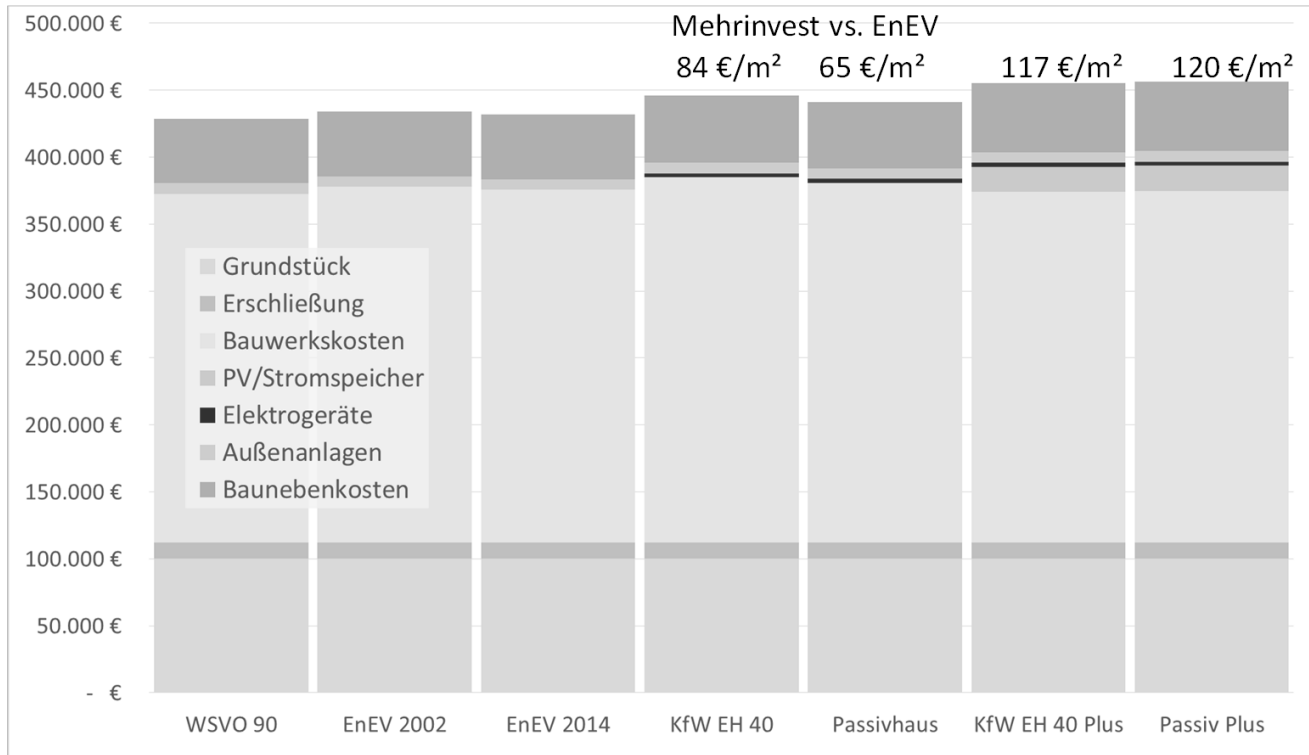


Abbildung 3: Vergleich der Investitionskosten unterschiedlicher Energiestandards. Preisbereinigt entsprechen die Kosten von 1990 etwa dem EnEV-Standard 2014. [Ecofys, Schulze Darup 2014]

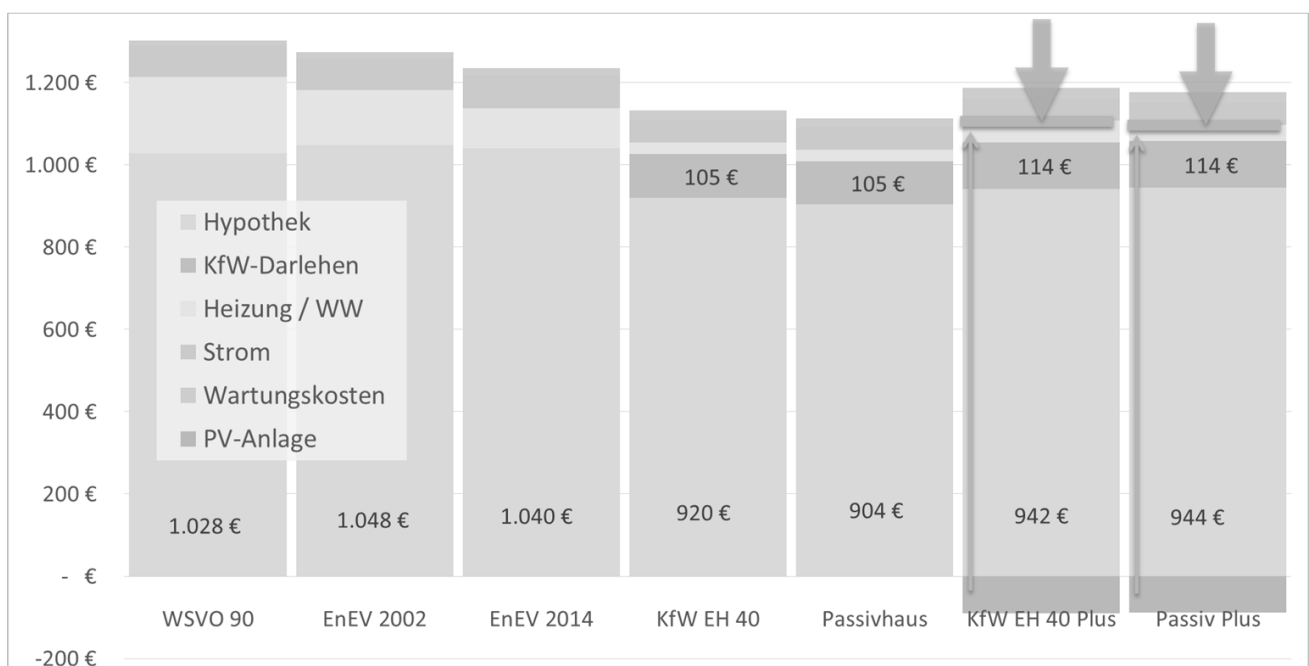


Abbildung: Vergleich der monatlichen Belastung unterschiedlicher Energiestandards. Der Passivhaus-Standard und die Plus-Standards liegen am günstigsten. [Ecofys, Schulze Darup 2014]

Zahlreiche erfahrene Planer weisen gleichermaßen darauf hin, dass bei einem Planungsprozess mit dem Ziel hoher Energieeffizienz oftmals auch eine Kostenoptimierung des Entwurfskonzepts einhergeht. So sorgt beispielsweise ein günstiges A/V-Verhältnis auch für geringere Baukosten, da Hüllflächen deutlich kostentreibend wirken. 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 [F+B 2016], sondern Gebäude im Passivhaus-Standard im Mittel günstiger lagen als EnEV-Gebäude. Zum gleichen Ergebnis kommt eine Studie zum „Kostenvergleich unterschiedlicher Baustandards Wohngebäude“ des Amtes für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie der Stadt Heidelberg [Bermich 2014], in der 154 Objekte der BKI Datenbank 2009 bis 2013 ausgewertet werden. Im Ergebnis betragen die mittleren Baukosten (Kostengruppen 300/400 inkl. MWSt.) 2.361 € pro m<sup>2</sup> Wohnfläche für Passivhäuser gegenüber 2.554 €/m<sup>2</sup> für Gebäude im EnEV-Standard. In gleicher Quelle wird nachgewiesen, dass die mittleren Kosten für die Passivhäuser der Bahnstadt Heidelberg bei 1.875 €/m<sup>2</sup> liegen. Die Spreizung zwischen dem günstigsten und teuersten Gebäude beträgt allerdings auch dort 1.096 €/m<sup>2</sup>.

Aus diesen Zahlen lässt sich vor allem der Schluss ziehen, dass Bauherren gut beraten sind, wenn sie erfahrene Passivhaus-Planer beauftragen. Offensichtlich gibt es einen Zusammenhang zwischen Effizienzdenken beim Energiesparen und kosteneffizienter Gebäudeplanung. Schließlich gilt es festzustellen, dass zukunftsfähige Baulösungen hinsichtlich des Komforts und der Lebenszyklusbetrachtung punkten und aufgrund dieser Faktoren eine werthaltige Investition darstellen. Vor allem bei der Langfristbetrachtung ergibt sich ein großer Vorteil für den Bauherrn: während ein Gebäude mit Normalstandard in gut 20 Jahren eine energetische Ertüchtigung erfordern wird, kann der Eigentümer hocheffizienter Gebäude davon ausgehen, dass sein Energiestandard auch langfristig kompatibel mit den Zielen der Energiewende ist.

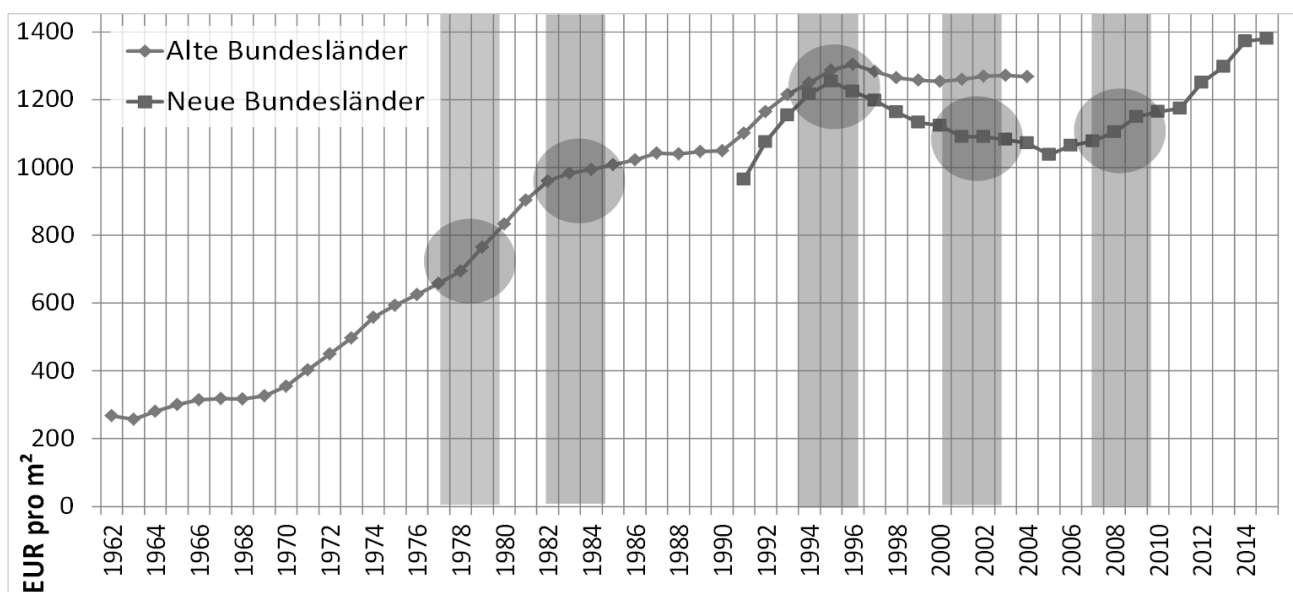


Abbildung 5: Veranschlagte Baukosten nach DIN 276 zum Zeitpunkt des Bauantrags - die Kostenentwicklung wird nicht durch die zahlreichen Stufen der Wärmeschutz- und Energieeinsparverordnung (Kreise) geprägt [Statistisches Bundesamt 2015, Darstellung: Eicke-Hennig/Schulze Darup] Erschlagend unparteiisch 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 [Statistisches Bundesamt 2015].

## **Nationale Effizienzstandards & Ordnungsrecht versus Förderung?**

Welche Rahmenbedingungen sind notwendig, um in den nächsten Jahren hocheffiziente Standards zielgerichtet im Markt zu etablieren? Die politisch relevante Frage lautet: erzielen wir die erforderlichen Klimaschutzstandards durch verschärftes Ordnungsrecht, durch deutlich erhöhte Förderung oder durch eine Mischung von beidem? 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 die Standards KfW EH 40 und KfW EH 40 Plus von 8.200 auf 19.200 Einheiten [KfW-Angaben 2016]. 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 eine möglichst einfache Fassung des neu zu etablierenden Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Eine provokante Forderung könnte lauten „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 berechnete 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 [BBSR 2018]. 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 Prozent, 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, ihre Produkte sukzessive mit geringerer Belastung der Umwelt und zunehmend unter Verwendung regenerativer Energien herzustellen. Spätestens bis zum Jahr 2050 muss eine klimaneutrale Herstellung der Bauprodukte sichergestellt sein.

## **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 mit der Folge eines erhöhten Primärenergiekennwerts, der in den letzten Jahren aufgrund besserer Kraftwerkseffizienz und der erneuerbaren Anteile von 3,0 auf 1,8 gesunken ist. Der Primärenergiekennwert 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 überwiegenderen Teilen auf Strom, der als Primärstrom vor allem aus Windkraftanlagen und Photovoltaik bereitgestellt wird. 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 und ist deshalb mit einem erhöhten PER-Wert von z. B. 1,75 behaftet [PHI 2017]. Bei Rückverstromung betragen die Kosten pro kWh derzeit etwa 0,25 bis 0,30 €/kWh.

Daraus ergeben sich grundlegend neue Konstellationen für die Gebäude- und Versorgungstechnik. Es stehen Infrastruktur-Entscheidungen an, die für Jahrzehnte getroffen werden müssen. 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 € 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 weiteres Argument für den Passivhaus-Standard. Ein wesentliches Qualitätskriterium für Gebäude wird die minimierte Lastspitze zu Zeiten der Dunkelflaute darstellen, eine Art Netzfrequenzindikator, 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 CO<sub>2</sub>-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 werden 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 Ölexporten 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 [O’Sullivan, Overland, Sandalow 2017]? Wie verhält es sich mit der Verwundbarkeit von Versorgungssystemen durch Cyber-Angriffe und welche Vorsorge ist dagegen möglich? 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, ist es in allen Ländern erforderlich die Balance zwischen Energieeinsparung und Erneuerbaren auszuloten und umzusetzen. Deutschland hat aufgrund seiner Rohstoffsituation und der hohen Bevölkerungsdichte eine eher ungünstige Ausgangsposition. Auf der anderen Seite ist ein hohes Maß an Wissen vorhanden, das es gilt, zielstrebig umzusetzen und Lösungswege aufzuzeigen, die auch für andere Länder Gültigkeit besitzen. 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 in Verbindung mit weitestgehend erneuerbarer Versorgung der Gebäude. Die wesentlichen Einsparpotenziale gilt es allerdings im Bestand zu realisieren. Bei der Sanierung ist ebenfalls ein hocheffizienter Standard zwischen 20 und 35 kWh/(m<sup>2</sup>a) für den Heizwärmebedarf erforderlich, wobei denkmalgeschützte und baukulturell wichtige Gebäude selbstverständlich auch nach der Sanierung mehr verbrauchen dürfen. Es wird ein ungeheurer Kraftakt sein, die aktuelle Sanierungsquote von 1,0 Prozent auf 1,6 bis 1,8 Prozent 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 zum Jahr 2050 erzielbar. Auf dieser Grundlage ist es möglich, den Restbedarf kostengünstig regenerativ zu decken. Aus technischer Sicht könnten erneuerbare Energien einen weit höheren Anteil stellen. Es ist die Flächennutzung, die begrenzend wirkt. 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.

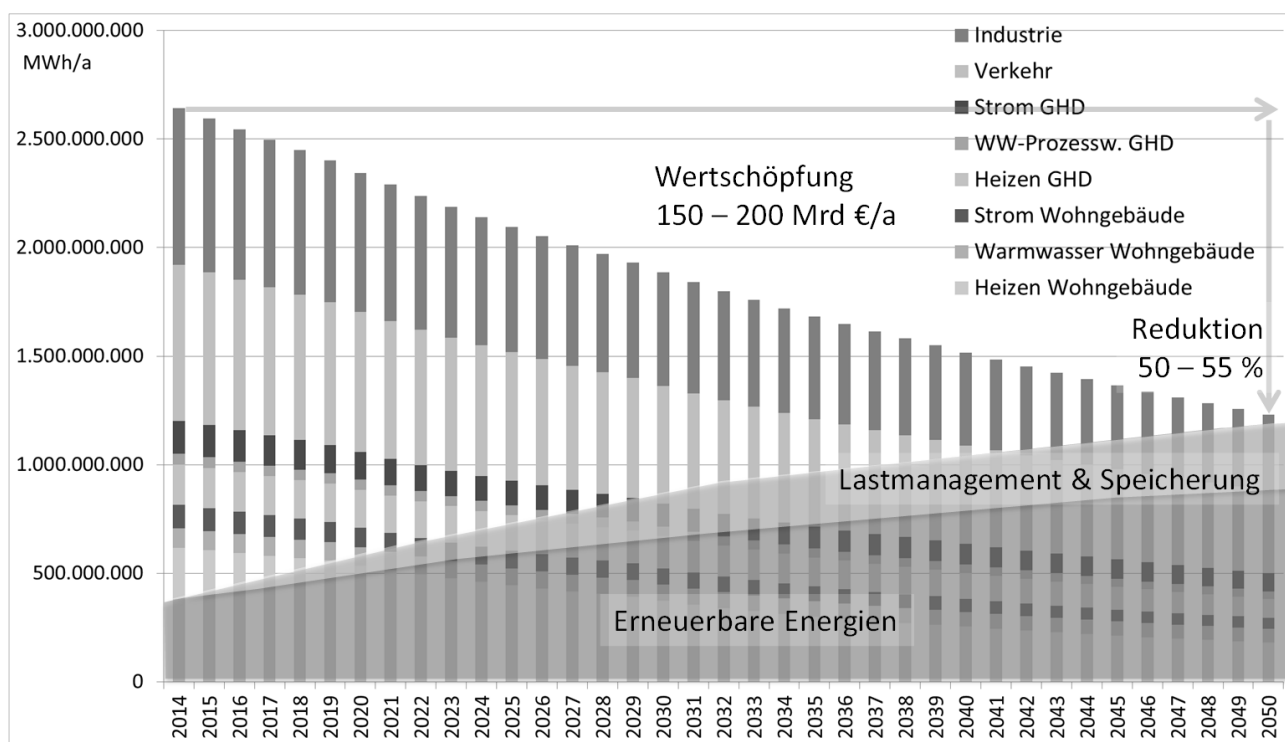


Abbildung 6: Entwicklung in Richtung Klimaneutralität in der BRD 2050 – Energieeinsparung um 50 – 55 % und weitgehende Versorgung mit Erneuerbaren Energien [DGS, Schulze Darup 2015]

Die Bauschaffenden 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 darf darauf hingewiesen werden, 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 „exportieren“ können.

## Quellen & Literatur

[ARGE 2015] Walberg, Gniechwitz, Halstenberg: Kostentreiber für den Wohnungsbau. – ARGE e.V. Bauforschungsbericht Nr. 67 Kiel 2015

[BBSR 2018] BBSR: eLCA – Werkzeug zur Ermittlung von Lebenszyklusanalysen von Bauteilen und Gebäuden. – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, <https://www.bauteileditor.de/>

[Bermich 2014] Bermich, Ralf: Kostenvergleich unterschiedlicher Baustandards Wohngebäude. – Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie der Stadt Heidelberg 2014

[BMUB 2015] BMUB, Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen (Hrsg): Bericht der Baukostensenkungskommission Berlin 2015

[BMVBS 2012]: Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden, Berlin, Juni 2012 (BMVBS-Online-Publikation 07/2012), S. 15

[DGS, Schulze Darup 2015] DGS, Schulze Darup: Klimaschutzszenario – Strategien zur Klimaneutralität im Gebäudebestand bis 2050. – Im Auftrag der DGS, gefördert durch das BMUB Berlin 2015

[Ecofys, Schulze Darup 2014] Ecofys, Schulze Darup: Preisentwicklung Gebäudeenergieeffizienz. – Im Auftrag der DENEFF, Berlin 2014

[F+B 2016] F+B: Analyse des Einflusses der energetischen Standards auf die Baukosten im öffentlich geförderten Wohnungsbau. - Hamburg 2016

[LfU Bayern 2018] Schulze Darup, Burkhard: Wohnungslüftung. – Broschüre im Auftrag des LfU Bayern, Augsburg 2018

[O’Sullivan, Overland, Sandalow 2017] O’Sullivan, Overland, Sandalow: The Geopolitics of Renewable Energy. - Center on Global Energy Policy, Columbia University, New York 2017

[PHI 2017] Passivhaus Institut Darmstadt: PER-Faktoren – in: PHPP (Passivhaus Projektierungs Paket) des Passivhaus Instituts Darmstadt 2017

[Schulze Darup 2018] 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

[Statistisches Bundesamt 2015] 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)

# **Passivhaus – Quo vadis?**

Burkhard Schulze Darup, schulze darup & partner architekten  
Sundgauer Straße 54, 1416 Berlin  
Web: [www.schulze-darup.de](http://www.schulze-darup.de) Mail: [schulze-darup@schulze-darup.de](mailto:schulze-darup@schulze-darup.de)

## **Zusammenfassung**

Nach fast drei Jahrzehnten Praxiserfahrung mit Passivhaustechnologie steht der Standard an der Schwelle zur breitenwirksamen Umsetzung. Der Beitrag beschreibt die Balance zwischen Effizienz und Erneuerbaren und den Weg zum Erreichen der Klimaneutralität bis 2050.