

# CO<sub>2</sub>-Neutralität im Gebäudesektor bis 2050 – Vision oder Notwendigkeit?

DR. BURKHARD SCHULZE DARUP, *Architekt, Nürnberg*

## 1. Fragestellung

Die Konferenz von Kopenhagen hat gezeigt, dass konsequentes Handeln beim Klimaschutz auf den obersten Entscheidungsebenen noch über Jahre ein kontroverses Thema bleiben wird, das vorerst auf Ebenen des Minimalkonsenses abgehandelt wird. Innerhalb der EU und deren Mitgliedsstaaten steht dennoch die Diskussion an, ob bis 2050 die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 oder 95 Prozent gesenkt werden müssen, um die globalen Klimaschutzziele zu erreichen. Was bedeutet diese abstrakte Zahl für den Baubereich?

Im Gebäudesektor ist es im Gegensatz zu den meisten anderen Bereichen möglich, mit einem vertretbaren Aufwand und heute bereits verfügbaren Technologien 100 Prozent Reduktion zu erreichen. Welche Entwicklungen müssen hinsichtlich Gebäudehülle und Technik, Quartierskonzepten und Städtebau, Einsatz regenerativer Energien und Versorgungssystemen sowie kommunaler und regionaler Klimaschutzkonzepte vorangetrieben werden, um auf Basis der vorhandenen Effizienztechnologie für unseren Gebäudebestand dieses Ziel umzusetzen und Siedlungsstrukturen zu dezentralen Energielieferanten zu entwickeln? Zur Beantwortung dieser Fragestellungen werden Effizienzkomponenten, singuläre Gebäude und städtebauliche Quartiere untersucht. Auf dieser Grundlage wird ein Szenario für die BRD erstellt, aus dem Rahmenbedingungen für das Erreichen der Klimaneutralität bis 2050 und zugleich die daraus zu generierenden Chancen ersichtlich sind.

## 2. Entwicklung der Standards

		Neubau						Modernisierung					
		1980	1995	2010	2020	2030	2050	1980	1995	2010	2020	2030	2050
Wand	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,24	0,16	0,12	0,1	0,08	0,06	0,40	0,25	0,15	0,12	0,10	0,08
Dach	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,2	0,14	0,1	0,08	0,06	0,05	0,25	0,18	0,12	0,10	0,08	0,06
Grund	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,24	0,16	0,12	0,1	0,08	0,06	0,50	0,25	0,16	0,14	0,12	0,08
Fenster	U <sub>g</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4	2,60	1,30	0,70	0,60	0,50	0,45
	U <sub>f</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,8	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5	1,80	1,60	0,90	0,70	0,60	0,55
	g-Wert	60%	50%	52%	55%	55%	58%	70%	60%	50%	52%	55%	55%
Außentür	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	2,6	0,85	0,75	0,6	0,4	0,3	2,6	1,5	1,2	0,75	0,6	0,4
Wärmebrück.	ΔU <sub>wb</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,05	0	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	0,1	0,05	0,03	0,025	0,020	0,015
Luftdichtheit	n <sub>50</sub> [1/h]	1,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,2	3	1,5	0,6	0,5	0,4	0,35
Lüftung	Wärmebereitstellung	65%	80%	85%	90%	92%	95%			80%	85%	90%	92%
	E-Effiz. [W/m <sup>3</sup> ]	0,8	0,45	0,4	0,35	0,3	0,27			0,45	0,4	0,35	0,3

Tab. 1: Entwicklung von Konstruktionsstandards und Kennwerten für Neubau und Modernisierung, die in den zugeordneten Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit wirtschaftlich herstellbar sind. Die Kennwerte sind Grundlage der Berechnungen in Kapitel 3.

Effizienzkomponenten sind in den letzten 20 Jahren mit hoher Innovationskraft kontinuierlich verbessert worden. Beginnend im Neubaubereich hat sich die Entwicklung der Komponenten zunehmend auf den Bestand und die Gebäudemodernisierung übertragen. In Tabelle 1 werden die erreichten Standards dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Entwicklung fortsetzen wird. Dabei sind die in der Tabelle zusammengestellten Qualitäten und Kennwerte absehbar und mit hoher Wahrscheinlichkeit zu den angegebenen Zeiten wirtschaftlich umsetzbar.

## 3. Analyse von Gebäudetypologien

Anhand von Optimierungsplanungen und ausgeführten Projekten wird das Potenzial der weiteren Entwicklung bis 2050 dargestellt. Dafür wurden auf Basis der in Kapitel 2 dargestellten Komponentenentwicklungen energetische Berechnungen [PHPP 2007] für hoch energieeffiziente Gebäude erstellt bzw. auf aktuelle Gutachten zurückgegriffen.

**Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäuser:** Ausgehend vom Passivhaus-Standard wurde am Beispiel eines zweigeschossigen Einfamilienhauses mit etwa 130 Quadratmetern Wohnfläche eine Beispielberechnung durchgeführt. Auf Basis der in Tabelle 1 dargestellten Komponenten ergibt sich eine Optimierungsentwicklung für den Heizwärmebedarf, die in Abbildung 1 abgelesen werden kann.

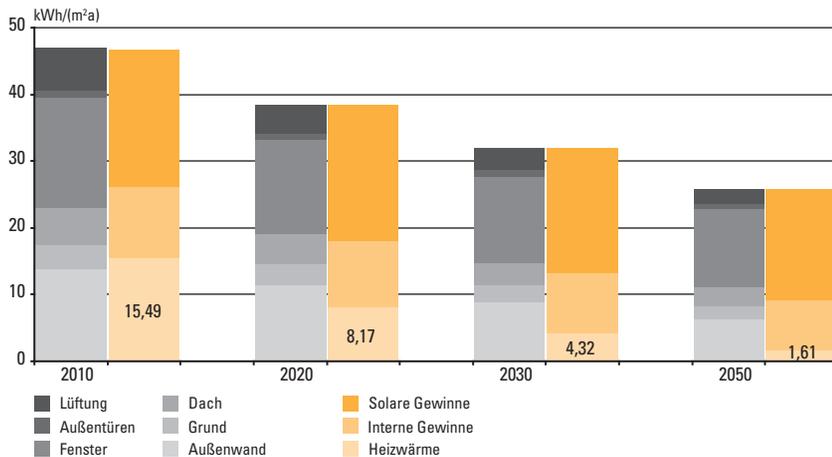
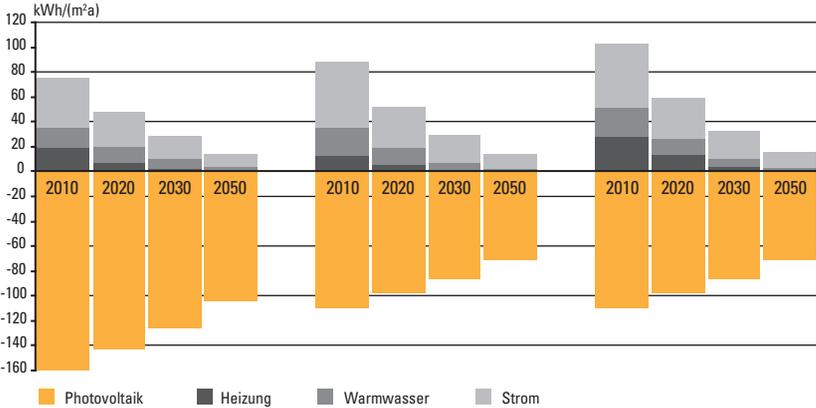


Abb. 1: Passivhausbilanzierung gemäß Komponenten in Tab. 1 am Beispiel eines EFH

**Mehrfamilienhaus – Neubau:** Nach dem gleichen Ansatz wie bei den Einfamilienhäusern wurden die Entwicklungen für Heizwärme-, Endenergie- und Primärenergiebedarf am Beispiel eines dreigeschossigen Mehrfamilienhauses mit 24 Wohnungen mit durchschnittlich 75 Quadratmetern Wohnfläche berechnet (Ergebnis s. Abb. 2).

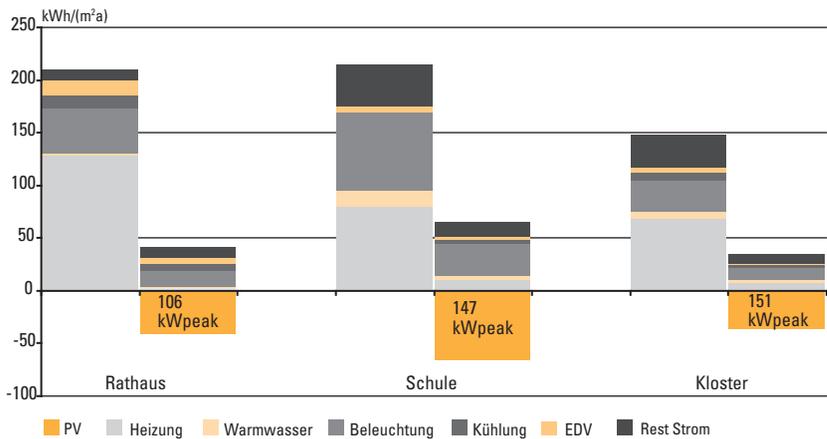
**Mehrfamilienhaus – Sanierung:** Werden diese Ansätze nun auf die Modernisierung übertragen, ergeben sich Besonderheiten, die am Beispiel eines Mehrfamilienhauses mit gleicher Gebäudegeometrie wie beim zuvor dargestellten MFH-Neubau, aber modernisierungstypischen U-Werten und Rahmenbedingungen aufgezeigt werden. Die Berechnung nach PHPP ergibt für den Standard 2010 (s. Abb. 2) mit einem Heizwärmebedarf knapp über 20 kWh/(m<sup>2</sup>a) charakteristische Bedarfswerte, wie sie in den letzten Jahren bei der Faktor-10-Sanierung erzielt wurden. Die Ausführung mit den benannten Standards für 2020 und 2030 ist technisch bereits heute möglich, jedoch mit erhöhten Kosten verbunden. Besonders im Bereich der Modernisierung setzt sich die technisch mögliche Entwicklung nur mit hoher Verzögerung durch, weil im Markt ein hohes Maß von Hemmnissen gegeben ist. Wesentliche Grundvoraussetzung zur Umsetzung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in diesem Sektor müssen durch Änderung der Rahmenbedingungen im wirtschaftlichen, förder- und mieterrechtlichen Bereich möglichst zeitnah geschaffen werden [gdw 2010].

Abb. 2:  
Optimierungsbe-  
rechnungen nach  
PHPP für EFH, MFH  
und MFH-Sanierung:  
Primärenergie-  
bilanzierung der  
Bedarfswerte für  
Heizung, Warmwas-  
ser und Haushalts-  
strom – gegenüber-  
gestellt werden die  
möglichen Erträge  
durch eine Photo-  
voltaikanlage in der  
Dachfläche.



**Nichtwohngebäude:** Anhand von drei Beispielen von Nichtwohngebäuden, für die jeweils Modernisierungs- und Neubaukonzepte durchgeführt wurden und die z.T. derzeit im Bau sind, wird in Abbildung 3 jeweils die Bilanzierung ihrer Primärenergiekennwerte und ein Ansatz für deren Substitution durch Photovoltaik dargestellt. Die Flächen der PV-Anlagen sind jeweils in das Gebäude bzw. Gelände integrierbar.

Abb. 3:  
Beispiel Modernisierung  
Nichtwohngebäude:  
Primärenergiebilanzierung  
der Bedarfswerte für  
Heizung, Warmwasser,  
Kühlung, Beleuchtung,  
EDV und Reststrom vor  
und nach Sanierung



**Büro-Verwaltung:** Das Rathaus Herzogenaurach mit 5981 Quadratmetern beheizter Fläche benötigt zum Nullenergiestandard eine PV-Anlage von 106 kW<sub>peak</sub> [Reuter, Schulze Darup 2008].

**Schule:** Die Realschule Feuchtwangen mit 5283 Quadratmetern beheizter Fläche würde durch 147 kW<sub>peak</sub> vollständig bilanziell versorgt [Maurer, Schulze Darup 2008].

**Kloster:** Eine Besonderheit hinsichtlich der Nachhaltigkeit kann am Kloster Plankstetten dargestellt werden, wo Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen auf mindestens 100 Jahre erfolgen. Durch die Hackschnitzelheizung mit Rohstoffen aus

eigenen Beständen ist eine hoch nachhaltige Heizanlage gegeben, die PV-Fläche der Anlage mit  $151 \text{ kW}_{\text{peak}}$  kann ohne Probleme in die Baustruktur des Wirtschaftstrakts integriert werden [Schulze Darup 2009].

## 4. Entwicklung am Beispiel von Quartieren und Kommunen

Die Ergebnisse für einzelne Gebäude lassen sich auf Quartiersebenen übertragen und daraus wiederum Ableitungen für die zukunftsfähige Gestaltung von Städten und Regionen ableiten. An den folgenden Beispielen sollen Ergebnisse von durchgeführten Untersuchungen kurz skizziert werden.

**Parkwohnanlage Nürnberg-West:** Für die Wohnsiedlung mit 1030 Wohneinheiten im Südwesten des Innenstadtgürtels in Nürnberg wurde im Wettbewerbsrahmen ein energetisch hochwertiges Konzept inklusive Nachverdichtung um 150 Wohneinheiten im Passivhausstandard in den Dachbodenbereichen erstellt. Aufbauend auf der im Gebiet modellhaft ausgeführten Faktor-10-Sanierung in Verbindung mit der primärenergetisch hochwertigen Fernwärme im Gebiet lässt sich ein Plusenergiekonzept nochmals günstiger darstellen als am Beispiel der MFH-Sanierung in Kapitel 3 [wbg Nürnberg 2009].

**Wohnpark Strubergasse Salzburg:** Das Modernisierungskonzept für das Salzburger Wohngebiet mit 480 Wohneinheiten sieht im Zuge der Modernisierung eine Nachverdichtung um 70 Wohneinheiten vor und zeigt den Weg auf, wie bauabschnittsweise eine Plusenergiebilanz im Gebiet für Heizung, Warmwasser, Stromnutzung und Individualverkehr erzielt werden kann. Die energetische Bilanzierung für Heizung, Warmwasser und Strom nach Nutzenergie ergibt einen Primärenergiebedarf von 2.360 MWh/a. Dem steht ein möglicher primärenergetischer Photovoltaik-Ertrag im Gebiet von 3.284 MWh/a gegenüber [Schulze Darup 2010].

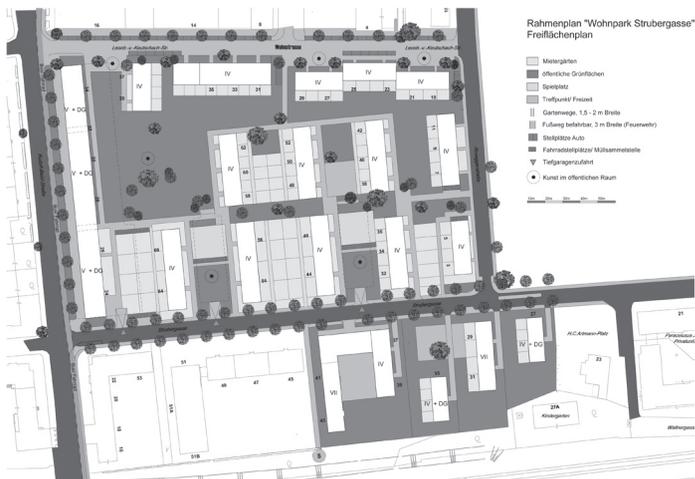


Abb. 4: Strubergassensiedlung mit 480 Wohneinheiten in Salzburg

Stadt Neumarkt i. d. Opf.: Die Stadt Neumarkt ist aufgrund der städtischen und regionalen Struktur sowie der hohen Dichte an Bauindustrie prädestiniert, den Status einer Zero Emission City innerhalb von zwei bis drei Jahrzehnten erreichen zu können. In diesem Sinn wurde ein Klimaschutzgutachten [Energie-region 2009] in Verbindung mit einer Strategiestudie [Schulze Darup 2009-1] zur Umsetzung der Ziele in Auftrag gegeben. Auf dieser Grundlage wurde 2009 ein hoch ausgestattetes Förderprogramm zur Energieeffizienz und zum Klimaschutz beschlossen. Zum Erreichen des Ziels sind im Gebäudebereich vor allem drei Faktoren von hoher Bedeutung: hohe Effizienz der Modernisierungen, Erhöhung der Modernisierungsquote von derzeit 1,6 Prozent auf 3,5 Prozent ab 2015 und sukzessive Verbesserung des Versorgungssystems hinsichtlich des Primärenergiefaktors. Für die Bilanzierung erfolgte eine Umrechnung in die spezifische CO<sub>2</sub>-Emission. Der Ausgangswert 2010 beträgt 0,26 kg/kWh bei einem Verbrauch von 311,9 GWh, 0,23 kg/kWh in 2015, 0,19 kg/kWh in 2020, 0,07 kg/kWh in 2030. Im Jahr 2035 ist gemäß Studie die Klimaneutralität erreichbar. Der verbleibende Verbrauch von 144,8 GWh/a kann vollständig regenerativ bereitgestellt werden.

**Städte Nürnberg und München:** Das Klimaschutzziel der Stadt Nürnberg sieht eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 Prozent bis 2050 vor. Eine Fortschreibung des bisherigen Klimaschutzfahrplans [Nürnberg 2007] auf einen Zeithorizont bis 2050 wird derzeit durchgeführt. Die Stadt München hat sich zum Ziel gesetzt, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 um 50 Prozent zu reduzieren und zum 900sten Stadtjubiläum 2058 klimaneutral zu sein [München 2010].

## 5. Versorgungskonzepte

Bei den Bilanzierungen in den Kapiteln 2 bis 4 wurde jeweils eine Gegenüberstellung mit Photovoltaik als regenerativer „Leitwährung“ durchgeführt, um für das jeweilige System vom Einzelobjekt über das Quartier bis zum städtisch-regionalen Verbund nachzuweisen, dass eine bilanzielle Klimaneutralität erzielbar ist. Für das Netto-Nullenergiehaus des Jahres 2019 ist genauso eine Definition zu erstellen wie für die Plusenergiegebäude, die danach gefordert sein werden. Grundsätzlich sollte angestrebt werden, ein hohes Maß regenerativer Energiegewinnung innerhalb des Siedlungsverbunds zu erzielen. Wirklich sinnvoll ist aber eine regionale Betrachtung, bei der die Schwankungen des Tages- und Jahresgangs über eine differenzierte Leistungsregelung sowie das Zu- und Abschalten von Modulen auf der Bereitstellungs- und Abnehmerseite ausgeglichen und die Versorgungssicherheit gewährleistet werden können. Solche integral vernetzten Versorgungssysteme bergen gegenüber der bisherigen Praxis großer zentraler Kraftwerke ein hohes Maß an Versorgungssicherheit und können regenerative Energien sinnvoll einbinden. Mittelfristig kann auf diesem Weg eine regenerative Vollversorgung gewährleistet werden. Die Techniken dafür sind vorhanden. Dabei leisten wasser-, wind- und solarbasierte Systeme in Verbindung mit Tie-

fengeothermie und weiteren regenerativen Systemen je nach Verfügbarkeit den Grundbeitrag zur Energiebereitstellung. Bei Bedarf werden Biomasse, Biogas, Wasserkraft etc. sowie chemisch und physikalisch gespeicherte Energien schnell regelnd eingesetzt. Das Funktionieren dieses Konzept wurde an einem Zusammenschluss regenerativer Stromerzeuger mit elf Windenergie-, 20 Photovoltaik-, vier Biogasanlagen und einem Pumpspeicherkraftwerk für ein Zehntausendstel des deutschen Verbrauchs nachgewiesen [Kombikraftwerk 2008].

## 6. Extrapolation der Ergebnisse auf die BRD

**Methodik und Bilanzierungsgrenzen:** Aufbauend auf den Rahmenbedingungen gemäß Kapitel 2 bis 4 wird ein Szenario zur Klimaneutralität im Wohngebäudebestand bis 2050 für die BRD entworfen. Mit Hilfe eines Verfahrens, das an die Methodik des betriebswirtschaftlichen Vollständigen Finanzplans angelehnt ist, wurde die jährliche Entwicklung über die nächsten 40 Jahre abgebildet. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass Zwischenergebnisse und relevante Parameter differenziert betrachtet und als Stellschrauben genutzt werden können. Nicht dargestellt werden Nichtwohngebäude, die sich analog ableiten lassen, sowie der Bereich Kühlung.

**Voraussetzungen für das Erreichen des Ziels Klimaneutralität bis 2050:** Die wesentlichen Grundannahmen zum Erreichen des ehrgeizigen Klimaschutzziels lassen sich in folgender Form zusammenfassen:

**Optimierter spezifischer Heizwärmebedarf:** Da bis 2050 nur noch ein Investitionszyklus für Neubau und Modernisierung gegeben ist, müssen Maßnahmen an der thermischen Gebäudehülle in ihren Erneuerungszyklen in optimierter Ausführung durchgeführt werden. Abbildung 5 stellt dazu schematisch eine sinnvolle Entwicklung des Anforderungsniveaus dar. Die in Kapitel 2 und 3 ermittelten technischen Potenziale wurden in der Bilanzierung nicht voll ausgeschöpft, sondern der dargestellte Rahmen gesetzt, der erkennbar wirtschaftlich ausführbar sein wird. Jedes Bauteil, das suboptimal modernisiert oder erstellt wird, belastet die Bilanz deutlich bzw. muss bereits vor 2050, also vor Ablauf der Nutzungsdauer, nochmals saniert werden.

Abb. 5:  
Spezifischer Heizenergiebedarf für  
Neubau und Moder-  
nisierung innerhalb  
des Szenarios sowie  
der resultierende  
mittlere Heizenergie-  
bedarf für den  
Gesamtbestand

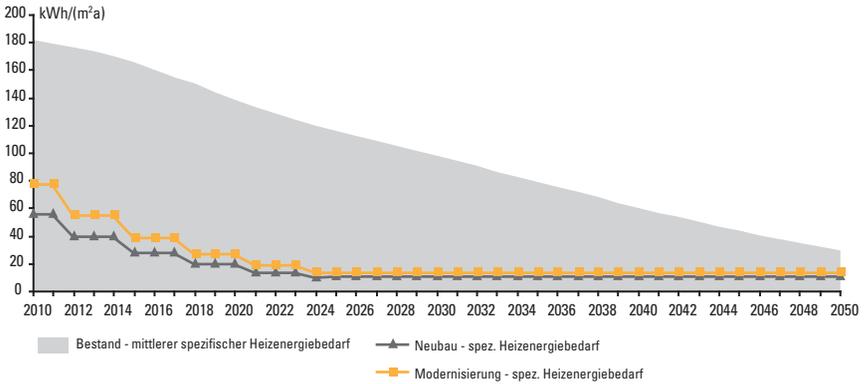
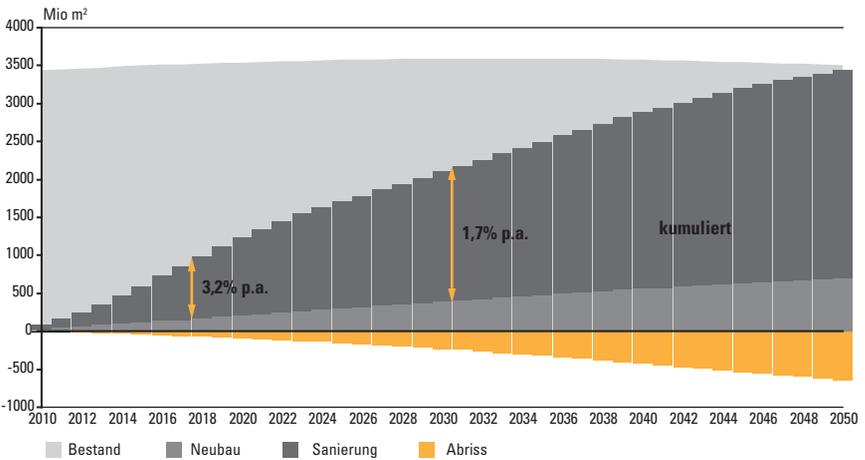


Abb. 6:  
Kumulierte Moder-  
nierungs- und  
Neubauvolumina (in  
Mio. m<sup>2</sup> Wohnfläche)



**Modernisierungs- und Neubauvolumina:** Die jährliche Neubauquote im Vergleich zum Gebäudebestand beträgt in den letzten Jahren 0,6 Prozent. Dieser Wert wurde für die Berechnung bis zum Jahr 2015 in Ansatz gebracht, danach ein Wert von 0,5 Prozent und ab 2040 noch 0,4 Prozent bei real sinkendem Gesamtvolumen, das durch die Abrisstätigkeit bedingt ist. Diese wird bis 2015 mit 0,2 Prozent veranschlagt, danach mit 0,3 Prozent, um dem Effekt des Ersatzneubaus Rechnung zu tragen. Ab 2025 beträgt die Abrissquote demografisch bedingt 0,4 Prozent und steigert sich bis 2036 auf 0,6 Prozent. Die Modernisierungsquote wird grundsätzlich mit 1,7 Prozent angesetzt. Wichtig für den Erfolg ist es jedoch, den Wert möglichst schnell zu erhöhen. In der Berechnung wurde für die Jahre 2015 bis 2019 eine Modernisierungsquote von 3,2 Prozent angestrebt, danach geht sie bis 2025 auf 1,7 Prozent zurück. Ab 2040 werden nochmals sinkende Zahlen angesetzt.

**Investitionsvolumen und wirtschaftliche Auswirkungen:** Die in Abbildung 6 dargestellte Erhöhung der Modernisierungsquote von 1,7 auf 3,2 Prozent pro Jahr innerhalb der nächsten 15 Jahre ist essenziell für die Umsetzung der Kli-

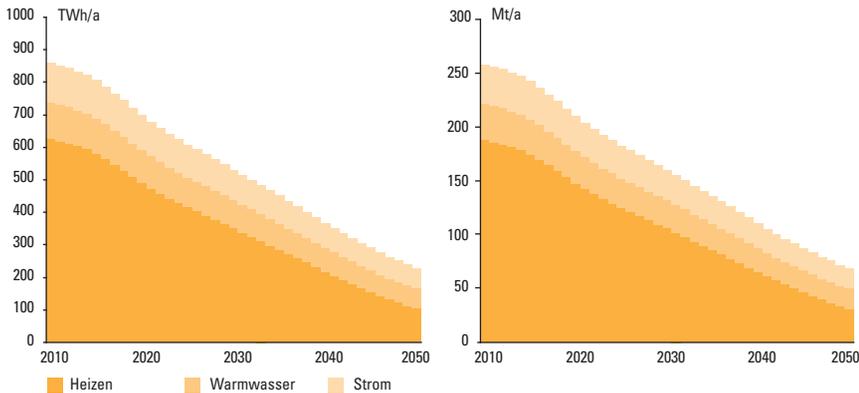
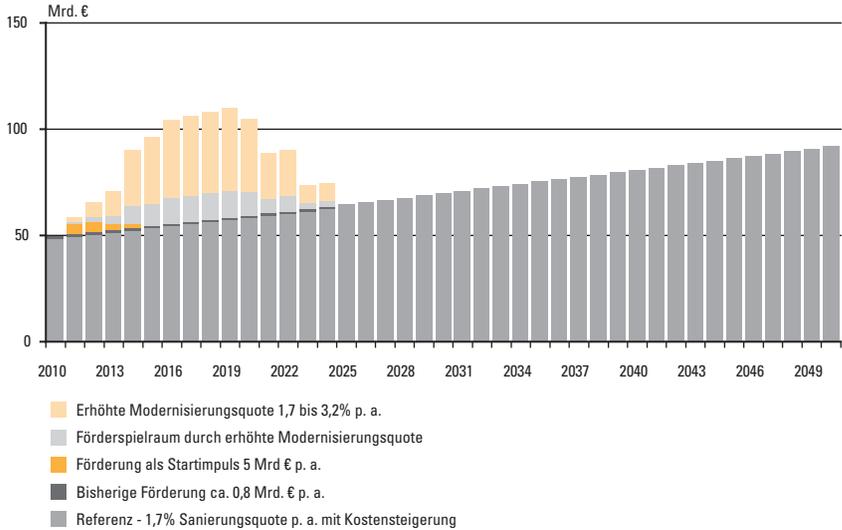


Abb. 7-8: Entwicklung des Endenergiebedarfs (links) und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Wohngebäudesektor: Nur bei deutlicher Reduktion des Bedarfs kann dieser regenerativ bereitgestellt werden. Als Ableitung aus dieser Grafik lassen sich erforderliche Quoten erneuerbarer Energieträger in diesem Sektor darstellen mit dem Ziel, 2050 für die Bereiche Heizen 102,2 TWh, Warmwasser 61,5 TWh und Haushaltsstrom 60,9 TWh regenerativ zu decken.

maschutzziele. Sie birgt aber zugleich analog zur Bevölkerungsentwicklung ein hohes Potenzial an wirtschaftlich förderlichen Aspekten. Aktuell gilt es aus volkswirtschaftlicher Sicht, die Konjunktur anzustoßen und der Arbeitslosigkeit entgegenzuwirken. Aus demografischer Sicht kommt hinzu, dass die derzeit noch verfügbaren Arbeitskräfte ab 2025 deutlich rückläufig sein werden. Abbildung 9 zeigt sehr deutlich, wie durch die Erhöhung der Modernisierungsquote auf 3,2 Prozent ein intensiver Konjunkturimpuls gegeben werden kann. Die zusätzlichen Investitionen in diesem Sektor gehen in den Kernjahren 2014 bis 2020 in Richtung von 40 Milliarden Euro jährlich. Etwa 25 Prozent dieses erhöhten Betrags kann volkswirtschaftlich neutral durch Effekte wie Mehrwertsteuereinnahmen, Einsparung von Arbeitslosenmitteln und erhöhtem Zufluss von Sozialabgaben und Steuermitteln zur Induzierung dieses Prozesses in Form von Förderungen investiert werden. Dieses Förderpotenzial liegt etwa eine Zehnerpotenz höher als die Mittel, die in den letzten Jahren über die KfW ausgereicht wurden. Im Umkehrschluss ist in den letzten Jahren aber auch erkennbar geworden, dass Förderhöhen von unter einer Milliarde Euro pro Jahr keine nachhaltigen Konjunktur- und Klimaschutzeffekte bringen. Als Anschubimpuls ist ein bundesweites Förderprogramm mit einem Gesamtvolumen von fünf Milliarden Euro jährlich erforderlich. Bei einer sich einstellenden Modernisierungsquote von 3,2 Prozent würde wie beschrieben ein jährliches Fördervolumen von bis zu zehn Milliarden Euro volkswirtschaftlich neutral zur Verfügung stehen. Durch diese Investitionen wird eine hohe regionale Wertschöpfung induziert. Zudem werden Energieimporte ersetzt und somit die Außenhandelsbilanz verbessert. Vor allem werden durch nachhaltige regionale Energieproduktion langfristig hochwertige Arbeitsplätze gesichert.

**Resümee:** Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudesektor wirken in hohem Maß im Sinn einer Win-win-Strategie. Entgegen der traditionell eher bewahrenden Haltung der Bauwirtschaft kann dieser volkswirtschaftliche Mehrwert vor allem dadurch realisiert werden, dass kurzfristig durchgreifende Impulse gesetzt und die marktreif vorhandenen Techniken und Komponenten zum Klimaschutz zeitnah in breitenwirksamer Form eingesetzt werden. Nur dadurch kann die Industrie

Abb. 9:  
Investitionsvolumen, das durch die Erhöhung der Modernisierungsquote von 1,7 auf 3,2 Prozent in den Kernjahren 2014 bis 2020 in Richtung von 40 Mrd. Euro jährlich erhöht wird. Etwa 25 Prozent dieses erhöhten Betrags kann volkswirtschaftlich neutral zur Induzierung dieses Prozesses in Form von Förderungen investiert werden.



ihre Entwicklungen zielgerichtet fortsetzen, und nur bei schneller Umsetzung in der Breite bleibt der Vorsprung der deutschen Industrie in der Effizienztechnik und dem Bereich der erneuerbaren Energien erhalten. Schnelles zukunftsfähiges Handeln ohne abwartendes Zaudern mit Blick auf die anderen ist Verpflichtung und Chance gleichermaßen – sowohl im regionalen wie im nationalen Rahmen.

## Quellen

[Schulze Darup 2010] Schulze Darup: Klimaneutralität im Gebäudesektor bis 2050. - Die Grundlage des abgedruckten Beitrags wurde erstellt als Plenarvortrag für die 14. Internationale Passivhaustagung 28. - 29. Mai 2010 in Dresden

[Energiregion 2009] Maurer et al.: Energienutzungsplan mit CO<sub>2</sub>-Bilanzierung für die Stadt Neumarkt – ENERGIEregion Nürnberg GmbH im Auftrag der Stadt Neumarkt 2009.

[gdw 2010] Neitzel, Schulze Darup, Vogler: Energetische Gebäudesanierung mit städtebaulicher Breitenwirkung – Forschungsvorhaben des gdw mit acht großen Wohnungsbaugesellschaften, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Berlin 2010.

[München 2010] Sustainable Urban Infrastructure Ausgabe München – Wege in eine CO<sub>2</sub>-freie Zukunft. Basierend auf Forschungsergebnissen des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Siemens AG München 2009.

[Nürnberg 2007] Klimaschutzfahrplan 2010/2020 Stadt Nürnberg – Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen – etz NÜRNBERG im Auftrag der Stadt Nürnberg 2007.

[Reuter, Schulze Darup 2008-1] Reuter, Schulze Darup et al.: Expertise Rathaus Herzogenaurach – Planungs- und Energiekonzept, EAM und Schulze Darup & Partner, Auftraggeber Stadt Herzogenaurach 2008.

[Reuter, Schulze Darup 2008-2] Reuter, Schulze Darup et al.: Energiekonzept Johann-Georg-von-Soldner-Realschule Feuchtwangen – EAM und Schulze Darup & Partner, Auftraggeber Landkreis Ansbach 2008.

[Schulze Darup 2009] Schulze Darup: Energiekonzept zur Sanierung der Benediktinerabtei Plankstetten – Auftraggeber Benediktinerabtei Plankstetten 2009.

[Schulze Darup 2009-1] Schulze Darup: Faktor 10 Sanierungsprogramm zur energetischen Gebäudesanierung der Stadt Neumarkt – im Auftrag der Stadt Neumarkt 2009.

[Schulze Darup 2010] Schulze Darup: Rahmenplan für die Modernisierung der Strubergassensiedlung in Salzburg – Auftraggeber SIR Salzburg 2010.

[wbg Nürnberg 2009] Wettbewerb Energetische Sanierung von Großwohnsiedlungen auf der Grundlage von integrierten Stadtteilentwicklungskonzepten – Auslobung durch das BMVBS, Bearbeitung Behmer, Strobel, Schulze Darup et al., Nürnberg 2009.

## **Kontakt**

Dr. Burkhard Schulze Darup, Architekt  
E-Mail: [schulze-darup@schulze-darup.de](mailto:schulze-darup@schulze-darup.de)

