

# Klimaneutralität im Gebäudesektor bis 2050 – wie geht das?

Dr. Burkhard Schulze Darup, schulze darup & partner architekten nürnberg-berlin

Die Energiewende ist ein technisches und gesellschaftliches Großprojekt, das vergleichbar zur industriellen und digitalen Revolution gesehen werden muss und in seiner Dimension der Aufbauleistung nach dem Zweiten Weltkrieg entspricht.

Innerhalb der EU werden bis 2050 die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 bis 95 Prozent gesenkt werden müssen, um die globalen Klimaschutzziele zu erreichen, die mit dem Klimaabkommen der Weltklimakonferenz in Paris eine deutliche Richtung erhalten haben. Das Energiekonzept der Bundesregierung fordert die Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 Prozent. Um dies zu erreichen, soll bis zum Jahr 2050 nahezu ein klimaneutraler Gebäudebestand erreicht werden.

## 1. Welche Komponenten und Standards benötigen wir?

Im Gegensatz zu den Sektoren Verkehr und Industrie verfügen wir im Baubereich über die Techniken zum Erreichen der geforderten Klimaneutralität bis 2050. Im Neubau zeichnet sich als „nearly zero emission building“ (nZEB) ab 2020 gemäß EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie (EPBD) das Plusenergiehaus ab. Viele bereits ausgeführte Projekte zeigen, dass dieser Standard in etwa mit dem Effizienzniveau des Passivhauses in Verbindung mit dem Einsatz erneuerbarer Energien wirtschaftlich zu erreichen sein wird. Zahlreiche Studien zeigen anschaulich, dass auch für die Fortentwicklung des Bestands bis 2050 die Qualität von bereits heute verfügbaren Techniken ausreicht, um die hohen Reduktionsziele zu erreichen. Der Einsatz hocheffizienter Komponenten hat sich dort seit zehn Jahren etabliert. In zunehmender Breite werden Sanierungsprojekte nach dem Standard KfW Effizienzhaus 55 und besser von vielen Planern mit hoher Selbstverständlichkeit umgesetzt. Bei all diesen Vorhaben wird sowohl den individuellen Besonderheiten jedes Gebäudes als auch hohen Gestaltungsansprüchen Rechnung getragen. Vor allem hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit werden darüber hinaus in den nächsten Jahren weitere Synergien entwickelt werden müssen, sodass die Umsetzung in der Breite zunehmend einfacher und kosteneffizienter wird. Unter dieser Voraussetzung ist absehbar, dass ab 2020 der Standard KfW EH 55 als üblicher Sanierungsstandard wirtschaftlich sinnvoll umsetzbar ist. Selbstverständlich muss dabei Gebäuden mit Denkmal- oder Ensembleschutz ein energetischer Bonus gegeben werden. Zahlreiche Beispiele, die im Rahmen der Fortbildung dargestellt werden, zeigen, dass es auch für Gebäude mit Denkmalschutzanforderungen hocheffiziente energetische Lösungen gibt. [Abb 01]

Zudem zeigen Grenzkostenbetrachtungen sowohl für Gebäude als auch Quartiere, dass Effizienz die Grundlage für die Energiewende darstellt. Etwa zwei Drittel der CO<sub>2</sub>-Emissionen können hochwirtschaftlich auf diesem Weg eingespart werden mit Kosten von 0,02 bis 0,06 € pro eingesparter Kilowattstunde. Das verbleibende Drittel der noch erforderlichen Energiemenge wird sukzessive bis zum Jahr 2050 vollständig mit erneuerbaren Energien zu vertretbaren Kosten inklusive des erforderlichen Lastmanagements bereitzustellen sein.

## Entwicklungen bei Effizienzkomponenten

Für die Bauteile der **Gebäudehülle** mit hohen Effizienzstandards hat sich in den letzten Jahren eine Vielzahl an konstruktiv und gestalterisch hochwertigen Lösungen bewährt, die auch kostengünstig erreichbar sind. In den meisten Fällen reichen Mehrinvestitionen gegenüber dem aktuellen EnEV-Standard von 10 bis 15 € pro m<sup>2</sup> der opaken Konstruktionsfläche aus, um zukunftsfähige Konstruktionen mit U-Werten im Bereich von 0,15 W/(m<sup>2</sup>K) und besser zu erreichen, die nicht die Gefahr einer nochmaligen energetischen Sanierung nach zwei Jahrzehnten beinhalten. Bei Gebäuden mit Denkmalschutz oder besonderen gestalterischen Anforderungen können diese spezifischen Kosten deutlich höher liegen. Dennoch gibt es auch in diesem Bereich für die meisten Anforderungen energetisch hochwertige Lösungen, die sich in der Gesamtbetrachtung wirtschaftlich darstellen. [Abb 02] [Abb 03]

Fenster mit hoher Effizienz sind seit einigen Jahren sehr kostengünstig verfügbar. Dreischeibenwärmeschutzverglasung und gedämmte Rahmenprofile sind Stand der Technik. Für den Denkmalschutz gibt es gestalterisch und energetisch gleichermaßen hochwertige Lösungen, z. B. mittels Einsatz von Kastenfenstersystemen mit Dreischeiben-Verglasung und gedämmten Rahmen in der Innenschale und denkmalgerechter Ausführung beim äußeren Fenster. [Abb 04]

Neben der Energieeinsparung werden durch die energieeffizienten Konstruktionen Probleme des Bautenschutzes gleich mit erledigt und der Komfort für die Bewohner gründlich erhöht.

**Lüftungstechnik** spart mit Wärmerückgewinnung bei richtiger Planung 15 bis 40 kWh/(m<sup>2</sup>a) und bietet vor allem einen hohen Komfort für die Nutzer. Sie ist für die Zukunft aus Aspekten von Energieeffizienz und Raumlufthygiene gleichermaßen nicht mehr verzichtbar. Aktuellen Kosten von 50 bis über 100 € pro m<sup>2</sup> Wohnfläche stehen erste Zu-/Abluftanlagen gegenüber, die für unter 35 €/m<sup>2</sup> gebaut werden und damit hoch wirtschaftlich sind. Das gilt insbesondere, wenn ein Teil der Kosten den ohnehin erforderlichen Aspekten der guten Raumlufqualität zugeordnet wird. [Abb 05]

Bei der **Heiztechnik** stehen Paradigmenwechsel an. Wenn eine gut gedämmte Dreizimmerwohnung auch bei kaltem Winterwetter mit zehn Teelichtern zu heizen ist, so wird offenkundig, dass es ein Potenzial bei der Fortentwicklung 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.

**Stromeffizienz** stellt derzeit noch bei vielen aktuellen Projekten ein Defizit dar. In kaum einem Bereich lässt sich mit so wenig Investment ein solch hohes Maß an Energie sparen: ein Einfamilienhaus kann ohne Komforteinbußen von über 4000 kWh/a auf deutlich unter 2000 kWh/a gebracht werden, ein Zweipersonenhaushalt von 3000 kWh/a auf spürbar unter die Hälfte. Bei gewerblich genutzten Gebäuden sind diese Reduktionspotenziale oftmals sogar noch höher, insbesondere wenn mittels einfacher aber effizienter Regeltechnik zusätzliche Potenziale erschlossen werden.

**Erneuerbare Versorgungssysteme** von Gebäuden setzen sich zunehmend in der Praxis durch und stellen mittels **Lastmanagement** und **Speichertechniken** einen zunehmenden Anteil an der erforderlichen Energiemenge und Leistung bereit.

## 2. Vom Plusenergiehaus zur klimaneutralen Kommune

Für **Plusenergiegebäude** gibt es viele gebaute Beispiele, die in der Bilanz mehr Energie erzeugen als sie für Heizung, Warmwasser, Kühlung und Strom benötigen. Sie basieren effizienzseitig auf dem Passivhausstandard und werden gebäudetechnisch mit erneuerbaren Energien versorgt. Beim Vergleich der Investitionskosten liegen hocheffiziente Gebäude selbstverständlich höher als Gebäude mit Normalstandard. Wird jedoch die resultierende monatliche Belastung für Finanzierung, Betrieb und Wartung verglichen, schneiden optimiert geplante Gebäude unter den aktuellen Förderkonditionen ab dem ersten Monat günstiger ab als Normalstandards nach EnEV. [Abb 06]

**Klimaneutrale Quartiere** sind erreichbar, wenn diese Techniken auf städtebauliche Strukturen übertragen werden. Im städtebaulichen Verbund können sich dabei sehr günstige Synergien für den Einsatz erneuerbarer Techniken, Wärmekaskaden und Abwärmenutzung sowie bei Lastmanagement und Speichertechnologien ergeben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Versorgungskonzepte für städtebauliche oder regionale Räume lange Investitionszyklen aufweisen und deshalb rechtzeitig an die sich verändernden Entwicklungen und deutlich sinkenden Energiedichten angepasst werden müssen. Hocheffiziente energetische Sanierung führt dazu, dass sich auf Quartiersebene hinsichtlich des Wärmebedarfs für Heizen und Warmwasser/Prozesswärme durchaus eine Reduktion um den Faktor vier bis fünf einstellen wird. Hocheffiziente Gebäude besitzen zudem eine hohe thermische Trägheit, die im Tages- bis Wochenzyklus in Verbindung mit

kostengünstigen Wärmespeichern hohe Regelamplituden hinsichtlich des Lastmanagements ermöglichen. Darüber hinaus greifen im Photovoltaik-Sektor Eigenstrom-Nutzungskonzepte, die mit zwei bis zehn Kilowattstunden elektrischer Speicherfähigkeit pro 100 m<sup>2</sup> Wohn-/Nutzfläche nicht nur wirtschaftliche PV-Nutzung jenseits der EEG-Vergütung ermöglichen, sondern eine weitere Basis für das übergeordnete Lastmanagement darstellen. Es ist davon auszugehen, dass allein der Gebäudebereich ein Regelpotenzial von 10 bis 15 Prozent des jeweiligen Leistungsvolumens ermöglicht. Das birgt gegenüber den bisherigen Speicher- und Regelstrategien der Stromwirtschaft ein hohes Einsparpotenzial hinsichtlich der Umsetzung der Energiewende und stärkt dabei gravierend die regionalen Strukturen. Es ist unabdingbar, diesen Aspekt bei der Diskussion der Energiewende intensiver einzubeziehen.

**Klimaneutrale Kommunen** gibt es heute bereits im ländlichen Raum. Eine hohe Zahl von Kommunen strebt innerhalb der nächsten zehn bis vierzig Jahre das Erreichen der Klimaneutralität an. Dazu werden Klimaschutzkonzepte erstellt und vor allem konkrete Maßnahmen für die Umsetzung der Energiewende im kommunalen und regionalen Kontext entwickelt. Bei den Gutachten werden im Allgemeinen mit hoher Wirtschaftlichkeit Einsparungen von 50 bis über 60 Prozent mit Effizienzmaßnahmen nachgewiesen. Das umfasst die Bereiche Heizung, Warmwasser, Kühlung, Hilfsenergie und Stromverbrauch. Bei den Nichtwohngebäuden kommen Prozesswärme und die zusätzlichen Stromanwendungen mit besonderer Berücksichtigung von Beleuchtung und der Geräte hinzu. Grundsätzlich werden bei den meisten Gutachten die Themen Industrie Thema Mobilität/Verkehr ebenfalls einbezogen. In Abhängigkeit von der Struktur der Kommune kann der verbleibende Endenergiebedarf regenerativ gedeckt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in ländlichen Gemeinden mit viel Biomassepotenzialen und Flächen für PV-Anlagen die bilanzielle Klimaneutralität sehr schnell erreicht werden kann. Das gilt erst recht, wenn Flächen für Windkraftanlagen ausgewiesen werden können. Auf der anderen Seite gilt, dass größere Städte nur in Ausnahmefällen ihren Bedarf an regenerativen Energien auf ihrem Stadtgebiet bereitstellen können. Insofern müssen Klimaschutzkonzepte immer regional gefasst werden. [Abb 07 - 08]

### 3. Umsetzungsstrategien für breitenwirksame Umsetzung

Die Jahrhundertaufgabe Energiewende ist nicht zum Nulltarif zu haben, sondern bedeutet eine erhebliche Kraftanstrengung. Nur eine Gesamtkonzeption, die über alle Sektoren hinweg Effizienz- und Versorgungsseite einbezieht, kann zu einer sinnvollen Strategie führen.

Aus Sicht des Bausektors ergeben sich große Chancen, wobei dem Aspekt der energetischen Ertüchtigung als Katalysator für die Weiterentwicklung des Gebäudebestands eine besondere Bedeutung zukommt. Dabei ist aber zu bedenken, dass Investitionen in Effizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle aus betriebs- und volkswirtschaftlichen Gründen nur dann erfolgen sollten, wenn jeweils die Nutzungszeit der Bauteile abgelaufen ist und ohnehin eine Instandsetzung ansteht. Wir sollten uns für den Effizienzteil der Energiewende also die Zeit eines Investitionszyklus von vierzig bis fünfzig Jahren nehmen. Daraus folgt, dass die jährliche Sanierungsrate im Bestand bei etwa zwei Prozent liegen sollte. Das reicht allerdings nur unter der Maßgabe, dass jedes Bauteil ab heute mit einem energetisch hochwertigen Standard saniert bzw. erstellt wird, der bis über das Jahr 2050 hinaus zukunftsfähig bleibt. Mittelmäßige Standards laufen in eine doppelte Wirtschaftlichkeitsfalle: einerseits ist eine erneute Sanierung innerhalb von etwa zwei Jahrzehnten erforderlich und zum zweiten wird die Rentierlichkeit aufgrund der dann geringeren Einsparungen in der Folge sehr ungünstig ausfallen.

#### **Wohnen muss bezahlbar bleiben – Förderung & Wirtschaftlichkeit**

Bei jeder großen Aufgabe gilt es, Lasten und Chancen gesellschaftlich gerecht zu verteilen. Energieeffizienzanforderungen und Förderkonzepte sollten so ausgelegt sein, dass Wohnen bezahlbar bleibt und kostengünstige Wohnungsbestände bewahrt werden können. Förderstrukturen müssen deshalb unterscheiden zwischen energetischen Belangen und struktureller Förderung von Wohnraum in Problemregionen. Allein im Wohnungssektor führt die Erhöhung der Sanierungsrate von 1 % auf 2 bis 2,5 % zu erhöhten Investitionsvolumina von 30 bis 50 Mrd. € pro Jahr. Es ist evident, dass für diese immensen Steigerungen 2,5 Mrd.

Euro jährliche Förderung nicht ausreichen werden. Mindestens 5 Mrd. € sind erforderlich, um ausreichende Impulse zu setzen und zugleich die hohe bestehende Bereitschaft zu wecken, sinnvoll im Immobiliensektor zu investieren und damit privates Kapital für den Klimaschutz zu aktivieren. Dadurch ergibt sich ein volkswirtschaftlicher Rücklauf von mindestens 25 Prozent der zusätzlichen Investitionen, was bei 40 Mrd. € jedes Jahr 10 Mrd. € ausmacht, also das Doppelte des geforderten Fördervolumens.

### **Komponentenentwicklung – Innovationen & Wirtschaftlichkeit**

Grundlage für die Wirtschaftlichkeit von Innovationen ist eine gezielte Unterstützung von neuen Entwicklungen und Markteinführungen durch Anpassen der Rahmenbedingungen und Förderung. Besonders wichtig ist dabei die Entwicklung von Effizienzkomponenten mit dem Ziel einer reproduzierbar günstigen Anwendung bei Projekten in der Breite. Das gilt erst recht für Gebäudetechnikkomponenten im Bereich Lüftung und Heizung, die in den nächsten Jahren eine besondere Dynamik entwickeln werden. Verlässliche Rahmenbedingungen auf einen längeren Zeitraum sind Voraussetzung für das Engagement von Industrie, Planern und Handwerk. Innovative Prozesse bedeuten für alle einen erhöhten Aufwand, der nur dann angenommen wird, wenn die Techniken mittelfristig in der Breite umgesetzt werden.

### **Mögliche Strategien – Niederschwellig, Bauteilbezogen oder Komplettsanierungen**

Um einerseits möglichst kurzfristig sinnvolle Klimaschutzmaßnahmen ergreifen zu können, die Schritte jedoch dem individuellen Bauwerk und Gebäudeportfolio anpassen zu können ist es aus wohnungswirtschaftlicher Sicht wesentlich, auf unterschiedlichen Handlungsebenen agieren zu können:

- **Niederschwellige Maßnahmen** mit sehr gutem Kosten-Nutzen-Verhältnis und einem Einsparpotenzial von 10 bis 30 Prozent bieten sich für Gebäude an, die erst in 10 bis 20 Jahren zur Sanierung anstehen oder durch neue Gebäude ersetzt werden. Diese kurzfristigen Maßnahmen sollten in großer Breite angestoßen werden. Dazu gehören einfache Wärmeschutzmaßnahmen ebenso wie Optimierung der Gebäudetechnik und Regelung für Heizen und Warmwasser sowie Stromsparmaßnahmen.
- **Bauteilsanierungen** stellen eine bewährte sukzessive Sanierungsmethode dar, die zukünftig einen Anteil von etwa 1 % an der jährlichen Sanierungsquote umfassen könnte. Förderung sollte es allerdings nur für Standards geben, die als energetisch zukunftsfähig bis 2050 gelten. Voraussetzung ist zudem die Voraberstellung von Gesamtkonzepten für eine sinnvolle Vorgehensweise und Vermeidung von Schnittstellenproblemen und daraus resultierenden erhöhten Kosten.
- **Komplettsanierungen** inkl. Überprüfung der Option **Ersatzneubau** stellen in der Gesamtbetrachtung im Allgemeinen die wirtschaftlichste Lösung dar. Eine jährliche Quote von 1 bis 1,5 % des Gebäudebestands muss in diesem Segment kurzfristig angestrebt werden. Förderfähig sollten nur die oben beschriebenen hocheffizienten Standards sein, die sich kohärent zu den Klimaszutzielen 2050 verhalten und zudem ein gutes Nachhaltigkeitsprofil inkl. langlebiger Materialien aufweisen. Das heißt, nach der Sanierung sind die Gebäude fit bis über das Jahr 2050 hinaus.

### **Fahrplan für 40 Jahre Energiewende – volkswirtschaftlich sinnvolle Lösungen**

Die Maßnahmen im Gebäudebestand müssen als Langfristentwicklung gesehen werden. Es muss also ein klarer und verlässlicher Fahrplan für die Energiewende im Gebäudesektor gegeben sein, um eine breite Akzeptanz unter den Bauschaffenden zu induzieren. Sicher wird es nicht reichen auf Marktmechanismen zu vertrauen oder Selbstverpflichtungen von Wirtschaftsgruppen als ausreichende Grundlage zu sehen. Ein erfolgreicher Weg kann nur auf mehreren Fundamenten basieren: Information und Fortbildung, Selbstverpflichtungen von Beteiligten, gesetzliche Anforderungen im Zusammenspiel mit gezielten Förderkonzepten und schließlich eine Art Klimafonds als Solidarpakt aller Beteiligten. Es kann auch ein Effizienzpfad vorgegeben werden, der durch administrative und finanzielle Aspekte flankiert wird und für jedes Gebäude individuell gehandhabt werden kann. Einfach ausgedrückt könnte der Deal lauten: wer sein Bestandsgebäude schnell auf den hohen Effizienzstandard bringt, erhält einen wirksamen finanziellen Bonus – und wer sich

Zeit lässt, muss künftig einen zunächst kleinen, aber kontinuierlich wachsenden Solidarbeitrag für die Klimabelastung zahlen, die sein Gebäude verursacht. Solch ein langfristig angelegter Sanierungsfahrplan erfordert einen wirklichen gesellschaftlichen Konsens und soll den Akteuren sowohl einen verlässlichen Orientierungsrahmen für Investitionen geben, wie auch die notwendige Flexibilität und Freiheit im Umgang mit ihrem Eigentum belassen.

Es wird möglich sein, Klimaneutralität in Deutschland bis 2050 zu erzielen. Dazu muss im Gebäudebereich spätestens ab 2020 mit den heute bereits verfügbaren Techniken gearbeitet werden: im Neubaubereich in etwa der Passivhausstandard in Verbindung mit weitestgehend erneuerbarer Versorgung der Gebäude, bei der Sanierung ebenfalls ein hocheffizienter Standard zwischen 20 und 35 kWh/(m<sup>2</sup>a) für den Heizwärmebedarf und ebenfalls regenerativer Gebäudetechnik. Bei optimierter Planung können damit hochwirtschaftliche Lösungen erzielt werden, die auch betriebswirtschaftlich sinnvoll für die Investoren und Bauherren sind. Wird in den weiteren Sektoren mit vergleichbaren Techniken gearbeitet, können mittels Effizienzmaßnahmen 50 bis 60 % Einsparung erzielt werden. Wahrscheinlich kann nur dann der Restbedarf weitgehend erneuerbar gedeckt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für Lastmanagement und Speicherverluste 20 bis 40 % zusätzliche erneuerbare Energien generiert werden müssen. Dieser Prozentsatz steigt, wenn die winterlichen Lastspitzen für Heizwärme hoch liegen. Deshalb ist die Effizienz im Gebäudebereich eine besonders wichtige Determinante. Schließlich muss dabei bedacht werden, dass die Wertschöpfung durch Effizienz und Erneuerbare 150 bis 200 Mrd. Euro jährlich beträgt. [Abb 09]

#### **4. Energiewende & Baukultur**

Baukultur ist Grundlage für hohe Lebensqualität. Städtebaulich und architektonisch hochwertige Planung bei Neubau und im Bestand ist Grundvoraussetzung für die Bewahrung und Fortentwicklung einer lebenswerten Umwelt. Hohe Energieeffizienz gehört dagegen nur zum Handwerkszeug, das in diese planerische Anforderung integral eingebunden ist.

Der Prozess der Energiewende und insbesondere der energetischen Sanierung stellt in diesem Zusammenhang vor allem eine Chance dar. Energetische Sanierung kann als Katalysator wirken, den Gebäudebestand gezielt anzugehen und weiter zu entwickeln. Dabei sind Denkmal- und Ensembleschutz ebenso unverzichtbar wie die Pflege der städtebaulichen Räume und der Landschaftsschutz. So wird es erforderlich sein, erneuerbare Energien zu möglichst relevanten Teilen innerhalb der Siedlungsstrukturen zu generieren, um eine überhöhte Belastung der Landschaft zu verhindern. Es sind regionale Konzepte zu erstellen, die für einen sinnvollen Ausgleich zwischen Metropolen und den umgebenden Regionen sorgen. Den ländlichen Gebieten erwächst aus diesem Zusammenwirken eine große Chance und Aufgabe.

Schließlich ist Baukultur ein essentieller Standortfaktor und wird auch in Zukunft mit darüber entscheiden, wo sich Menschen wohl fühlen, wo sie gerne leben und arbeiten! Diejenigen Regionen werden in den nächsten Jahrzehnten international Wettbewerbsvorteile erlangen, die den Prozess von Energieeffizienz in Verbindung mit erneuerbarer Energieversorgung zuerst bewältigen. Sie werden zunehmend weniger abhängig von globalen Krisen und Engpässen sein indem sie fossilen Importbedarf in regionale Wertschöpfung wandeln.

#### **5. Quellen**

ARGE Ecofys, Schulze Darup, GEF, Luchterhandt: Energiekonzept Hamburg-Dulsberg. – Auftraggeber Stadt Hamburg BSU 2013

Behmer, Fritsch, Schulze Darup, Strobelt: Energetische Sanierung Parkwohnanlage Nürnberg West. – Wettbewerbsbeitrag zum BMVBS-Wettbewerb Großwohnsiedlungen, wbg Nbg. 2009

Ecofys, Schulze Darup: Energieeffizienz – Feind des kostengünstigen Bauens? Im Auftrag der DENEFF Berlin 2014

Energieagentur Nordbayern, Schulze Darup & Partner: Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050, - Im Auftrag der Stadt Nürnberg 2012

GdW: „Energetische Gebäudesanierung mit städtebaulicher Breitenwirkung“. – Bearbeitung schulze darup & partner (Effizienzkonzepte, Städtebau), INWIS (Finanzierung), gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, im Auftrag des gdw, Nürnberg-Berlin 2011

Maurer, Schrammek, Schulze Darup: Faktor 10 Sanierungsprogramm Stadt Neumarkt - Energienutzungsplan mit CO2-Bilanzierung. Im Auftrag der Stadt Neumarkt 2009

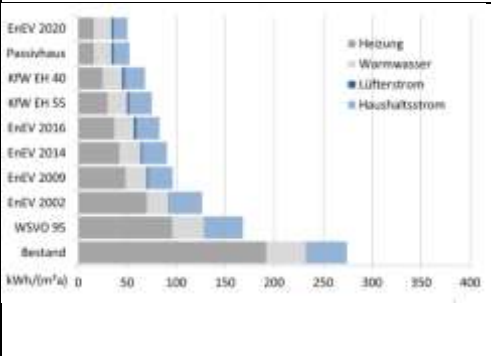


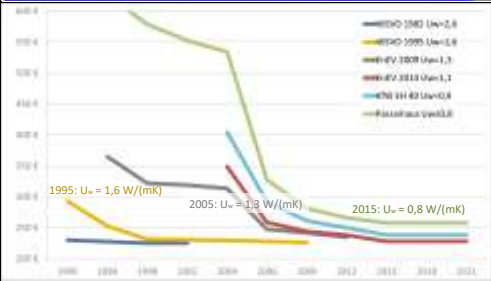

Schulze Darup: Plusenergiekonzept Erlangen-West BP 411 - Auftraggeber: Stadtplanungsamt Erlangen 2013

Schulze Darup: Quartierskonzept Salzburg Strubergasse. – Im Auftrag von SIR / Stadt Salzburg 2009

Schulze Darup & partner, Energieagentur Nordbayern: Energiekonzept Gemeinde Kulmain. – Im Auftrag der Gemeinde Kulmain 2013

## Abbildungen

(Bitte die Quellen bei den Abbildungen oder am Ende des Textes vermerken)

	Abbildungstext	Quelle
	<p>Abb 01</p> <p>Endenergie-Kennwerte von Baustandards in kWh/(m²a); Mittelwerte für größere EFH und kleinere MFH, EFH liegen höher, große MFH niedriger; Bestandsgebäude können nach vergleichbaren Standards saniert werden, allerdings ist für den Heizwärmebedarf ein kleiner Zuschlag erforderlich</p>	<p>Schulze Darup</p>
	<p>Abb 02</p> <p>Beispiel Kollwitzstraße in Nürnberg: Sanierung eines 1950er Jahre-Gebäudes mit Passivhaus-Komponenten und Aufstockung im Passivhaus-Standard</p>	<p>Schulze Darup</p>
	<p>Abb 03</p> <p>Thermografie Beispiel Ingolstädter Straße nach Sanierung</p>	<p>KEM Nürnberg, Anlaufft</p>
	<p>Abb 04</p> <p>Kostenentwicklung bei Fenstern seit 1990</p>	<p>Schulze Darup</p>
	<p>Abb 05</p> <p>Lüftungszentrale eines größeren Mehrfamilienhauses</p>	<p>Schulze Darup</p>

	<p>Abb 06</p> <p>Monatliche Kosten unterschiedlicher Baustandards – vom Wärmeschutzstandard 1990 bis zum EnEV-Gebäude 2015; im Vergleich dazu liegen die Investitionskosten von Effizienzgebäuden höher, aber die monatliche Belastung ist bei optimierter Planung und aktueller Fördersituation selbst für Plusenergiegebäude günstiger</p>	<p>Ecofys, Schulze Darup</p>
	<p>Abb 07</p> <p>Energiedichte in Neumarkt 2015 pro m<sup>2</sup> Grundstücksfläche unter Einbeziehung der erneuerbaren Energien, Primärenergie Heizung und Warmwasser in kWh/(m<sup>2</sup>a)</p>	<p>Schulze Darup</p>
	<p>Abb 08</p> <p>Konzept für die Entwicklung der Energiedichte in Neumarkt 2040 pro m<sup>2</sup> Grundstücksfläche unter Einbeziehung der erneuerbaren Energien, Primärenergie Heizung und Warmwasser in kWh/(m<sup>2</sup>a)</p> <p>[diese beiden Grafiken bitte direkt nebeneinander positionieren]</p>	<p>Schulze Darup</p>
	<p>Abb 09</p> <p>Klimaneutralität in der BRD bis 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. Die Wertschöpfung durch Effizienz und Erneuerbare beträgt 150 bis 200 Mrd. Euro jährlich.</p>	<p>Schulze Darup</p>