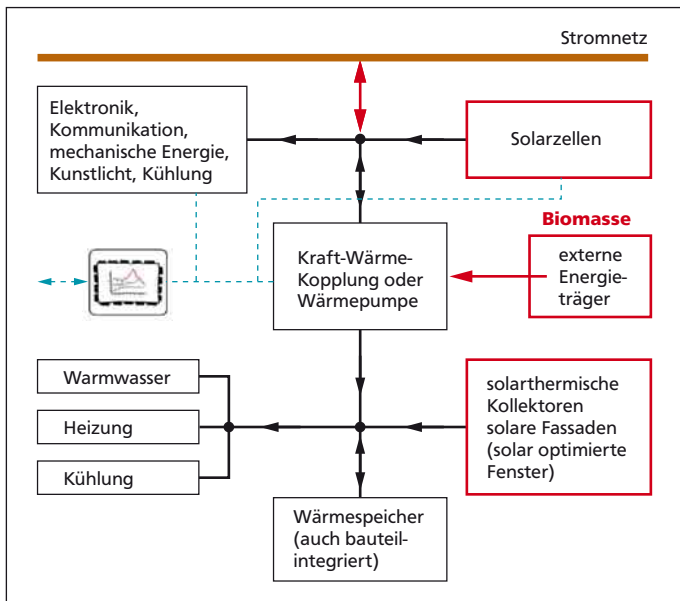


Solares Bauen

Erneuerbare Energien sorgen für Gebäudeeffizienz

Energieeffizientes Design und entsprechende Bauausführungen können den Energiebedarf von Gebäuden beträchtlich senken. Es bleibt aber stets ein restlicher Energiebedarf, der nachhaltig aus erneuerbaren Quellen bereitgestellt werden kann. Einsparungen von 70 bis 80 % sind durch solares und energieeffizientes Bauen möglich.



Durch den lokalen Einsatz erneuerbarer Energien wird der Energieverbrauch des Gebäudes anteilig oder vollständig gedeckt. Stromüberschüsse werden in das öffentliche Netz gespeist.

Die Entwicklung von nachhaltigen und zugleich wirtschaftlichen Szenarien für die Energieversorgung des Gebäudesektors ist eine komplexe Aufgabe, die u. a. durch eine große Vielfalt sowohl im Bereich der Verbrauchsstruktur als auch im Bereich der korrespondierenden Versorgungsstrukturen gekennzeichnet ist. Wesentliche Elemente, die bei der Entwicklung entsprechender Szenarien zu berücksichtigen sind, sind u. a.:

Nutzung: Wohngebäude und Nicht-Wohngebäude weisen sowohl hinsichtlich der Laststruktur als auch der Eigentümer- und Betreiberstruktur wesentliche Unterschiede auf, die unterschiedliche technische Lösungen bedingen. Der Flächenbedarf nimmt zu und Komfortanforderungen werden höher.

Altbau – Neubau: Bei Altbauten müssen sowohl energetische Sanierungsmaßnahmen als auch neue Versorgungstechniken in eine bestehende Struktur integriert werden. Bei Neubauten können im Rahmen der integralen Planung von Beginn eines Bauprojekts an alle Elemente hinsichtlich Energiebedarf und -versorgung gemeinsam konzipiert und implementiert werden.

Verdichtung: Die Machbarkeit und Sinnhaftigkeit technischer Lösungen hängt stark vom Grad der Verdichtung ab. In innerstädtischen Räumen ergeben sich andere Randbedingungen für Versorgungslösungen als in wenig verdichteten Baugebieten oder gar einzeln stehenden Gebäuden außerhalb von Siedlungsgebiete-

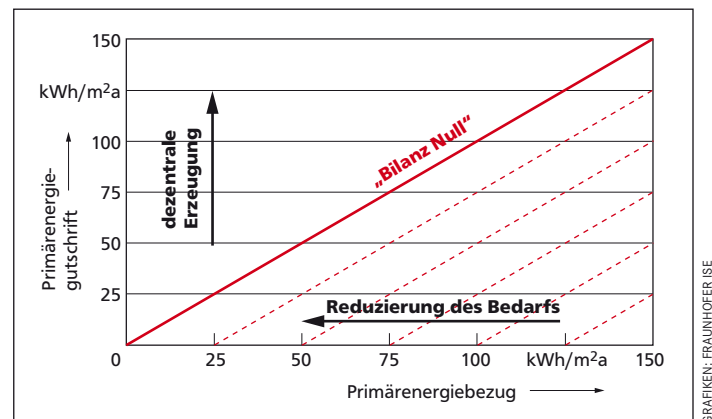
ten. Die Vermeidung von Verkehr ist dabei eine wesentliche städtebauliche Aufgabe.

Technologien: Im Bereich der Energieversorgungstechniken für Gebäude gibt es eine immense Bandbreite an Techniken zur Wärmebereitstellung, Klimatisierung, Strombereitstellung sowie zur gekoppelten Erzeugung von Wärme und Strom. Die Techniken unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Effizienz ebenso wie hinsichtlich der nutzbaren Energieträger und der Möglichkeit des Einsatzes erneuerbarer Energien. Darüber hinaus spielt der technische Entwicklungsstand eine entscheidende Rolle für den Zeithorizont des Einsatzes.

Lebenszyklusanalyse: Grundsätzlich reicht es nicht aus, ein energieoptimiertes Versorgungskonzept zu entwerfen, ohne den kumulativen Energieaufwand zu berücksichtigen. Gerade technisch aufwändige Lösungen können zwar im Betrieb eine hohe Energieeffizienz aufweisen, verursachen aber in der Herstellung sehr viel Energie. Letztlich müssen deshalb zur Bewertung unterschiedlicher Versorgungskonzepte Lösungen entwickelt werden, die den gesamten Lebenszyklus implizieren. Neben diesen strukturellen Faktoren spielen im Einzelfall spezifische Faktoren wie Standort, klimatische und wirtschaftliche Bedingungen eine Rolle, um eine jeweils angepasste, bestmögliche Lösung zu entwickeln.

Erneuerbare Energien verwenden

Auch wenn die konsequente passive Nutzung der Sonnenenergie sowie eine energieeffiziente Bauausführung den Energiebedarf beträchtlich senken können, bleibt (selbst bei einem Passivhaus) stets ein Restenergiebedarf. Es ist problemlos möglich, diesen durch erneuerbare Energien zu decken. So kann etwa Solarwärme



Nullenergie-Konzept: Je geringer der Verbrauch, desto realistischer ist eine Netto-Deckung durch lokal erzeugte und dem Versorgungsnetz zugeführte Energie.



Reihensiedlung mit Solaranlagen



Solarthermische Anlage auf einem Mehrfamilienhaus in Süddeutschland

wesentlich zur Bereitstellung von Warmwasser und anteilig zur Gebäudebeheizung beitragen. In Gebäuden mit einem Bedarf an aktiver Klimatisierung im Sommer können die gleichen solarthermischen Anlagen auch für die sommerliche Klimatisierung genutzt werden. Zusätzlich ist eine Bereitstellung von nachhaltigem Strom durch eine in die Gebäudehülle integrierte Photovoltaik-Anlage oder den Betrieb eines Blockheizkraftwerks möglich, das durch Holzpellets oder Biogas aus organischen Reststoffen nachhaltig gespeist wird und Wärme sowie Strom liefert.

So kann aus einem Niedrigenergiegebäude ein Nullenergiegebäude oder auch ein Plus-Energiegebäude werden, das netto Energie ins Netz einspeist. Auch bei Altbauten ist eine Versorgung mit erneuerbaren Energien machbar. Eine umfassende Sanierung ermöglicht auch hier enorme Energieeinsparungen. Neue Technologien erhöhen die Energieeffizienz und senken damit nicht nur die Kosten, sondern auch die Belastungen für die Umwelt.

Effiziente Gebäude sind Voraussetzung

Grundsätzlich ist eine Reduktion des Energieverbrauchs für Heizung, Kühlung bzw. Klimatisierung und Lüftung sowie für Beleuchtung und Geräte, die in Gebäuden betrieben werden, auf das technisch Mögliche erforderlich und Voraussetzung, um das Ziel einer Null-Energie-Bilanz zu erreichen.

Für neue Wohngebäude kann und wird ein Energiestandard entsprechend dem Passivhaus zur Regel werden. Auch für die energetische Sanierung ist eine drastische Reduktion des Energieverbrauchs möglich und notwendig.

Bei der Sanierung von Altbauten ist ein Standard erreichbar, bei dem ein Gebäude 40 kWh/m² a Energieverbrauch für Heizwärme

und Warmwasser nicht überschreitet. Für Nicht-Wohngebäude sind analog nutzungsspezifische Zielgrößen zu definieren. Erst derartige Verbrauchsstandards eröffnen die Perspektive einer weitgehenden, bilanziellen Deckung des verbleibenden Energiebedarfs auf Basis erneuerbarer Energien.

Die Verbrauchsstruktur des Gebäudesektors verschiebt sich damit insgesamt von Wärme- zu Strombedarf und bei Wohngebäuden wird aus der bisherigen Dominanz des Heizenergiebedarfs ein nahezu gleich großer Bedarf an Wärme für Warmwasserbereitung und Heizen. Der Bedarf an Klimatisierung wird steigen.

Für die Wärmeversorgung und Kühlung derartiger Gebäude reichen oft niedrige Temperaturdifferenzen zwischen Raum und Verteilsystem, da die Heiz- bzw. Kühlleistungen gering sind. Dies eröffnet Spielräume für hoch effiziente Lösungen unter Aktivierung natürlicher Wärmequellen und -senken wie Außenluft oder Erdreich.

Die Hauptnutzung der Solarenergie in solarthermischen Anlagen liegt bei der Brauchwassererwärmung und der anteiligen Deckung des Heizbedarfs.

Photovoltaik-Strom wird aufgrund der höheren wirtschaftlichen Attraktivität nahezu immer ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Insofern ist die Photovoltaik-Anlage Teil der Gebäudehülle, aber nicht Teil eines integrierten Energieversorgungssystems des Gebäudes. Ändern wird sich das erst, wenn es für den Gebäudebetreiber lukrativer ist, Strom im Gebäude zu nutzen als ins Netz einzuspeisen. Für diesen Fall sind neue systemtechnische Ansätze zu erwarten mit Priorität für den Eigenverbrauch und neuen Anwendungen (beispielsweise die Kopplung von Photovoltaik mit Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen).

Neben der Solarenergie ist für eine Nutzung im Gebäude Biomasse als Energieträger möglich. Biomasse ist ein zeitlich unbegrenzter, aber mengenmäßig begrenzter Energieträger – die Nutzung innerhalb eines Gebäudes mindert die Verfügbarkeit für andere Anwendungen. Insofern ist eine hohe Effizienz in der Nutzung essentiell und bedingt beispielsweise, dass keine ausschließliche Nutzung zur Bereitstellung von Wärme, sondern immer eine gekoppelte Erzeugung von Wärme und Strom erfolgen sollte. Hier sind demnach Wärme-Kraft-Kopplungsprozesse und entsprechende Geräte gefragt, die auf der Basis von Biomasse-Energieträgern betrieben werden können.

Zentrale und dezentrale Lösungen

In wie weit zentrale Versorgungslösungen eingesetzt werden, hängt stark von der städtebaulichen Verdichtung einerseits und vom Energiestandard der Gebäude andererseits ab. Die Errichtung neuer Wärmenetze erfordert aus ökonomischen Gründen eine Mindestgröße des flächenbezogenen Wärmebedarfs (oder Kältebedarfs im Fall von Kältenetzen) und eine Mindestmenge an Abnehmern. In verdichteten Räumen eröffnet der Betrieb von Wärmenetzen die Möglichkeit, den Betrieb von gekoppelter Erzeugung von Strom und Wärme im mittleren Leistungsbereich mit hoher Effizienz auf der Basis von Biomasse zu betreiben. Derartige Wärmenetze ermöglichen außerdem den Einsatz von zentralen, solarthermischen Anlagen mit oder ohne saisonale Speicher.

Energiespeicher sind wichtiger Bestandteil

Energiespeichern kommt bei allen genannten Lösungen eine zentrale Rolle zu, da durch sie eine Entkopplung von Erzeugung und Bedarfsdeckung ermöglicht wird. Dies spielt für erneuerbare Energien ebenso eine Rolle wie für Anlagen der gekoppelten Erzeugung und nicht zuletzt für das Management von Versorgungsnetzen.

Stromspeicher werden insbesondere zum Ausgleich von Schwankungen im Stundenbereich (z. B. Tag – Nacht) betrieben. Wärmespeicher im Stundenbereich spielen eine wichtige Rolle für das Management von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, um einen stromgeführten Betrieb bei zugleich hoher Nutzung der Abwärme zu erreichen. In Solarthermie-Anlagen sind auch größere Speicher sinnvoll, die einen zeitlichen Ausgleich im Bereich einiger Tage ermöglichen. Saisonale Speicherkonzepte sind heute allenfalls im Bereich von Großspeichern in solaren Nahwärmenetzen sichtbar; technische Lösungsansätze für ausreichend kostengünstige Langzeitspeicher für Einzelgebäude sind aus heutiger Perspektive nicht erkennbar.

Vielfältige Forschungsbereiche

Aus den oben genannten Anforderungen ergeben sich unterschiedliche Forschungsfelder, die von der Materialentwicklung bis zur Qualitätssicherung im Betrieb von Gebäuden reichen. Elemente, die aus heutiger Sicht eine zentrale Rolle spielen, sind:

Baumaterialien, Baustoffe, Bausysteme

Zukünftige Baumaterialien und Bausysteme werden in Richtung Multifunktionalität gehen, also neben den grundsätzlichen Funktionen wie Wetter- und Wärmeschutz weitere Funktionen übernehmen:

- adaptive Fassaden zur gezielten Steuerung der Energieflüsse (Tageslicht, Sonnenschutz)
- gebäudeintegrierte Wärmespeicher auf Basis von Latentwärmespeichermaterialien oder anderer Systeme mit hoher Energiedichte
- neue, hochaktive und schaltbare Dämmsysteme, z. B. auf Basis von Vakuumdämmtechnik
- Konzepte zur Sanierung ohne wesentlichen Eingriff in die Gebäudestruktur („minimal invasive Sanierung“).

Haustechnik-Komponenten

Die nächste Generation haustechnischer Geräte löst heute gängige Verfahren der Wärme- und Kältebereitstellung ab und zeichnet sich durch eine insgesamt hohe Umwandlungseffizienz und/oder die wachsende Nutzung von Biomasse aus. Eine zentrale Rolle spielen Energiespeicher:

- neue Wärmepumpensysteme unter Einbeziehung unterschiedlicher Niedertemperaturquellen, insbesondere Abluft, Solarenergie und Erdwärme
- Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen auf Basis von Biomasse in unterschiedlichen Leistungsgrößen
- thermisch angetriebene Wärmepumpen und Kälteverfahren
- angepasste Lüftungstechnik für die energetische Sanierung
- Wärmespeichertechniken
- Stromspeichertechniken
- angepasste und optimierte Hydraulik als Voraussetzung für Low-Ex-Systeme.

Solartechnik

Generell wird es eine Diversifizierung im Bereich der Solartechnik geben mit sowohl hinsichtlich der baulichen Integration als auch der Nutzungsanforderungen (Wärmequelle für Wärmepumpe, Heizen, Brauchwasser, Kühlung, Prozesswärme usw.) angepassten Lösungen:

- baulich und architektonisch integrierte Lösungen für Solarkomponenten (sowohl Solarthermie als auch Photovoltaik – Stichwort Solardächer, Solarfassaden)

- schlüssige Kombinationslösungen von Solarthermie mit Wärmepumpen
- Systeme zur solaren Bereitstellung von Strom und Wärme in einem System (so genannte PV-T-Kollektoren).

Planung und Gebäudebetrieb

Das Energie-Einsparpotenzial im Bereich der Betriebsführung von Gebäuden (und damit im Bereich nicht bzw. gering investiver Maßnahmen) liegt bei bis zu 30 %, bezogen auf den heutigen Verbrauch. Die Implementierung adäquater Betriebsführungskonzepte muss bereits in der Planung berücksichtigt werden und erfordert ein Zusammenspiel von Technik, Nutzung und Gebäudeleittechnik:

- standardisierte und automatisierte Systeme zur Analyse des Betriebs und Identifikation von Fehlern
- kostengünstige Messwert-Erfassungssysteme.

Urbane Infrastruktur

Da Gebäude in aller Regel nicht autark betrieben werden, sondern zumindest über das Stromnetz immer in eine übergeordnete Netzstruktur eingebunden sind, spielen Infrastruktur und Kommunikationstechnik eine zentrale Rolle. Strategien und Konzepte für die Systemsteuerung in dezentral organisierten Netzen (z. B. die Anbindung der Gebäudeautomation an Netzsteuerungsmechanismen wie dem Emissionshandel) bieten in Zukunft mehr Freiheitsgrade für die Energieerzeugung.

Mit neuen IuK-Technologien wie dem Smart Metering wird Demand Side Management bis auf die Ebene des Gebäudes möglich.

Technologisch spielt hier vor allem die Nutzung des Gebäudes als sensibler Energiespeicher eine wichtige Rolle. Daneben spielen auch technische Entwicklungen auf der Seite der Netze eine Rolle. Bei den Gasnetzen ist eine zunehmende Einspeisung von Biogas erforderlich, im Bereich der Wärme- und Kältenetze können neuartige Wärmeträger, die Phasenwechselmaterialien enthalten, die Kapazität der Netze und die Möglichkeit der Speicherung entscheidend verbessern.

Fazit

So wie das Energiesystem insgesamt vor einer massiven technischen Transformation steht, wird sich auch der Gebäudesektor fundamental verändern. Dabei steht neben einer drastischen Reduktion des Energieverbrauchs (insbesondere im Gebäudebestand) von Beginn an das Erreichen eines möglichst hohen Anteils vor Ort nutzbarer erneuerbarer Energien zur Deckung des verbleibenden Energiebedarfs im Fokus. Nur so kann der Bedarf an zeitlich begrenzt zur Verfügung stehenden Energieträgern zum Betrieb von Gebäuden ausreichend reduziert werden. Für Deutschland führt dies neben den positiven Effekten für die Umwelt zu einer signifikanten Reduktion der Abhängigkeit von internationalen Energiemärkten und bietet erhebliche Chancen zur Erschließung von Exportmärkten für die neu entwickelten Techniken und Konzepte.



Der Autor
Prof. Eicke R. Weber, Leiter Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg