

GEBÄUDEBEZOGENE SOLARENERGIENUTZUNG

LAGE DER ERNEUERBAREN ENERGIEN UND DER „ENERGIEWENDE“

Energieerzeugung für Gebäude fokussiert traditionell die Deckung des Bedarfs für Heizwärme und Warmwasser.

Dies geschah in der gesamten Geschichte des Bauens vorzugsweise mit dem, was wir heute – im gewachsenen Bewusstsein ihrer Genese aus organischen, durch Sonnenenergie entstandenen Substanzen – als fossile Brennstoffe bezeichnen: Holz, Kohle, Erdöl, Gas, Uran, Wasserstoff. Das Bewusstsein der begrenzten Verfügbarkeit dieser Brennstoffe, der Erderwärmung und der Klimaveränderungen haben dazu geführt, dass die Fachdiskussion über eine Ausweitung der Verwendung von Erneuerbaren Energien (EE) als mögliche Gegenstrategie gegen die zunehmende Rohstoffknappheit und die ökologischen Probleme verstärkt in das allgemeine Bewusstsein gerückt ist.

Der Weg zu einem umfassenderen Einsatz von Solarenergie war lange Zeit ein sehr steiniger: Bis vor etwa zehn Jahren blieben selbst die ersten Versuche in den USA ab etwa 1910, Solarhäuser zu errichten, unübertroffen. Die dort bereits umfassend für Wärmeerzeugung verwendete thermische Solartechnik wurde in Europa – und wird zum Teil noch heute – größtenteils nur für die Trinkwassererwärmung verwendet. Ebenso blieb die Stromerzeugung mit Photovoltaik eine gebäudeunabhängige neue Form der Energieerzeugung, die bei der Installation an oder auf Gebäuden bestenfalls ein gut positioniertes „add on“ darstellt.

Maximaler Einsatz von „Erneuerbaren“ durch solaraktive Gebäudehüllen

Eine umfassendere Sicht auf Gebäude als Ressourcen- und Energieverbraucher ist notwendig. Nur sie ermöglicht, Bauteile, insbesondere die der Gebäudehülle, ganzheitlicher zu sehen und in die Energiebilanzierungen einzubeziehen, da allein der Energieverbrauch von Gebäuden für Wärme- und Warmwassererzeugung mehr als vierzig Prozent des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland beträgt.

Dies wird vor allem durch den Bestand der vor 1995 errichteten Gebäude verursacht und begründet die Vorrangigkeit der Modernisierung. Die heutige Fragestellung nach der zukünftigen Effizienz aller Gebäude – des Bestandes wie der Neubauten – muss deshalb eine umfassende, ganzheitlichere sein: Wenn ein nachhaltiger Umbau der gesamten Volkswirtschaft mit dem Ziel der Beherrschung der immer drängenderen Klimaprobleme gelingen soll, ist nicht nur die Verringerung des Wärme- und Energiebedarfs notwendig, sondern auch der Ausstieg aus der Verwendung fossiler Energien und der umfassende, maximal mögliche Einsatz von EE an ihrer Stelle – gerade auch bei Gebäuden. Dies erfordert integrale Planungskonzepte, bei denen die Gebäudehüllen als passive oder aktive energetische Komponenten in die Planung eingehen – wir benötigen Bauteile und keine applizierten Geräte: wand- und dachintegrierbare thermische und photovoltaische Komponenten, die aus den passiv solaren Teilen der Gebäudehüllen ein Maximum an solaraktiven Bauteilen machen.

Die Energieeffizienz nicht nur der Industriestaaten wächst kontinuierlich: Das „ökonomische Wachstum hat sich vom

Energieverbrauch entkoppelt (Bild 1)¹⁾ und der Energieverbrauch wächst in allen Verbrauchssektoren (Bild 2). Hierbei stellt nach wie vor – aufgrund der geringen Modernisierungsquote von Gebäuden – die Heizwärme den größten Treiber des Energieverbrauchs dar. Hinzu kommt, dass die Modernisierungsrate derzeit lediglich 0,7% beträgt und weiter sinkt²⁾. Der Verbrauch für Heizen und Kühlen steigt deshalb stetig weiter, ebenso der Stromverbrauch.

Auf der Suche nach dem Königsweg

Nach dem seit kurzem auch die Bundesregierung öffentlich eingestanden hat, dass die für 2020 angestrebten Klimaschutz- und Energieeinsparziele „-20/20/20“ nicht und die Ziele für 2050 (primärenergetisch -80%, weltweit -50%) möglicherweise noch wenige erreicht werden, ist man etwas ratlos. Denn trotz einer schwindenden Bevölkerung nimmt der Wärmebedarf zu³⁾. Daran ändert wohl auch eine eventuell mittelfristig stärkere Zuwanderung nichts. Hinzu kommt, dass bei vor 1975 errichteten Gebäuden der tatsächliche Energieverbrauch um 50% unter den berechneten Werten, bei seit 1995 neuerrichteten Gebäuden der tat-

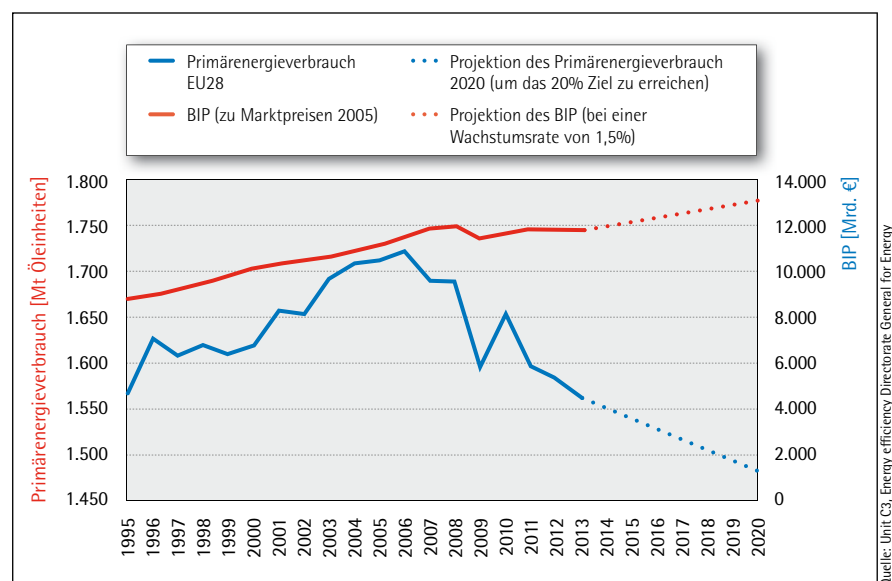
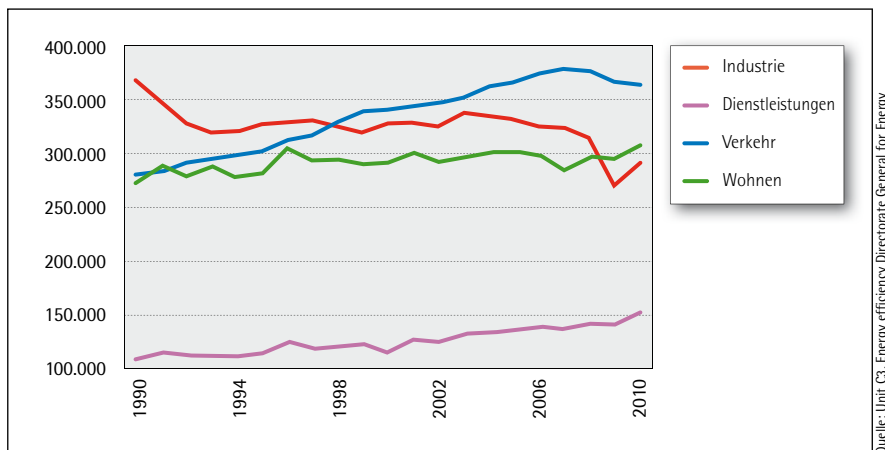


Bild 1: Das Wirtschaftswachstum entkoppelt sich in der EU vom Energieverbrauch



Quelle: Unit C3, Energy efficiency Directorate General for Energy

Bild 2: Energieverbrauch nach Sektoren in der EU

sächliche Verbrauch um 55% über den Berechnungen liegt, mit steigender Tendenz⁴).

Die Folge der durch unterschiedliches Nutzerverhalten in Neubauten und sanierten Gebäuden entstehenden „prebound“- und „rebound“-Effekte (siehe „Cambridge Study“⁵) ebenso die darauf aufbauende für das österreichische Bundesministerium für Verkehr und Energie), ist ein weiterhin stark ansteigender Energiebedarf. Auch dies ist ein wichtiger Hinweis darauf, dass der Energiebedarf längerfristig nur mit EE nachhaltig zu decken ist. Zusätzlich ist dabei zu berücksichtigen, dass die Wärmeversorgung von Gebäuden – was den Primärenergiebedarf betrifft – sogar etwa 75% beträgt: ein weiteres Argument für den verstärkten Einsatz von EE in und an Gebäuden. Insgesamt entfallen sogar zwei Drittel des Energieverbrauchs und der Emissionen auf den Betrieb von Gebäuden – 18 Millionen Wohngebäude (davon 75% vor 1979 errichtet), 3 Mio. Nichtwohngebäude sowie den Verkehr. Uta von Winterfeld (Wuppertal Institut für Klimaforschung)⁶): „Das Problem dabei – 85% des Gesamtenergieverbrauchs eines Haushaltes gehen allein auf Raumheizung und Warmwasserbereitung zurück“⁷).

Es fragt sich, wie die Ziele der 2010 verabschiedeten EU-Gebäuderichtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und den verbindlichen Standard von Niedrigstenergiegebäuden („Nearly Zero Energy Buildings“)⁸) ab 2020 sowie die Einführung des „Klimaneutralen Gebäudes“ für Neubauten in Deutschland 2020 erreicht werden können. Schon der bekanntermaßen geringe Neubauzuwachs von ca. 4 bis 6% zum Gebäudebestand macht deutlich, dass die immer weitere Verschärfung der energetischen Standards wenig wirksam, wegen des Mehrverbrauchs an Ressourcen und Energie sogar kontraproduktiv für das Ziel einer

„Energiewende“ bleiben wird. Angesichts der Tatsache, dass dank größerer Effizienz insgesamt ständig mehr Energie verbraucht wird, ist der maximale Einsatz ökologisch verträglicher, erneuerbarer Energieträger deshalb wohl die einzige nachhaltige Alternative.

Hierbei stellen die bestehenden Lebensstandards und der Gebäudebestand die große Herausforderung dar: Der Bestand muss ausreichend verbessert – und attraktiver werden: Schon dies bedeutet im Sinne der Nachhaltigkeit „Suffizienz am Bau“: ca. 50 bis 60% weniger Rohstoff- und Energieaufwand und eine maximale Verwendung von EE für Wärme, Strom und Mobilität als Leitprinzip. Derzeit kann schon deshalb nur ein Ausstieg aus fossiler Energieerzeugung eine dauerhaft nachhaltige Strategie darstellen.

Wie wichtig diese Thematik auch von politischer Seite genommen wird, zeigen die flächendeckend für ganz Deutschland von Energieagenturen und Verbänden erstellten lokalen Solarkataster mit einer Ausweisung der für Solarenergienutzung geeigneten Erträgen auf und an Gebäuden, die zum Teil detailliert zeigen, wie groß das Potenzial hierfür ist.

Vom Wärmebedarf zum Energiebedarf

Die ständige Verschärfung der Anforderungen in der deutschen EnEV analog zu den Vorgaben der EU-Gebäuderichtlinie 2019/20 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und ihre verbindliche Vorgabe eines Fast-Nullenergiestandards ist – wenn überhaupt – von voraussichtlich geringer Wirkung und mit negativen Auswirkungen auf Gebäudekonstruktion und -gestaltung verbunden: „Die Zwänge beim Erreichen noch höherer Standards – überdicke Wände, schachtartige Fenster, die Behaglichkeit beeinträchtigende Heizsysteme“ haben negative Auswirkungen für Gebäude, gerade im Bestand. Dagegen sind „die Methoden,

Technologien und Werkzeuge, extrem energiesparende oder in vielen Fällen in der Gesamtbilanz Energieüberschuss erzeugende Häuser zu planen und zu bauen schon heute vorhanden“ und: „In der Gesamtbetrachtung wird die regenerative Energieerzeugung am Gebäude zunehmend wirtschaftlich und macht den passiven Maßnahmen Konkurrenz.“⁹).

Hinzu kommt, wie Norbert Fisch bereits 2012 umfassend dargestellt hat, dass der anteilige Primärenergieverbrauch in Wohngebäuden für Beheizung und Warmwasserverbrauch in den letzten 15 Jahren im Vergleich zum elektrischen Stromverbrauch gesunken ist, da parallel zur sukzessiven Verschärfung der EnEV die steigende Elektrifizierung und IT-Ausstattung der privaten Haushalte gestiegen ist: Bei Niedrigstenergiewohngebäuden ist der Primärenergieverbrauch für elektrische Haushaltsgeräte und Kleinverbraucher der dominante. Vor allem bei neuerrichteten Bürogebäuden wird der Primärenergieverbrauch durch den Stromverbrauch für Lüftung und Beleuchtung sowie nutzerspezifische Arbeitsmittel (Computer, Drucker, Kopierer, Server etc.) bestimmt. Eine Verschärfung des baulichen Wärmeschutzes mit einer Fokussierung auf den Heizwärmebedarf, wie z.B. beim Passivhauskonzept, ist bezogen auf die Gesamtenergiebilanz nur sehr eingeschränkt zielführend¹⁰).

Die Deckung des gestiegenen Energiebedarfs und damit auch die Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben bezüglich der Verwendung von EE wie im „Erneuerbaren Energien Wärmegesetz“ (EEWärmeG) für Neubauten – und zum Teil in Ländergesetzen für Altbauten vorgeschrieben – mit Solartechnik ist wirtschaftlicher geworden. Das vor allem, dank der gesteigerten Leistungsfähigkeit photovoltaischer Module und deren parallel extrem gesunkenen Anschaffungskosten, die inzwischen bei weniger als einem Viertel der Preise von vor zehn Jahren liegen. Hinzu kommt die in den letzten Jahren um bis zu vierzehn Prozent stärker gewordene Strahlungsintensität. Die Anrechenbarkeit der Versorgung von Gebäuden mit eigener Solartechnik auf die Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben ist zusätzlich eine wichtige Voraussetzung für den verstärkten Einsatz von Solartechnik in und am Gebäude. Deren Integration in die Gebäudehülle wird um so wichtiger, da sie die möglichen Flächenpotenziale erhöhen kann.

Neubau versus Energetische Sanierung

Neubau und Bestand haben generell sehr unterschiedliche Bedeutung für das Erreichen der politischen Klimaziele: Der

überragende Anteil des Gebäudebestandes am Energieverbrauch – mit über 95% und seiner nur sehr geringen Modernisierungsquote macht diesen zum entscheidenden Faktor. Wie neuere Studien zeigen, unterscheiden sich Neubauten und Bestandsgebäude nicht prinzipiell bezüglich eines Einsatzes von Solartechnik.

Unterschiedlich sind die durch das vorgegebene Gebäude im Bestand die zur Verfügung stehenden Flächen für die Installation von Solartechnik auf Dächern und Außenwänden und das – auch aus Wirtschaftlichkeitsgründen – höher anzusetzende energetische Versorgungsniveau sowie die – auch nach einer Modernisierung – in der Regel höher als beim Neubau ausfallenden Betriebstemperaturen der Heizsysteme: Fußboden- und Wandheizungen sind aufwendiger in der Installation und oftmals nicht in ausreichendem Umfang herzustellen.

Dennoch ist zumindest für Ein- und Zweifamilienhäuser der Einsatz bauteilintegrierter Solartechnik durchgängig möglich – sogar mit dem Vorteil, dass bei einer Modernisierung und einer Wand- oder Dachflächenintegration Kosten für Dachdeckungen, Außenputze oder Fassadenverkleidungen eingespart werden können, was natürlich die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen erhöht. Hinzu kommt – für Neubau wie Bestand gleichermaßen – dass bauteilintegrierte Solartechnik wie Photovoltaikmodule oder thermische Warmwasser- und Luftkollektoren passiv solare Effekte auf die Gebäudehülle haben: thermische Abschirmungen und damit eine Verringerung von Wärmeverlusten der Bauteile sowie erhöhte Einspeichermöglichkeiten von Solareinträgen in Bauteile. Wie

schon die Erfahrungen mit transparenter Wärmedämmung gezeigt haben, müssen jedoch zu hohe Wärmeeinträge in Hüllflächen im Hochsommer abgeschirmt werden, was auf verschiedene Weise, z.B. mit Aerogelen oder anderen Phasenwechselmaterialien (PCM) geschehen kann. Entsprechend serienmäßig ausgerüstete Module sind in der Entwicklung.

Wie Untersuchungen des österreichischen Solarforschungsinstituts aee intec und des Fraunhofer Instituts für Solare Energie (ISE) in Freiburg gezeigt haben, ist bei Wandverkleidungen mit Solarkomponenten selbst an bedeckten Wintertagen der „dynamische“ U-Wert um 30% niedriger als der errechnete „statische“ Wert ohne eine derartige Vorsatzschale. Die energetische Bedeutung sowie die technischen und gestalterischen Möglichkeiten gebäudeintegrierter Solartechnik steigen also ständig, ebenso ihre Wirtschaftlichkeit. Sie bietet deshalb – auch ohne den Druck, die vorgeschriebenen energetischen Standards erfüllen zu müssen, hervorragende Möglichkeiten ökologische und nachhaltige Gebäude realisieren zu können.

Plusenergiehäuser, „KlimaPlus“-Gebäude und gebäudeintegrierte Solartechnik

Wie bereits dargestellt, sind Forderungen der EU-Gebäuderichtlinie 2020, insbesondere die primärenergetischen Werte, letzten Endes nur mit dem verstärkten Einsatz von EE, insbesondere Solarenergie zu erfüllen. Dies hat nun notgedrungen auch das Darmstädter Passivhausinstitut realisiert – obwohl man dort die Auffassung vertrat, die weitere Senkung des Heizwärmebedarfs

von Gebäuden sei der Königsweg: Neben dem normalen Passivhausstandard „Classic“ sind nun die Standards „Plus“ und „Premium“ eingeführt worden, die den Einsatz von Solarthermie und Photovoltaik zur Senkung des Primärenergiebedarfs verbindlich vorsehen, da anders die EnEV- und Förderstandards nicht mehr erreicht werden.

Eine im Auftrag des Bundesumweltministeriums (BMU) vom Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS) der TU Braunschweig 2014 erstellte Studie mit dem Titel „future:solar – Systemanalyse zur solaren Energieversorgung“ zeigt die Möglichkeiten 100% regenerativer, lokaler Energieversorgung von Einfamilienhäusern (EFH) und, Mehrfamilienhäusern (MFH) auf, sowohl für Neubauten als auch im Bestand – mit Solarthermie ebenso wie mit Photovoltaik. Als am kostengünstigsten in Erstellung und Betrieb erweisen sich bei allen Gebäudetypen Kombinationen von Wärmepumpen und Photovoltaik oder Biomasse, Solarthermie und Photovoltaik. Generelle Einschränkungen der Möglichkeiten ergeben sich für MFH in der Sanierung, da die maximal verfügbaren Dachflächen – vor allem bei Satteldächern – in der Regel nicht ausreichen. Auch hier ist zu erkennen, dass die gebäudeintegrierte Solartechnik durch Einbeziehen von geeigneten Außenwand- oder Brüstungsflächen dieses Manko bei MFH ausgleichen bzw. möglichst umfangreicher Bedarfsdeckung am Ehesten kompensieren kann: Erst unter Einbeziehung der Außenwandflächen werden bei größeren Gebäuden Plusenergiehäuser möglich, die gegebenenfalls den gesamten Energiebedarf – einschließlich Haushaltsstrom – und die Versorgung von Elektrofahrzeugen gewährleisten können. Zusätzlich sind derzeit zunehmend wirtschaftlicher werdende Batteriespeicher – für die Pufferung des mit der eigenen PV-Anlage produzierten Stroms – und größere Warmwasserpufferspeicher für die von der solarthermischen Anlage produzierte Wärme immer unerlässlicher, um höhere energetische Deckungsgrade zu erreichen und damit die kommenden gesetzlichen Forderungen zu erfüllen. Auch die konstruktive Ausbildung und Gestaltung von Gebäuden als Energiespeicher wird im Zusammenhang mit den steigenden energetischen Anforderungen eine wichtige Rolle spielen und damit ebenfalls die bauteilintegrierte Solartechnik.

Prototypische, weiterführende Beispiele für derartige Plusenergie- und „KlimaPlus“ Häuser sind das „Aktiv-Stadthaus“ (Bild 3) und das Bürohaus Riedberg (beide in Frankfurt am Main) des Kasseler Architekturbüros Hegger-Hegger-Schleif.



Quelle: Hegger-Hegger-Schleif Architekten

Bild 3: Aktiv-Stadthaus (Plusenergiehaus) Frankfurt am Main

Solare Stadtplanung

Auch in der Stadtplanung stellt der Bestand die größte energetische Herausforderung dar, bietet jedoch ganzheitlich, bei umfassender Analyse die umfassendsten Möglichkeiten ökologischer und nachhaltiger Erneuerung und Weiterentwicklung der Städte als Lebensräume der Zukunft.

Ökologische und solare Aspekte haben bereits seit Mitte der 1970er Jahre in der Stadtplanung – in Analysen wie städtebaulichen Konzepten – eine Rolle gespielt, sind jedoch in der Realität nie umgesetzt worden. Erst städtebauliche Projekte der 1990er Jahre haben die Überlagerung von Konzeptleitbildern unterschiedlicher Prinzipien umzusetzen versucht, um die ökonomischen und ökologischen Strukturen nachhaltig zu verbessern.

Neuere Studien zeigen, dass die Handlungsmöglichkeiten „solare“ Städtebaukonzepte am Wesentlichen durch die Agglomerationsdichte begrenzt werden: Die notwendige Erschließung zusätzlicher Flächen für die Energiegewinnung läuft einer Erhaltung der außenräumlichen Qualitäten einer „gegliederten und aufgelockerten Stadt“, wie sie in Europa mit dem Vorbild der Gartenstadtsiedlungen und ihrer räumlichen Geschlossenheit besteht, zuwider. Bis heute bleibt der Imagegewinn durch Solartechnik ein immaterielles, nicht substantiell weiterführendes Leitmotiv.

Dagegen ist die passive Nutzung der Solarenergie durch Orientierung der Wohnräume zur Sonne, die Pufferzonenbildung mit großflächigen Verglasungen durchgängig bekannt, aber nicht gängige Praxis. Sie ist ein vorbildliches Modernisierungsprinzip, wie es in den großen Pariser Vorstadtsiedlungen und „Trabantenstädte“ der 1970er Jahre etwa in den Projekten der Architekten Lacaton & Vassall (Bild 3) umgesetzt wird. Auch hier wäre die aktive Solarnutzung der Dachflächen und Fassaden mit gebäudeintegrierter Solartechnik der nächste mögliche Schritt zu größerer Energieeffizienz und ökologischer Nachhaltigkeit.

Wie die Studie „future:solar“ des Instituts für Gebäudetechnik der TU Braunschweig aufzeigt, stellen insbesondere im Bestand die viel zu geringen verfügbaren Flächen für Solarnutzung bei MFH eine massive Begrenzung des Einsatzes von Solartechnik dar. Deshalb ist auch hier die in Fassaden- und dachintegrierte Nutzung von Solartechnik eine wichtige Erweiterung der Handlungsmöglichkeiten.

Wie weit die vorhandenen Vorstellungen in Politik und selbst Wissenschaft nach wie vor von realen, umsetzbaren Konzepten entfernt sind, zeigen die wenig konkreten Ausführungen einer vom

Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft mitverfassten Studie mit dem Titel „Morgenstadt – wie wir morgen leben“¹¹⁾:

„Energie in der Morgenstadt

Die Morgenstadt wird bei einem Großteil ihrer Prozesse CO₂-neutral sein und nahezu keine Energieversorgung von außen benötigen. Multi-Energy Smart Grids verknüpfen intelligent Energieerzeugung und -verbrauch über verschiedene Energieträger hinweg und sind optimal auf den jeweiligen Bedarf abgestimmt. Die Morgenstadt wird ein hybrider Energiespeicher sein, der alle Speichermedien virtuell miteinander vernetzt und ausbalanciert. Aus Abwasser wird die Wärme zurückgewonnen und in dezentralen Kläranlagen wird Biogas zur Energieversorgung erzeugt.

Die Morgenstadt wird ein organischer Komplex aus interagierenden Gebäuden und Infrastrukturen sein, welche ihre hohe Effizienz auch bei steigenden Klimaschwankungen beibehält. Ihr städtebauliches Konzept erlaubt eine autarke Energieversorgung dank vollständiger Nutzung vor allem solarer Energien und einer Adaption der Gebäudehüllen hinsichtlich zeitweise gewünschter Energiegewinne. Zuvor einseitig genutzte Bereiche erhalten durch die adaptive Gestaltung einen Mehrwert; so können z.B. Gebäudehüllen neben ihrer Schutzfunktion auch zur Lärmreduktion und als Emissionssenke für chemische und biologische Schadstoffe dienen. Für lebenszyklusorientierte Bauweisen stehen innovative und flexible Planungs- und Bauerstellungsprozesse bereit“.

Solare Mobilität und energetische Gebäudekonzepte

E-Mobilität eröffnet – unter energetischen Aspekten betrachtet – die Perspektive, Fahrzeuge als zusätzliche Speicher und damit Energiepuffer im zentralen und dezentralen Stromnetzen einsetzen zu können. Ebenso können mit ihr Lastspitzen und Versorgungsengpässe ausgeglichen und, bezogen auf Gebäude, deren energetische Gesamtbilanz verbessert werden. Gebäude werden auf diese Weise von reinen Energieverbrauchern zu Energieproduzenten, die das Netz entlasten können. Letzteres stellt einen wichtigen Aspekt für „Energie-Plus“-Gebäudekonzepte dar: Überschüsse aus photovoltaisch erzeugtem Strom können auf diese Weise eigengenutzt werden. Die Tatsache, dass in den Industrienationen ein Drittel des CO₂-Ausstoßes durch den Straßenverkehr erzeugt wird, macht deutlich, wie wichtig das Einbeziehen der Energieerzeugung für Mobilität auch für energetische Gesamtkonzepte von Ge-

bäuden auf der Basis von Erneuerbaren Energien ist.

Darüber hinaus müssen neben den Versuchen, Reichweite und Unabhängigkeit von E-Mobilen außerhalb der häuslichen, festen Energiequelle zu vergrößern auch die Gebäude im zukünftigen Stromnetz eine wichtige Rolle spielen: „Somit werden Gebäude integrale Bestandteile der neuen, intelligenten Stromnetze, der Smart Grids“.¹²⁾ Die Lastprofile der Gebäude, d.h. die Nutzung des Netzstroms, muss entsprechend der Verfügbarkeit, in einer zeitlichen Umschichtung und mit dem Ziel einer hohen Eigenstromnutzung kombiniert werden. Die Einsparpotentiale durch „Smart Metering“ und Eigenstromverbrauch aus PV-Anlagen beginnen derzeit bei 5% und können bis zu 80% erreichen.

Jegliche auf der Erde verfügbare Energie ist solaren Ursprungs – ob fossil oder regenerativ.

Den Ressourcenverbrauch und damit die primärenergetische Gesamtenergiebilanz so gering wie möglich zu halten muss endlich Ziel und Grundprinzip allen Handelns werden.

Dies ist nur mit dem größtmöglichen Einsatz Erneuerbarer Energien möglich.

Fußnoten

- 1) Rey-Garcia, Leiterin Team Gebäude des Generaldirektorats für Energie der EU, Heidelberg 2014
- 2) ebenda
- 3) Winterfeld, Herbstforum Altbau, Stuttgart 2013
- 4) Fisch u.a., Energie-Plus-Gebäude und Quartiere als erneuerbare Energiequellen, Leonberg, 2012
- 5) Hüttmann, „Die tatsächl. Energiekennwerte“, SONNENENERGIE 2|16
- 6) Winterfeld, w. vor
- 7) Winterfeld, w. vor
- 8) Hüttmann, „Auf der Suche n. d. Königsweg“, SONNENENERGIE 1|15
- 9) Hegger, Aktivhaus: vom Passivhaus zum Energieplushaus, 2013
- 10) Fisch, w. vor
- 11) Bullinger, Röhlein: Morgenstadt, Lösungen für das urbane Leben der Zukunft, 2012
- 12) Fisch, w. vor

ZUM AUTOR:

► *Hinrich Reyelts*

Diplomingenieur und Architekt leitet den DGS-Fachausschuss Solares Bauen

buer0@reyelts.de