Effizienz für die Gebäudeenergiewende

Søren Peper; Jürgen Schnieders,
Passivhaus Institut, Rheinstraße 44/46, 64291 Darmstadt, Deutschland
Tel.: +49 (0) 6151 826990; Soeren.Peper@passiv.de

Aufgrund der weltpolitischen Situation befindet sich Deutschland seit Herbst 2022 in einer bis dahin völlig ungewohnten Situation: Energie ist plötzlich knapp. Zu diesem Zeitpunkt werden 50% der Gebäude mit Erdgas versorgt. Die wichtigen Erdgaslieferungen aus Russland, die bis Anfang 2022 50% dieses Verbrauchs ausmachten, bleiben ab September vollkommen aus. Ein Ausweichen auf andere Gaslieferanten, etwa durch LNG-Importe, erfolgt mit höchster Priorität. Die sozialen Folgen der drastisch teurer gewordenen Energie werden durch Subventionierung zum Teil ausgeglichen. Die volkswirtschaftlichen Kosten dafür sind erheblich, der Bundestag hatte hierfür eine Kreditaufnahme in Höhe von 200 Mrd. € genehmigt. Mittlerweile hat sich die Situation der Lieferengpässe und Energiekosten etwas entspannt, die Gesamtsituation hat sich allerdings nicht grundlegend geändert.

Das öffentliche Interesse konzentriert sich in dieser Situation auf drei Bereiche, die leicht zugänglich erscheinen: Verhaltensänderungen, Fotovoltaik-Installationen und der Ersatz von Gaskesseln durch Wärmepumpen. Vernachlässigt wird oft die Tatsache, dass erneuerbare Energien nur in Verbindung mit hoher Effizienz klimaneutrale Energieversorgung und Unabhängigkeit gewährleisten können. Dies gilt auch für die Bundesregierung: bis 2022 war das KfW-55-Niveau durch die großzügige Förderung zum De-facto-Standard geworden. Nach Abschaffung der Förderung werden viele Neubauten auf die Mindestanforderung des GEG zurückfallen, die auch in der Neufassung GEG 2024 einen spezifischen Transmissionswärmeverlust von 100 statt (für KfW 55) 70% des Referenzgebäudes fordert. Die zusätzliche Primärenergieanforderung ist bei Einsatz einer Wärmepumpe leicht zu erreichen, sodass neue Gebäude vom Ergebnis her sogar mehr Heizenergie verbrauchen als früher.

Der spezifische Heizwärmebedarf der Haushalte beträgt dabei seit ca. 10 Jahren um 130 kWh/(m²a) (vgl. [Passipedia 2023]). 80% davon lassen sich einsparen, wie Abbildung 1 zeigt und wie in zahlreichen realisierten Sanierungsprojekten belegt ist. Hier gibt es also ein gewaltiges Potenzial.

Die entscheidende Bedeutung der Energieeffizienz im Raumwärmesektor lässt sich am Beispiel Deutschlands gut illustrieren. Für Raumwärme allein wurde 2021 Endenergie im Umfang von 696 TWh verbraucht, während der gesamte Endenergieverbrauch knapp 2500 TWh betrug [Dena 2023]. Zum Vergleich: Aus Wind und PV können in Deutschland bei vollständigem Ausbau 1000 bis 1500 TWh/a Strom erzeugt werden (Abbildung 2). Schon an diesen Zahlen wird deutlich, dass für eine nachhaltige Versorgung des Gebäudesektors hohe Effizienz der Gebäudehülle und der Einsatz effizienter Haustechnik kombiniert werden müssen.

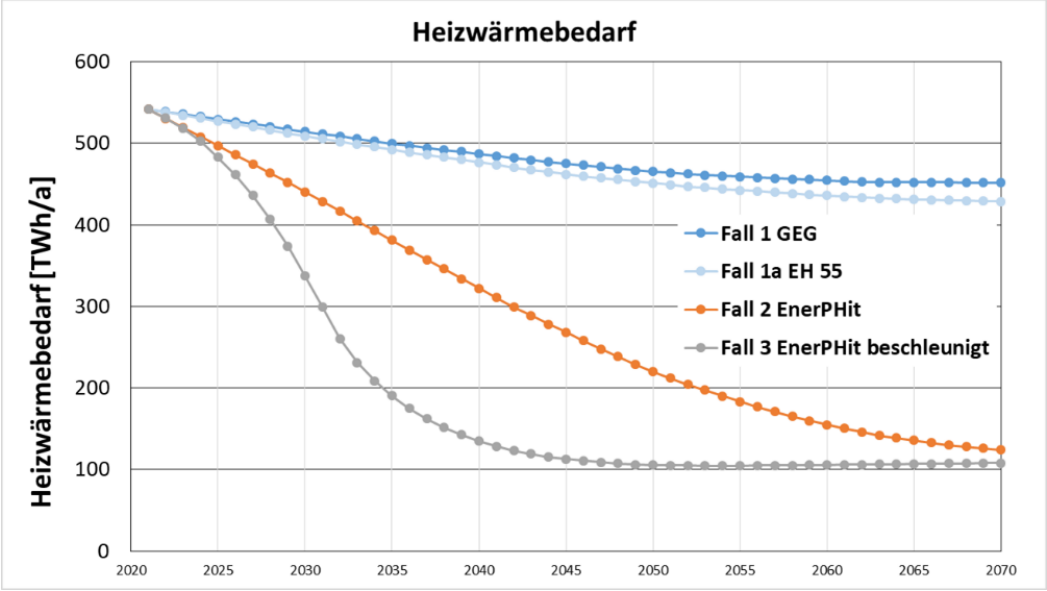

Abbildung 1: Heizwärmebedarf der Wohngebäudebestands nach verschiedenen Szenarien. Die obere, dunkelblaue Linie entspricht dem aktuellen Trend. Geboten und wirtschaftlich sinnvoll wäre eine Sanierung aller Objekte auf EnerPHit-Niveau, wann immer die entsprechenden Komponenten das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben oder Gebäude (z.B. bei einem Eigentümerwechsel) ohnehin saniert werden, das entspricht der orangefarbenen Linie. Der graue, 'beschleunigte' Verlauf ist aus wirtschaftlichen und praktischen Gründen so schnell kaum realisierbar. Grafik aus [Schnieders 2021].

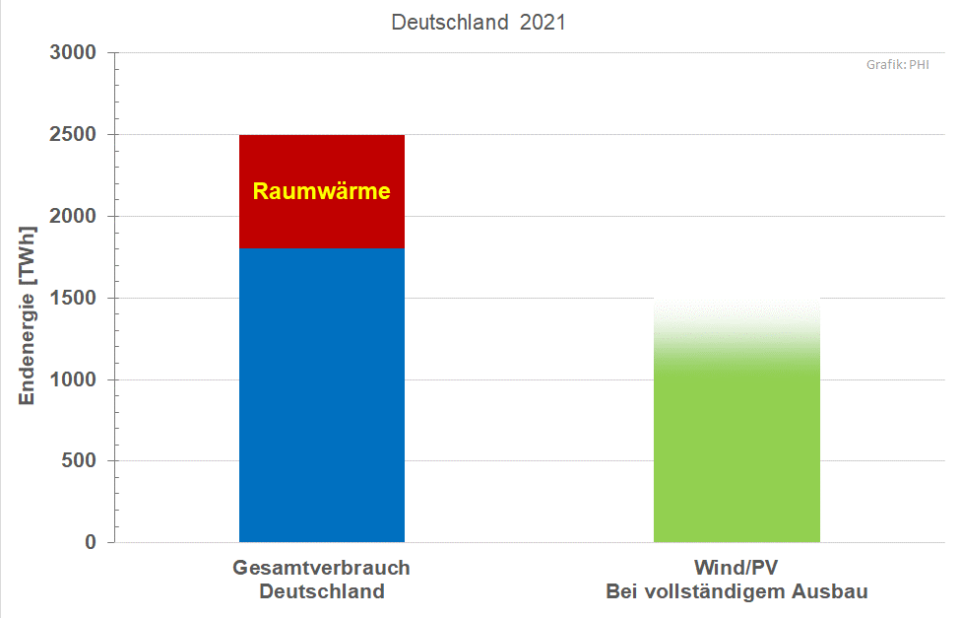

Abbildung 2: Endenergieverbrauch Gesamt (Teilbereich Raumwärme) im Vergleich der möglichen erneuerbaren Erzeugung von PV und Windkraft bei vollständigem Ausbau in Deutschland.

Die zurzeit anhaltende Diskussion zum Thema „Kommunale Wärmeplanung“ darf nicht missverstanden werden und zu einer Pause bei der dringend notwendigen Verbesserung der Gebäudequalität führen. Natürlich müssen die Gebäudeeigentümer für sinnvolle Entscheidungen zur Erneuerung der Wärmeversorgung ihres Gebäudes wissen, was ihre Kommune in welchem Zeitfenster plant. Aber die zukünftige Versorgungsart des Gebäudes

verändert NICHT die dringende Notwendigkeit die energetische Qualität des Gebäudes oder der Liegenschaft zu verbessern, wenn Bauteile „fällig“ sind.

Sanierung: Das Kopplungsprinzip und die Maßnahmenqualität

Der Gebäudebestand ist keine statische Größe: Ständig werden dysfunktionale oder veraltete Fenster ausgetauscht (Rate ca. 2,7%/a), Dächer neu eingedeckt (ca. 1,5%/a), Fassaden neu verputzt oder neu gestrichen (über 2%/a). Jede dieser (und weiterer) Maßnahmen kann mit einer energetischen Sanierung des betreffenden Bauteils kombiniert werden – denn zu diesem Zeitpunkt benötigt die Baustelle ohnehin beispielsweise ein Gerüst, und die für die Energiesparmaßnahme notwendige Freilegung des Bauteils sowie die Erneuerung der zugehörigen Wetterschutzschale stehen auch ohnehin an. Schon seit den 1980er Jahren werden solche Anlässe in den Wärmeschutzverordnungen, später in der Energieeinsparverordnung und heute im Gebäudeenergiegesetz als Auslöser für sogenannte „bedingte Maßnahmen“ angesehen. Eine entsprechende wärmetechnische Verbesserung wird dann gefordert – und diese ist in einem solchen Fall außerordentlich wirtschaftlich [Kah 2008]. Nicht-gekoppelte Maßnahmen sind selbstverständlich auch willkommen, insbesondere dann, wenn keine Kopplungstatbestände vorliegen. Hier braucht es vor allem Bereitschaft und Kompetenz, dann lassen sich gerade hier auch kurzfristige Erfolge erzielen. In jedem Falle, insbesondere auch bei den gesetzlich formulierten Anlässen, ist es sehr wichtig, tatsächlich **mit einer hohen thermischen Qualität zu sanieren**, da sonst, mit dem gerade modernisierten Bauteil, über meist viele Jahrzehnte eine erneute Sanierung an der gleichen Stelle nicht realistisch ist, und auch aus ökonomischer Sicht deutlich ungünstiger abschneiden würde. Die Folge wäre ein **Lock-In-Effekt**, der die Energiewende blockieren und das Erreichen der Klimaziele unmöglich machen würde.

Sanierungsqualität EnerPHit

Auch bei der Sanierung lassen sich hohe Energieeinsparungen erreichen; der Standard dafür heißt „EnerPHit“ (Energetische Sanierung auf der Basis der Passivhaus-Technologie). Dabei sind sowohl die hocheffizienten Komponenten nützlich (Dreifachverglasung, Lüftung mit Wärmerückgewinnung) als auch die Planungsmethode mit Hilfe des PHPP (Passivhaus-Projektierungspaket). Vor allem eines ist hier wichtig: Das Prinzip **„Wenn schon, denn schon“**: Wenn schon mal eine Komponente an einem Altbau sowieso „angefasst wird“, dann ist es sehr wichtig, dass das dann immer dauerhaft und wirklich energieeffizient ausgeführt wird. Die Kostendifferenz zwischen der „ohnehin-Sanierung“ und einer Maßnahme, welche die Nachhaltigkeit sicherstellt, ist regelmäßig weit geringer als die ohnehin anfallenden Kosten. Details zu den Anforderungen finden sich hier [EnerPHit].

Maßnahmen

Die vollständige Nutzung der Einsparpotenziale ist dringend angezeigt, sie dauert jedoch mehr als ein Jahrzehnt (vgl. dazu [Schnieders et al 2021]). In der akuten Energiekrise – welche entgegen der allgemeinen Wahrnehmung weiter anhält - stellt sich die Frage, welche Maßnahmen sich auch kurzfristig aktivieren lassen. Die beiden entscheidenden sind die

Aktivierung der Eigenleistung (DIY) und die Steigerung der Umsetzungseffizienz. Auf beide soll im Folgenden eingegangen werden:

Eigenleistung („DIY“)

Kurzfristige Verbesserungen innerhalb weniger Monate sind auf breiter Front dann möglich, wenn sie durch die Bewohnerinnen und Bewohner weitgehend selbst, d.h. ohne den Einsatz begrenzt verfügbarer Handwerker, umgesetzt werden können.

Das PHI hat mit Unterstützung des Landes Hessen geeignete Maßnahmen identifiziert, bewertet und Anleitungen für solche **D**o-**I**t-**Y**ourself-Projekte (DIY) erstellt. Zusammen mit der LEA Hessen und dem Energiesparkommissar Carsten Herbert bringt es diese in die Breite. Die erreichbaren Einsparungen wurden jeweils quantifiziert.

Einige der Anleitungen beschäftigen sich mit „Notmaßnahmen“: Sie helfen, schnell und mit geringen Investitionen Energie und damit Kosten zu sparen, führen jedoch nicht auf ein langfristig nachhaltiges, niedriges Verbrauchsniveau. Beispiele hierfür sind die Verbesserung alter Verglasungen mit Fensterfolien oder die Dämmung von Heizkörpernischen. Durch andere Arbeiten ist ein nachhaltiges Verbrauchsniveau erreichbar. Zu diesen Maßnahmen gehören beispielsweise die DIY-Arbeiten: Warme Leitungen dämmen, Dämmung der obersten Geschossdecke, Rollladenkästen dichten und dämmen, Montage von Innendämmung und dem Einbau von Splitgeräten zur Heizungsergänzung. Zahlreiche einfache und kostenfreie Anleitungen für viele Maßnahmen finden sich in der passipedia.de [DIY 2023]. Es stehen damit Hintergrundinformationen und Anleitungen zum Selbstbau, aber auch durchs Handwerk ausführbar, bereit.

DIY-Maßnahmen sind als Ergänzung für eine professionelle Planung und Ausführung zu sehen. Neue Fenster in Passivhausqualität bieten einen weit besseren Wärmeschutz, als er sich mit niedriginvestiver Eigenleistung erzielen lässt. WDVS oder Dachdämmungen erfordern hohes handwerkliches Geschick, welches nicht überall ausreichend vorhanden ist.

Die beschriebenen Maßnahmen bieten die Chance, in sehr kurzer Zeit einen großen Schritt in Richtung Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu gehen. So können ergänzende Klimasplitgeräte den Verbrauch einer fossilen Heizung auch im Altbau um 50% reduzieren. Dafür sind nur wenige Stunden von Fachkräften erforderlich. Mit fortschreitender Verbesserung der Gebäudehülle kann das Gerät immer größere Anteile der Beheizung übernehmen.

Wichtig ist dabei, Sackgassen wie unzureichende Dämmstoffstärken oder den Umstieg auf andere fossile Energieträger oder auch auf die nur begrenzt verfügbare Biomasse zu vermeiden.

Steigerung der Umsetzungseffizienz

Eine weitere Möglichkeit, um den bestehenden Modernisierungsstau trotz begrenzter Kapazitäten im Handwerk abzuarbeiten, ist die Steigerung der Umsetzungseffizienz. Hier spielt die Vorfertigung eine wichtige Rolle: Wandmodule mit ausgedämmten Holz- oder thermisch getrennten Metallrahmen werden, gegebenenfalls bereits mit Fenstern oder sogar Gebäudetechnik-Komponenten versehen, im Werk maschinell unterstützt mit hoher Qualität gefertigt. Auf der Baustelle werden sie an definierten Befestigungspunkten an der alten Fassade angeschlossen. Gleiches ist mit Dachmodulen möglich. Das Passivhaus Institut

hatte ein solches Wandsystem der niederländischen Firma Renolution bereits 2018 zertifiziert.

Einen stärker handwerklichen Ansatz verfolgt das ebenfalls zertifizierte Renovierungssystem „Smartshell Reno“, bei dem auf der Baustelle eine effiziente Holzkonstruktion auf die Fassade aufgebracht und mit Zellulose verfüllt wird. Die Blendrahmen der Fenster sind gleichzeitig Teil dieser Holzkonstruktion. So lassen sich sowohl Kosten als auch Wärmebrücken optimieren. Ein Lüftungsgerät kann optional integriert werden.

Eine weitere Möglichkeit, schnell zu dämmen, sind modifizierte Wärmedämmverbundsysteme. Üblicherweise werden die Dämmplatten, in der Größe 0,5 * 1 m geliefert und auf der Baustelle entsprechend weiter angepasst. Das ist wenig effizient. Besser wäre es, EPS-Elemente geschosshoch auf Maß gefertigt und vorverputzt beispielsweise mit einem Hubsteiger oder Montageroboter an die Außenwand zu setzen. In solchen EPS-Elementen könnten bereits Fenster mit Montagerahmen integriert sein. Selbst Lüftungs- oder Heizungsleitungen zur Bauteilaktivierung könnten vorinstalliert sein. Da EPS mit Heißdrahtschneidern einfach zu bearbeiten ist, könnte eine Produktionslinie für solche Module schnell und mit geringen Investitionskosten aufgebaut werden.

Das Passivhaus Institut untersucht solche und andere Möglichkeiten zur beschleunigten Modernisierung im dem durch die Europäische Union geförderten Projekt outPHit (www.outphit.eu).

Energiebilanzierung auf Quartiersebene

Technisch ist es möglich, energieautarke oder CO_2-neutrale Gebäude zu realisieren. Diese werden jedoch zwangsläufig prohibitiv teuer. Wenig zukunftsweisend sind, trotz Netzkopplung, auch viele Konzepte für Null- bzw. Plusenergiehäuser mit ausgeglichener Jahresbilanz, aber einer ausgeprägten Winterlücke: Diese Objekte besitzen meist große Fotovoltaik-Anlagen, die hauptsächlich im Sommerhalbjahr Strom erzeugen; der Großteil des Energiebedarfs fällt jedoch im Winter an.

Um derartige Fehloptimierungen zu vermeiden, erscheint es sinnvoll, nicht nur einzelne Gebäude, sondern ganze Quartiere zu betrachten. Durch Strom- und Wärmenetze erlauben diese einen Ausgleich von Lastschwankungen und damit eine Glättung von Lastspitzen. Auch saisonale Speicher und Kraft-Wärme-Kopplung sind auf Quartiersebene leichter umzusetzen, ihre spezifischen Eigenschaften müssen aber in eine ganzheitliche Bilanz einbezogen werden. Fernwärmenetze und ihre Verluste, Nutzung thermischer Solarenergie, Stromerzeugung durch PV und Wind, Abwärmenutzung, Energiespeicher, öffentliche Verbraucher sind relevante Einflussgrößen.

Für derartige Analysen wurde am Passivhaus Institut ein entsprechendes Rechenprogramm entwickelt. Ähnlich wie das [PHPP] ist dieses Tool auf Excel-Basis erstellt, sodass der Rechengang transparent bleibt und Erweiterungen und Anpassungen leicht möglich sind. Um Rechenaufwand und Komplexität gering zu halten, wird der Gebäudebestand des Quartiers abhängig von Gebäudegröße, Baualter und Nutzung auf eine Typologie abgebildet. Über eine reine Bewertung einzelner Zustände (z.B. Status quo, energieautarker Endzustand) hinaus sind Aussagen über die zeitliche Entwicklung des Energiebedarfs wünschenswert.

Hierfür hat sich ein sogenanntes Monte-Carlo-Verfahren bewährt, bei dem eine bestimmte Komponente (z.B. die Wand) eines Gebäudetyps jährlich mit einer gegebenen Wahrscheinlichkeit saniert wird. Durch mehrfache Durchläufe des Modells und anschließende Mittelung berücksichtigt dieser Ansatz auch, dass in der Regel jedes Jahr nur ein Teil der Gebäude eines bestimmten Typs saniert wird.

Anwendungsbeispiele

Anhand eines einfachen Beispiels sollen mögliche Anwendungen von allgemeinerem Interesse illustriert werden. Als Beispielquartier wurde ein kleines Stadtviertel im Norden von Darmstadt ausgewählt (Abbildung 3). Die Ausdehnung des Gebiets beträgt ca. 350 x 350 m. Bahnlinie und Umgehungsstraße auf der Westseite sind durch eine etwa 20 m hohe "Lärmschutzlandschaft" abgetrennt.

Das Gebiet ist in erster Linie mit Stadtreihenhäusern und drei- bis viergeschossigen Mehrfamilienhäusern bebaut. Die Grundstücksgrößen der Reihenhäuser liegen zwischen 200 und 400 m². Das Gebiet wurde im Wesentlichen in den Jahren 1995 bis 2005 erschlossen, ältere Objekte gibt es nur am östlichen Rand. Im Süden befindet sich ein Lebensmittelmarkt, auf der Nordostecke des Untersuchungsgebiets ist ein Altersheim gelegen. Im Quartier ist ein Erdgasnetz verlegt, Fernwärme ist bisher nicht vorhanden. Im Modell wird angenommen, dass im Anfangsjahr 2018 (Startzeitpunkt der Untersuchung) alle Gebäude Heizung und Warmwasser mit Erdgas bereitstellen.

Abbildung 3: Satellitenbild des Beispielquartiers

Sanierungsqualität und Sanierungsrate

Es sollte die Frage beantwortet werden, wie sich Sanierungen mit mittleren Qualitäten und dem daraus resultierenden Lock-in-Effekt auf den Gesamt-CO_2-Ausstoß auswirken. Eine weitere Frage bestand in der Wirkung und Wichtigkeit der Sanierungsrate.

Anhand der folgenden vier Varianten wurden mit der Modellrechnung diese Fragestellungen untersucht:

A) **Gesetzlich geforderter Mindeststandard:** Sanierung von Wand, Dach, Bodenplatte und Fenstern auf den in Deutschland gesetzlich geforderten Mindeststandard nach EnEV/GEG (Dach 0,24, Kellerdecke 0,30, Außenwand 0,24, Fenster 1,3 W/(m²K)), und zwar jeweils dann, wenn ohnehin eine Sanierung des betreffenden Bauteils stattfindet. Weiterhin Fensterlüftung.

B) **Verdoppelten Modernisierungsquote**: Wie A), aber mit einer etwa verdoppelten Modernisierungsquote in den Jahren bis 2028. Abgebildet wird dies durch eine Verkürzung der Lebensdauer, wir gehen also realistischerweise davon aus, dass vorwiegend ältere Bauteile modernisiert werden.

C) **Wirtschaftliches Optimum:** Sanierung von Wand, Dach, Bodenplatte und Fenstern jeweils auf das wirtschaftliche Optimum. In der Regel bedeutet dies, dass Komponenten mit Passivhausqualität eingesetzt werden, die Sanierung aber erst am Ende der Lebensdauer des betreffenden Bauteils stattfindet. Dies entspricht einer schrittweisen Sanierung nach einem EnerPHit-Sanierungsplan. Einbau einer mechanischen Lüftung mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung und Verbesserung der Luftdichtheit auf EnerPHit-Niveau jeweils gemeinsam mit dem Fensteraustausch.

D) **Kombination:** In den ersten 10 Jahren wie B), anschließend wie C).

Die resultierenden CO_2-Emissionen für Raumheizung und Warmwasserbereitung (der Stromverbrauch bleibt hier zunächst außer Betracht) zeigen Abbildung 4 und Abbildung 5. Zunächst ist zu erkennen, dass im Fall A) nur mäßige Reduzierungen der Emissionen erreicht werden, und zwar auch noch nach 50 Jahren.

Erhöht man im Fall B) die Modernisierungsrate – nicht aber die Qualität –, so reduziert dies zunächst tatsächlich die CO_2-Emissionen in höherem Maße. Der volkswirtschaftliche Aufwand hierfür dürfte allerdings erheblich sein, denn eine rein energetische Modernisierung ohne Kopplung an den regulären Erneuerungszyklus lohnt sich ja in der Regel nicht; eine Förderung müsste also so hoch sein, dass ein Vorziehen erst später fälliger Sanierungen attraktiv wird. Auch die benötigten Kapazitäten bei Herstellern und Handwerk müssen zunächst geschaffen (und anschließend wieder abgebaut) werden. Wird, wie im Beispiel angenommen, die Förderung nach 10 Jahren beendet, so passiert – wie die Grafik zeigt – in den folgenden 10 Jahren nahezu nichts mehr, denn alle Gebäudekomponenten befinden sich nun (abgesehen vom Wärmeschutz) in einem relativ guten Zustand. Danach gibt es wieder Verbesserungen, langfristig nähern sich die Emissionen denen des Falls A) an.

Im Fall C) sinken die Emissionen zunächst nur sehr langsam, was teilweise der noch relativ jungen Bausubstanz des Beispielquartiers geschuldet ist. Anschließend ist jedoch eine starke, kontinuierliche und nachhaltige Verbesserung zu erkennen.

Wird dieser Pfad erst später beschritten, beispielsweise nach 10 Jahren intensiver Förderung mittlerer Qualitäten in der Breite, ergibt sich Fall D). Wie im Fall B) entsteht nach Ende der Förderung eine längere Pause, bevor der Pfad gemäß C) wieder aufgenommen wird. Das Endergebnis der konsequenten EnerPHit-Sanierung C) wird aber bis zum Ende des Betrachtungszeitraums von 50 Jahren nicht mehr erreicht, zahlreiche Chancen sind nun verpasst.

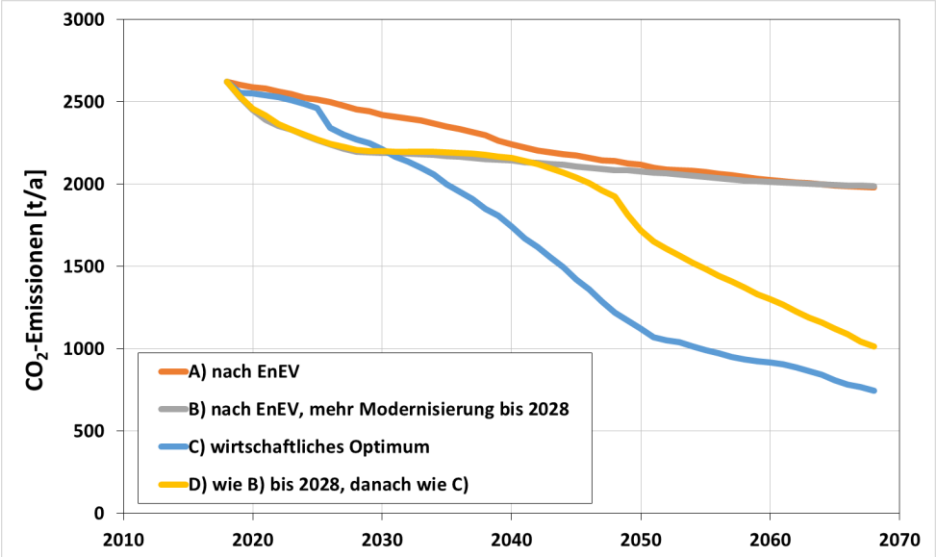

Abbildung 4: Zeitverlauf der jährlichen CO_2-Emissionen in vier verschiedenen Szenarien

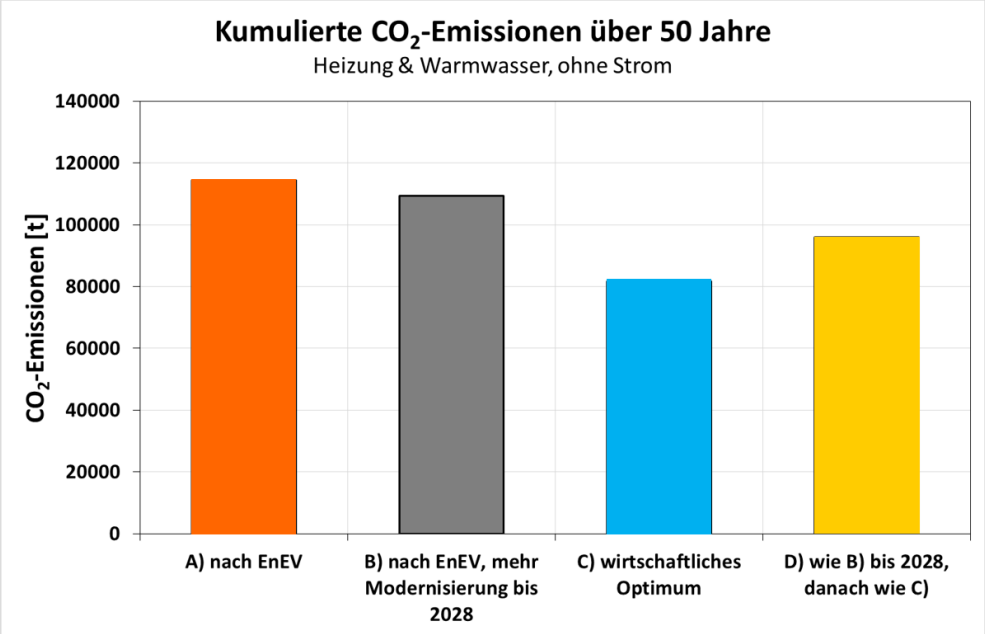

Abbildung 5: In der Summe über 50 Jahre werden die geringsten CO_2-Emissionen durch konsequente EnerPHit-Sanierung im Rahmen des üblichen Erneuerungszyklus erreicht.

Als Konsequenz aus diesen Überlegungen ist festzuhalten: Entscheidend für langfristig wirksame Reduzierungen des Energieverbrauchs im Gebäudesektor sind **substanzielle Verbesserungen der Gebäudesubstanz auf ein zukunftsfähiges Niveau**. Eine Förderung mittlerer Qualitäten bewirkt dagegen nur eine kurzzeitige Verbesserung und verschlechtert anschließend die Ausgangssituation für die erforderlichen weitergehenden Maßnahmen.

Fernwärme

Des Weiteren soll die Frage geklärt werden, inwieweit sich Fernwärme noch lohnt, wenn das Gebiet langfristig auf EnerPHit-Niveau saniert wird?

Nun wird das Gebiet in der Berechnung mit einem Fernwärmenetz (Abbildung 6) mit üblichen Betriebstemperaturen (110 °C Winter, 80 °C Sommer) versehen. Die Wärmeerzeugung übernimmt hauptsächlich ein nahe dem Supermarkt errichtetes, gasbetriebenes BHKW mit einem Gesamtwirkungsgrad von 85% (55% thermisch, 30% elektrisch). Das BHKW wird wärmegeführt betrieben und ist mit einer thermischen Leistung von 3,3 kW so ausgelegt, dass es im Ausgangszustand des Quartiers ca. 3000 Volllaststunden erreicht.

Die Wärmeversorgung wird ergänzt durch einen 2000 m² großen thermischen Solarkollektor, der sich ohne große Beeinträchtigungen der Nutzung auf der Bahnseite der Lärmschutz-landschaft unterbringen lässt. Der Kollektor ist unter diesen Bedingungen westorientiert und besitzt 45° Neigung. Er wird ergänzt durch einen tageszeitlichen Speicher, der die Erträge auch im Sommer vollständig nutzbar macht.

Supermärkte verbrauchen große Mengen Strom für die Verkaufskühlmöbel. Die entstehende Abwärme wird im Winter am besten direkt für die Raumheizung im Markt verwendet, im Sommer stehen dagegen Überschüsse zur Verfügung, die allerdings noch mit einer Wärmepumpe auf das Temperaturniveau des Fernwärmenetzes gebracht werden müssen. Angesetzt wurde eine nutzbare Abwärmeleistung von 57 kW während der Öffnungszeiten und 33 kW sonst.

Abbildung 6: Fernwärmenetz, vereinfacht. In den Reihenhauszeilen wird angenommen, dass jede Wohneinheit einen eigenen Anschluss an die Fernwärmetrasse benötigt.

Das Fernwärmenetz hat im Ausgangszustand bereits Wärmeverluste von 17% der eingespeisten Wärme. Solarkollektor und Supermarkt decken im Sommer ungefähr die Wärmeverluste des Netzes. Durch die Errichtung eines Fernwärmenetzes würden die gesamten CO_2-Emissionen des Quartiers (für Heizung, Warmwasser und sämtliche Stromverbraucher) von 5100 auf -2100 t/a gesenkt. Die negativen Emissionen erklären sich aus der üblichen CO_2-Gutschrift für den überschüssigen Strom: Wird im Quartier erzeugter Strom nicht dort verbraucht, sondern ins Netz eingespeist, so ersetzt er eine entsprechende Stromerzeugung und reduziert damit die CO_2-Emissionen. Bewertet wird die Einspeisung mit dem sogenannten Verdrängungsstrommix: Ersetzt wird nicht erneuerbarer Strom (dieser ist vom Stromnetzbetreiber vorrangig abzunehmen), sondern vor allem Strom aus schlechten, kohlebefeuerten Mittellastkraftwerken. Der zugehörige CO_2-Faktor beträgt 1008 g/kWh, das Gas-BHKW emittiert nur 833 g pro kWh Strom, deckt damit aber gleichzeitig noch einen Teil des Wärmebedarfs im Quartier.

Die so berechneten CO_2-Emissionen sind offensichtlich irreführend. Nicht nur, dass höhere Verluste der Fernwärmeleitungen rechnerisch die Emissionen weiter reduzieren würden; auf den für Gebäude und Gebäudemodernisierungen relevanten Zeitskalen von Jahrzehnten wird sich außerdem der Verdrängungsstrommix gravierend ändern. Deutschland hat sich verpflichtet, den Treibhausgas-Ausstoß bereits bis 2050 um 80 % bis 95 % gegenüber 1990 zu senken. Das wird nur möglich sein, wenn die Kohlekraftwerke weitgehend verschwinden.

Eine Möglichkeit für eine sinnvollere Bewertung gerade langfristiger Entwicklungen bietet das PER-System (zu Details siehe [Feist 2014] und [PHPP]). Es geht von einer künftigen, vollständig erneuerbaren Energieversorgung aus. Diese besteht aus einem wirtschaftlich und nach regionaler Verfügbarkeit optimierten Mix von Fotovoltaik, Windenergie und Biomasse. Zur Deckung der Winterlücke wird Methan eingesetzt, das im Sommer aus erneuerbarem Strom erzeugt und im Winter in GuD-Kraftwerken rückverstromt wird. Strom, der z.B. durch PV oder Wind erzeugt wird, hat in dieser Betrachtung einen PER-Faktor von 1, für aus erneuerbaren Energien hergestelltes Methan (EE-Gas) ergibt sich ein Wert von 1,75. Strom aus BHKWs wird in diesem System wie Strom aus GuD-Kraftwerken bewertet. Damit lässt sich der PER-Bedarf der Gebäude im Quartier ermitteln – je mehr Strom das BHKW exportiert, umso geringer der PER-Faktor der Fernwärme.

Der PER-Bedarf aller Gebäude im Quartier beträgt im Ausgangszustand 21.100 MWh/a. Die Umstellung auf Fernwärme würde den PER-Bedarf senken, allerdings gerade einmal auf 17.600 MWh/a.

Wird nun die komplette Bausubstanz im Quartier auf EnerPHit-Niveau gebracht, sinkt der PER-Bedarf bei Weiterbetrieb der Gaskessel auf 7700 MWh/a, im Falle der Fernwärme dagegen nur auf 8000 MWh/a. Die Verluste des Fernwärmenetzes wachsen auf 38% der eingespeisten Wärme an, das BHKW wird nun nur noch mit 1200 Volllaststunden pro Jahr betrieben.

Für das hier untersuchte Quartier zeigt sich damit, dass die Installation eines konventionellen Fernwärmenetzes sowohl wirtschaftlich als auch unter dem Aspekt des Aufwandes für die Energieversorgung **nicht zweckmäßig** ist. Daran ändert auch die Wärmeeinspeisung durch den großen Solarkollektor (11% Beitrag im EnerPHit-Fall) und die Abwärmenutzung vom Supermarkt (3%) nichts.

In einem erneuerbaren Energiesystem wäre allerdings auch die Versorgung mit Gas fragwürdig. Da EE-Gas mit hohem Aufwand aus erneuerbarem Strom erzeugt werden muss, ist Beheizung und Warmwasserbereitung mit effizienten Wärmepumpen vorteilhafter: der PER-Bedarf sinkt nun auf 4300 MWh/a.

Dieses Ergebnis lässt sich nur bedingt verallgemeinern, mit BHKWs von höherer elektrischer Effizienz und bei größerer baulicher Dichte können sich andere Resultate ergeben.

Die obigen Ergebnisse zur Quartiersberechnung sind aus der Beteiligung des Passivhaus Instituts am Projekt Sinfonia (Smart INitiative of cities Fully cOmmitted to iNvest In Advanced large-scaled energy solutions) hervorgegangen. Das Projekt wird von der Europäischen Kommission innerhalb des 7. Forschungsrahmenprogramms (FP7) unter Grant Agreement No 609019 gefördert.

Chancen für alle

Durch Effizienzsteigerung wird Energie in großem Umfang eingespart. Diese Energie muss nicht mehr aus problematischen Quellen bezogen werden. Der Kapitalabfluss in problematische Regionen und klimaschädliche Technologien reduziert sich ebenso wie die Energieabhängigkeit.

An die Stelle des in verschiedener Hinsicht teuren Energieverbrauches treten weniger teure Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz. Gewaltige Finanzströme werden so vom Bezug schädlicher fossiler Energie hin zu Investitionen in klimafreundliche und gesellschaftlich positiv wirkende Effizienzmaßnahmen umgelenkt. Davon profitiert die überwiegend regionale Bauwirtschaft.

Auch die Planenden profitieren, denn ihre Kompetenz in Sachen Energieeffizienter Neubau und Modernisierung wird nun gefragter denn je.

Die Wohnungswirtschaft profitiert durch geringere Risiken und Unwägbarkeiten sowie weniger Mietausfälle und zufriedenere Bewohnerinnen und Bewohner.

Nutzerinnen und Nutzer profitieren durch höhere Preissicherheit, geringere Gesamtkosten und die mit der Effizienzsteigerung regelmäßig einhergehende höhere Behaglichkeit.

Selbst Energieversorger und Energielieferanten können profitieren, wenn es ihnen gelingt, ihre Geschäftsmodelle an eine nachhaltige Wirtschaftsweise anzupassen.

In [Schnieders 2021] wird gezeigt: Das Szenario Passivhaus/EnerPHit (vgl. Abbildung 1) weist in Summe aus Energie- und Investitionskosten die niedrigsten Gesamtkosten aus. Dieses Szenario erfüllt die Anforderungen des Klimaschutzes und erlaubt eine erneuerbare, heimische Energieversorgung. Gebäude mit Passivhauskomponenten bieten daneben auch in Extremfällen wie bei einem krisenbedingten Ausfall der Energieversorgung den bestmöglichen Schutz.

In diesem Szenario wurde angenommen, dass nach dem Kopplungsprinzip saniert wird: Bei Bauteilen, die ohnehin erneuert oder ausgetauscht werden müssen, kommt Passivhaus-qualität zum Einsatz. Die Umsetzung dauert über die Nutzungszeiten; die hier beschriebenen Maßnahmen erlauben es jedoch auch, diesen Prozess zu beschleunigen.

Zusammenfassung

Der Raumwärmesektor hat einen relevanten Anteil am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland. Daher stellt er einen wichtigen Hebel für das Erreichen des notwendigen Klimazieles dar. Nur wenn Sanierungen mit einer hohen thermischen Qualität durchgeführt werden (EnerPHit-Standard) und damit Look-In-Effekte zuverlässig vermieden werden, kann die Energiewende realisiert werden. Zur schnelleren Umsetzung können DIY-Maßnahmen auch ohne Handwerker durchgeführt werden und nachhaltige Verbesserungen erzeugen. Des Weiteren birgt die Steigerung der Umsetzungseffizienz durch Vorfertigung in ebenso hoher thermischer Qualität eine große Chance, trotz beschränkter Handwerkerkapazitäten schneller voran zu kommen. Für alle Beteiligten und das Klima können große Chancen entstehen.

Anhand eines Beispiels zur Quartiersbilanz wird gezeigt, dass eine Verbesserung aller Gebäudekomponenten auf einen hohen energetischen Standard, jeweils bei ohnehin fälliger Erneuerung, die besten Ergebnisse erzielt. Ein Fernwärmenetz ist dann nicht zweckmäßig. Eingesetzt wurde das am PHI entwickeltes Tool „districtPH“.

Quellenverzeichnis

[Dena 2023] Deutsche Energieagentur (Hrsg.): dena-Gebäudereport 2023. www.gebaeudeforum.de/fileadmin/gebaeudeforum/Downloads/Gebaeudereport/dena-Gebaeudereport_2023.pdf, zuletzt abgerufen 15.1.23

[DIY 2023] Anleitungen zu Maßnahmen EnergieEffizienz JETZT!. In: Passipedia, die Wissensdatenbank. https://passipedia.de/medien/medien/veroeffentlichungen, zuletzt abgerufen 26.10.23

[EnerPHit] https://passipedia.de/planung/sanierung_mit_passivhaus_komponenten, zuletzt abgerufen 26.10.23

[Feist 2014] Feist, W.: *Passivhaus – das nächste Jahrzehnt.* In: Feist, W. (Hrsg.): Tagungsband der 18. Internationalen Passivhaustagung 2014 in Aachen. Passivhaus Institut, Darmstadt, 2014.

[Kah 2008] Kah, O., Feist, W: *Bewertung energetischer Anforderungen im Lichte steigender Energiepreise für die EnEV und die KfW-Förderung*, BBR, Projekt-Nr. 10.8.17.7-06.13, PHI Darmstadt 2008

[Passipedia 2023] Analyse: Brach liegende Potentiale. In: Passipedia, die Wissensdatenbank. https://passipedia.de/energieeffizienz_jetzt/brach_liegende_potentiale, zuletzt abgerufen 26.10.23

[PHPP] Passivhaus-Projektierungspaket. Berechnung von Energiebilanzen und Planungstool für energieeffiziente Gebäude. Passivhaus Institut, Darmstadt 1998–2023. Aktuelle Version: PHPP 10.4 (2023).

[Schnieders 2021] Jürgen Schnieders, Wolfgang Feist, Jessica Grove-Smith, Benjamin Krick: Der Weg zu einem klimaverträglichen Gebäudebestand. In: Feist, Wolfgang (Hrsg.): Tagungsband zur 25. Internationalen Passivhaustagung, September 2021