

BAUPHYSIKTAGE IN WEIMAR 2024: DIE ROLLE DER TECHNISCHEN VERTEILVERLUSTE AUF DEM WEG ZUR KLIMANEUTRALEN WÄRMEVERSORGUNG VON GEBÄUDEN – EIN ZWISCHENRUF

Michael Grafe

Institut Wohnen und Umwelt GmbH, E-Mail: m.grafe@iwu.de

Kurzfassung

Zur Erlangung eines klimaneutralen Gebäudebestandes werden die Reduktion des Energieverbrauchs durch Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes und die Transformation der Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren Energieträgern thematisiert und vorangetrieben. Die technischen Verteilverluste führen hingegen ein Schattendasein. Sie tragen nicht unwesentlich zum Energieverbrauch bei. Vielfältige Einflussgrößen treten gebäudeindividuell sehr unterschiedlich in Erscheinung und führen praktisch zu sehr verschiedenen großen Verteilverlusten. Die energetische Modernisierung bietet Chancen, Verteilverluste deutlich zu verringern. Für Aussagen zur Gesamteffizienz verschiedener Wärmeversorgungsoptionen ist die Kenntnis aller Verteilverluste notwendig, aber nicht vollständig vorhanden. In der netzgebundenen Wärmeversorgung treten durch die Heterogenität des Gebäudebestandes und mögliche Interessenskonflikte zwischen Versorgern und Nutzern Besonderheiten in Erscheinung.

In order to achieve a climate-neutral building stock, the reduction of energy consumption by improving structural thermal insulation and the transformation of the heat supply towards renewable energy sources are being addressed and driven forward. Technical distribution losses, on the other hand, lead to a shadowy existence. They make a significant contribution to energy consumption. A wide range of influencing factors have very different effects on individual buildings and in practice lead to very different distribution losses. Energy modernisation offers opportunities to significantly reduce distribution losses. For statements on the overall efficiency of different heat supply options, knowledge of all distribution losses is necessary, but not completely available. The heterogeneity of the building stock and possible conflicts of interest between suppliers and users give rise to special features in grid-connected heat supply.

Einleitung

Die Ziele für einen klimaneutralen Gebäudebestand sind klar – Reduktion des Energieverbrauchs UND

Erneuerbarkeit der Wärmeversorgung. Zu deren Erlangung werden Wärmeschutzanforderungen schrittweise verschärft und Anforderungen an die Erneuerbarkeit von Wärmeversorgungssystemen formuliert. Aber auch die Verteilverluste können im modernisierten Gebäudebestand im Einzelfall die Größenordnung des eigentlichen Wärmebedarfs erreichen. Auch sie sind künftig als Teil des Gebäudewärmebedarfes durch erneuerbare Energieträger zu decken.

Im Beitrag soll aufgezeigt werden, dass geringe Verteilverluste zwar von gesellschaftlichem und individuellem Interesse sind, sich jedoch nicht von selbst einstellen. Er stellt eine qualitative Annäherung an verschiedene Aspekte von Verteilverlusten dar und soll auf mögliche Konflikte auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung von Gebäuden hinweisen.

Klimaneutraler Gebäudebestand und Einzelgebäude

Der Gebäudebestand in Deutschland soll bis 2045 klimaneutral werden. In aktuellen Szenarienstudien wird dieses Ziel als ambitioniert beschrieben. Entsprechend tiefgreifend sind die in den Szenarien enthaltenen Maßnahmenbündel. Ganz grundsätzlich lassen sich die Maßnahmen unterteilen in solche, die zu einer Reduktion des Energieverbrauchs führen und solche, die auf die Erneuerbarkeit der Wärmeversorgung setzen und damit treibhausgasmindernd wirken. Abbildung 1 deutet abstrakt an, in welcher Weise die Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität wirken sollen.

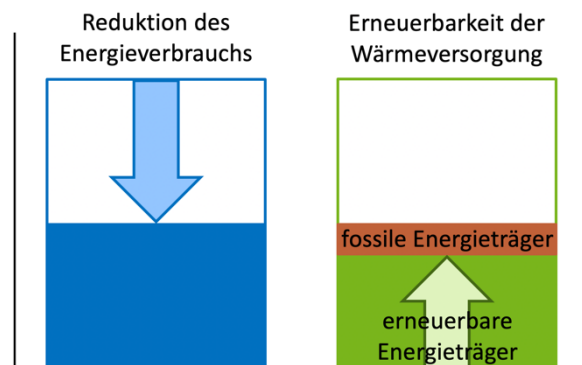


Abbildung 1: Auf dem Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand

Die Reduktion des Energieverbrauchs soll durch einen stark verbesserten baulichen Wärmeschutz erreicht werden, der in den Szenarienstudien durch ambitionierte Annahmen berücksichtigt wird. So geht (Prognos AG, et. al. 2022) beispielsweise bereits für das kommende Jahr von einer energetischen Modernisierung (dort „Sanierungstiefe“) im KfW-Effizienzhaus-Standard 70 und einer als entsprechend angenommenen Reduktion des Nutzwärmeverbrauchs für Raumwärme auf unter $60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (EZFH – Ein-/Zweifamilienhäuser) bzw. unter $45 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (MFH – Mehrfamilienhäuser) aus. Für die nachfolgenden Jahre werden noch bessere Wärmeschutzstandards angenommen.

Seitens der Erneuerbarkeit der Wärmeversorgung setzen die Szenarienstudien stark auf Wärmepumpen und Wärmenetze. Zwar wird innerhalb der Szenarien von deutlich unterschiedlichen Transformationspfaden ausgegangen, beide Technologien spielen jedoch generell eine starke Rolle.

Im Einzelgebäude werden die Modernisierungsentscheidungen neben den Anforderungen, die sich aus den oben beschriebenen gesellschaftlichen Zielsetzungen ergeben, auch auf Basis individueller Präferenzen getroffen. Danach sollen die erwarteten Energie- und Kosteneinsparungen auch realisiert werden und getätigte Investitionen sich über die Nutzungszeit amortisieren. Hierbei kommen nun auch die Verteilverluste in Betracht. Im Ausgangszustand eines Bestandsgebäudes vor der energetischen Modernisierung können Verteilverluste in sehr verschiedenen Größen vorliegen. Im Einzelfall können sie zur Erlangung der Energie- und Kosteneinsparungen von zentraler Bedeutung werden. Die nachfolgenden Betrachtungen sollen dafür sensibilisieren, dass neben dem baulichen Wärmeschutz auch der Wärmeschutz der Verteilleitungen wichtig zur Energieeinsparung ist. Weiterhin sind Systeme mit geringen Verteilverlusten auch wichtig für den effizienten Betrieb von Wärmeerzeugern.

Einflüsse auf die Höhe von Verteilverlusten

Auf die Höhe der Verteilverluste haben einige Parameter Einfluss. Die Einzeleinflüsse können gebäudeindividuell sehr verschieden sein. So kann die Länge des Verteilsystems von wenigen Metern bis über 100 m (Blockheizung, Wärmenetze) betragen, der Dämmstandard der Rohrleitungen von etwa $0,1 \text{ W/mK}$ (klein, gedämmt) bis über 3 W/mK (groß, ungedämmt) reichen, im Bestand bei nachträglicher Dämmung von Verteilleitungen Wärmebrücken restriktiv wirken und neben der Anzahl der Rohrleitungen (1|2|3|4-Leitersystem) auch der Verzicht bzw. das Vorhandensein von Zirkulationsleitungen (Warmwasser) signifikant wirken. Die Betriebsparameter – insbesondere die vorhandenen Systemtemperaturen und etwaige

Absenk-/Abschaltbetriebe – wirken ebenfalls auf die Höhe der Verteilverluste, kommen aber in Wechselwirkung mit weiteren baulichen und anlagentechnischen Einflüssen zur Geltung. Für un-/teilmodernisierte bauliche Wärmeschutzstandards und bei Vorhandensein von Heizkörpern lassen sich Systemtemperaturen nicht beliebig absenken.

Aus dieser Verschiedenartigkeit des Auftretens der Einzeleinflüsse sind praktisch resultierende Verteilverluste im Bereich von $0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (direkt elektrische Systeme) bis über $100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (Heizung und Warmwasser in Summe in nicht modernisierten Bestandsgebäuden mit Blockheizung bzw. Wärmenetz) möglich. Über die tatsächliche Höhe von Verteilverlusten im Gebäudebestand ist wenig bekannt. Das liegt zum einen daran, dass die Erfassung von Verteilverlusten messtechnisch aufwendig ist. In der Vergangenheit ist auf eine separate Betrachtung von Verteilverlusten auch verzichtet worden mit dem Argument, im Gebäude abgegebene Wärme aus Verteilverlusten könne die Abgabe von Heizwärme verringern und so genutzt werden. Mit dem Blick auf die oben erwähnten, künftig regelmäßig zu erwartenden geringen Raumwärmeverbräuche werden die ohnehin nur teilweise nutzbaren Wärmeeinträge aus technischen Verlusten jedoch kleiner (z.B. durch Verkürzung der Heizperiode).

Modernisierung von Bestandsgebäuden

Bei der energetischen Modernisierung von Bestandsgebäuden ergeben sich Chancen, Verteilverluste deutlich zu verringern. Neben einer wärmebrückenarmen Dämmung der sichtbaren (oft im unbeheizten Bereich liegenden) Verteilleitungen sind auch die verborgenen Leitungsabschnitte in Versorgungsschächten (MFH) und unter Putz (EZFH und MFH) zu beachten, da auch hier schlecht bzw. nicht gedämmte Leitungsabschnitte zu erwarten sind. Deren spezifische, längenbezogene Leitungsverluste können im Einzelfall bis zu einer Zehnerpotenz größer sein als bei vollständiger Dämmung. Auch die Reduktion von Leitungslängen ist möglich, etwa durch Verzicht auf (Teile der) Warmwasserzirkulation oder durch Rückbau der Verteilung zu nicht mehr benötigten Heizkörpern. Bei energetischer Modernisierung des baulichen Wärmeschutzes führen auch die Absenkung der Systemtemperaturen und die mit der Verkürzung der Heizperiode einhergehende kürzere Betriebszeit des Heizungsverteilsystems zu reduzierten Verteilverlusten im Gebäude.

Ausdehnung von Verteilsystemen und Sichtbarkeit der Verteilverluste

Mit der Ausdehnung eines Verteilsystems nehmen (bei gleichem Dämmstandard) die Verteilverluste zu. Bei Betrachtung der Heizsysteme mit Verteilleitungen sind für Etagenheizsysteme also die vergleichsweise geringsten Verluste zu erwarten,

gefolgt von Zentralheizungen, Blockheizungen und Wärmenetzen. Praktisch abgerechnete Heizenergieverbräuche enthalten nicht für alle Heizsysteme vollständig die Verteilverluste. Entscheidend ist hier der Messpunkt des Energieverbrauchs. Für Etagen-, Zentral und Blockheizungen ist das gewöhnlich ein Brennstoff- oder Wärmezähler im Bereich des Wärmeerzeugers. Die Verteilverluste sind dann vollständig enthalten. Die Wärmeverbräuche aus Wärmenetzen werden an der Übergabestelle im Gebäude oder an der Wohnung gemessen. Dementsprechend sind darin die Verteilverluste des Wärmenetzes bzw. teilweise auch des Gebäudes nicht enthalten. Die etwas geringeren Verbrauchskennwerte von Gebäuden mit netzgebundener Wärmeversorgung sagen also noch nichts über die Gesamteffizienz des Systems aus.

Die Kenntnis aller Verteilverluste ist einerseits zur Erlangung eines klimaneutralen Gebäudebestandes wichtig, da auch zu deren Deckung unabhängig vom Wärmeversorgungssystem knappe, erneuerbare Energieträger eingesetzt werden. Andererseits ist die Kenntnis wichtig für individuelle, energetisch-wirtschaftliche Entscheidungen im Rahmen der energetischen Modernisierung von Einzelgebäuden.

Besonderheiten der netzgebundenen Wärmeversorgung

Heterogenität – Ein Effizienzdilemma beim Ausbau und der Transformation der netzgebundenen Wärmeversorgung

Mit dem Auftreten von Gebäuden mit sehr verschiedenen energetischen Standards in einem Versorgungsgebiet der netzgebundenen Wärmeversorgung tritt ein Effizienzdilemma in Erscheinung. Niedrige (Wärmenetzerweiterung und Neubau) bzw. abgesenkte (Wärmenetze im Bestand) Systemtemperaturen bieten Chancen zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmeerzeuger (z.B. COP der Wärmepumpe) und tragen gleichzeitig durch geringere Netzverluste zur Effizienzverbesserung der netzgebundenen Wärmeversorgung bei. Allerdings können die Systemtemperaturen nicht beliebig abgesenkt werden. Es drohen die Unterversorgung von Gebäuden mit geringem Energiestandard und Probleme mit Legionellen. Demgegenüber müssen die Nutzer der Gebäude, die bereits über einen hohen Energiestandard verfügen, die aus ihrer individuellen Sicht unnötig hohen Systemverluste mittragen. Grundsätzlich hat jede weitere Modernisierungsmaßnahme, die zu einer Reduktion des Gebäude-Energieverbrauchs (resp. Wärmeabnahmedichte) führt, auch die Erhöhung des relativen, verbrauchsbezogenen Netzverlustes zur Folge. Hier können sich Transformationszeiträume von einigen Jahren ergeben, in denen die netzgebundene Wärmeversorgung aus Sicht einer zunehmenden Anzahl von Gebäuden mit hohen Energiestandards als wenig effizient angesehen

werden. Langfristig ist die zunächst abnehmende Effizienz der Wärmenetze durch den Austausch von Rohrleitungen (verringerte Dimensionierung, verbesserter Dämmstandard) wiederherzustellen bzw. zu verbessern. Weiterhin sind perspektivisch auch die Systemtemperaturen stetig zu senken (Absenkfahrplan).

Nutzer- und Versorgersicht auf die Effizienz

Im Falle der netzgebundenen Wärmeversorgung sind Gebäudeeigentümer (Nutzer) und Betreiber der Wärmeversorgung (Versorger) in der Regel nicht identisch. Während Energiegenossenschaften Systeme mit möglichst geringen Wärmegestehungskosten betreiben wollen, legen andere Betreiberformen (Contractoren, Fernwärmeunternehmen, Anbieter industrieller Abwärme etc.) den Fokus stärker auf die Stromproduktion bzw. Prozesswärme und einen rentierlichen Betrieb ihres Gesamtsystems. Unabhängig vom Betreibermodell wurden zur Zeit der Errichtung des Wärmenetzes Entscheidungen nach den seinerzeit sinnvollen Präferenzen des Betreibers getroffen, die nicht zwangsläufig auch zu den geringstmöglichen Wärmenetz-Verteilverlusten führen müssen. Während Versorger also mehr oder minder stark auf die Begrenzung von Verteilverlusten fokussiert sind, ist es regelmäßig im Interesse der Nutzer, ihre Energiekosten zu begrenzen. Allerdings haben sie keine Möglichkeit, die Wärmenetzverluste zu beeinflussen. Die energetische Effizienz des Wärmenetzes wird in den kommenden Jahren im Zuge der Wärmenetz-Transformation hin zu erneuerbaren Energieträgern dann stärker in den Fokus geraten, wenn dort künftig knappe, mit weiteren Wärmeversorgungssystemen konkurrierende, erneuerbare Energieträger eingesetzt werden. In netzgebundenen Systemen, die beispielsweise auf Wärmepumpen oder Biomasse setzen, stellen die Verteilverluste des Wärmenetzes dann eine – gegenüber der Wärmeversorgung des Einzelgebäudes – zusätzliche Verlustkomponente dar.

Ausblick

Zur individuellen Erreichung erwarteter Verbrauchsreduktionen wie zur Erlangung eines klimaneutralen Gebäudebestandes kann die Auseinandersetzung mit und die Formulierung von Anforderungen an die Begrenzung von Verteilverlusten wertvolle Beiträge leisten. In diesem Sinne ist ein verstärkter fachlicher Diskurs auch mit Blick auf Gesamteffizienzen von Wärmeversorgungssystemen wünschenswert.

Literatur

Prognos AG, et. al. 2022. Hintergrundpapier zur Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045 – Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin, Basel, München, Freiburg, Heidelberg, Dresden