

Digitales Energiemanagement unterstützt die Energiewende im Gebäudesektor

Reduktion von CO₂-Emissionen im Gebäudebestand durch digitales Energiemanagement

Dr. Severin Beucker

Der Gebäudebestand in Deutschland ist für einen wesentlichen Anteil des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen verantwortlich. Digitales Energiemanagement kann helfen, diesen Anteil deutlich zu reduzieren und fördert die Nutzung erneuerbarer Energien. Es ist sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch eine wichtige Alternative für die Sanierung des Gebäudebestands.

Energieverbrauch im Gebäudebestand

Etwa 30 Prozent der CO₂-Emissionen in Deutschland entfallen auf die Erzeugung von Heizenergie und Warmwasser in Gebäuden. Hiervon werden ca. 80 Prozent in Wohngebäuden verbraucht, die vor dem Wirksamwerden der ersten Wärmeschutzverordnung gebaut wurden. Das Potenzial für Energieeinsparungen ist gerade in diesem Gebäudesegment besonders groß (siehe Abbildung 1). Der durchschnittliche Wärmebedarf von Wohnungen in diesem Bereich liegt mit rund 185 kWh/m²a deutlich über dem deutschen Mittelwert von 136 kWh/m²a¹. Erst mit dem Inkrafttreten der Wärmeschutzverordnung und entsprechenden Sanierungsmaßnahmen begannen die Wärmeverbräuche im Gebäudebestand zu sinken. Es zeigt sich aber auch, dass die Sanierungsziele für den Gebäudesektor mit rein baulichen Maßnahmen nicht rasch genug erreicht werden können. Um die Energiewende umzusetzen, muss daher der Energiebedarf von rund 15,36 Mio. Bestandsgebäuden (siehe rote Umrahmung in Abbildung 1) reduziert werden.

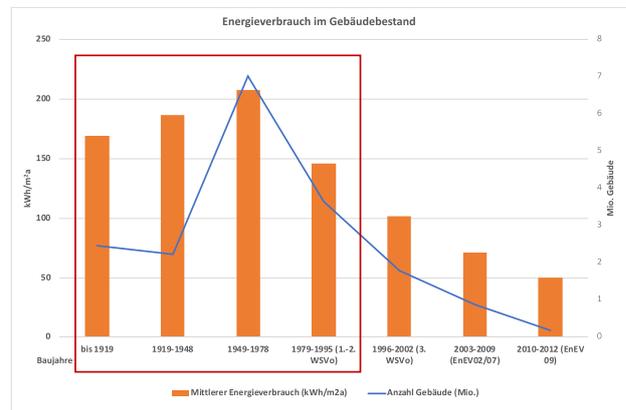


Abbildung 1: Energieverbrauch im Gebäudebestand (Eigene Darstellung mit Daten des BMWi (2014))

Einordnung und Klassifizierung digitaler Energiemanagementsysteme

Eine zentrale Funktion bei der Erschließung von Energieeinsparungen in Gebäuden kommt digitalen Energiemanagementsystemen zu. Diese Systeme haben ihren Ursprung in der Automatisierungstechnik und haben sich in den letzten zehn Jahren stark weiterentwickelt. Ihre zunehmende Leistungsfähigkeit spiegelt sich in der Normung wider. In der DIN EN 15232 „Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 1: Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement“ werden Automatisierungs- und Effizienzklassen definiert, die bei der Planung und Sanierung von Gebäuden angerechnet werden dürfen. Der Einsatz der höchsten Automationsklasse A (digital und hierarchisch vernetzt) wird bei der Planung und Sanierung von Gebäuden mit einer Heizenergieeinsparung von 19 Prozent berücksichtigt.

¹ Siehe dazu den Gebäudereport 2018: www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaedereport.pdf

Neben der absoluten Energieeinsparung (Effizienz) besitzen digitale Energiemanagementsysteme einen weiteren Vorteil: Sie ermöglichen zusätzlich die Nutzung fluktuierender erneuerbarer Energien in der Versorgung, indem sie die Flexibilisierung des Energieverbrauchs von Gebäuden ermöglichen. Sie sind daher eine wichtige Ergänzung zu Speichertechnologien für Wärme und Strom sowie zur Sektorkopplung². Dass dies technisch möglich ist, wird derzeit im Vorhaben WindNODE in Wohnquartieren demonstriert³. Die Investitionskosten für digitales Energiemanagement liegen abhängig vom Gebäudetyp bei rund 20 €/m² und damit deutlich unter denen von Dämmung.

Einsparpotenziale im Gebäudebestand aus digitalen Energiemanagementsystemen

Setzt man den heutigen Bestand und Energiemix (hoher fossiler Anteil) für die Wärmeerzeugung voraus, so können mit dem Einsatz digitaler Energiemanagementsysteme jährlich 14 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen eingespart werden. Dabei handelt es sich um das technisch realisierbare Potenzial. Es entspricht rund 16 Prozent der haushaltsbezogenen jährlichen CO₂-Emissionen von 88 Mio. Tonnen⁴.

Diese Betrachtung bezieht nicht die notwendigen Investitionen oder den Wandel der Energieträger in der Wärmeerzeugung (z. B. steigender Anteil an Solarthermie oder Wärmepumpen) ein. Sie zeigt aber deutlich, welcher Anteil an CO₂-Einsparungen sich alleine über Effizienzmaßnahmen im Gebäudebestand (ältere Baujahre mit hohem Energieverbrauch) erzielen lässt. Hier können digitale Energiemanagementsysteme gezielt zur raschen Emissionsminderung eingesetzt werden.

Nimmt man eine schrittweise Zunahme von regenerativen Energieträgern im Gebäudesektor in den nächsten Jahren an⁵, so reduziert sich der prozentuale Anteil der zu mindernden CO₂-Emissionen entsprechend dem steigenden Anteil der erneuerbaren Energien.

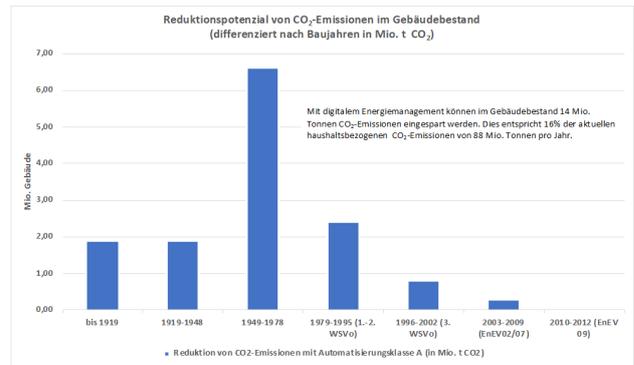


Abbildung 2: Absolutes, technisches Reduktionspotenzial von CO₂-Emissionen im Gebäudebestand (Eigene Darstellung mit Daten des BMUB (2017))

Mögliche Strategie für die Senkung des Energiebedarfs sowie der CO₂-Emissionen in Bestandsgebäuden

Digitales Energiemanagement ist insbesondere geeignet, um den Energieverbrauch im Gebäudebestand zu senken. Sein zentraler Beitrag zur Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands könnte darin bestehen, den älteren Gebäudebestand (bis einschließlich Baujahr 1995, 1. - 2. WStVO) mit digitalen Energiemanagementsystemen auszurüsten. Am Beispiel eines einfachen Szenarios soll verdeutlicht werden, wie dies geschehen könnte.

Szenario für den Einsatz von digitalem Energiemanagement im Gebäudebestand

Annahmen: Für eine Ermittlung des CO₂-Einsparpotenzials aus digitalem Energiemanagement wird der Gebäudebestand der ersten vier Kategorien aus Abbildung 1 (bis einschließlich Baujahr 1995) genutzt. Dies entspricht einem Bestand von 15,36 Mio. Gebäuden. Dabei wird mit Ausnahme des Baujahrs nicht weiter nach Gebäudetyp oder Bebauungsart (z. B. Ein- und Mehrfamilienhäusern) differenziert, sondern angenommen, dass ein Gebäude einer Wohnung à 90m² entspricht⁶. Stark vereinfacht wird zudem angenommen, dass ein schrittweiser Ausbau der

² Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien, um Wärme, Kälte und Antriebsenergie zu erzeugen. Ziel ist, fossile Energien zu ersetzen. (siehe www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2016/14/Meldung/direkt-erklart.html)

³ Das Vorhaben WindNODE wird vom BMWi im Rahmen des Programms SINTEG durch den Projektträger Jülich gefördert. Borderstep betreut ein Teilvorhaben zu einem Versuchsquartier in Berlin (FKZ: 03SIN504 siehe: www.borderstep.de/projekte/windnode/)

⁴ Stark vereinfachte Rechnung auf Basis des Heizenergiemix Deutschland sowie der Emissionsentwicklung von Haushalten (alle Daten siehe www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutz_in_zahlen_private_haush)

[alte_bf.pdf](#) sowie www.volker-quaschnig.de/datserv/CO2-spez/index.php)

⁵ Z.B. gemäß dem Ziel der Bundesregierung, einen klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 zu erreichen (siehe „Das Energiekonzept 2050 der Bundesregierung“ unter www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/szenarien-konzepte-fuer-die-klimaschutz)

⁶ Diese Annahme wie die nachfolgenden Berechnungen sind stark vereinfacht. Deutschland ist ein Land mit hohem Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern, die tatsächliche Verteilung ist aber je nach Region und Bundesland unterschiedlich. Die durchschnittliche Wohnungsgröße in Deutschland liegt bei ca. 93m² (siehe ebenda) und wird für die Berechnung mit 90m² angenommen.

erneuerbaren Wärmerversorgung (z. B. in Form thermischer Solaranlagen und Wärmepumpen) im Gebäudesektor auf 30 Prozent in den Jahren 2020-2030 erfolgt.

Weiterhin wird von einer Ausrüstung des Gebäudebestandes bis einschließlich Baujahr 1995 mit digitalen Energiemanagementsystemen (GA-Effizienz-Faktor A (0.81) für Wohngebäude nach Anlage A.1, Tabelle A.2 der DIN EN 15232-1:2017-12) mit einer Sanierungsrate von zwei Prozent ausgegangen. Als Investitionen für die Technik werden 20 €/m² vorausgesetzt. Die vermiedenen CO₂-Emissionen werden ausschließlich aus den vermiedenen fossilen Brennstoffen bei gleichzeitiger Zunahme der erneuerbaren Energien in der Wärmebereitstellung ermittelt.

Szenario: Die Berechnung zeigt, dass unter stark vereinfachten Annahmen und bei einer Ausrüstung des energieintensiven Teils des Gebäudesektors erhebliche CO₂-Einsparungen erzielt werden können. Bei einem jährlichen Investitionsvolumen von rund 500 Mio. Euro können so in steigendem Maß CO₂-Emissionen eingespart werden.

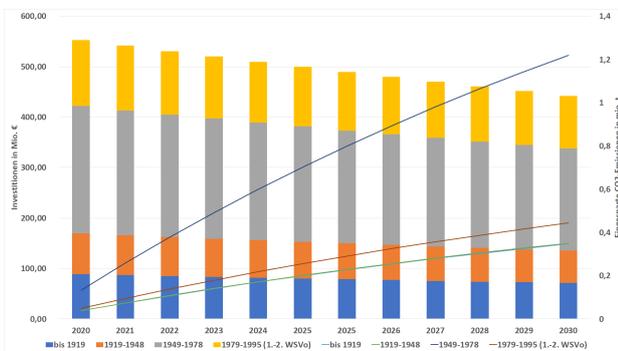


Abbildung 3: Minderung von CO₂-Emissionen im Gebäudebestand und Investitionen in digitale Energiemanagement bei gleichzeitigem Ausbau der erneuerbaren Wärmeversorgung (z. B. in Form thermischer Solaranlagen und Wärmepumpen) (Eigene Darstellung unter Nutzung von Daten des BMUB (2017), kumulierte Balken stellen Investitionen in Mio. Euro dar, Linien stellen CO₂-Einsparungen in Mio. Tonnen dar)

Über die Laufzeit von zehn Jahren würden bei einem gesamten Investitionsvolumen von 5,9 Mrd. Euro im energieintensiven Teil des Gebäudesektors insgesamt 16,8 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen vermieden werden. Im Jahr 2030 würde die Anzahl der installierten Energiemanagementsysteme im Gebäudebestand dann bei 3,3 Mio. liegen. Dies entspricht einer jährlichen

Sanierungsrate von ca. 300.000 Wohnungen. Jährlich kann dadurch eine Menge von 2,36 Mio. Tonnen CO₂ eingespart werden, wenn man von Emissionen von ca. 240 g CO₂ je kWh Heizenergie (hauptsächlich Erdgas) ausgeht.

Erhöht man die Ausrüstungsquote des energieintensiven Teils des Gebäudesektor in der Beispielrechnung von zwei auf sechs Prozent, dann steigt die Menge der vermiedenen CO₂-Emissionen auf ca. 7,1 Mio. Tonnen pro Jahr. Mit einer Maßnahme könnten so im Jahr 2030 bereits 15 Prozent der insgesamt für den Gebäudesektor in Deutschland geplanten Reduktionsziele erreicht werden⁷. Darin sind noch nicht die vermiedenen Emissionen aus dem steigenden Anteil der erneuerbaren Wärmerversorgung enthalten. Wird das digitale Energiemanagement mit weiteren Maßnahmen, wie einer erneuerbaren Wärmerversorgung und zusätzlicher Gebäudedämmung kombiniert, so sind die Etappenziele des Klimaschutzplans für den Gebäudesektor im Jahr 2030 und 2050 gut erreichbar.

Weitere Erkenntnisse zu digitalen Energiemanagementsystemen

Die geförderten Forschungsprojekte (SHAPE / ProSHAPE⁸) haben gezeigt, dass mit digitalen Energiemanagementsystemen eine wirtschaftlich effiziente Möglichkeit zur Umsetzung der Energie- und Wärmewende in Gebäuden existiert. Im Gebäudebestand können bei vergleichsweise geringen CO₂-Vermeidungskosten Wärmeenergie sowie CO₂-Emissionen eingespart werden. Folgende Ergebnisse zu digitalen Energiemanagementsystemen wurden wissenschaftlich analysiert und dokumentiert:

- Die Einsparpotentiale von digitalen Energiemanagementsystemen im Gebäudebestand von rund 20 Prozent sind durch zahlreiche Berichte und Quellen belegt. Weiterer Ausweis der Leistungsfähigkeit der Systeme und ihrer Einsparpotentiale ist die Aufnahme in die DIN EN 15232.
- Die CO₂-Vermeidungskosten von digitalem Energiemanagement betragen ca. ein Drittel der von Gebäudedämmung. D. h. mit digitalem Energiemanagement kann bei gleichen Investitionen 3-mal so viel CO₂ eingespart werden wie mit Dämmung (Gambardella et al. 2012).
- In einer Produktökobilanz wurde untersucht, ob digitales Energiemanagement über den gesamten Produktlebenszyklus (Herstellung, Nutzung, Ent-

⁷ Als Etappenziele für den Gebäudesektor wird im Klimaschutzplan der Bundesregierung eine Reduktion der CO₂-Emissionen von 119 Mio. Tonnen im Jahr 2014 auf 72 Mio. Tonnen im Jahr 2030 angegeben (siehe www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/).

⁸ SHAPE (FKZ 01MG10001A) und ProSHAPE (FKZ 01MG13002A) waren Verbundforschungsprojekte, die durch das BMWI und seinen Projektträger DLR gefördert wurden. In ihnen wurde eine Smart-Building-Plattform für das digitale Energiemanagement in Gebäuden entwickelt (Ergebnisse siehe www.borderstep.de/projekte/energiemanagementsystem/ sowie www.borderstep.de/projekte/proshapeconnected-energy/).

sorgung) zur Nettoeinsparung beiträgt. Dies ist der Fall. Durch den Einsatz der Systeme kann bis zu 40-mal mehr Energie eingespart werden, als die Technik über den kompletten Lebenszyklus verbraucht (Beucker et al. 2015).

- Als ursächlich für den bisher zurückhaltenden Einsatz der Technik wird das Investor-Nutzer-Dilemma angesehen, d. h. Investitionen unterbleiben, weil der Investor (Vermieter) keinen ausreichenden Ertrag aus seiner Investition erzielen kann und der Nutzer (Mieter) nicht bereit ist, den Vorteil zu zahlen. Deutschland besitzt zudem im Vergleich mit anderen Ländern eine hohe Mieterquote (55-60 Prozent), weshalb das Investor-Nutzer-Dilemma besonders relevant ist.

Es zeigt sich zudem in dem laufenden Vorhaben WindNODE, dass mit digitalen Energiemanagementsystemen ausgerüstete Gebäude und Quartiere nicht nur für die Sektorkopplung wichtig sind, sondern auch ein erhebliches technisches Potenzial für einen netzdienlichen Betrieb besitzen. Die Mobilisierung dieses Potenzials erfordert jedoch energierechtliche und marktliche Anpassungen, die einen Anreiz für die Nutzung kleinerer, dezentraler Flexibilitäten schaffen.

Quellen:

- Beucker, B.; Bergesen, J. & Gibon, T. (2015). Building Energy Management Systems: Global Potentials and Environmental Implications of Deployment, *Journal of Industrial Ecology*, 20: 223–233. doi:10.1111/jiec.12378
- Beucker, S.; Riedel, M.; Sick, F.; Tacke, J.; Dittmann, T. & Zernahle, O. (2017). Weiterentwicklung von Mieterstrommodellen mit Hilfe von Smart Building Technik – Ergebnisse des Projektes ProSHAPE. In: I. Behr & M. Großklos (Hrsg.), *Praxishandbuch Mieterstrom – Fakten, Argumente und Strategien* (S. 183–200). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Gambardella, C.; Bergset, L. & Beucker, S. (2012). Vergleich der CO₂-Vermeidungskosten zwischen konventionellem Wärmeschutz und einem Hausautomationssystem (AP6 D 6.2.) (siehe: www.borderstep.de/wp-content/uploads/2014/07/Gambardella-Bergset-Beucker-SHAPE_D_6.2._CO2_Vermeidungskosten-2012.pdf)

Kontakt:

Dr. Severin Beucker
Gründer und Gesellschafter
Borderstep Institut für Innovation und
Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH
Clayallee 323
14169 Berlin, Germany
Tel. +49 30 306 45-1002
Fax +49 30 306 45-1009
E-Mail: beucker@borderstep.de
www.borderstep.de