

Gebäudetechnik für die Energiewende

Vom EnOB-Symposium 2014 in Essen

Von Karsten Voss

mit Guido Spars, Universität Wuppertal; Andreas Wagner und Thomas Lützkendorf, KIT Karlsruher Institut für Technologie; Anton Maas, Universität Kassel und Sebastian Herkel, Fraunhofer ISE, Freiburg

Mit welchen Gebäudekonzepten ist die Energiewende im Gebäudesektor machbar? Welche neuen Technologien, Energiesysteme und Methoden eröffnen hierfür Perspektiven? Wie ist es um deren Wirtschaftlichkeit bestellt? Und welche Trends zeichnen sich für die nächsten Jahre ab? Diese Fragen diskutierten mehr als 300 Experten aus Architektur und Gebäudeplanung, aus Immobilienwirtschaft und Liegenschaftsverwaltung, dem Bauwesen sowie aus der Forschung auf dem EnOB-Symposium 2014 auf der Zeche Zollverein in Essen. Wichtige Themen waren dabei das Zusammenwirken von Energieeffizienz und Gebäudetechnik und die aktive Einbindung von Gebäuden in Strom- und Wärmenetze. Im Nachgang hat das Team der EnOB-Begleitforscher für xia IntelligenteArchitektur das Symposium Revue passieren lassen und einige wichtige Aspekte für die Gebäudetechnik und deren technische, ökologische und ökonomische Beurteilung zusammengestellt.

Mehr als 150 Jahre wurde auf der Zeche Zollverein Steinkohle gefördert. Nachdem sich in Deutschland das Kohlezeitalter dem Ende zuneigt, dient die unter Denkmalschutz stehende Anlage heute als industriehistorisches Museum und Tagungsstätte. Mit ihrer architektonischen Strahlkraft war die Zeche Zollverein der richtige Ort, um Ideen und Pläne für das postfossile Zeitalter zu schmieden [1]. Erstmals wurde ein gemeinsames Symposium der Technologieentwicklung und der Demonstrationsprojekte innerhalb des Förderportfolios des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie durchgeführt und mit einer Posterausstellung kombiniert.



Bild 1: Das EnOB-Symposium 2014 war Informations- und Treffpunkt zugleich. Quelle: EnOB

Energieeffiziente Gebäude – ein Gewinn für die Energiewende
Die Energiewende ist eines der großen Projekte in Deutschland. Auch wenn sich die öffentliche Diskussion derzeit auf Strompreise, Stromtrassen und die Stromerzeugung konzentriert, ist klar, dass den Gebäuden und insbesondere dem Gebäudebestand eine Schlüsselrolle zukommt. Den unterschiedlichen Szenarien über die Struktur der zukünftigen Energieversorgung in Deutschland und dem damit verbundenen Energiemix ist eine Erkenntnis gemeinsam: Eine konsequente Verringerung von Energieverbrauch und Lastspitzen aus dem Gebäudebereich reduziert den Bedarf an

Speicher- und Netztechnik für die Anpassung der fluktuierenden Erzeugung aus erneuerbaren Energien an den Bedarf [2]. Trotz aller Unsicherheit über die zukünftigen Energieversorgungsstrukturen und den Transformationspfad dorthin ist Abwarten, ebenso wie beim Klimawandel, die falsche Strategie. Energieeinsparung durch konsequenten Wärmeschutz und wirksamen Sonnenschutz erweitert durch die dann geringeren Temperaturdifferenzen für die Heizung beziehungsweise Kühlung den Möglichkeitsraum für zukünftige Versorgungssysteme. Energieeffizienz reduziert den Bedarf an „Energiewäldern“ für die Wind- und Solarstromerzeugung beziehungsweise den Anbau von Biomasse als Energieträger. Während die Stromnetze in aller Munde sind, gerät in Vergessenheit, dass Wärmenetze in Verbindung mit dem Einsatz erneuerbarer Energien hohe Potenziale bieten. Schneller und kostengünstiger lassen sich neue Technologien flächendeckend vor allem in den Netzen der Städte und Kommunen einführen. Bei aller Begeisterung für eine rein dezentrale Energieversorgung können große Potenziale auch und gerade durch verbesserte Wärmenetze erschlossen werden.

Ein neues Thema: Gebäude-Netz-Interaktion

Gebäude müssen im Kontext der Energiewende vom rein bedarfs-gesteuerten Strom- und Wärmeverbraucher zum interaktionsfähigen Partner mit dezentraler Energieerzeugung aus Erneuerbaren einerseits und Energiespeicherpotenzial für Strom- und Wärmenetze andererseits fortentwickelt werden. Für die „Netzdienlichkeit“ von Gebäuden werden aktuell Kriterien entwickelt – noch sind diese in die Planung nicht eingeführt [3]. Thematisiert wird die Abstimmung des Verbrauchsprofils und der gebäudeintegrierten Erzeugungs- und Speicherkapazität auf das Erzeugungs- und Speicherverhalten des umgebenden Strom- und Wärmenetzes. Dabei ist zu erwarten, dass erst deutlich zeitvariable Tarife für Bezug und Einspeisung zukünftig monetäre Anreize für eine Netzdienlichkeit liefern. Für rein elektrisch versorgte Gebäude mit Wärmepumpen liegen bereits Querschnittsuntersuchungen vor [4]. Die untersuchten Anlagen verhalten sich dabei unterschiedlich, was auf Unterschiede im Anlagendesign und in der Betriebsführung zurückzuführen ist. Tendenziell waren sie noch nicht netzdienlich. In weiteren Projekten der Forschungsinitiative EnOB soll dies genauer geklärt und verallgemeinert werden [5].

Hohe Potenziale im Betrieb heben

Ist ein neues Gebäude fertiggestellt, werden Gebrauchstauglichkeit und Nutzungsqualität mehr oder weniger unmittelbar eingefordert. Es erfordert aber in Ergänzung zur Qualität der Planung und Ausführung ebensolche Bemühungen, ein Gebäude in Betrieb zu nehmen und dauerhaft effizient zu betreiben [6, 7]. Das Betriebsmanagement eines Gebäudes basiert auf Information über den Betriebszustand (Ist) und die dazugehörigen Planwerte (Soll). Informationslieferanten sind unter anderem die Nutzer selbst, Sensoren in Verbindung mit der Gebäudeautomation und die Gebäudedokumentation. In der Praxis werden oft Einstellungen an der Haustechnik allein daran ausgerichtet, die Beschwerden der Nutzer zu minimieren. Das geht nicht selten mit einem erhöhten Energieverbrauch und erhöhten Kosten einher. Allein das Vorhandensein einer Gebäudeleittechnik spart keine Energie. Es kommt wesentlich darauf an, die personellen und fachlichen Ressourcen für eine Betriebsoptimierung bereitzustellen und dauerhaft vorzuhalten. Die gezielte Optimierung von Nutzerzufriedenheit und Betriebskosten durch externe Spezialisten lohnt wegen des damit verbundenen Aufwands heute in der Regel erst bei großen Gebäu-



Bild 2: Der Neubau der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, BSU, in Hamburg-Wilhelmsburg ist eines der aktuellen EnOB Demonstrationsprojekte.

Das BSU-Gebäude wurde zudem soeben mit dem DGNB-Nachhaltigkeitszertifikat in Gold ausgezeichnet.

Architekten

Sauerbruch Hutton, Berlin

Bauherr

Sprinkenhof AG, Hamburg

Auditor

Dr. Günter Löhnert
sol.id.ar planungswerkstatt,
Berlin

Foto

Andreas Lechtape
Beitrag BSU in xia 84

den mit hohen Verbräuchen. Hier sollte über Möglichkeiten und Anreize nachgedacht werden, um einer flächendeckenden Betriebsoptimierung im Bestand den Weg zu bereiten. Insbesondere dem Facility Management wachsen hier neue Aufgaben zu. Monetäre Anreize bieten zukünftig auch die zeitvariablen Tarife im Kontext der Netzdienlichkeit.

Die Bedeutung des sommerlichen Wärmeschutzes und der Kühlung wächst

Mit Blick auf die zu erwartenden und bereits eingetretenen klimatischen Veränderungen bedarf die Einhaltung sommerlicher Komfortforderungen in Nichtwohngebäuden großer Anstrengungen [8,9]. Moderate Fensterflächen, wirksamer Sonnenschutz, ausreichend thermisch aktivierbare Speichermasse und eine nächtliche Lüftung sind nur in Kombination zielführend, aber nicht immer in letzter Konsequenz umsetzbar und ausreichend. Sichtbezug zur Umgebung trotz aktiviertem Sonnenschutz bleibt eine zentrale Aufgabe für hohe Nutzerzufriedenheit. Die Erfahrung zeigt, dass die Bauteiltemperierung in Verbindung mit Erdsonden oder mit Grundwasser als Wärmesenke einen geeigneten Ansatz zur energieeffizienten Kühlung darstellt. Sie ist wesentlich leistungsfähiger als eine Nachtlüftung und kann daher kompensierend wirken. Andererseits ist Energie für die Pumpen eine kritische Größe bei Planung und Betrieb solcher Anlagen. Die Implikationen für die Wahl der Wärmeversorgung sind früh gegeben.

Von der Schwierigkeit den Stromverbrauch zu reduzieren

Der Stromverbrauch dominiert bei neuen Nichtwohngebäuden den Energieverbrauch und die Energiekosten. Neben den normativ erfassten Anteilen für Lüftung, Beleuchtung und gegebenenfalls

Kühlung kommen zentrale Einrichtungen wie Aufzüge und Küchen ebenso hinzu wie Rechner und Kommunikationstechnik. Die nicht normativ erfassten Anteile dominieren bereits in vielen Fällen (Bild 3) und sollten zukünftig daran angemessene Beachtung finden. Unter anderem wird derzeit diskutiert, den Energieaufwand für Aufzüge dem gebäudebedingten Anteil zuzuordnen. Anders als in kleinen Wohngebäuden bleibt die Stromeffizienz von Lüftungsanlagen immer noch eine große Aufgabe, da die geforderten Luftmengen in Verbindung mit ausgedehnten Kanalnetzen oft zu beachtlichen Druckverlusten führen. Hier ergeben sich in der Planungspraxis Zielkonflikte zwischen der Minimierung von Druckverlusten einerseits und Kosten durch Platzbedarf der Technik andererseits. Die Stromeffizienz sollte im Planungsprozess konsequent nachgehalten werden. Dass in der Praxis trotz hoher SFP-Werte (SFP-Werte: specific fan power) oft niedrige Verbrauchswerte vorliegen als planerisch ermittelt, liegt daran, dass bedarfsgerecht geringere Luftmengen gefördert werden, als bei der Dimensionierung normativ zu Grunde gelegt. Wenigstens das ist erfreulich. Die Einschätzung, dass die Einführung der LED-Technik große Einsparungen beim Energiebedarf der Beleuchtung nach sich zieht erscheint aus heutiger Sicht verfrüht. Die Lichtausbeute sehr guter LED-Leuchtmittel liegt aktuell bestenfalls im Bereich einer T5-Leuchtstofflampe. Da effiziente Leuchten mit T5-Leuchtmittel und elektronischen Vorschaltgeräten heute Standard in neuen Nichtwohngebäuden sind, ist das Einsparpotenzial bei der reinen Umstellung auf LED gering. Es geht vor allen Dingen um die gesteigerte Lichtqualität, verbesserte Regelbarkeit und gestalterische Potenziale. Überzeugende Tageslichtnutzung ist nach wie vor die wesentliche Strategie, um eine hohe Nutzerzufriedenheit und niedrigen Stromverbrauch für die Ergänzungsbeleuchtung mit Kunstlicht zu erreichen.

Bild 3: Flächengewichtete Energiekennwerte von 12 EnOB Verwaltungsbauten verglichen mit den Daten gemäß BMVBS-Bekanntmachung für verbrauchs-basierte Energiepässe

Primärenergiefaktoren der EnOB-Bauten gemäß DIN V 18599, Teil 1, 2009. Flächenbezug für alle: NGFbeheizt

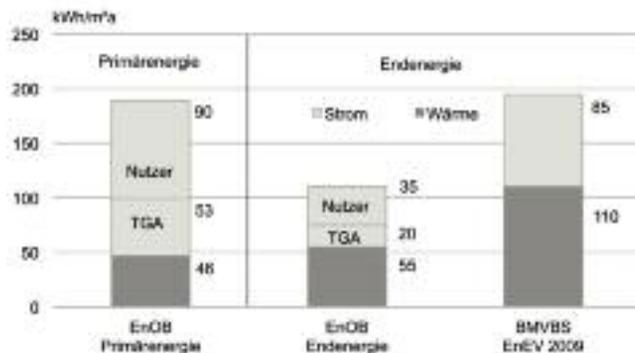


Bild 3

Ist der Primärenergiebedarf die richtige Zielgröße?

Mit Einführung der Energieeinsparverordnung haben wir uns daran gewöhnt, den Primärenergiebedarf (Anteil nicht erneuerbar) als wichtigste normative Zielgröße im Energiebereich zu thematisieren. Dabei werden die Energieeffizienz des Gebäudes und seine Versorgungstechnik sowie die Art der eingesetzten Energieträger in einer summarischen, aber vergleichsweise diffusen Kenngröße bewertet. Der Weg über die primärenergetische Bewertung von Energieträgern führt aber nicht zwangsläufig zu nachhaltigen Versorgungskonzepten für Gebäude. Erfahrungen und Trends lassen diesen Bewertungsansatz in einem kritischen Licht erscheinen [10]:

- Der niedrige Primärenergiefaktor für den nicht erneuerbaren Anteil bei Holz (0,2) führt zu außerordentlich niedrigen Primärenergiekennwerten von Gebäuden mit Holz als Energieträger der Wärmeversorgung, egal ob dezentral oder über Wärmenetze. Zusammen mit den moderaten gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz für Nichtwohngebäude in der aktuellen EnEV erscheinen mäßig energieeffiziente Gebäude in einem (zu) guten Licht. Die begrenzte Verfügbarkeit von Holz aus einer nachhaltigen Forstwirtschaft

setzt dem Einsatz des Energieträgers zur Verbrennung Grenzen. Holz zu verschwenden ist nicht nachhaltig. Wird Holz als Energieträger genutzt, erscheinen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung oder Solarkollektoren primärenergetisch sinnfrei: Beide benötigen Strom für Ventilatoren beziehungsweise Umwälzpumpen, sparen dabei aber in solchen Fällen nur minimal Primärenergie ein. Andererseits reduzieren sie wesentlich den Holzeinsatz. Das wirft Fragen auf.

- Der bereits deutlich reduzierte Primärenergiefaktor von Strom wirkt sich rechnerisch ebenso negativ auf die Bemühungen für mehr Energieeffizienz im Gebäude aus. Stromeinsparung erscheint umso weniger attraktiv, je niedriger der Primärenergiefaktor wird. Werden die Zielsetzungen für mehr Strom aus Erneuerbaren im Netz Realität, sinkt der Anreiz zur Stromverbrauchsreduktion weiter. Der Bedarf an „Energiewäldern“ mit ihren Windkraftanlagen und Solarparks steigt, wenn Stromeffizienz nicht attraktiv ist.
- Niedrige Primärenergiefaktoren täuschen darüber hinweg, dass Energieverbrauch mehr oder weniger viel Geld kostet und auch zukünftig kosten wird. Auch ein primärenergetisches Netto-Null- oder Plusenergiehaus hat – abhängig von Energieträgerkosten und Einspeisevergütung – meistens Energiekosten zur Folge. Vorbei sind die Zeiten, als die Primärenergiefaktoren von fossilen Energieträgern und Strom auch in etwa die Kostenverhältnisse widerspiegeln. Aktuell steigt der Strompreis, während der Primärenergiefaktor sinkt.

- Zunehmend wird der Klimawandel das bestimmende Thema der energie- und umweltpolitischen Debatte. Während wir uns bei den Pkws langsam an die Klassifizierung gemäß Klimagasemissionen gewöhnen, bleibt dieses Thema bei Gebäuden vollständig auf der Strecke. Gerade wurden mit der EnEV 2014 die Energieklassen für den Energiepass bei Wohngebäuden eingeführt. Sie basieren auf Endenergie und setzten damit auf Effizienz. Primärenergieaufwand und insbesondere Klimagasemissionen fallen als Information mit Signalwirkung im Immobilienmarkt in der Bedeutung zurück. Es erscheint an der Zeit, Energiepolitik, Ressourcenschonung und Klimaschutz konsequent gemeinsam als Argumente für energiesparendes Bauen zu nutzen und eine darauf abgestimmte Klassifizierung energetischer Niveaus zu entwickeln. Sie sollte einheitlich für Wohn- und Nichtwohngebäude gelten.

- Durch sich ändernde Primärenergiefaktoren von bezogenem oder eingespeistem Strom und die Absicht weiterer Nachjustierungen in der Zukunft ändert sich die Gebäudebewertung mit der Zeit. Energiebedarfs- und Verbrauchskennwerte müssen streng genommen immer mit einem Bezugsjahr versehen werden, damit eine sichere Interpretation gelingt. Das funktioniert in der Praxis nicht. Wie können solche Hindernisse überwunden werden? Zielführend erscheint die Einführung von einfach kommunizierbaren Klassen als Orientierung, da zahlenbasierte Energie- oder Emissionskennwerte nur von Experten interpretiert werden können. Dabei scheint eine Klassifizierung für das Gebäude getrennt von einer solchen für die Versorgungstechnik ein Schritt in die richtige Richtung zu sein.

Die aktuelle Baukosten- und Wirtschaftlichkeitsdebatte

Im Rahmen der EnOB-Forschung werden konsequent und von Beginn an Kostenkennwerte von Demonstrationsgebäuden ermittelt [11]. Dabei liegt der Fokus ausdrücklich nicht auf der Bestimmung von Mehrkosten durch verbesserte Energieperformance. Erfahrungsgemäß ist es schwierig, die jeweilige Vergleichsvariante zu definieren und die Kosten im Sinne von Mehrkosten konsequent abzugrenzen. Die im Rahmen von EnOB erfassten Bauwerkskosten dokumentieren solche Gebäude, bei denen von Beginn an

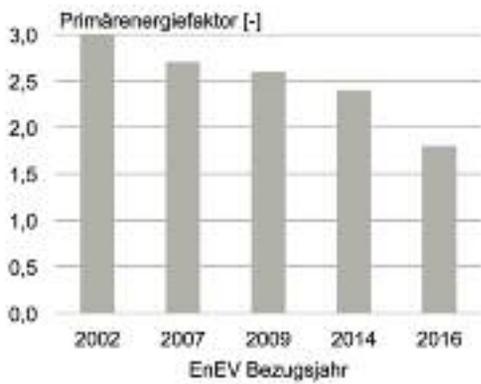


Bild 4

energetische Zielvorgaben im Planungsprozess eine Rolle spielen. Die Auswertung am Beispiel von 15 Verwaltungsbauten unterstreicht die Tatsache, dass die Kosten dieser Gebäude im Kostenkorridor der statistischen Kennwerte des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern (BKI) liegen (Bild 5).

Standortbesonderheiten und besondere Ausstattungsmerkmale scheinen für die Bauwerkskosten signifikanter zu sein als die Forderung nach einem erhöhten Energiestandard. Vor diesem Hintergrund erscheint die Angst vor unangemessenen Kostensteigerungen bei Einführung des sogenannten „Niedrigstenergiestandards“ 2020 zumindest für den Bereich der Nichtwohngebäude überzogen [12]. Voraussetzung ist allerdings die Umsetzung von Prinzipien einer integralen Planung.

Auf der Ebene von Lebenszykluskosten, also der Summe von Investitions- und Nutzungskosten, zeigen diverse Studien, dass es einen kostenoptimalen Bereich, aber keine streng kostenoptimale Lösung für die Abstimmung von Effizienzmaßnahmen einerseits und einer wesentlich auf erneuerbarer Energie basierten Versorgung andererseits gibt [13]. Die Lösung für die Versorgungstechnik bleibt demnach auch zukünftig technologieoffen.

Deutlich angewachsen ist die Nachfrage nach Analysen zur ökonomischen Vorteilhaftigkeit von Lösungen. Von Ingenieuren werden hier unterschiedlichste Methoden und Annahmen für eine Wirtschaftlichkeitsrechnung angewendet. Die Zeit ist reif für eine Methodenkonvention in Verbindung mit mehr Transparenz und Vergleichbarkeit bei der Vorstellung von Randbedingungen und Ergebnissen.

Ausblick

Eine stärkere Vernetzung der verschiedenen EnOB-Forschungsinitiativen zu Gebäuden, Solarthermie, Wärmenetzen und Quartieren soll mit einer übergreifenden Forschungsplattform künftig intensiver mit gemeinsamen Projekten anhand integraler Fragestellungen umgesetzt werden. Der Energiesystemkontext von Gebäuden rückt damit stärker in den Fokus der Forschung. Demonstrationsprojekte bilden dabei nach wie vor ein zentrales Element der angewandten Forschung.

Referenzen

- [1] Tagungsband zum EnOB-Symposium 2014, download: <http://www.enob.info/de/forschung-im-dialog/enob-symposium-2014-energieinnovationen-in-neubau-und-sanierung/#c2383>
- [2] Hennings, H.-M., Palzer, A.: Energiesystem Deutschland 2050, download: <http://www.ise.fraunhofer.de/de/daten-zu-erneuerbaren-energien>
- [3] Kalz, D.: Energetische und Energiewirtschaftliche Analysen von

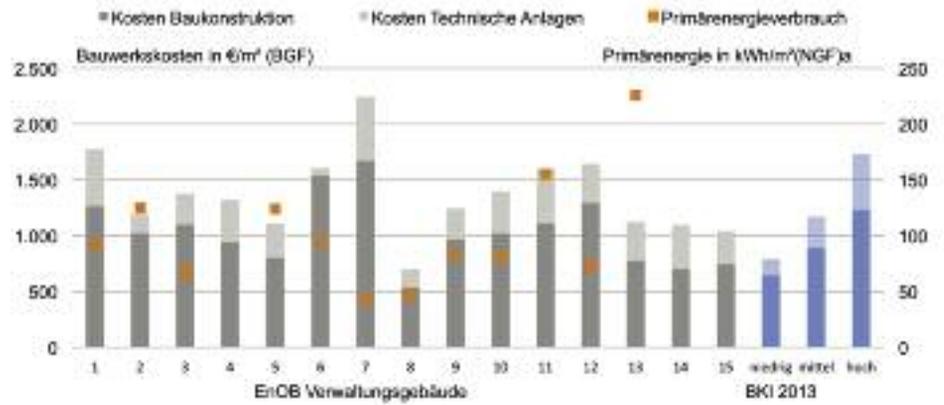


Bild 5

Wärmepumpen, in [1], S. 123 ff.

[4] Klein, K., Kalz, D., Herkel, S. Netzdienlicher Betrieb von Gebäuden: Analyse und Vergleich netzbasierter Referenzgrößen und Definition einer Bewertungskennzahl. Bauphysik 36 (2014), Heft 2, S. 49–58

[5] Herkel, S., Palzer, A., Klein, K., Kalz, D.: Netzreaktive Gebäude, in [1], S. 93 ff.

[6] Gebäude energieeffizient betreiben, BINE Themeninfo 1/2010, download: <http://www.bine.info/nc/themen/publikation/gebaeude-energieeffizient-betreiben/>

[7] Voss, K., Wagner, A., Herkel, S.: Gebäudeperformance – Planen, erfassen und bewerten, Detail Green, Heft 2, 2014

[8] Voss, K., Künz, C.: Klimadaten und Klimawandel – Untersuchungen zum Einfluss auf den Energiebedarf, den Leistungsbedarf und den thermischen Komfort von Gebäuden, Bauphysik, Jg. 34, Heft 5, S. 189–196, 2012

[9] Maas, A., Kempkes, C. und Schlitzberger, S.: Sommerlicher Wärmeschutz – Neufassung der DIN 4108-2. Bauphysik, Jg. 35, Heft 3, S. 155–161, 2013

[10] Hermelink, A., Voss, K., et. al.: Niedrigstenergiegebäude, BBSR-Vorhaben im Kontext von Zukunft Bau, in Bearbeitung, 2014

[11] Lützkendorf, T., Unholzer, M., Spars, G., Obadovic, O., Voss, K.: Beurteilung der Baukosten energetisch optimierter Bürogebäude (Neubau), EnOB-Veröffentlichung, <http://www.enob.info/de/analysen/>

[12] Breites Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen, BMUB Pressemitteilung, 10.7.2014, [http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/breites-buendnis-fuer-bezahlbares-wohnen-und-bauen/?tx_ttnews\[backPid\]=103&cHash=610b27e2ec89b882239dbbbb059f6989](http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/breites-buendnis-fuer-bezahlbares-wohnen-und-bauen/?tx_ttnews[backPid]=103&cHash=610b27e2ec89b882239dbbbb059f6989)

[13] Offermann, M., von Manteuffel, B., Hermelink, A.: BBSR Online-Publikation Nr. 26/2013 Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ - Modellrechnungen, <http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/ON262013.html?nn=396116>

Bild 4: Entwicklung des im öffentlich-rechtlichen Nachweis anzusetzenden Primärenergiefaktors (nicht erneuerbarer Anteil) für den Netzstrombezug

Quelle: EnOB

Bild 5: Bauwerkskosten (KG 300 und KG 400, netto, zeit- und regionalbereinigt) energetisch optimierter Verwaltungsgebäude aus dem Förderprogramm EnOB und ihr in der Praxis erreichtes energetisches Niveau – dargestellt in Primärenergie, nicht erneuerbar (verbrauchs basiert)

Quelle: EnOB

online

www.btga.uni-wuppertal.de
www.kit.edu
www.uni-kassel.de
www.enob.info