Abschlussbericht 2015 (Kurzfassung)

Zusammenfassung der Vorstudie und des Endberichts zur Studie "Sanierungswirkung – Sanierungstest" (Ostfalia) Stand: 09/2015

Klimaschutzkampagne "Sanierungswirkung"

Der Bericht wurde erstellt von:

Ostfalia – EOS-Institut
Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff
und wiss. Mitarbeiter

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

gefördert vom

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

KI I 5 – 42230-1/0

Wirkungsanalyse von energetischen Sanierungsmaßnahmen

Wie groß ist die Diskrepanz zwischen technischem Potenzial von energetischen Sanierungsmaßnahmen und den Erfolgen in der Praxis? Welches sind die Ursachen für den Erfolg / Misserfolg der Maßnahmen? Wie kann die Sanierungswirkung gesteigert werden? Welchen Beitrag kann eine höhere Sanierungswirkung zu den Klimaschutzzielen der Bundesregierung leisten? co2online ist den Fragen mit den wissenschaftlichen Partnern EOS Ostfalia Wolfenbüttel und Fraunhofer ISE mit einem Feldtest im Rahmen der Klimaschutzkampagne des BMUB-Forschungsprojekts "Sanierungswirkung und Sanierungstest" auf den Grund gegangen. (Quellenverzeichnis in der Langfassung)

Inhalt

1 Einleitung und Übersicht 2

2 Der Modernisierungsmarkt heute – Energieberatung 2.0 10

3 Wirkung und Effizienz von Sanierungsmaßnahmen 15

3.1 Auswertungsmethoden 17

3.2 Durchführung der Auswertungen 22

4 Zusammenfassung der Ergebnisse 23

5 Empfehlungen für die Politik 25

6 Quellen 25

Projektnehmer:

EOS – Institut für Energieoptimierte Systeme
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften

Bezugsmöglichkeiten für den Bericht:

als Datei im Internet	http://www.delta-q.de

Verantwortlichkeiten für den Inhalt dieses Berichtes

Ostfalia	Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff

1 Einleitung und Übersicht

Das energiepolitische Ziel ist richtig, aber sehr anspruchsvoll: bis 2050 soll ein weitgehend klimaneutraler Gebäudebestand erreicht werden. Um die damit in Verbindung stehende Verminderung des (nichterneuerbaren) Primärenergieeinsatzes um 80 % zu erreichen, müssen die Gebäude bis 2050 im Durchschnitt dem heutigen Effizienzhaus-55-Standard nicht nur rechnerisch genügen, sondern ihn vor allem im realen Betrieb erreichen. Das weitere Zwischenziel, bis 2020 auch den Wärmebedarf ("Endenergieverbrauch für Raumwärme") wesentlich zu mindern, wurde bei der Verabschiedung des Klimapakets mit einer Steigerung der Sanierungsquote (im Sinne einer Intensivierung der Modernisierungstätigkeit) verbunden, was aber bisher nicht im erforderlichen Umfang gelungen ist.

Nur noch eine Bewertungsgröße: CO_2-Emissionen anstelle Primärenergie

Die Gutachter empfehlen, sich nur noch auf ein Ziel der Energiewende zu konzentrieren: auf die Minderung der eingesetzten Endenergie und die damit verbundene Reduzierung der CO_2-Emissionen. "Die Konzentration allein auf den Abbau des Ausstoßes von Kohlendioxid wurde auch Im Herbst des vergangenen Jahres von den Staats- und Regierungschefs der Europäischen Union beschlossen. Statt wie für 2020 lauter Einzelzielen für die erneuerbaren Energien, die Verkehrsbranche oder die Energieeffizienz hat die EU für das Jahr 2030 nur ein Ziel: Der Ausstoß von Kohlendioxid soll um 40% sinken. Ob die Emissionen sinken, weil die Menschen Strom sparen, mehr Sonnenkollektoren auf ihr Dach bauen oder weniger Auto fahren, muss nicht im Detail geregelt werden. Das macht den Klimaschutz nur unnötig kompliziert und damit teurer, da die Unterziele aufeinander abgestimmt werden müssen…." [Hendrick Kaffsack: Klima-Irrweg - FAZ – Montag 31. August 2015 – Nr. 201 – S. 15].

Die Anforderungen an Gebäude und Anlagentechnik hinsichtlich ihrer energetischen Qualität, ihrer Umweltauswirkungen sowie des Ressourcenverbrauchs werden in Deutschland aktuell sowohl durch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) als auch durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) definiert. Die Parallelität verschiedener Vorschriften führt zu einer von vielen Seiten kritisierten und wenig transparenten Komplexität im Planungs- und Umsetzungsprozess. EnEV und EEWärmeG sprechen dasselbe globale Themengebiet an: die Energieeffizienz von Gebäuden, den damit verbundenen Klimaschutz sowie die Reduzierung von CO_2-Emissionen. Der Markt für Energieeinsparung, Energieeffizienz und für den wachsenden Einsatz erneuerbarer Energien entwickelt sich mit den derzeitigen Instrumentarien der EnEV und des EEWärmeG jedoch in die falsche Richtung.

Die derzeitige Primärenergiebewertung der EnEV führt in vielen Fällen zu Fehlentscheidungen und damit auch zu Fehlentwicklungen. So kann unter Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung mit kohlebefeuerter Fernwärme ein sehr geringer Primärenergiefaktor erreicht werden – der errechnete Primärenergiebedarf ist entsprechend gering und Gebäudedämmung sowie Anlagentechnik können entsprechend minderwertig ausgeführt werden. Letztendlich entsteht aber ein erhöhter Endenergiebedarf des Gebäudes in Verbindung mit hohen CO_2-Emissionen eines heute noch überwiegenden Kohlekraftwerkparks.

Alleine durch das übereinstimmende Ziel "CO_2-Minderung" bietet sich aus Sicht der Verfasser die Zusammenlegung von EnEV und EEWärmeG an – und wurde so auch vom Bundesrat in seiner Zustimmung zur EnEV 2014 erneut gefordert. Die Zusammenführung von EnEV und EEWärmeG auf Basis von "Endenergie und CO_2-Emissionskennwerten der eingesetzten Endenergien" anstelle des bisherigen Ansatzes über die Hauptanforderung Primärenergie bietet die Chance, zusammen mit einer jährlichen deutschlandweiten Bilanz, die vom BMUB formulierten Ziele nachvollziehbar und messbar zu erreichen. Eine solche Bilanz wird bereits seit vielen Jahren durch die AG Energiebilanzen (AGEB) erstellt.

Vom Einzelobjekt (Ein- bzw. Mehrfamilienhaus) bis zu Stadtquartieren ist damit eine einheitliche Bewertung von Energieverbräuchen und Einsparpotenzialen erzielbar. Dieser Vorschlag wird aktuell auch durch eine noch nicht veröffentlichte Studie des Deutschen Verbands für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung e.V. unter Federführung von Prof. Dr. Klaus Töpfer thematisiert.

Ende der 1990er-Jahre gab es die politische Entscheidung, die umweltrelevanten Bewertungen in der EnEV über Primärenergie und nicht über Endenergie bzw. CO_2-Emissionen vorzunehmen. Geschuldet war dies der weitgehend CO_2-neutralen Erzeugung von Strom in Kernkraftwerken, deren Rückbau bereits nach dem Regierungswechsel 1998 mittelfristig angestrebt wurde. Durch den 2011 beschlossenen und nicht mehr umkehrbaren Ausstieg aus der Kernenergie kann jedoch heute eine CO_2-Bewertung eingeführt werden.

Mangelnde Sanierungswirkung – Differenzen zwischen Bedarfs- und Verbrauchswerten – Verzicht auf Kompensationsmöglichkeiten zwischen Gebäude und Anlagentechnik in EnEV und EEWärmeG

Der im Zentrum dieser Studie "Sanierungswirkung und Sanierungstest" untersuchte Ansatz "Intensivierung der Modernisierungstätigkeit mit Nachweis des Sanierungserfolgs" geht zunächst davon aus, dass sich bei jeder energetischen Modernisierungsmaßnahme auch die Energieeinsparung einstellt, die vorher z.B. in einem Energieberatungsbericht abgeschätzt wird. Die tatsächlich erreichte Modernisierungswirkung kann jedoch vom gesteckten Ziel zum Teil wesentlich abweichen. Dies kann mehrere Ursachen haben:

- Verzicht auf eine begleitende Qualitätssicherung
- Auswahl nicht angepasster oder zu groß dimensionierter Komponenten
- Unzureichende Abstimmung zwischen den am Bau Beteiligten

Ziel dieser Studie ist das Herausarbeiten der Ursachen und die Quantifizierung dieser Abweichungen sowie die Erarbeitung von Vorschlägen für die zukünftige Erhöhung der Sanierungseffizienz.

Kennzeichnend für die bisherige und wohl auch künftige energetische Verbesserung von Gebäuden ist ein hoher Anteil von Einzelmaßnahmen, die an Komponenten der Heizungsanlage, bei der teilweisen Wärmedämmung oder auch bei der Fenstererneuerung durchgeführt werden; häufig aufgeteilt über einen Zeitraum von zwei bis drei Jahren und überwiegend im ohnehin erforderlichen Erneuerungszyklus.

Komplettsanierungen sind heute für viele Eigentümer finanziell nicht zu leisten, bzw. es wurden durch bereits vorgenommene Teilmodernisierungen Fakten geschaffen. Und nahezu alle energetisch relevanten Modernisierungsmaßnahmen haben eine durchschnittliche Nutzungsdauer von mehreren Jahrzehnten (Ausnahme Wärmeerzeuger mit etwa 15 Jahren für typische wandhängende Gasthermen bis zu teilweise 40 Jahre für langlebige bodenstehende Stahl- oder Guss-Kessel). In den kommenden Jahren werden die bei Einzelmaßnahmen nicht ausgeschöpften Verbesserungspotenziale in den meisten Fällen nicht mehr kostengünstig zu heben sein. Um das Klimaziel zu erreichen, müssten dann zur Kompensation die noch zur Sanierung anstehenden Gebäude (beziehungsweise Bauteile) immer höhere Standards erfüllen.

Zwischenfazit 1: Um die CO_2-Emissionen im Gebäudebereich bis 2050 mit möglichst geringen Gesamtkosten auf das Zielniveau abzusenken, müssen sich ab sofort Erneuerungen, die an energetisch relevanten Bauteilen ohnehin erforderlich sind, mindestens am Effizienzhaus-55-Standard orientieren und die angestrebte Wirkung muss sichergestellt werden (Siehe auch [BMWi 2014]: Sanierung im Gebäudebestand). In dem BMWI-Bericht wird ein Szenario dargestellt, welches zur Erfüllung der notwendigen Anforderungen führen soll, siehe Abbildung 1.

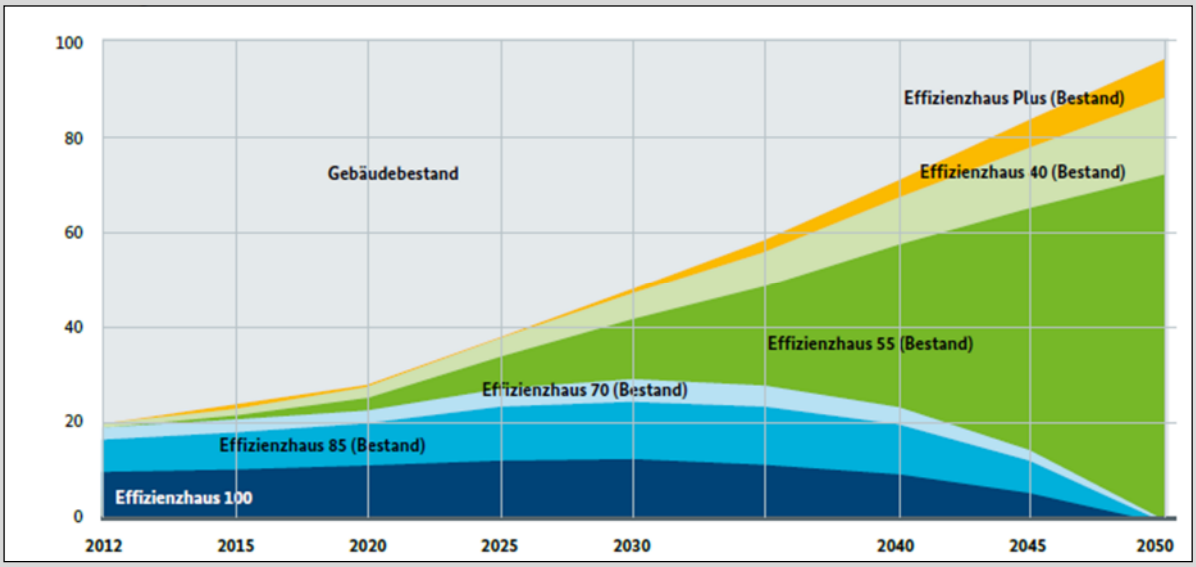


Abbildung 1 Entwicklung des Primärenergiebedarfs bis 2050, dargestellt anhand der heutigen Förderstrukturen der KfW-Programme ("Effizienzhäuser")
Quelle: BMWi: Sanierungsbedarf im Gebäudebestand [10]

Die Erreichung eines flächendeckenden KfW-55-Standards im Wohngebäudebereich wird durch die Ostfalia z.Z. als unrealistisch eingeschätzt. Der heutige Trend in der Umsetzung von Modernisierungsmaßnahmen lässt schlechtere Standards erwarten. Nach eigenen Einschätzungen kann – mit einhergehender Qualitätssicherung – etwa der heutige KfW-70 bis KfW-85 - Standard erreicht werden. Erfolgt keine Qualitätssicherung, ist ein KfW-100 Standard realistisch. Soll tatsächlich der KfW-55 – Standard im überwiegenden Gebäudebestand bis 2050 erreicht werden, sind weiterhin durch den Gesetzgeber erhöhte Anforderungen v.a. an die Wärmedämmung der Gebäudehülle nicht nur im Neubau (EnEV 2016) sondern auch bei der Modernisierung notwendig, um das gesteckte Ziel zu erreichen.

Es sollten dabei Kompensationsmöglichkeiten entfallen, die bei Einsatz primärenergetisch "scheinbar" günstigerer Lösungen wie Einsatz von KWK in Nah- und Fernwärme oder Einbau von Elektro-Wärmepumpen zu geringe Anforderungen an die Qualität der Gebäudehülle stellen. Marktaktivitäten einiger Versorgungsunternehmen und Wärmepumpenhersteller gehen derzeit in die falsche Richtung: "bei (scheinbar) günstiger Primärenergiebewertung der Erzeugung können die Anforderungen an den Wärmeschutz verringert oder im Fall einer Modernisierung ganz darauf verzichtet werden." Die Forderung muss lauten: "wenn etwas angefasst wird im Rahmen einer Instandsetzungsmodernisierung, dann auch richtig".

Zusätzliche Einsparungen durch konsequente Qualitätssicherung in Planung, Ausführung und mit Erfolgsnachweis durch Monitoring

Die Felduntersuchungen im laufenden Projekt sowie Ergebnisse aus vorangegangenen Studien der Ostfalia zeigen, dass allein durch konsequente Qualitätssicherung und ohne hohen Aufwand mit geringinvestiven Maßnahmen ca. 25 bis 30 kWh/(m²a) Endenergie im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung zusätzlich eingespart werden können.

Dies betrifft die seit Einführung der Wärmeschutzverordnung und der Heizungsanlagenverordnung gesetzlich festgelegten Bereiche "Dämmung der Gebäudehülle" und "Erneuerung des Wärmeerzeugers" in Gebäuden ab Baustandard 1977 bis hin zu Neubauten sowie für modernisierte Gebäude aus älteren Baualtersklassen.

Im Einzelnen lassen sich durchschnittlich 15 bis 20 kWh/(m^2a) Heizenergie im Bereich der Gebäudedämmung allein durch Qualitätssicherung realisieren; zusätzlich zu dem sowieso verminderten Heizenergieverbrauch, welcher mit den Sanierungsmaßnahmen oder in einem Neubau einhergeht. Zur hierzu notwendigen Qualitätssicherung gehört wesentlich die Umsetzung einer Optimierung mit hydraulischem Abgleich als Anpassung des Wärmeangebots an die durch den Wärmeschutz verbesserten Qualitäten seit 1977.

Bei einem Kesseltausch im Zuge von Sanierungsmaßnahmen können darüber hinaus ca. 10 kWh/(m^2a) Heizenergie zusätzlich durch vorgenannte Qualitätssicherungsmaßnahmen eingespart werden. Diese Einsparungen konnten aus der vorliegenden belastbaren Datenbasis von co2-online und mit Hilfe des Werkzeuges einer Energieanalyse aus dem Verbrauch "EAV" mit unterjährigen Messungen des Brennstoff- und Nutzenergieverbrauchs von Kesseln durch die Ostfalia ermittelt werden.

Ein vorzeitiger Kesseltausch ist nach einer Bestandsaufnahme mit der EAV wirtschaftlich sinnvoll gegeben für unsanierte kleinere Wohngebäude aus den 60er und 70er Jahren mit einem Heizenergieverbrauch von typisch 160 kWh/(m²a) und höher sowie einem brennwertbezogenen Nutzungsgrad des alten Bestandskessels, der schlechter ist als 70 – 75%. In diese Kategorie fallen geschätzt etwa 1,1 bis 1,2 Mrd. m² beheizter Wohnflächen von Ein- und Zweifamilienhäusern. Gleiches gilt für die etwa 0,8 bis 1,0 Mrd. m² beheizter Wohnflächen älterer Mehrfamilienhäuser, letztere mit einem Heizenergieverbrauch von typisch 130 bis über 150 kWh/(m²a) und einem ebenfalls schlechten Jahresnutzungsgrad der Kessel unter 75%.

Heizungsoptimierung mit hydraulischem Abgleich als bedingte Anforderung in der nächsten EnEV-Novelle

Umfassende energetische Modernisierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und der Anlagentechnik werden mit erster Priorität für bisher nicht modernisierte Wohngebäude mit einer Baualtersklasse vor 1978 als sinnvoll erachtet. Maßnahmen an der Gebäudehülle und Erneuerungen älterer Standard- und Niedertemperaturkessel gegen neue optimiert ausgelegte Brennwertkessel oder Wärmepumpen (letztere nur bei gleichzeitiger erheblicher Verbesserung des Gebäudedämmstandards) liefern hier die wirtschaftlichsten Ergebnisse.

Das spezifische Einsparpotenzial allein durch zusätzliche Qualitätssicherungsmaßnahmen bei einer anstehenden Kesselerneuerung liegt bei etwa 2,25 kg CO_2 je m² betroffener Wohnfläche und bei Maßnahmen an der Gebäudehülle bei etwa 4 kg CO_2 je m² betroffener Wohnfläche. Unter optimalen Randbedingungen bzw. mit unterstützenden politischen Maßnahmen könnte ein zusätzliches und nennenswertes Potenzial kurzfristig bis 2020 gehoben werden, wenn alle neueren Gebäude ab der Baualtersklasse 1978 (etwa 35% der Wohnflächen in Deutschland) durch eine nachträgliche Qualitätssicherung mit hydraulischem Abgleich optimiert werden.

Durch eine bedingte Anforderung in der nächsten Novellierung der EnEV / EEWärmeG ergeben sich allein hierdurch zusätzliche Einsparpotenziale von rund 18 bis 24 TWh/a bzw. 4,7 bis 6,2 Mio. t CO_2/a. Dies stimmt mit den früheren Ergebnissen des Projektes OPTIMUS der Ostfalia überein, liegt hierbei konservativ geschätzt unter den Zahlen des Wuppertal-Instituts [62] (siehe Abbildung 3 unten) und stellt damit einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Energiewende dar. Die Aufnahme einer bedingten Anforderung für die Heizungsoptimierung mit hydraulischem Abgleich in die EnEV / EEWärmeG wird auch durch Verbände der Heizungsindustrie (BDH, VdZ) gefordert.

Ausgehend von einem heute durchschnittlichen Energieverbrauch von 169 kWh/(m²a) als Mittelwert über alle Baualtersklassen der Wohngebäude in Deutschland kann damit ein zweistufiges Energieeinsparpotenzial identifiziert werden. Einerseits kann durch Sanierungsmaßnahmen ein wesentlicher Anteil des bisherigen Energieverbrauchs eingespart werden (hellblau in Abbildung 2). Dieser ist in Abhängigkeit der vorliegenden Baualtersklasse unterschiedlich hoch. Der Energieverbrauch lässt sich weiter reduzieren durch konsequente Qualitätssicherung mit Optimierungsmaßnahmen wie beispielsweise die Durchführung des hydraulischen Abgleichs zur Anpassung des Wärmeangebots an den Wärmebedarf der neuen Gebäudehülle (hellgrau in Abbildung 2).

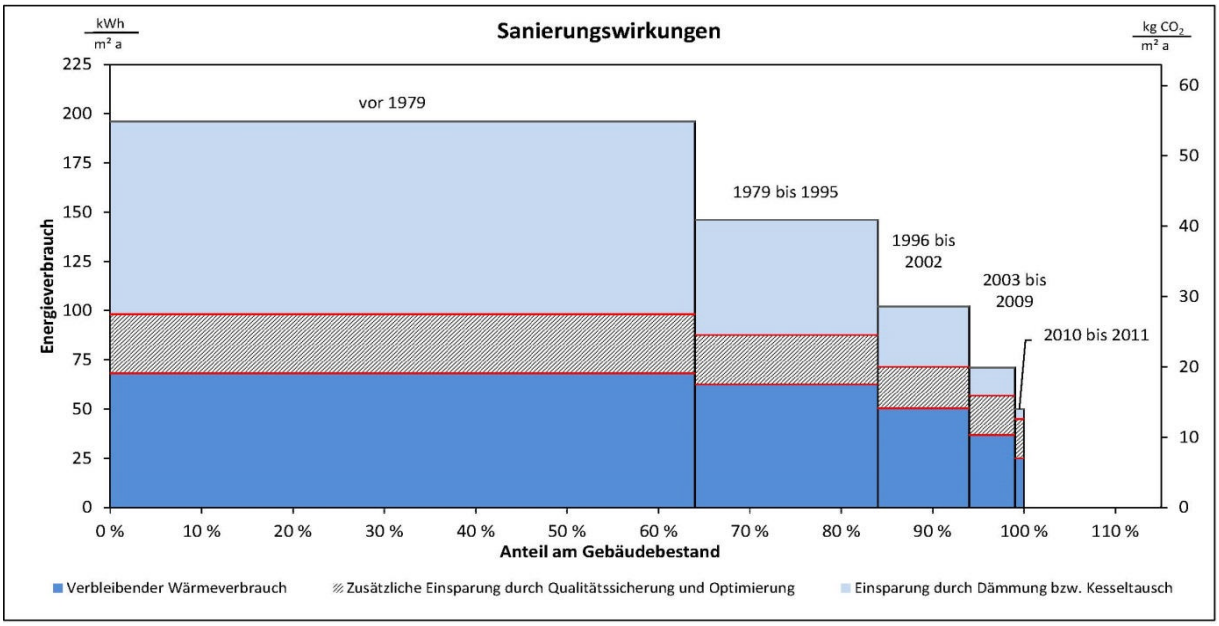


Abbildung 2 Potenziale von Maßnahmen im Gebäude zur Endenergieeinsparung und CO_2-Minderung [eigene Grafik]

Bereits vor knapp 10 Jahren wurde vom Wuppertal-Institut eine Studie für die E.ON-AG zum Thema "Dienstleistungen zur Reduktion von CO_2-Emissionen" erstellt.

Wuppertal Institut Endenergieeffizienz

Es ergaben sich damals ähnliche Aufgabenstellungen zur Prognose der Reduktion von CO_2-Emissionen mit Vorschlägen für einen Maßnahmenkatalog. Interessant ist, dass in dieser Studie der E.ON AG empfohlen wurde, einen eigenen Dienstleistungsbereich Energieeffizienz auszulagern – seit Ende 2014 wird dies nun umgesetzt.

Diese Studie widmete sich ebenfalls den wesentlichen Themen des hier behandelten Projektes: Wirkung von Kesseltausch und Dämmmaßnahmen im Bestand.

Neben der Abschätzung von CO_2-Minderungspotenzialen wurden auch die dafür verantwortlichen Endenergie- und Brennstoffeinsparungen sowie die CO_2-Vermeidungskosten aus volkswirtschaftlicher Sicht und die Energieeinsparkosten aus Kundensicht quantifiziert.

Für alle in der WI-Studie untersuchten Maßnahmen ergaben sich abgeschätzte CO_2-Minderungspotenziale bis zum Zeitraum 2015 von zusammen 150 Mio. t CO_2/a (s. nachfolgend Abbildung 3).

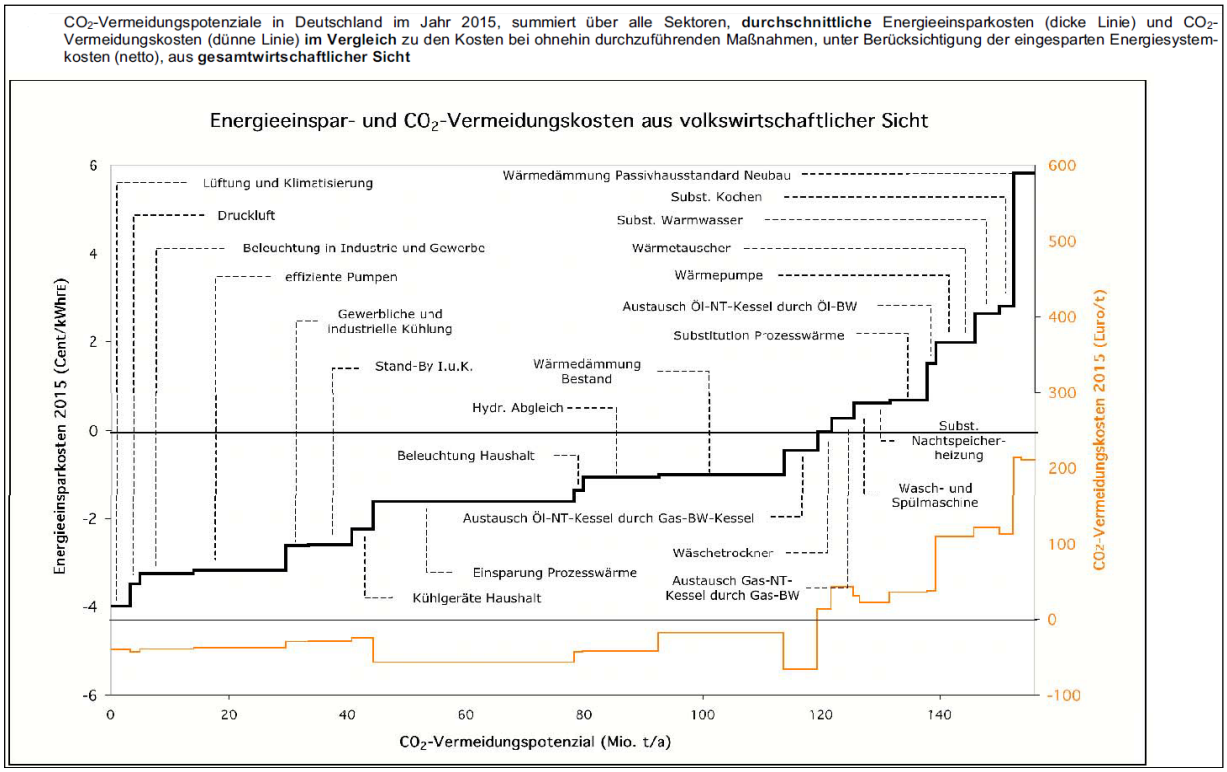


Abbildung 3 Energieeinspar- und CO_2-Vermeidungkosten für Deutschland
Quelle: DENA-Gebäudereport 2012 [13]

Exkurs: Weitere kurzfristige Potenziale zur CO_2-Minderung

In einer Übergangsphase von ca. 20 bis 30 Jahren könnte sich prinzipiell ein weiterer Doppeleffekt einer beschleunigten CO_2-Minderung ergeben. Durch die sanierungsbedingte Verbrauchsreduzierung von Erdgas im Wohngebäudebestand und gleichzeitigem Einsatz dieser eingesparten Erdgasmengen zum Ersatz von Steinkohle als Energieträger zur Stromproduktion könnten weitere Reduzierungen von CO_2-Emissionen erzielt werden. Dies gilt v.a. in größeren Stadtwerken mit paralleler Strom- und Wärmeerzeugung aus vorhandenen Kohle- und Erdgas-Heizkraftwerken und ist den Autoren bekannt für die Stadtwerke in Hannover und Braunschweig und sicherlich auch typisch für viele andere Stadtwerke in größeren Städten. Die Problematik einer primärenergetischen Fehlbewertung von Kraft-Wärme-Kopplung (anstelle einer CO_2-Bewertung) aus Kohle anstelle aus Erdgas wurde von den Autoren an einem konkreten Stadtquartier in Hannover, veröffentlicht im TGA-Fachplaner 01/2014, thematisiert und Anfang des Jahres 2015 an das BMUB weitergeleitet.

TGA Fachplaner - KWK Bewertung

In der [FAZ – Montag 13. Juli 2015 – Nr. 159 – S. 17] wurde im Rahmen der Veröffentlichung des BMWI "Weißbuch zur Weiterentwicklung des Strommarktes" zum Thema Kraft-Wärme-Kopplung berichtet:

"…Die Regierung erhofft sich von den Änderungen mehr Effizienz in der Strom- und Wärmeerzeugung und 4 Millionen Tonnen im Jahr weniger Kohlendioxidemissionen. Um das zu erreichen, sollen künftig teure und deshalb unwirtschaftliche gasbefeuerte KWK-Anlagen bezuschusst werden, die weniger CO_2 emittieren, wenn im Gegenzug preiswerte aber mit Kohle betriebene Anlagen abgeschaltet werden. KWK-Projekte, die Kohle als Brennstoff verwenden, sind zukünftig nicht mehr förderfähig" heißt es lapidar im Entwurf des Wirtschaftsministeriums…." (Zitat Ende).

Dies kann jedoch nur ein erster Schritt sein, wie nachfolgende weiterführende Überlegungen zeigen. Würde die zukünftige Einsparmenge an Erdgas durch verstärkte Sanierung und Modernisierung im Gebäudebestand mit Qualitätssicherung erhöht und in gleichem Umfang als Ersatzenergieträger für Kohle in der Stromerzeugung eingesetzt, könnte ein beträchtlicher Doppeleffekt zur Reduzierung von CO_2-Emissionen eintreten, siehe Abbildung 4.

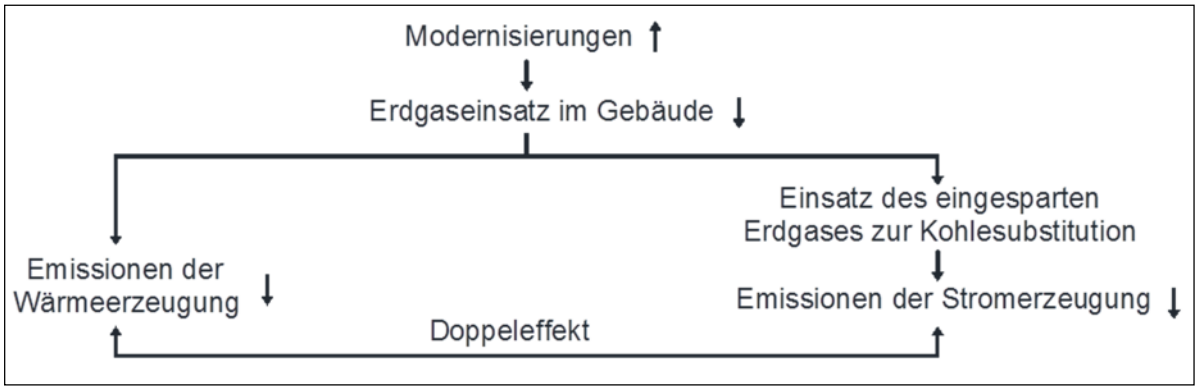


Abbildung 4 Doppeleffekt durch zeitgleiche Verstärkung von Gebäudesanierung und gasbasierte Stromerzeugung [eigene Grafik]

Eine gleichzeitige Reduzierung der CO_2-Emissionen in der Gebäudeheizung und in der Stromerzeugung könnte erreicht werden. Eine im Gebäudebereich eingesparte kWh Erdgas führt hier zu Reduzierungen von 240 g CO_2. Ersetzt diese eingesparte kWh Erdgas in einem GUD-Kraftwerk (55% Wirkungsgrad – 436 g CO_2 / kWh_{el}) 0,55 kWh_{el} aus einem Steinkohlekraftwerk (typisch 900g CO_2 / kWh_{el}) werden weitere 255 g CO_2 eingespart. Nachfolgendes Schaubild zeigt die Zusammensetzung des Strommixes in Deutschland im Jahr 2014.

Die vorhandenen Leistungskapazitäten von Erdgaskraftwerken (incl. KWK) sind hierbei sogar höher als die von Braunkohlekraftwerken und deshalb weitgehend vorhanden. Bei weiterem Ausbau regenerativer Energien primär zur Stromerzeugung könnte somit als primäre Brückentechnologie zur Reduzierung der CO_2-Emissionen der Ersatz von Kohle durch Erdgas in der Stromerzeugung (GUD-Kraftwerke und vorhandene Heiz-Kraftwerke) dienen. Dies muss nicht primär durch den Einsatz von KWK erfolgen, wie dies von vielen Seiten gefordert wird.

Es müsste politisch ein Weg gefunden werden, mit dem marktkonform durch Energieeinsparung im Gebäudebereich die hierdurch freigewordenen Erdgasmengen – dies gilt selbstverständlich auch für andere Endenergien wie Heizöl oder Fernwärme – bevorzugt in den Ersatz von Kohlestrom durch Strom aus Erdgaskraftwerken fließen. In den bei vielen großen Stadtwerken parallel installierten Gas- und Steinkohlekraftwerken und -heizkraftwerken könnte so kurzfristig eine Verschiebung der Energieträger für die Stromerzeugung erfolgen; v. a. von Steinkohle durch Erdgas, die beide Importenergien darstellen. Die Unterschiede der Strombörsenpreise zwischen Erdgas und Steinkohle müssten hierbei durch noch zu definierende politische Maßnahmen zur Förderung der dadurch vermiedenen CO_2-Emissionen kompensiert werden. (Ende des Exkurses)

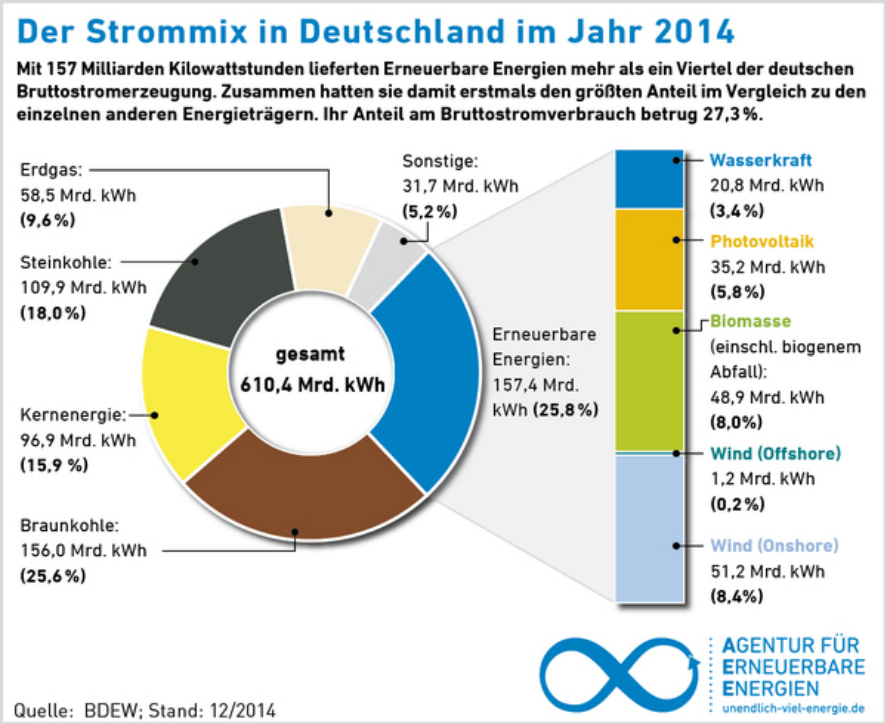


Abbildung 5 Zusammensetzung der Stromproduktion im Jahr 2014 Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien [1

2 Der Modernisierungsmarkt heute – Energieberatung 2.0

Der Erfolg von Modernisierungsmaßnahmen wird heute von Auftraggebern und Auftragnehmern überwiegend an einer erfolgten und mangelfreien Umsetzung gemessen. "Fassade gedämmt", "Fenster erneuert", "Dach gedämmt", "Kellerdecke gedämmt", "Heizungskessel ausgetauscht", "Solaranlage ergänzt". Der energetische Erfolg – sprich die konkrete Energieeinsparung – wird aber in der Regel nicht vereinbart und auch nur selten durch Verbrauchsmessungen der Input- und Outputenergien von Wärmeerzeugern systematisch nachgewiesen. Es gibt dafür seitens der Auftragnehmer kaum Angebote und auch bisher keinen Nachfragedruck der Modernisierer. In der Fachwelt, bei Herstellern und bei Handwerksverbänden steht man Ansätzen eines Erfolgsnachweises überwiegend skeptisch bis ablehnend gegenüber, insbesondere mit dem Verweis auf das nicht vorhersehbare Nutzerverhalten.

Abhängigkeiten zwischen Gebäude und Anlagentechnik – Modernisierungen zukünftig mit Erfolgsnachweis

Bei einigen Sanierungsmaßnahmen ist es den Akteuren und Auftraggebern schwer zu vermitteln, dass beispielsweise der energetische Erfolg einer Fassadendämmung zu einem beträchtlichen Teil von der Neuanpassung der Heizungsanlage abhängig ist. Weiterhin werden negative Auswirkungen bei Erneuerungen der Anlagentechnik unterschätzt, beispielsweise die Überdimensionierung (auch modulierender!) Wärmeerzeuger, der Einsatz von hydraulischen Weichen bei Brennwertkesseln und von Pufferspeichern mit ihren zusätzlichen Wärmeverlusten. Auch die verbrauchsmindernde Wirkung von thermischen Solaranlagen wird häufig überschätzt. Die Felduntersuchungen der Ostfalia ergeben typische Endenergieeinsparungen von ca. 12 kWh/(m²a) für Einfamilienhäuser und ca. 6 – 7 kWh/(m²a) für Mehrfamilienhäuser. Diese sind damit geringer als die Einsparungen durch eine Heizungsoptimierung mit hydraulischem Abgleich.

In Ansätzen berücksichtigen immer mehr Förderprogramme solche Abhängigkeiten und Tatsachen (als gutes Beispiel: proKlima-Hannover, nicht so konsequent auch KfW und BAFA), entsprechende Bedingungen werden von den Branchenakteuren aber überwiegend als Hürde wahrgenommen. Das dürfte auch daran liegen, dass sich die Ausführenden nur mit der Umsetzung und dem Papierkram konfrontiert sehen, ein Aha-Erlebnis aber ausbleibt: Ein Erfolgsnachweis findet nicht statt, Optimierungspotenziale bleiben so unentdeckt, Lerneffekte stellen sich nicht ein. Und in der Ausbildung von Handwerkern und ihren Meistern sind wieder Themen der Heizungsoptimierung und des hydraulischen Abgleichs in den Vordergrund der Rahmenpläne für die Ausbildung zu stellen.

Verbrauchsmessungen versus Bedarfsrechnungen

Hinzu kommt, dass durch das existierende Ordnungsrecht, durch Förderprogramme und technische Regeln energetische Bewertungen und Einsparprognosen überwiegend auf der Basis von Bedarfsberechnungen erstellt werden, die im konkreten Fall selten mit der Realität übereinstimmen und häufig zu falschen Schlüssen und auch zu falschen Entscheidungen verleiten. Mit Bedarfsbilanzen wird das Energieeinsparpotenzial bei älteren Gebäuden in der Regel deutlich überschätzt. Dies zeigt die Auswertung der DENA von 2011 (Abbildung 5).

Hier liegt der reale mittlere Endenergieverbrauch für Bestandsgebäude der Baualtersklasse von 1949-1978 bei gut 150 kWh/(m²a). Demgegenüber liegt der berechnete Bedarf mit einem Wert von über 200 kWh/(m²a) deutlich über dem Verbrauch. Diese Aussage deckt sich mit Erkenntnissen aus eigenen vorangegangenen Arbeiten der Autoren (OPTIMUS, Brennwertkesselstudie, etc.). Tatsächlich liegt der Energieverbrauch alter Wohngebäude durchschnittlich unter deren Bedarf, bei neueren bzw. umfassend modernisierten Wohngebäuden kehrt sich die Situation nicht selten um und führt dadurch zu einer oftmals zu hohen Energieeinsparprognose allein auf Grundlage berechneter Bedarfsbilanzen.

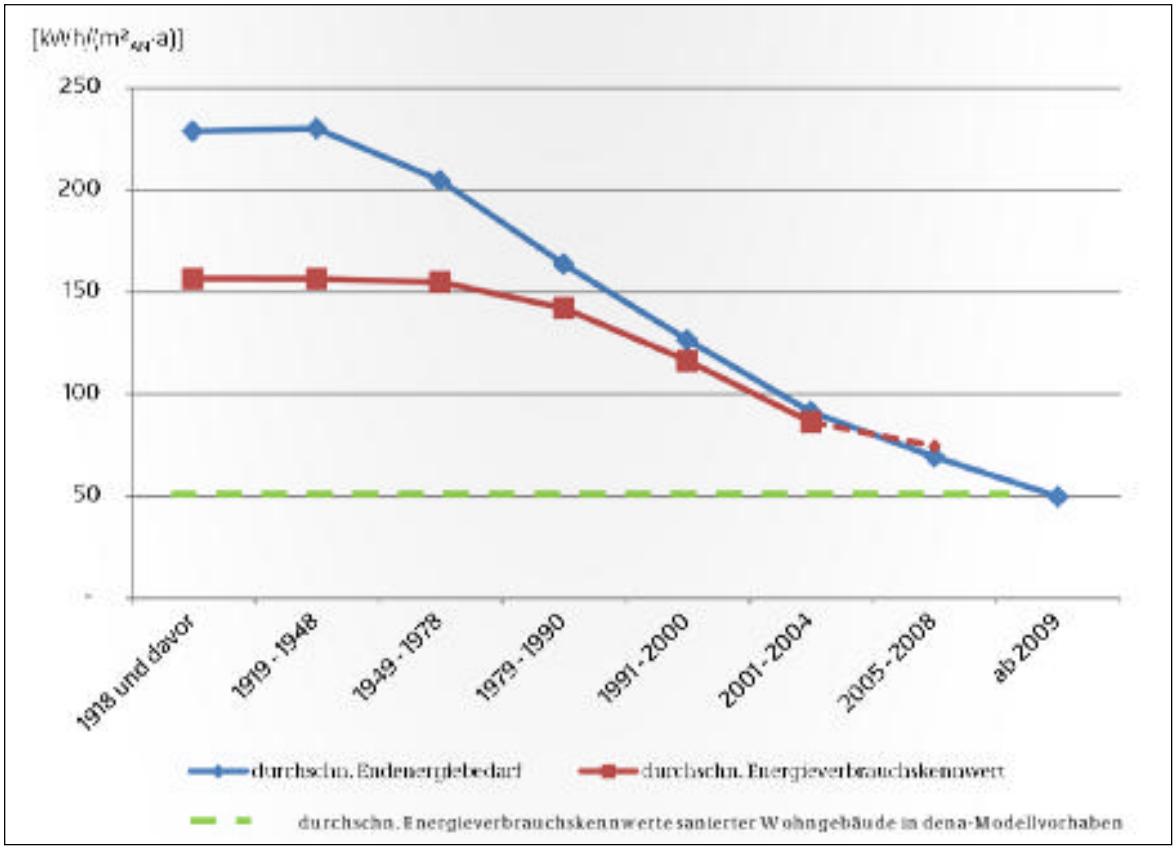


Abbildung 6 Endenergiebedarf und Energieverbrauch nach Baualtersklasse
Quelle: DENA-Gebäudereport 2012 [13]

Gründe für die teils starken Differenzen zwischen berechnetem Bedarf und realem Verbrauch sind:

- von der Bedarfsrechnung nach Norm abweichendes, stark individuelles Nutzerverhalten und Klima,
- ungeregelte Überwärmung des Wohnbereichs durch nicht gedämmte Heizwasser- und Trinkwarmwasserverteilleitungen,
- überschätzte Effizienz von neuen Heizanlagen und Kesseln: die herstellerseitig angegebenen Wirkungsgrade bei Volllast und Teillastbetrieb beruhen auf Prüfstandswerten. In der Praxis werden diese Wirkungsgrade jedoch (fast) nie erreicht,
- fehleingeschätzte Bauteilqualitäten der Bestandswohngebäude: häufig sind die verwendeten Baustoffe und deren Qualität nicht bekannt, was bei Bedarfsberechnungen dazu führt, dass unterdurchschnittliche Stoffeigenschaften angesetzt werden,
- mangelnde Qualitätssicherung zur Ausschöpfung des vollen technischen Potenzials von Modernisierungsmaßnahmen: dieser Punkt ist wichtig, da durch schlechte Planung und Produktauswahl, aber auch teilweise mangelhafte Ausführungen ein vermeidbarer Mehrverbrauch an Endenergie resultiert,
- Fehlentwicklungen der Förderlandschaft: allgemeines Ziel sollte es sein, zuerst den Energieverbrauch zu reduzieren und dann den verbleibenden Energiebedarf durch möglichst effiziente und bestenfalls regenerative Energieträger zu decken.

Die Reihenfolge ist wichtig: Reduzierung des Wärmebedarfs vor teuren und komplexen anlagentechnischen Maßnahmen

Eine Förderung moderner und meist sehr komplexer Anlagensysteme auf Basis regenerativer Energieträger ohne die gleichzeitige Minderung des meist zu hohen Heizenergieverbrauchs durch entsprechende Sanierungsmaßnahmen führt nicht zur Erreichung des ambitionierten Zieles einer Energiereduzierung von 50% bis 2050!

Diese Feststellung wird verstärkt durch die heute typische Praxis von geförderten Energieberatungen, die leider weitgehend auf Bedarfsrechnungen basieren.

Die typischen, energierelevanten Einzelsanierungsmaßnahmen haben einen Investitionsbedarf zwischen 5.000 und 25.000 Euro, umfassende Modernisierungen auf Effizienzhausstandards liegen um typisch eine Größenordnung (Faktor 10) höher. Bereits vorliegende Studien zeigen, das vergleichsweise geringe (Mehr)Kosten für eine Qualitätssicherung im Vorfeld und nach der Umsetzung sicherstellen, dass die Einsparpotenziale der Sanierungsmaßnahmen auch tatsächlich erschlossen werden.

Zwischenfazit 2: Die Ausschöpfung des Einsparpotenzials energetischer Modernisierungen wird heute zu einem relevanten Anteil dem Zufall überlassen. Bei den Anbietern – auch im Bereich der Energieberatung – und bei den Modernisierern existiert (noch) keine die Modernisierungsaktivitäten befruchtende Sensibilität dafür, dass sich der energetische Erfolg einer Sanierungsmaßnahme nicht automatisch durch die Verbesserung von Bauteilen oder durch den Austausch oder die Ergänzung von Anlagenteilen allein einstellt.

Exkurs "Energieberatung 2.0": Vom heute deduktiven Weg der Energieberatung zum induktiven Weg mit Hilfe der „Energieanalyse aus dem Verbrauch“ EAV

Eine umfassende Energieberatung ist für eine Sanierung mit den Zielen der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung unerlässlich. Heute wird zwar das Gebäude aufwendig erfasst, eine quantitative Aussage zur energetischen Qualität von Gebäudekomponenten oder der Anlagentechnik ist damit allerdings meist (noch) nicht möglich.

Der bisher übliche und weit verbreitete Weg der Energieberatung ist dadurch gekennzeichnet, dass der bestellte Energieberater vor Ort ein Gebäude als "Nutzer-Objekt-Anlagen-System" vorfindet und untersucht, von welchem er – wenn überhaupt – nur oberflächliche Informationen hat, darunter meist jährliche Verbrauchsabrechnungen.

Die systemtypische Charakteristik, welche durch wichtige Parameter wie die reale Gebäude- und Anlageneffizienz (Heizwärmeverbrauch, Trinkwarmwasserverbrauch, anlagentechnische Verluste) oder den durchschnittlichen jährlichen (End-)Energieverbrauch in kWh/(m^2a) definiert wird, kann in der Kürze der Zeit einer Beratung nicht oder nur sehr ungenau ermittelt werden. Die Qualität dieser Bedarfsabschätzungen ist nicht vergleichbar mit den Möglichkeiten einer nachstehend näher erläuterten Energieanalyse aus dem Verbrauch mit Auswertung monatlicher Verbrauchswerte. Erst aus systemspezifischen Parametern, die als Beurteilungsgrößen aus der Methode der EAV ("Energieanalyse aus dem Verbrauch") zu identifizieren sind, können wesentliche Informationen und Kennwerte extrahiert werden, die eine umfassende und nachhaltige Energieberatung möglich machen.

Der hier vorgeschlagene induktive Weg einer zukünftigen Energieberatung basiert auf der Auswertung unterjährig erfasster Messwerte zur Analyse der realen Nutz- und Verlustenergien des Gebäudes und der Anlagentechnik. Dabei sind lediglich der Brennstoffverbrauch und die vom Wärmeerzeuger abgegebene Nutzwärme mit einem Wärmemengenzähler unterjährig über einen definierten Zeitraum im Sommer und in der Heizperiode, möglichst bereits vor aber selbstverständlich auch nach einer Sanierungsmaßnahme, in das vorgefertigte Werkzeug der EAV einzutragen. In Einfamilienhäusern wird eine Verbrauchsanalyse vor Beginn der Sanierung nur dann empfohlen, wenn die Nutzung vorher und nachher unverändert bleibt und für eine wirtschaftliche Entscheidung bei stufenweiser Modernisierung ermittelt werden soll, welche Verluste getrennt die Verursacher Heizwärmeverbrauch, Trinkwarmwasserverbrauch, anlagentechnische Verluste im Einzelnen aufweisen. Bei Mehrfamilienhäusern kann generell mit vorhandenen oder nachzurüstenden Wärmemengenzählern eine Verbrauchsanalyse vor einer Modernisierungsmaßnahme empfohlen werden.

Mit weiteren Angaben zur Wohnfläche und der Personenzahl lassen sich bereits wesentliche Erkenntnisse gewinnen und verlässliche Potenzialabschätzungen für eine geplante Maßnahme ziehen. Hier bietet das Energiesparkonto von co2online bereits ein Portal, welches der Hausbesitzer fast kostenlos nutzen kann.

Energiesparkonto

Aus den Kennwerten der jeweils systemtypischen Energieanalysen kann zukünftig der geschulte Energieberater sehr konkret die individuell abgestimmten Sanierungsmaßnahmen vorschlagen, die zu einem tatsächlichen Energie-Einsparerfolg führen.

Der Aufwand für eine Energieberatung vermindert sich durch die Nutzung der Energieanalyse aus dem Verbrauch in der Bestandserfassung geschätzt um den Faktor 10, weshalb Experten der Energieeffizienz mehr Intensität in die Planung umfassender Modernisierungen bzw. in die Ausarbeitung von Sanierungsfahrplänen mit individuellen, technisch und wirtschaftlich aufeinander abgestimmten Einzelmaßnahmen legen können.

Energieberatung 2.0: Es wird vorgeschlagen, dass die Methode der Energieanalyse aus dem Verbrauch ein verbindliches Element in der zukünftigen Aus- und Weiterbildung von qualifizierten Energieberatern wird.

Diese vorgestellte Methode erfordert aus Sicht der Gutachter allerdings eine drastische Änderung in der seit ca. 15 bis 20 Jahren typischen Ausbildungspraxis, z.B. für BAFA-Energieberater. Anstelle eines Ansatzes für Teilenergiekennwerte als reine Bedarfskennwerte: "vom einzelnen U-Wert und der zugehörigen Bauteilfläche bis zur Erzeugeraufwandszahl" zur Ermittlung eines Gesamtendenergiebedarfskennwertes, wird ein empirischer Ansatz aus einer Energieanalyse aus dem Verbrauch EAV mit wöchentlicher oder monatlicher Auswertung der Endenergie- und Nutzenergie-Verbrauchswerte empfohlen. Durch diese Methodik kann sowohl der "Fingerabdruck des Gebäudes incl. Nutzereinflüssen" als auch der "Fingerabdruck der Anlagentechnik bzw. des Kessels" einfach und auch als Grundlage für einen zukünftigen Energieausweis erstellt werden.

Die bisherige Ausbildung von Energieberatern bzw. Effizienzexperten ist an diesen induktiven Prozess "von der Empirie EAV zur Theorie mit Bedarfs-/Verbrauchsabgleich" anzupassen. Dieses Vorgehen hat sich in vielen Feldprojekten der Ostfalia bewährt und wird als ein aufwendiger, aber trotzdem notwendiger Schritt in der zukünftigen Aus- und Weiterbildung von Energieberatern angesehen. Aus Sicht der Gutachter sind diese Forderungen wesentliche Voraussetzungen für eine technisch und wirtschaftlich bestmögliche Planung, v.a. bei geplanten umfassenden Modernisierungsmaßnahmen nach KfW-Effizienzhausstandards in Einfamilienhäusern bei gleichbleibender Nutzung, aber auch für Mehrfamilienhäuser in Kombination mit der durch die Heizkostenverordnung vorgeschriebenen Verbrauchserfassung.

Optionale Förderung einer Verbrauchsanalyse vor der Modernisierung – Neue Wärmeerzeuger nur noch mit integrierten Endenergie- und Wärmezählern

Diese vor der detaillierten Energieberatung und vor der Umsetzung einer Maßnahme erforderliche messtechnische Analyse sollte auch als Einzelmaßnahme durch Programme der KfW oder des BAFA gefördert werden. Die vorgeschlagene Förderquote liegt z.B. bei 50%. Die anzusetzenden Kosten liegen in der Größenordnung einer Effizienzberatung von 600 € (Einfamilienhaus) bis zu 2.500 € (große Mehrfamilienhäuser) je Projekt.

Begründet ist dieser Vorschlag durch die gleichzeitige Erfassung der Effizienz der eingesetzten Wärmeerzeuger und der Anlagentechnik sowie des Standards (Wärmeenergieverbrauch) des Gebäudes und seiner Nutzung.

Weiterhin sollte an Hersteller von Wärmeerzeugern die Forderung gestellt werden, beide Messfunktionen (Input- und Output-Energie) zukünftig für geförderte Geräte schon im Zuge der Produktion und Fertigung zu integrieren, wie dies bereits heute für geförderte Wärmepumpen und Mini-BHKWs von der BAFA gefordert wird. Die Mehrkosten für diese Messtechnik bei heutigem Preisstand werden bei sofortigem Einbau auf 60 … 100 € je Wärmeerzeuger geschätzt. Dieser Wunsch wurde seitens der Gutachter dieser Studie – auch in Gesprächen mit Vertretern des BMUB und des BDH – bereits mehrfach an Hersteller herangetragen. In dem ab 2016 geplanten Förderprogramm von proKlima-Hannover wird dieser Wunsch ebenfalls an die Hersteller ausgesprochen.

3 Feldtest - Wirkung und Effizienz von Sanierungsmaßnahmen

Das aktuelle Marktgeschehen bietet zwei energiepolitisch relevante Ansätze. Da sich die überwiegende Anzahl der Wohngebäude in Deutschland überwiegend in den beiden Zuständen:

- "ohne Qualitätssicherung erstellt aber modernisierungsbedürftig" oder
- "ohne Qualitätssicherung teilmodernisiert und anstehender Sanierungsbedarf"

befindet, können brach liegende Energieeinsparpotenziale durch eine nachträgliche Qualitätssicherung (und Optimierung) in vielen Fällen geringinvestiv erschlossen werden. Weiterhin können durch Qualitätssicherung in Neubauten und bei künftig durchgeführten energetischen Sanierungen gegenüber dem Stand der Praxis stärkere Minderungen des Energieverbrauchs erzielt werden.

Zur Quantifizierung der zusätzlichen Einsparpotenziale wurde der hier beschriebene Forschungsteil der BMUB-Klimaschutzkampagne mit dem Teilprojekt "Sanierungswirkung und Sanierungstest" mit folgenden Aufgaben und Zielen durchgeführt:

- (im aktuellen Marktgeschehen) durchgeführte Sanierungsmaßnahmen an ausgewählten Feldobjekten hinsichtlich ihrer energetischen Effizienz untersuchen und anhand von bestehenden Effizienzstandards bewerten
- Energetische und wirtschaftliche Potenziale aus der Diskrepanz zwischen tatsächlich erreichten und wirtschaftlich und technisch möglichen Energieeinsparungen aufzeigen und daraus Handlungsempfehlungen für künftige Qualitätssicherungs- bzw. Optimierungsmaßnahmen ableiten
- Empfehlungen zur Steigerung des Energieeinsparpotenzials durch Sanierungsmaßnahmen im Wohngebäudebereich geben, v.a. auch durch neue Wege in der Analyse und Erarbeitung von Modernisierungskonzepten (Energieberatung 2.0) sowie in der Nachverfolgung der Energieverbrauchswerte und damit der Sanierungseffizienz nach Abschluss der Maßnahmen

Best-Practice-Standards für Gebäude und Anlagentechnik

Aktuelle Untersuchungen von Ecofys und Schulze-Darup zeigen, dass beste Qualitäten in den Bereichen Gebäudehülle und Anlagentechnik heute durchaus nicht teurer sind als schlechtere Qualitäten vor 20 bis 25 Jahren. Über das Ordnungsrecht angestoßene energetische Weiterentwicklungen von Bauteilen und Anlagentechnik verteuern nicht das Bauen (und Modernisieren).

Ecofys und Schulze-Darup

Als Werkzeug zur Abschätzung von Energieeinsparpotenzialen für konkrete Maßnahmen an einem Gebäude und der Anlagentechnik wurde das seit mehr als zehn Jahren bewährte und inzwischen in mehreren technischen Regelwerken hinterlegte Verfahren der Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV) eingesetzt. Die EAV mit unterjähriger Verbrauchserfassung eröffnet neue Wege zur Erfolgskontrolle von Energiesparmaßnahmen:

- am Gebäude und/oder
- am Wärmeerzeuger und/oder
- beim Ersatz eines Öl- oder Gas-Heizkessels durch eine Elektro-Wärmepumpe
- und/oder bei Ergänzung eines Heizsystems durch eine solare Trinkwassererwärmung

Die Akquise von Hauseigentümern für den Sanierungstest erfolgte in Federführung und hauptsächlich durch die co2online gemeinnützige GmbH. Dazu wurden rund 60.000 Direktkontakte aktiviert. Über ein Online-Formular wurden 400 qualifizierte Bewerbungen für den Test eingereicht. Die Auswahl von rund 150 geeigneten Teilnehmern (größtenteils Einfamilienhäuser) erfolgte aufgrund der Bewerbungsangaben und in detaillierten Telefonaten mit den Bewerbern. Rund 60 weitere Gebäude (größtenteils MFH und EFH-Anlagen mit Wärmepumpen) wurden von den Projektpartnern ISE und EOS – Ostfalia aus aktuellen und zurückliegenden Projekten eingebracht. Jeder Teilnehmer wurde aufgefordert ein Energiesparkonto (ESK) anzulegen und zu pflegen.

Wurde ursprünglich eine homogene Stichprobe ausschließlich mit Einzelmaßnahmen angestrebt, so zeigte sich in der Akquise, dass viele Nutzer Kombimaßnahmen durchgeführt oder komplexe Anlagen installiert haben. In der Stichprobe "Dämmung" wurden Maßnahmen im Bereich des Daches, der Fassade, der Fenster und der Geschossdecke untersucht. In der Stichprobe "Heizkessel" wurden neben den klassischen "Kesselaustauschern" (mit und ohne hydraulischen Abgleich) auch Wärmepumpen (durch ISE – siehe Endbericht von co2-online) untersucht.

Im Rahmen der Begehungen durch einen Fachkundigen (BAFA-Energieberater) wurden mithilfe eines Fragebogens alle relevanten Parameter für die Bewertung des Gebäudes und der Sanierungswirkung von durchgeführten Maßnahmen erfasst. Einige Daten wurden dabei bereits bei der ersten Ansprache erfragt oder liegen bei Freigabe der Nutzer aus dem Energiesparkonto vor. Der Erfassungsbogen für die Begehungen umfasst:

- Gebäudeparameter, Wand-, Dach- und Deckenaufbauten,
- Heizsystem und Trinkwassererwärmung, Zusatzsysteme,
- durchgeführte und zu untersuchende Maßnahme(n),
- Bewohnerzahl,
- Energieverbrauch, letzte Abrechnungen, Energieausweis falls vorhanden,
- Besonderheiten

Zudem wurden 20 Testhaushalte (überwiegend mit Wärmepumpen) ausgewählt, in denen Wärmemengenzähler installiert wurden.

Bei der Auswertungen der gesammelten Daten in den Feldobjekten ergaben sich Schwierigkeiten bezüglich des Messdatenumfangs, sowie der eindeutigen Zuordnung der Maßnahmen, so dass lediglich von einer sehr geringen Zahl der Nutzer des Energiesparkontos eine detaillierte Auswertung vorgenommen werden konnte. Weitere Feldobjekte der beteiligten wissenschaftlichen Partner mit zusätzlicher Messwerterfassung konnten dies jedoch ermöglichen. Ziel der Felduntersuchungen war es, Unwägbarkeiten und Unsicherheiten der reinen Bedarfsberechnung, aber auch der verbrauchsangepassten Bilanzierung, aufzuzeigen, die mitunter für das Nichterreichen der prognostizierten Energieeinspar- und Klimaschutzziele verantwortlich sind.

In erster Linie wird der Unterschied zwischen berechnetem Energiebedarf und tatsächlichem Energieverbrauch einzelner Gebäude vor und nach Modernisierungsmaßnahmen aufgezeigt. Die messtechnische Erfassung und Auswertung von Verbräuchen vor und nach einer energetischen Modernisierung an Gebäudehülle und/oder Anlagentechnik erlaubt, die tatsächlich erreichte Sanierungswirkung und die evtl. noch nicht erreichten Effizienzwerte gegenüber in der Praxis realisierten Best-Practice-Fällen mit maximalen Einsparpotenzialen zu quantifizieren. Folgende Punkte zur Ermittlung der Ursachen von Abweichungen wurden in der Untersuchung berücksichtigt:

- Rechenmethode Einzelgebäude
- Planung mit/ohne Qualitätssicherung
- Ausführung mit/ohne Qualitätssicherung
- Betrieb / Regelung / Parametrierung
- Eigenschaften Produkte / Kessel und Wärmepumpen
- Messfehler
- Nutzerverhalten / Rebound-Effekte / ungeregelte Wärmeeinträge durch das Verteilnetz / Regelbarkeit konventioneller (träger) Fußbodenheizungssysteme

Sanierungseffizienz nur durch unterjährige Verbrauchsmessungen von Input- und Output-Energien der Wärmeerzeuger feststellbar

Zudem wurden mit der EAV aus unterjährig erfassten Input-Energiemengen (Erdgas, Fernwärme) und Output-Energiemengen (Nutzenergien für Raumheizung und Trinkwarmwasser) Ursachen der Fehleinschätzungen innerhalb der Bedarfsberechnungen aufgedeckt und behoben, um ein realistisches Einsparpotenzial für unterschiedliche Maßnahmen an Gebäudehülle und/oder Anlagentechnik zu ermitteln.

Durchgeführte Fehlerrechnungen zeigen, dass keine ausreichende Sicherheit für Kennwerte zur Bewertung der erreichten Sanierungseffizienz besteht, wenn nicht gleichzeitig Input- und Output-Energien mindestens monatlich erfasst werden.

Neben der Veranschaulichung der rechnerischen Bedarfs- gegenüber der tatsächlichen Verbrauchsreduzierung unterschiedlicher Maßnahmen liegt ein weiterer Schwerpunkt des Projekts in der Bewertung einer qualitätsgesicherten Planung und Ausführung von Einzelmaßnahmen oder von umfassenden Modernisierungen. Es konnte an Einzelbeispielen herausgearbeitet werden, dass optimal geplante, betreute und umgesetzte Maßnahmen sehr viel effizienter und energiesparender im Vergleich zu "herkömmlichen Umsetzungen nach gängiger Praxis" sind.

3.1 Auswertungsmethoden

Da der Messdatenbestand der Feldobjekte des Energiesparkontos (ESK) stark variiert, aber für jedes Objekt eine Auswertung erfolgen soll, wurden nach der vorliegenden Form der Verbrauchsdaten unterschiedliche Auswertungsvarianten eingesetzt, die sich in der Aussagekraft stark unterscheiden:

- Jahresendenergieverbrauch vorher / Jahresendenergieverbrauch nachher
- Jahresverbrauch vorher / EAV unterjährig (Endenergie) nachher
- EAV unterjährig vorher / EAV unterjährig nachher (nur Endenergien)
- EAV unterjährig vorher / EAV unterjährig nachher für Input / Output (WMZ)

Für alle Feldobjekte des ESK wurde eine einfache Wirkungsanalyse durchgeführt. Diese kann allein aus den Jahresendenergieverbräuchen vor und nach der Sanierungsmaßnahme erstellt werden.

Neben der einfachen Wirkungsanalyse kann eine EAV für die Endenergie erstellt werden, sofern wenigstens Endenergieverbräuche vor und nach der Sanierung unterjährig aufgenommen wurden. Analysen verschiedener Einflüsse wie z.B. ein Nutzereffekt in der Übergangszeit oder eine Bewertung der gesamten sommerlichen Grundlast, z.B. für eine vorhandene Trinkwassererwärmung aber auch für eine ungewollte Sommerheizung sind mit dieser Bewertungsmethode möglich.

Diese Energieanalyse allein aus den Endenergiewerten, die durch einfache Ablesung des Brennstoffzählers in Abständen von etwa einem Monat ermittelt werden können, hat allerdings nur eine eingeschränkte Aussagekraft, da systembedingte Einzelverlustanteile für Raumheizung, Trinkwarmwasserbereitung und Wärmeerzeuger nicht ermittelbar sind.

Die Aussagekraft zur Qualität der Sanierungsmaßnahme und damit zur Sanierungswirkung getrennt für die Gebäudehülle (Raumheizung), für das System der Trinkwarmwasserbereitung und für die Verluste des Wärmeerzeugers kann nur durch den Einsatz von Wärmemengenzählern (nach dem Wärmeerzeuger sowie ggf. im Trinkwarmwasserzweig) erhöht werden.

Einfache Wirkungsanalyse zur Sanierungseffizienz

Das wesentliche Ziel der Felduntersuchungen zur "Wirksamkeit von Sanierungsmaßnahmen" ist, Einsparpotenziale und Defizite in der Qualitätssicherung von Planung und Ausführung abzuschätzen. Neben der Literaturrecherche von Untersuchungen und Studien, die bereits teilweise Aufschluss über die zu erwartenden Ergebnisse liefern, kann auf eine sehr gut aufgestellte Datenbank des Energiesparkontos ESK von co2online zurückgegriffen werden.

Hierin erfassen ESK-Nutzer bereits seit Jahren die Verbräuche ihrer Immobilie. Durch eine gezielte Abfrage von differenzierten Maßnahmen und deren Ereignisdatum kann bei ausreichender Datenmenge an Energieverbräuchen eine statistische Analyse über die Wirksamkeit dieser Maßnahmen durchgeführt werden. co2online hat dazu Datensätze solcher Nutzer herausgefiltert, die zum einen Maßnahmen an ihren Gebäuden durchgeführt haben, die speziell im Fokus der angelegten Feldstudie stehen und andererseits über die notwendige Datenmenge verfügen, um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen.

Jahresverbrauchswerte aus Heizkostenabrechnungen ergeben eine erste Gesamtbewertung von Gebäuden. Für die einfache Wirkungsanalyse werden die Jahresverbräuche aus Abrechnungen bzw. aus Zählerständen für einen Zeitraum von mindestens 36 Monaten benötigt, um die zu untersuchende Sanierungsmaßnahme sicher zu bewerten. Die Verbrauchswerte für das Jahr in dem die Sanierung stattfand, bleiben dabei unberücksichtigt. Die zeitliche Abgrenzung von mehreren Sanierungsmaßnahmen muss dabei einen Minimalabstand von zwei Jahren haben, um das Verfahren anzuwenden. Werden Maßnahmen in aufeinanderfolgenden Jahren durchgeführt, gelten diese als Maßnahmenkombinationen und die mit der einfachen Wirkungsanalyse berechnete Sanierungswirkung gilt dann nur für die Maßnahmenkombination. Die Einsparung ergibt sich aus der Differenz der Verbräuche vor und nach Modernisierung. Diese Differenz wird gegen den Heizenergieverbrauch vor der Sanierung aufgetragen. In der Summe aller Maßnahmen ergibt sich eine Vergleichbarkeit einzelner Objekte, allerdings ohne Aussagekraft, ob das jeweilige Objekt effizient bzw. wirksam saniert wurde oder ob noch ein nicht ausgeschöpftes Energieeinsparpotenzial vorliegt.

Berechnungsverfahren der EAV-Methode

Eine aussagekräftigere Bewertungsmethode ist mit den beiden EAV-Verfahren:

- Fingerabdruck / Signatur des Gebäudes einschließlich Nutzung
- Fingerabdruck / Signatur des Wärmeerzeugers

gegeben. Das EAV-Tool: Fingerabdruck Gebäude umfasst eine Tabelle mit Messwerten samt zugehörigem Zeitstempel, aus dem automatisch eine Grafik erstellt wird. Diese zeigt die außentemperaturabhängige End- bzw. Nutzenergieleistung für das Gebäude in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Die Auswahl der nächstgelegenen Wetterstation gewährleistet eine standortbezogene Auswertung der Messwerte (automatisch Berechnung der Außenlufttemperatur für die Messperiode).

Im besten Fall werden die EAVs für die Situation vor einer Sanierungsmaßnahme und nach dieser getrennt voneinander erstellt.

Die wesentlichen Kennwerte des Gebäudes und des Wärmeerzeugers, die mit der EAV sowohl für den Ist-Zustand des Gebäudes vor einer Maßnahme, als auch zur Erfolgskontrolle nach der Maßnahme getrennt mit Brennstoff- und Wärmemengenzählern ermittelt werden, sind zusammengefasst:

- der Wärmeverlustkoeffizient H des Gebäudes für die Dämmqualität der Hüllflächen und für die auch vom Nutzer abhängigen Lüftungswärmeverluste,
- der anlagenspezifische Kesselwirkungsgrad (η_K)
- die spez. Kesselbereitschaftsverluste(q_B),
- die mittlere Auslastung β als Maß für die Effizienz der Kesseldimensionierung,
- der "Sommersockel" für die Grundlast der Trinkwarmwasserbereitung.

Neue Wärmeerzeuger nur noch mit integrierten Endenergie- und Wärmezählern

Messeinrichtungen wie oben beschrieben sollten als zukünftig integrierter Bestandteil aller Wärmeerzeuger gefordert werden. Diese ermöglichen automatisch eine Effizienzmessung und das zu Kosten, die etwa nur ein Zehntel der Kosten betragen, die eine nachträgliche Installation in ein Heizungssystem erfordern. Auch im neuen PKW ist heute eine Verbrauchsanzeige in l/100km Standard.

Exkurs: Umsetzungsvorschlag für einen qualifizierten Energieausweis auf Basis der EAV an einem konkreten Beispiel

Die Ergebnisse der Messung können in einen kontinuierlich zu aktualisierenden Energieausweis auf Basis der EAV umgewandelt werden. Nachfolgendes Bild zeigt den Entwurf eines EAV-basierten Energieausweises für ein 2007 auf ca. KfW-Standard 55 modernisiertes altes Fachwerkhaus Baujahr 1900 mit Wohn- und Büronutzung.

Verbrauchsausweis **2015**

Albertstraße 3
38124 Braunschweig

Wohn-/Bürogebäude

Fläche:	211,2 m²	
Personen:	2 P	
Baujahr:	1900	
Modernisierung:	2008	

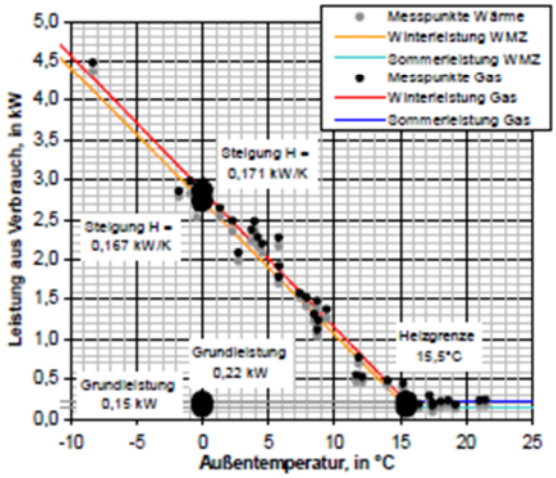
	von	bis	f_{Klima}
①	01.01.12 -	31.12.12	1,075
②	01.01.13 -	31.12.13	1,013
③	01.01.14 -	31.12.14	1,327

Wärmeverbrauch Energieträger: Erdgas Werte brennwertbezogen

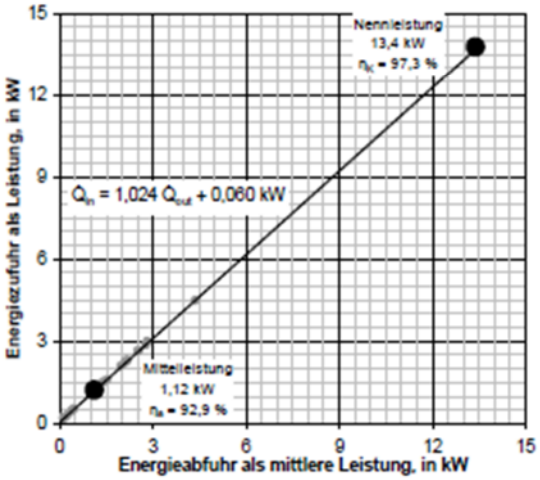
	kWh	kWh/(m²a)	kWh/(Pa)
①	10.776	51,0	5.388
②	10.944	51,8	5.472
③	9.273	43,9	4.637
$Ø_{Messzeit}$	10.331	48,9	5.166
$Ø_{Langzeit}$	**11.311**	**53,5**	**5.656**

Energieanalyse aus dem Verbrauch

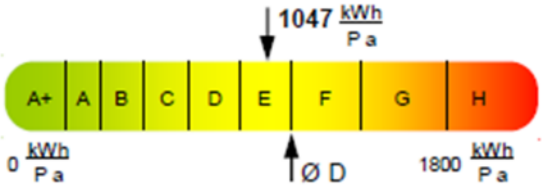
EAV Gebäude



EAV Erzeuger

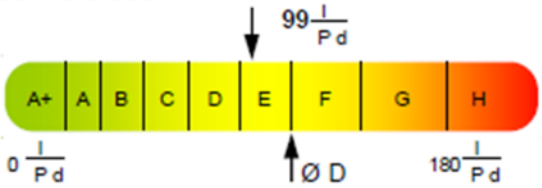


Stromverbrauch



	kWh	kWh/(m²a)	kWh/(Pa)
①	2.150	10,2	1.075
②	2.045	9,7	1.023
③	2.086	9,9	1.043
$Ø_{Messzeit}$	2.094	9,9	1.047
$Ø_{Langzeit}$	**2.094**	**9,9**	**1.047**

Wasserverbrauch



	m³	m³/(m²a)	l/(P d)
①	71,1	0,34	97
②	74,0	0,35	101
③	72,3	0,34	99
$Ø_{Messzeit}$	72,5	0,34	99
$Ø_{Langzeit}$	**72,5**	**0,34**	**99**

CO_2-Emissionen für Wärme- und Stromverbrauch

$Ø_{Langzeit}$	3702	kg CO2/a	17,5	kg CO2/m²a	1,85	t CO2/P a

Abbildung 7 Energieausweis mit EAV [eigene Grafik]

Folgende Informationen lassen sich aus dem Entwurf des Energienachweises entnehmen:

- Beheizte Flächen und Bewohnerzahl
- Messzeiträume für den Endenergieverbrauch (Erdgas) mit zugehörigem Faktor für die Witterungskorrektur – drei zurückliegende Jahre wie bisher Grundlage für einen verbrauchsorientierten Energieausweis.
- Einordnung in die Effizienzklassen nach dem Neuentwurf der EnEV 2014 sowie absoluten und spezifischen Endenergiekennwerten in $kWh_{Hs}/(m^2\ a)$ sowie $kWh_{Hs}/(P\ a)$
- EAV als Fingerabdruck des Gebäudes mit Auftragung von Energieinput Erdgas als mittlere Leistung aus monatlichen Verbrauchsmessungen und Output des Brennwertkessels aus ebenfalls monatlichen Wärmemengenzählermessungen aufgetragen über der mittleren Außentemperatur in den jeweiligen Messzeiträumen. Wichtige Kennwerte sind die Steigung der beiden Leistungsgeraden für die Erdgasbrennstoffleistung (H_1 = 0,171 kW/K) und die Kesselnutzleistung (H_2 = 0,167 kW/K) in der Heizperiode. Letztere entspricht einem Mittelwert für den in Normen zur Bedarfsermittlung bekannten Wärmeverlustkoeffizienten für Transmission und Lüftung. Daraus ermittelte Kennwerte für den EnEV-Nachweis liegen weit unter den heutigen aber auch ab 2016 geltenden Anforderungen. Die Heizgrenztemperatur von 15,6°C trennt die Heizperiode von der Sommerperiode. Weiterhin sehr wichtige Kennwerte sind die Grundleistungen alleine für Warmwasserbereitung zum einen für die Erdgasbrennstoffleistung (Q_{Gas} = 0,21 kW) und weiterhin für die Kesselnutzleistung (Q_{Nutz} = 0,16 kW) in der Sommerperiode.
- EAV als Fingerabdruck des Kessels aus der die wichtigen Kesselkennwerte erkennbar sind: Nennleistung vom Typenschild oder aus dem Schornsteinfegerprotokoll (13,4 kW), anlagentechnischer Wirkungsgrad (97,7%), Bereitschaftsverlustleistung (0,053 kW) und der mittlere Jahresnutzungsgrad (94,1%) für die letzte Messperiode. Mit entsprechenden Gleichungen können alleine aus der EAV die Kennwerte des Gebäudes und des Wärmerzeugers rechnerisch ermittelt werden und mit entsprechenden Bedarfskennwerten aus Normen und/oder Energieberatungsprogrammen verglichen werden. Die oben ermittelten Daten entsprechen einem aus Sicht der Gutachter bestmöglichen technischen Stand. Im Vergleich zur Brennwertkesselstudie wurden hier durch entsprechende Qualitätssicherungsmaßnahmen und mit für Brennwerttechnik optimalen Voraussetzungen durch auf Niedertemperaturbetrieb ausgelegten Heizkörperflächen mit durchgeführtem hydraulischen Abgleich ein um 8 Prozent besserer Jahresnutzungsgrad erreicht. Die Kesselverluste liegen hier bei nur 3 gegenüber 15 kWh/(m² a) in der Brennwertkesselstudie der Ostfalia [46].
- Als Neuvorschlag für zukünftige Energieausweise werden auch der Stromverbrauch im Wohnungsbau und optional auch der Wasserverbrauch der letzten drei Abrechnungsjahre aufgeführt.
- In letzter Ergänzung und als wichtiger Neuvorschlag für die zukünftige EnEV werden die CO_2-Emissionen für Wärme- und Stromverbrauch als absolute und bezogene Werte aufgeführt. Ein Primärenergiekennwert wird nicht mehr ausgewiesen.

Es wird vorgeschlagen, den Energieausweis zukünftig in Anlehnung an den obigen Vorschlag und begleitend zu Fördermaßnahmen seitens EnEV/EEWärmeG bzw. KfW und BAFA-Förderprogrammen einzuführen.

Zwischenfazit 3: Für die qualitativ und quantitativ hochwertige Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen und zum Erfolgsnachweis von Modernisierungsmaßnahmen ist die Installation von Wärmemengenzählern hinter dem Wärmeerzeuger erforderlich. Der Fingerabdruck eines Wärmeerzeugers kann aus den Monats- und Jahreswerten des "Gas-Zählers" (Input) und der abgegebenen Nutzwärme (Output) mit Wärmemengenzählern sehr gut ermittelt werden. Hieraus ergeben sich Anforderungen auch im Rahmen der aktuell diskutierten EED-Richtlinie zur Forderung und/oder Förderung von Smart-Metern für Gas und Fernwärme sowie für die von den Wärmeerzeugern abgegebenen Nutzenergien mit Wärmemengenzählern.

3.2 Durchführung der Auswertungen

Unter Berücksichtigung der Anforderungen an das Vorhandensein unterjähriger Verbrauchswerte über einen längeren Zeitraum war eine aussagekräftige Auswertung mit der EAV nur für wenige der aus der co2online-Datenbank akquirierten Feldobjekte möglich (in Bericht von co2-online dokumentiert – in Auswertematrix unten mit entsprechenden Leerstellen der lfd. Nr.). Da die Anzahl der auswertbaren Feldobjekte geringer als zuvor erwartet war, wurden zusätzlich ausgewählte Feldobjekte aus vorangegangenen Untersuchungen der Ostfalia zur Auswertung hinzugezogen.

Alle auswertbaren Feldobjekte werden in einer Auswertungsmatrix zusammengefasst. Sie beinhaltet Feldobjekte, an denen Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle durchgeführt wurden, sowie Kesselerneuerungen und Optimierungsmaßnahmen, beispielsweise die Durchführung des hydraulischen Abgleichs oder die Anpassung von Regelungsparametern. Ordnungskriterium ist das Baujahr der anonymisierten Objekte.

Unterschied zwischen Sanierungswirkung und Sanierungseffizienz

Die aufgegliederten Verbräuche vor und nach der Maßnahme wurden mithilfe eines Ampelsystems anhand von Referenzwerten bewertet. Insbesondere diese Aufteilung ist nur möglich, da in den Objekten entsprechende Wärmemengenzähler installiert sind. Über einen Endenergie- bzw. Brennstoffzähler alleine sind diese Anteile nicht ermittelbar. Die Energieverbräuche sind zur besseren Vergleichbarkeit flächenbezogen dargestellt.

Die Differenz der Verbräuche vor und nach einer (Sanierungs-) Maßnahme wird als End- und Nutzenergieeinsparung aufgeführt und lässt Rückschlüsse auf die jeweilige Sanierungswirkung zu. Aus diesen Werten kann allerdings nicht die Sanierungseffizienz abgeleitet werden. Dazu dient das Ampelsystem, welches die eingetragenen Werte mit Referenzwerten gleicher Baualtersklasse vergleicht. Die Farbverteilung zeigt, dass bei den meisten Objekten auch nach (erfolgreich) durchgeführter Maßnahme die qualitative Bewertung anhand der Referenzwerte in der Mehrheit aller Fälle schlecht ausfällt.

Die Matrix lässt im Überblick nur begrenzt Aussagen zu den Einzelmaßnahmen und insbesondere zur Qualität der Umsetzung zu, sodass an repräsentativen Beispielen die Auswertung detailliert durchgeführt und auf die individuellen Schwierigkeiten / Probleme der Einzelmaßnahme eingegangen wurde. Daraus lassen sich auch Aussagen zur Sanierungswirkung treffen. Im vorläufigen Entwurf des Endberichts der Ostfalia (Stand September 2015) finden sich hierzu sieben ausgewählte Beispiele, jeweils mit einem Gebäudesteckbrief.

Tabelle 1 Auswertungsmatrix

Lfd.Nr.	A_{EB}	Baujahr	Sanierung	vorher / Referenz				nachher / Neubau				ΔQ_E	ΔQ_N	Wärme-erzeugung	Maßnahme
				Q_E	Q_{TWW}	Q_H	Q_V	Q_E	Q_{TWW}	Q_H	Q_V				
				kWh/(m² a)	kWh/(m² a)	kWh/(m² a)	kWh/(m² a)	kWh/(m² a)	kWh/(m² a)	kWh/(m² a)	kWh/(m² a)	kWh/(m² a)	kWh/(m² a)		
1	2726	1900	2001	*102*	*24*	*65*	*13*	142	12	94	36	40	17	Kessel, Solar	
2	553	1900	2010	239	24	189	26	103	9	94		-136	-110	Nahwärme	Dämmung
9	746	1934	2011	240	90	150		135	51	84		-105	-105	Nahwärme	Dämmung
10	1426	1935	2010	*58*	*14*	*38*	*6*	109	12	61	37	51	21	Kessel, Solar	
11	1580	1953	2003	*87*	*17*	*52*	*18*	150	17	57	33	63	5		Dämmung
12	857	1954	2011	*58*	*14*	*38*	*6*	130	17	58	55	72	23		Dämmung
13	1256	1954	2013	*58*	*14*	*38*	*6*	179	17	163	-1	121	128		
14	837	1954	2013	*58*	*14*	*38*	*6*	175	17	151	7	117	116		
15	419	1954	2013	*58*	*14*	*38*	*6*	170	17	132	20	112	97		
16	1167	1954		*225*	*38*	*130*	*57*	187	17	157	13	-38	6		Dämmung
17	790	1954		*225*	*38*	*130*	*57*	196	17	164	14	-29	13		Dämmung
18	2930	1962	2006	*87*	*17*	*52*	*18*	126	50	40	37	39	20		
19	3548	1964	1995	*155*	*31*	*91*	*33*	128		100	27	-28	-22		
20	1081	1964		*225*	*38*	*130*	*57*	206	38	103	65	-19	-28		
21	1471	1964		*225*	*38*	*130*	*57*	181	32	91	58	-44	-45		
22	1828	1964		*225*	*38*	*130*	*57*	162	33	76	53	-63	-59		Dämmung
23	994	1965	2005	*87*	*17*	*52*	*18*	111	19	55	37	24	5	Kessel, Solar	
24	1120	1968	2005	*87*	*17*	*52*	*18*	106	21	55	31	19	6	Kessel, Solar	
26	360	1968	2010	249	52	127	70	181	36	126	19	-68	-17	Kessel	Kesseltausch
27	4228	1970	1998	*102*	*24*	*65*	*13*		21	134			66	Fernwärme	Dämmung
28	963	1970	2009	325	75	250		145	63	82		-180	-180	Nahwärme	Dämmung
29	150	1970	2010	*58*	*14*	*38*	*6*	149	13	92	44	91	53	Kessel	
31	1350	1973		*225*	*38*	*130*	*57*	243	14	159	70	18	5		
35	1523	1979	1998	*102*	*24*	*65*	*13*	117	31	85	1	15	27	Fernwärme	Dämmung
38	853	1985	2003	330	54	133	143	316	54	125	137	-14	-8	Kessel	Optimierung
40	1159	1987	2004	296	51	141	104	262	51	119	92	-34	-22	Kessel	Optimierung
41	1526	1989	2004	249	49	123	77	231	49	110	71	-18	-13	Kessel	Optimierung
44	429	1994	2004	326	29	137	160	298	29	123	146	-28	-14	Kessel	Optimierung
48	1250	1998	2003	117	46	71		101	32	69		-16	-16	Fernwärme	Optimierung
49	1349	2001		*102*	*24*	*65*	*13*	119	27	67	25	17	5	Nahwärme	Neubau
50	1539	2001		*102*	*24*	*65*	*13*	110	28	59	23	8	-3	Nahwärme	Neubau
51	1021	2001		*102*	*24*	*65*	*13*	133	33	74	27	31	18	Nahwärme	Neubau
52	906	2001		*102*	*24*	*65*	*13*	123	41	57	25	21	9	Nahwärme	Neubau
53	1508	2002		*102*	*24*	*65*	*13*	105	11	56	38	3	-22	Kessel, Solar	
54	4866	2002		*102*	*24*	*65*	*13*	198	51	107	40	96	69		
55	9800	2003		*87*	*17*	*52*	*18*	88	57		31	1	-12		
56	5689	2010		*58*	*14*	*38*	*6*	82	13	43	26	24	4	Kessel, Solar	
57	3154	2010		*58*	*14*	*38*	*6*	101	14	58	29	43	20	Kessel, Solar	Neubau
58	5000	2010		*58*	*14*	*38*	*6*	56	13	31	12	-2	-8		

Bewertung
-20 % des Referenzwertes
±20 % des Referenzwertes
+20 % des Referenzwertes

Baujahr		Referenz			
von	bis	Q_E	Q_{TWW}	Q_H	Q_V
	1978	225	38	130	57
1979	1995	155	31	91	33
1996	2002	102	24	65	13
2003	2009	87	17	52	18
2010	2015	58	14	38	6

Anmerkung:

Sind keine Vorher-Werte verfügbar, wird anstelle dessen der Referenzwert für das Sanierungsjahr bzw. Baujahr dargestellt (kursiv)

4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Deutschland könnte bis 2020 jährlich mindestens 4,7 – 6,2 Tonnen CO_2 und unter der Annahme einer realistisch umsetzbaren erhöhten Modernisierungsrate zwischen 9,3 und 12,7 Mio. Tonnen CO_2 zusätzlich einsparen. Notwendig ist hierzu die Forderung, geltende Qualitätsstandards bei der Planung und bei einer erhöhten Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen und begleitendes Monitoring konsequent anzuwenden. Langfristig könnte bis 2050 der oben angegebene Wert etwa verdoppelt werden, wenn im gesamten Gebäudebestand Best-Practice-Beispiele realisiert würden. Nachfolgend werden die Ursachen für mangelnde Sanierungswirkung zusammengefasst:

- Unzureichende Effizienz von Maßnahmen an der Gebäudehülle durch Nichtanpassung der Anlagentechnik der Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung und Wärmeabgabe sowie der Regelung nach der Sanierung: Höchstens jeder Dritte führt im Zuge der Sanierung einen hydraulischen Abgleich zusammen mit einer Heizungsoptimierung durch.
- Mangelnde Qualitätssicherung – keine Ausschöpfung der Beratungs- und Förderangebote: Nur jeder Dritte nimmt eine Energieberatung/ Maßnahmenbegleitung in Anspruch, weniger als die Hälfte (40%) nutzen Förderprogramme.
- Auch gesetzliche Anforderungen (EnEV-Vollzug) werden durch fehlende Begleitung unzureichend erfüllt und nicht ausreichend nachverfolgt.

Ein nachgeschaltetes Monitoring mit dem Werkzeug der EAV nach der Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen weist nicht nur den Erfolg der Maßnahmen aus, sondern ermöglicht auch eine eventuell erforderliche und teilweise auch noch mögliche Nachjustierung.

Wesentliche Ergebnisse zur Energieeinsparung und CO_2-Minderung zusammengefasst:

Bei den Maßnahmen "Dämmung der Gebäudehülle" und "Erneuerung des Wärmeerzeugers" können durch konsequente Qualitätssicherung bei der Umsetzung und mit einer Heizungsoptimierung mit hydraulischem Abgleich zusätzlich ca. 25 bis 30 kWh/(m²a) im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung eingespart werden. (Dies betrifft Gebäude ab Baustandard 1977 bis hin zu Neubauten sowie modernisierte Gebäude aus älteren Baualtersklassen).

Im Einzelnen lassen sich durchschnittlich 15 bis 20 kWh/(m²a) Heizenergie im Bereich der Gebäudedämmung zusätzlich zu dem sowieso verminderten Heizenergieverbrauch realisieren, welcher mit den Sanierungsmaßnahmen oder im Neubau einhergeht. Dazu gehört wesentlich die Umsetzung einer Optimierung mit hydraulischem Abgleich.

Bezüglich eines Kesseltausches im Zuge von Sanierungsmaßnahmen können darüber hinaus durchschnittlich 10 kWh/(m²a) Heizenergie durch vorgenannten Qualitätssicherungsmaßnahmen bei optimierter Wärmeerzeugerauswahl eingespart werden. Ein Beispielsergebnis zum Thema Heizkesselaustausch aus den statistischen Untersuchungen von co2-online bestätigt dies: das zusätzliche Einsparpotenzial bei einem Kesseltausch im Ein- bis Zweifamilienhaus, mit Qualitätssicherung bei der Umsetzung und hydraulischer Optimierung beträgt im Mittel 13 kWh/(m²a).

Beispiele für die Gebäudehülle liegen noch nicht vor, können jedoch aus mehreren Studien, auch nach dem OPTIMUS-Projekt, mit Werten zwischen 10 – 26 kWh/(m²a) angegeben werden.

Bei den untersuchten Fallbeispielen liegt der gemessene Heizenergieverbrauch fast immer über den berechneten Bedarfswerten. Trotz umfangreicher Modernisierungen und weiterer Optimierungsmaßnahmen werden sich die notwendigen und realistisch erreichbaren Endenergieverbrauchswerte anstatt zwischen 60 (EFH/ZFH) und 50 kWh/(m²a) (MFH) bei 100 bis 85 kWh/(m²a) einpendeln, wenn sich die heutigen Rahmenbedingungen des Modernisierungsmarkts nicht wie vorgeschlagen ändern. Langfristig (2050) werden die Endenergien im Wesentlichen durch Erneuerbare Energien gedeckt werden müssen. Die CO_2-Kennwerte in kg/(m²a) als Maßstab für die Wirkung zum Klimaschutz sind jedoch die tatsächliche Bewertungsgröße. 25 kWh/(m²a) nicht ausgeschöpftes Einsparpotenzial durch nicht erfolgte Qualitätssicherung bedeutet allein für den Wohngebäudebestand Deutschlands langfristig ein zusätzliches jährliches Aufkommen von etwa 22 Mio. t CO_2. Dies gilt ab sofort bei Einsatz von fossilen (heute noch fast 90% Anteil) aber auch bei Zunahme des Einsatzes von Biomasse-Energieträgern, wenn sie ein für Deutschland von IWU ermitteltes Biomassebudget von 30 bis 35 kWh/(m²a) überschreiten. Die Festsetzung eines Biomassebudgets ist erforderlich, damit keine für die Ernährung erforderlichen landwirtschaftlichen Flächen verdrängt werden.

Jeder Zweite nutzt eine Zusatzheizung. Der Anteil an Heizenergie über Zusatzheizungen findet in bisherigen Statistiken zur Entwicklung des Heizenergieverbrauchs keine Berücksichtigung und sollte zukünftig darin Einzug halten.

Vor allem im Geschosswohnungsbau (MFH) werden die sich anbietenden Kommunikations- und Informationskanäle durch die Ausstellung unterschiedlicher Energieausweise (Bedarfs- versus Verbrauchausweis) und durch die mangelnde Transparenz bei Modernisierungsvorhaben und damit verbundenen Erhöhungen der Mietbestandteile sowie durch komplizierte und schwer verständliche Heizkostenabrechnungen nicht oder nur unzureichend genutzt.

Aktuell führt die Umstellung auf Wärmemengenzähler zur Ermittlung des Aufwands für die Trinkwarmwasserbereitung – vorgeschrieben durch die Novellierung der Heizkostenverordnung – zu einer Vielzahl von Rechtsstreitigkeiten. Gegenüber früheren Heizkostenabrechnungen haben sich die Relationen zwischen den Anteilen für Raumheizwärme und Trinkwarmwasser drastisch geändert. Mit einer EAV könnten die Anteile zukünftig problemlos ermittelt werden. Weiterhin könnte die Themen "Mietrechtsnovelle", "Wärmeliefercontracting in Mietwohngebäuden" und "Warmmietenneutralität" bei Umstellung auf Wärmelieferung mit dem Werkzeug der EAV transparent und sozialverträglich gelöst werden.

Die Projektpartner sehen die Hauptursachen für die ungenutzten Potenziale erfolgter Sanierungen in der heute noch teilweise "guten" Ausgangslage des sanierten Objekts, dem Nutzerverhalten, der falsche Einstellung der Heizregelungstechnik und einer nicht vorgenommenen Optimierung (hydraulischer Abgleich) der Wärmeverteilung.

Zu einer Steigerung des Sanierungserfolges können eine zukünftig geänderte Energieberatung vor und während des Vorhabens, im Bereich Qualitätssicherung, geschultes Handwerk und regelmäßiges Monitoring und Feedback (Erfolgsnachweise) wesentlich beitragen.

5 Empfehlungen für die Politik

- EnEV: Heizungsoptimierung mit hydraulischem Abgleich als bedingte Nachrüstungspflicht bei Veränderungen an der Wärmehülle oder -erzeugung sowie für Gebäude ab Geltungsbereich der 1. Wärmeschutzverordnung 1978 und für den Neubau in der EnEV verankern
- Energieeffizienzgesetz/Energiewendegesetz: Zusammenführung von EnEV und EEWärmeG sowie eine Umstellung der umweltrelevante Bewertung von Primärenergiebedarf auf Endenergie und CO_2-Emissionen
- Energieberatung 2.0: Qualitätssicherung als fester Bestandteil der Aus- und Weiterbildung im Handwerk und in der Energieberatung
- Mietrechtsnovelle: Klimaschutz sozial verträglich gestalten
- EU-Ökodesgin-Richtlinie, Revision 2018: Werkseitiger Einbau von Wärmemengenzählern in Heizkessel
- EED-Umsetzung: Flächendeckende Einführung von Smart Metern für Erdgas und Fernwärme als Voraussetzung für ein automatisches Monitoring in einer von der EU vorgeschriebenen Energieeffizienz-Richtlinie
- KfW/BAFA: Förderinstrumente mit Erfolgsnachweis verknüpfen / den Einbau von Wärmemengenzählern fördern und fordern
- mit zielgruppendifferenzierter Kommunikation Nachfrage nach Beratungs- und Förderangeboten steigern
- Handwerker, Planer und alle beteiligten Akteure sowie potenzielle Modernisierer für das Thema Erfolgskontrolle sensibilisieren

6 Quellen

Siehe vorläufiger Entwurf des Endberichts 09/2015