



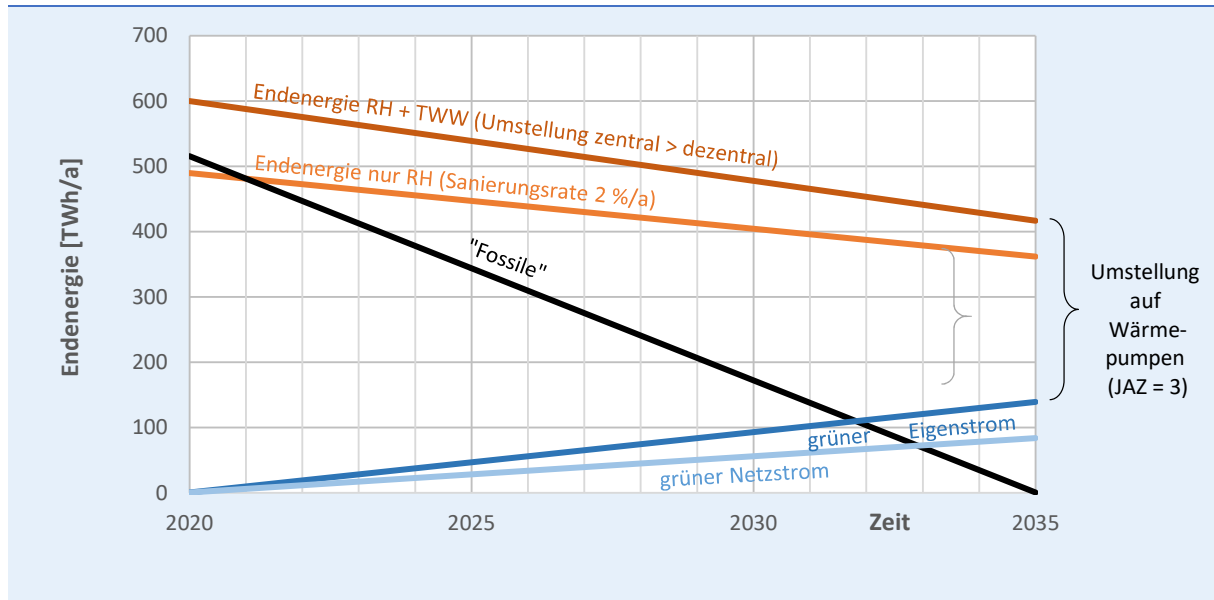
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Versorgungstechnik  
Institut für energieoptimierte Systeme, Salzdahlumer Str. 46/48, 38302 Wolfenbüttel

Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff

## DBU-Projekt "EAV-Anwendung in der Wohnungswirtschaft"

### Kurzfassung der Abschlussdokumentationen

Wolfenbüttel, 23.08.2021



Gefördert unter dem Aktenzeichen  
AZ 33780/01 von der:



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Auswirkungen der Pariser Ziele auf die Wohnungswirtschaft .....</b>	<b>6</b>
3.1	Einhalten des Emissionsbudgets anstelle prozentualer Emissionsminderung .....	6
3.2	Konsequenzen der Sektorkopplung – Änderungen für Fernwärme .....	7
3.3	Einflüsse der CO <sub>2</sub> -Preisbildung auf die Wirtschaftlichkeit .....	7
3.4	Notwendige Voraussetzungen in Gesetzgebung und Förderung .....	7
<b>4</b>	<b>Standardisierung gebäude- und anlagentechnischer Lösungen mit der EAV und der „Standardbilanz“ (Arbeitspaket 1) .....</b>	<b>9</b>
4.1	Anwenderleitfaden EAV .....	9
4.2	EXCEL-Rechenhilfe „Standardbilanz“ .....	10
4.3	Maßnahmenvorschläge: Gebäude-, Anlagentechnik-, Paketmaßnahmen .....	10
4.4	Leistungsbeschreibung Qualitätssicherung.....	10
<b>5</b>	<b>Ergebnisse aus der Objektbegleitung (Arbeitspaket 2).....</b>	<b>11</b>
5.1	Problemstellung .....	11
5.2	Entscheidungsfindung im konkreten Einzelfall .....	12
5.3	Lösungen und Ergebnisse .....	12
5.4	Veränderte Rahmenbedingungen für Planung, Ausführung und Betrieb.....	12
<b>6</b>	<b>Umweltkommunikation/Qualifizierung (Arbeitspaket 3).....</b>	<b>13</b>
6.1	Fachpublikationen.....	13
6.2	Projektpartner, Projektbeirat, Projekttreffen .....	13
6.3	Vorträge, Tagungen und Veröffentlichungen.....	13
<b>7</b>	<b>Fazit und ergänzende Vorschläge für Gesetzgebung und zukünftige Standards .....</b>	<b>14</b>
7.1	Vorschläge für die Gesetzgebung und Förderung .....	14
7.2	Standards für die Zukunft .....	15
<b>8</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>16</b>

## 1 Zusammenfassung

Das vorliegende Projekt (Laufzeit vom 19.04.2017 bis 31.12.2020) baut auf den Erfahrungen des Vorgängerprojektes „Entwicklung und Erprobung der Grundlagen für das Partnerschaftsmodell ‚Alliance Contracting‘ in der Wohnungswirtschaft“ (gefördert von 2013 bis 2017, Aktenzeichen AZ 31 256) [1] auf und führt dessen Ideen fort. Die förderfähigen Gesamtkosten von ca. 198 T€ wurden zu ca. 88 T€ durch Eigenmittel bzw. die Beteiligung der Projektpartner gedeckt. Die Differenz entspricht dem Förderanteil der DBU. [Das Projekt wird mit einem sechsteiligen Abschlussbericht beendet. Eine ausführliche Aufzählung der Arbeitspakete und eine Beschreibung der Aufgaben für die Projektbeteiligten findet sich im Abschlussbericht, Teil 0 „Zusammenfassung und Projektüberblick“.](#)

Die Auswertungen des Projekts ergeben für die durchgehende Anwendung von EAV-Kennwerten eine hohe Praxistauglichkeit zur Verfolgung der Endenergieverbrauchswerte, der damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionskennwerte und damit zum Monitoring der Energiewende hin zu einer Klimaneutralität. Durch kurzfristige politische Entscheidungen zur Einhaltung des Emissionsbudgets auf Basis des Pariser Klimaschutzabkommens sind CO<sub>2</sub>-Emissionen zu begrenzen.

Im Gebäudebereich (Wohnungswirtschaft) sind folgende Wege am schnellsten umsetzbar:

- die Umstellung der Wärmeerzeugung primär auf Wärmepumpen
- der beschleunigte Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung mit Photovoltaik und Windkraft.
- die bestmögliche energetische Modernisierung von Gebäuden im üblichen Sanierungszyklus,

Die Mitwirkung der Projektmitarbeiter in verschiedenen Gremien (Normenausschüsse, Verbandsarbeit, Tagungen, Gutachtenerstellung, Seminare und Schulungen) führte zur Etablierung des EAV-Verfahrens nicht nur für die Wohnungswirtschaft, sondern erweitert als Werkzeug für jegliche Gebäudebewertung. Dadurch erhöhen sich die Chancen, kurzfristig von einer Gebäudebilanzierung auf rein rechnerischer Basis (Bedarf) auf verbrauchsorientierte Erfolgsnachweise im zukünftigen Gebäudeenergiegesetz GEG und in der Bundesförderung effizienter Gebäude BEG 2021 umzustellen. Ein wesentlicher und notwendiger Meilenstein ist hierbei erreicht worden: Endenergie- und Wärmemengenzähler für jeden geförderten neuen Wärmeerzeuger sind Fördervoraussetzung des neuen BEG.

Die Bewertung von Gebäude- und Anlagenqualität ist mit nur vier Kennwerten möglich und einfach kommunizierbar: h-Wert für die Effizienzbewertung des Gebäudes und der Nutzung, Erzeugereffizienz, flächenbezogene Netz- und Speicherluste sowie der flächenbezogene Trinkwarmwassernutzen. Mit einer parallel entwickelten EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz, die der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurde, können zukünftig aus den Ergebnissen einer EAV-Analyse für Neubauten und Modernisierungen Vorschläge erarbeitet werden, mit denen eine Wärmewende mit dem Ziel Klimaneutralität erreicht werden kann.

Als Empfehlungen für das Erreichen von Klimaneutralität in der Zukunft sind zu nennen:

- Umstellung bisheriger %-Zielbetrachtung auf das Ziel: „Einhalten des Emissions-Budgets“,
- Umstellung von Bedarfs- auf Erfolgsnachweise mit real gemessenen Verbrauchswerten,
- Umstellung zukünftiger Anlagentechnik im Wesentlichen auf Wärmepumpen mit PV,
- zukünftig notwendige Preisbildung von fossilen Energieträgern auf Basis ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionskennwerte,
- beschleunigte Etablierung von Qualitätssicherung in Planung, Ausführung und Betrieb,
- kontinuierliches Monitoring im Betrieb durch eine EAV.

## 2 Einleitung

Die Grundidee des Projektes ist, das Verfahren der Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV) als Werkzeug für die Wohnungswirtschaft zur Investitionsentscheidung, als Planungsgrundlage, zur Qualitätssicherung und zum Erfolgsnachweis von Energiesparmaßnahmen weiter zu entwickeln und als zukünftiges standardmäßiges Bewertungsinstrument für die umfassende Qualitätssicherung von Gebäude und Anlagentechnik bei Modernisierungen aber auch bei Neubauplanungen zu etablieren.

Aus der EAV-Analyse konkreter Objekte lassen sich als Zielsetzung die erforderlichen Schritte einer verbesserten Planung und Ausführung energetischer Modernisierungen ableiten und optimierte Standardkonzepte mit Qualitätssicherung in Zusammenarbeit mit den beteiligten Wohnungsunternehmen entwickeln. Die EAV zeigt die Ursachen erhöhter Verbrauchswerte von Bestandsgebäuden und die Einhaltung von Zielwerten nach Modernisierungen [2]. Dies entspricht dem Ziel einer Integrierten Planung aller am Bau Beteiligten. Die Vorgehensweise zusammen mit einem Erfolgsnachweis durchgeführter Maßnahmen wurde als Leitfaden für die Zielgruppen Wohnungsunternehmen, Mieter, Kommunen sowie Planer, Energieberatung und Handwerk verbreitet und als zukünftiger Standard etabliert.

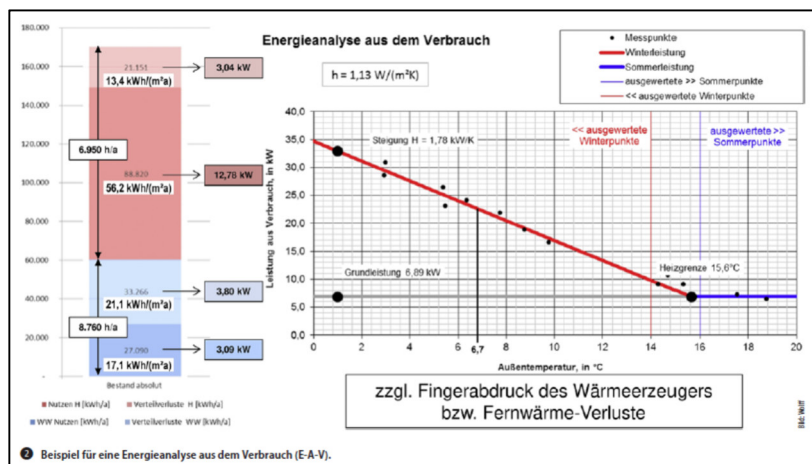


Abbildung 1 Beispiel (ausführlich in Berichtsteil 0) für eine Energieanalyse aus dem Verbrauch [2]

Die Auswertungen des Projekts ergeben für die durchgehende Anwendung von EAV-Kennwerten eine hohe Praxistauglichkeit. Aufwändige Witterungsbereinigungen und Abgleiche mit bedarfsbasierten Energiekennwerten entfallen. Das Verfahren zeichnet sich durch eine hohe Verständlichkeit aus. Im DBU-Projekt wurde die EAV-Methodik als Grundlage für Investitionsentscheidungen, als Planungsgrundlage, zur Qualitätssicherung und zum Erfolgsnachweis von Energiesparmaßnahmen weiterentwickelt und als zukünftiges standardmäßiges Bewertungsinstrument für die umfassende Qualitätssicherung von Gebäude und Anlagentechnik bei Modernisierungen aber auch bei Neubauplanungen etabliert. Anwendungsbeispiele siehe: [Abschlussbericht, Teile 3 bis 5](#).

Die am DBU-Projekt beteiligten Wohnungsunternehmen engagieren sich stark auf dem Weg zu Klimaneutralität und sind für neue Lösungswege offen. Allerdings ist festzustellen, dass sich die wirtschaftlichen und energiepolitischen Rahmenbedingungen zur Umsetzung der Energiewende weiterhin ungünstig darstellen. Stand Mitte 2021 wurden zwar wesentliche Gesetzes- und Fördervorhaben (GEG, BEG, KWKG, ...) des Bundes umgesetzt, diese reichen jedoch nach übereinstimmender Einschätzung aller an der Energie- und Wärmewende beteiligten Akteure bei weitem nicht aus, die Pariser Klimaziele für Deutschland einzuhalten. Vor fünf bzw. vier Jahren wurde die Ausgangssituation durch mehrere vielzitierte Artikel der Projektmitarbeiter als Problemstellung für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft thematisiert:

- Die derzeit nur geringfügig durch die CO<sub>2</sub>-Bepreisung angestiegenen Preise für fossile Energieträger bilden noch immer nicht die Klimaschäden ab.
- Der überproportionale Anstieg der Strompreise im Vergleich zu Erdgas/Heizöl verschlechtert die Einsatzbedingungen für die aus Sicht des Verfassers einzige Zukunftstechnologie Wärmepumpe für Heizanwendungen.
- Es fehlen Anreize für tatsächlich realisierte CO<sub>2</sub>-Einsparungen, da sich Gesetzgebung und Förderprogramme weiterhin an rechnerischen Bedarfsnachweisen auf Basis der Primärenergie klammern und immer noch das Kompensationsprinzip zwischen Gebäude- und Anlagentechnik erlauben.
- Die Mitwirkung der Projektmitarbeiter in verschiedenen Gremien (Normenausschüsse, Verbandsarbeit, Tagungen, Gutachtenerstellung, Seminare und Schulungen) führte zur Etablierung des EAV-Verfahrens nicht nur für die Wohnungswirtschaft, sondern erweitert als Werkzeug für jegliche Gebäudebewertung. Die Vorschläge sollten kurzfristig von Politik und Wirtschaft aufgegriffen werden.
- Dadurch erhöhen sich die Chancen, kurzfristig von einer Gebäudebilanzierung auf rein rechnerischer Basis (Bedarf) auf verbrauchsorientierte Erfolgsmessung im zukünftigen Gebäudeenergiegesetz GEG und in der Bundesförderung effizienter Gebäude BEG 2021 umzustellen. Ein wesentlicher und notwendiger Meilenstein ist während der Projektlaufzeit erreicht worden: Endenergie- und Wärmemengenzähler für jeden geförderten neuen Wärmerezeuher sind Fördervoraussetzung des neuen BEG. Die Bewertung von Gebäude- und Anlagenqualität ist mit nur vier Kennwerten möglich und einfach kommunizierbar: h-Wert, Erzeugereffizienz, flächenbezogene Netz- und Speicherverluste sowie Trinkwarmwassernutzen [2].

Leider wurde Stand Mitte 2021 nur ein Teil der Vorschläge der Autoren [2] realisiert. Auf weitere Schritte zu einer zukünftig notwendigen „Integrierten Planung“ wird ausführlich im [Abschlussbericht, Teil 0 „Zusammenfassung und Projektüberblick“](#) eingegangen.

In Zusammenarbeit mit den vier Wohnbaugesellschaften als Projektpartner wurden gemäß Aufgabenstellung für mehrere umfangreiche Sanierungsprojekte mit unterschiedlichen Größen (Gebäude, Siedlung, Quartier) und Schwerpunkten (Baukörper, Anlage, Vollsanieung) zunächst detaillierte Verbrauchsanalysen im Bestand durchgeführt. Es schloss sich die Erstellung eines Vorkonzeptes an. In Abstimmung mit den beteiligten Planern (ggf. mit Versorgungsunternehmen) und dem Auftraggeber (hier der Wohnbaugesellschaft bzw. deren Tochterunternehmen) wurden die Ausrichtung des konkreten Sanierungskonzeptes detailliert besprochen und Eckpunkte für gegenseitige Planungs- und Betriebsziele mit anschließendem Monitoring durch eine Energieanalyse aus dem Verbrauch EAV festgelegt. Der Projektnehmer Ostfalia und die Mitarbeiter des Projekts traten als Moderatoren und Berater für die beteiligten Wohnungsunternehmen auf. Auch bei Verhandlungen mit örtlichen Energieversorgungsunternehmen wurde über die ursprüngliche Aufgabenstellung hinaus die Ostfalia in drei von vier Fällen hinzugezogen. Die Arbeitspakete konnten erfolgreich abgeschlossen werden ([Hinweis auf Teile des Abschlussberichtes in Klammern](#)):

- Entwicklung eines Leitfadens für die EAV ([Teil 1](#))
- Vorschläge für zukünftige Standardsysteme mit Wärmepumpen ([Teile 2 und 4](#))
- Objektbegleitungen mit der EAV zusammen mit den Wohnbaugesellschaften ([Teile 3 und 5](#))
- EXCEL-Rechenhilfe für zukünftige Standardsoftware auf Basis der EAV ([Teil 2](#))
- Kommunikation umweltrelevanter Ergebnisse auf Tagungen, in Seminaren u. Schulungen ([Teil 0](#))
- Verbreitung der Ergebnisse über den Projektbeirat und Fachpublikationen ([Teil 0](#))

### 3 Auswirkungen der Pariser Ziele auf die Wohnungswirtschaft

Das Ansteigen der globalen Temperatur hängt direkt von der Höhe emittierter CO<sub>2</sub>-Mengen ab. 1,5 K globaler Temperaturanstieg ist ein Grenzwert, ab dem Kipppunkte auftreten, d.h. die Folgen des Klimawandels außer Kontrolle geraten (IPCC). Grundlage für eine sinnvolle Klimapolitik könnte sein, dass weltweit jedem Menschen der gleiche Ausstoß von CO<sub>2</sub> zugestanden wird (Vorschlag: SRU). Den Deutschen stünden ab 2018 je nach Zielsetzung (1,5 oder 2 K-Ziel) und angenommener Wahrscheinlichkeit dann noch 4,2 bis 8 Gigatonnen CO<sub>2</sub> zu. Bei heutigen jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 0,8 und 0,9 Gigatonnen in Deutschland. Ohne Änderung der derzeitigen Emissionen wären also noch weniger als zehn Jahre Zeit bevor Kipppunkte überschritten werden. Durch den aktuellen Bericht des IPCC von August 2021 werden diese Prognosen bestätigt. Mittels kurzfristiger politischer Entscheidungen könnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch das reglementierte Inverkehrbringen von Kohlenstoff (Gas, Öl, Kohle) bzw. adäquat durch sektorenübergreifende CO<sub>2</sub>-Zertifikate mit limitiertem Umfang begrenzt werden; national, auf EU-Ebene und möglichst auch international (z.B. über die UN).

Im Gebäudebereich – gerade auch für die Wohnungswirtschaft – sind folgende Wege zur Einhaltung des Emissionsbudgets am schnellsten umsetzbar:

- Die bestmögliche energetische Modernisierung von Gebäuden im Sanierungszyklus,
- die kurzfristige Umstellung der Wärmeerzeugung primär auf Wärmepumpen
- der beschleunigte Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung mit Photovoltaik und Windkraft.
- der kritische Blick auf jegliche Vorschläge zu kommunalen Nah- und Fernwärmelösungen

Der beschleunigte Ausbau von PV, z.B. durch Verpflichtung für alle Neubauten und bei der Sanierung von Dächern, und von Offshore- und Onshore-Windkraft ermöglicht eine sektorenunabhängige Kombination von Elektromobilität, elektrischen Wärmepumpen und Einspeisung in das und Bezug grünen Stroms aus dem öffentlichen Netz sowie auch teilweise für und von der Industrie.

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 \(Zusammenfassung\) der Abschlussdokumentation.](#)

#### 3.1 Einhalten des Emissionsbudgets anstelle prozentualer Emissionsminderung

Die Entscheidungen zur nationalen Klimapolitik beruhen auf einer Reihe von – teils internationalen – Verpflichtungen und Vereinbarungen zu prozentualen Minderungsquoten (Endenergie, Primärenergie Kohlenstoffdioxid) bezogen auf unterschiedliche zurückliegende Zeitpunkte (vorrangig 1990, neuerdings auch 2008 und 2010) sowie prozentualer Anteilsquoten bestimmter Energieträger (Regenerativanteil an Wärme und Strom) bezogen auf unterschiedliche zukünftige Zeitpunkte (2020, 2030, 2035, 2045, 2050). Vielfach werden Nachjustierungen einzelner Größen vorgenommen (55%-, 65%-, 70%-Ziele), wenn neue Klimaziele ausgerufen werden. In jedem Fall müssen die Prozentangaben immer wieder an den neuen Basiswert angepasst werden.

**Das Ersetzen von Prozentzielen in der politischen Diskussion durch eine Verdeutlichung der Klimaziele über ein Kontomodell eines noch verbleibenden Emissionsbudgets ist von entscheidender Bedeutung für die Kommunikation zwischen Gesellschaft, Wirtschaft und Politik. Aktuell – Stand August 2021 – zeigt sich dies in der Diskussion zu den verfehlten Zielen minus 40% Emissionsminderung gegenüber 1990, die im Jahr 2020 (Einfluss Corona) zwar bereits mit etwas mehr als 40% knapp überschritten, 2021 aber wahrscheinlich nur 37% betragen werden, so dass nachjustiert werden muss.**

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 \(Zusammenfassung\) der Abschlussdokumentation.](#)

### 3.2 Konsequenzen der Sektorkopplung – Änderungen für Fernwärme

Die Zielsetzung „Einhalten des Emissionsbudgets“ ist damit vorgegeben und wird allgemein akzeptiert: Zur Einhaltung der vor fünf Jahren in Paris international vereinbarten Klimaziele und des damit noch verfügbaren Budgets an Treibhausgasen sind in Deutschland fossile Energieträger für die Hausheizung und für Wärmeanwendungen schnellstmöglich zu ersetzen.

Das gilt auch für die Kraft-Wärme-Kopplung, Brennstoffzellen sowie für heute und mittelfristig weitgehend fossil versorgte Nah- und Fernwärmenetze. Langfristig stehen nur noch Photovoltaik (PV) und Windkraft in einem auch für Deutschland ausreichendem Maße zur Verfügung. Grüner Wasserstoff muss weiter gefördert werden. Aber nicht für Gasheizungen und auch nicht für Nah- und Fernwärmesysteme [3].

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 \(Zusammenfassung\) der Abschlussdokumentation.](#)

### 3.3 Einflüsse der CO<sub>2</sub>-Preisbildung auf die Wirtschaftlichkeit

Die Energieträgerpreise könnten zukünftig – in Zielrichtung auf volkswirtschaftlich optimierte Klimaneutralität – so festgelegt werden, dass in Summe dieselben Energiekosten, bezogen auf den heutigen Preisstand entstehen. In einem noch nicht veröffentlichten Gutachten für den Deutschen Bundestag und auch in den Abschlussdokumenten zu diesem DBU-Projekt wird von den Gutachtern Kati Jagnow und Dieter Wolff vorgeschlagen, dass sich die Preise strikt aus den tatsächlichen und aktuellen Emissionen der Energieträger ableiten lassen. Daraus kann – Stand 2020 – ein gemittelter Emissionspreis über alle Energieträger von vereinfacht rund 400 €/t CO<sub>2</sub> bestimmt werden. Dies ist das gewichtete Mittel aller Energieträgerkosten für Wohngebäude geteilt durch alle Emissionen im Bereich Wohngebäude privater Haushalte für Wärme und Strom. Im Falle von Erdgas wäre ein Zuschlag von gut 40 % auf den heutigen Preis (von 0,06 €/kWh<sub>HS</sub> auf 0,084 €/kWh<sub>HS</sub>) notwendig, bei Strom ein Abschlag von 40 % bezogen auf den heutigen Preis (von 0,31 €/kWh<sub>el</sub> auf 0,19 €/kWh<sub>el</sub>). Dies sind ähnliche Strompreise, wie sie heute in Skandinavien für private Endverbraucher üblich sind. Für Industrie und Großverbraucher elektrischer Energie sind mindestens die vom UBA vorgeschlagenen 180 €/t CO<sub>2</sub> entsprechend einem Strompreis von zunächst 0,08 €/kWh<sub>el</sub> – Stand 2020 – für erste Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen anzusetzen.

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 \(Zusammenfassung\) der Abschlussdokumentation.](#)

### 3.4 Notwendige Voraussetzungen in Gesetzgebung und Förderung

In Hinblick auf die Nachweisführung von Architekten und Fachplanern wird vom Verfasser vorgeschlagen:

**Anstelle der genannten Anpassung der Normen und Berechnungsverfahren, die der EnEV bzw. dem künftigen GEG zugrunde liegen, ließe sich auch das Nachweisverfahren selbst ändern.**

Anstelle der heute üblichen Bilanzierung von End- und Primärenergie unter Normklima- und Normnutzungsdaten wäre auch ein Verfahren mit Einzelanforderungen denkbar, ohne dass der Bedarf als solches die Anforderungsgröße ist. Es wären Mindesteffizienzkennwerte für die Gebäudehülle, Mindestarbeitszahlen für Wärmepumpen sowie verpflichtende Anforderungen zur Nutzung regenerativer Energien (insbesondere Photovoltaik) festzulegen.



**Auch in dieser Konstellation können „Best Practice“- Effizienzkennwerte als geeignete Zielgrößen angesehen werden. Dies entspricht der Vorgehensweise der „Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung – EnSanMV“ von 2019, vorgelegt vom BMF [4]. Die Energiebilanz wäre nicht Teil des Nachweises und könnte privatrechtlich unter realistischen Nutzungs- und Klimadaten erfolgen.**

Der Erfolgsnachweis könnte zukünftig durch unterjährige Verbrauchsanalysen der zugeführten Endenergien (Energieanalyse aus dem Verbrauch - EAV) und der damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie der abgegebenen Wärmemengen geführt werden. Ein Wärmemengenzähler könnte zukünftig als selbstverständlicher Bestandteil jedes Wärmeerzeugers von den Herstellern sofort vorgesehen werden [5]. Das Verfahren der „Energieanalyse aus dem Verbrauch“ (EAV) liefert auf dieser Basis Kennwerte zur Güte der Gebäudehülle (Dämmstandard incl. Qualitätssicherung der Wärmebrücken, Luftdichtheit), für die Effizienz der Erzeuger, für die Erträge aus regenerativen Energien sowie für das Nutzerverhalten – jeweils im Jahresverlauf einer monatlichen Auflösung. Im Misserfolgsfall, d.h. sichtbarer Abweichungen zur Planung, sind selbstverständlich detailliertere Analysen denkbar [6] [7].

**Ein deutlicher Vorteil des skizzierten Verfahrens von Einzelanforderungen wäre der konsequente Verzicht auf komplizierte Berechnungen für die Nachweisführung.**

Das Ergebnis wird ehrlicher und spiegelt die realen Bedingungen wider. Weiterhin ist eine Kontrolle (auch für den Nutzer nachvollziehbar) schnell und einfach durchführbar. Als Hinderungsgründe für diese Vorgehensweise und somit der transparenten Offenlegung aller Daten ist das Spannungsfeld Hersteller/Planung/Handwerk/Endkunde zu nennen.

Die beteiligten Partner des DBU-Projekts der Ostfalia brachten diese Vorschläge für ein Förderprogramm der proKlima GbR in Hannover ein [5]. Mit Herstellern fand ein ausführlicher Austausch statt. Ein wesentlicher und notwendiger Meilenstein des DBU-Projekts ist hiermit erreicht worden: Endenergie- und Wärmemengenzähler für jeden geförderten neuen Wärmeerzeuger sind Fördervoraussetzung des neuen BEG 2021 [8]. Dies kann als Erfolg dieses DBU-Projektes verbucht werden.

Die nächste für das Jahr 2023 vorgesehene Novellierung des seit 1. November 2020 geltenden Gebäudeenergiegesetzes (GEG) kann dazu genutzt werden, das Energieeinsparrecht in der oben geschilderten Art und Weise zu vereinfachen (Entfall komplexer Bilanzierung für die Nachweisführung) sowie für eine bessere Erfüllung der Anforderungen (verpflichtende Qualitätssicherung mit Erfolgsnachweis) zu sorgen.

Die Chancen der Akzeptanz für ein solch neues Konzept der Nachweisführung haben sich mit Einführung der neuen steuerlichen Anreizgesetzgebung und mit den neuen Förderbedingungen der Bundesförderung (BEG) erhöht. Endenergie- und Wärmemengenzähler für jeden geförderten neuen Wärmeerzeuger sind Fördervoraussetzung [8].

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 \(Zusammenfassung\) der Abschlussdokumentation.](#)



## 4 Standardisierung gebäude- und anlagentechnischer Lösungen mit der EAV und der „Standardbilanz“ (Arbeitspaket 1)

Bei der Entscheidung für die zukünftige Versorgung von Neubau- und Bestandsgebäuden/-quartieren (Mehrfamilienhäuser) stehen sich gegenüber:

1. Gasheizzentralen, z.T. mit lokaler Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) und kleinen Nahwärmenetzen ([Abschlussbericht, Teil 2](#))
2. Fernwärmenetze ([Abschlussbericht, Teil 3](#))
3. Quartiersweise Lösungen mit kalter Fernwärme aus Erdkollektor- und Erdsondenfeldern, aus Abwärme der Industrie und/oder Abwasser für Sole-Wasser-Wärmepumpen bzw. Grundwasser-Wasser-Wärmepumpen ([Abschlussbericht, Teil 4](#))
4. Dezentrale gebäudeweise Lösungen mit Luft-Wasser- oder Sole-Wasser-Wärmepumpen, dezentrale Trinkwassererwärmung ([Abschlussbericht, Teil 5](#))

Bei der Lösung 1. und 2. warnen Verbraucherverbände vor langfristig hohen Energiepreisen aufgrund zukünftiger CO<sub>2</sub>-Bepreisung. Bei der Lösung 4. stehen endgültige Regelungen für die Energiepreisgestaltung noch nicht fest. Erste Hilfe schaffen der entwickelte „EAV-Anwenderleitfaden“ und die „EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz“ mit Vorschlägen für Wärmepumpen-Standardssysteme. Zur Anwendung der Standardbilanz wurde eine gesonderte ausführliche Anleitung der Öffentlichkeit zur Verfügung [9] gestellt.

### 4.1 Anwenderleitfaden EAV

Der in diesem DBU-Projekt entwickelte Anwenderleitfaden für die Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV) liefert für Bestandssanierungen Hilfen für den Entscheidungsprozess, z.B. im Rahmen eines individuellen Sanierungsfahrplans iSFP, aber auf Basis unterjährig monatlich erhobener Verbrauchswerte auf Grundlage der EAV. Es lässt sich feststellen, dass die verfügbaren Daten aus einer EAV ausreichen, um die Entwicklung der Wärmenachfrage und die Effizienz der Energieversorgung für ein Objekt darzustellen und ggf. zu optimieren.

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 1 \(EAV Handbuch\) der Abschlussdokumentation.](#)

Zur breitenwirksamen Einführung von Verbrauchscontrolling in der Wohnungswirtschaft ist eine weitere Prozessautomatisierung erforderlich, die insbesondere die Zählerauslesung und die Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten und eine verständliche Visualisierung umfasst. Dies muss zukünftig vorrangig automatisiert und v.a. auch genormt werden. Die am DBU-Projekt Beteiligten der Ostfalia haben das EAV-Verfahren dafür bereits in verschiedenen Normen zum GEG (DIN V 18599) eingebracht. Ein wesentlicher und notwendiger Meilenstein des DBU-Projekts ist erreicht worden: Endenergie- und Wärmemengenzähler für jeden geförderten neuen Wärmeerzeuger sind Fördervoraussetzung des neuen BEG 2021 [8]. Dies kann als Erfolg dieses DBU-Projektes verbucht werden.

Für Gebäudebestände in Quartieren empfiehlt sich die Entwicklung eines Energiekonzeptes auf der Basis von EAV-Analysen. Die Zielwertfestlegung für die vorhandene Gebäudesubstanz erfolgt unter Berücksichtigung der Gebäudetypologie sowie von Instandsetzungszyklen bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes. Die Zielerreichung zur Reduzierung der Wärmenachfrage sollte regelmäßig durch Bewertung von h-Wert, Heizwärme-Kennwert und Trinkwarmwasser-Kennwerten für Nutzen und Verluste überprüft werden. Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Bewertungen der Qualität nach einem vorgeschlagenen Ampelsystem.



Abbildung 2 Unterschiedliche Qualitäten des h-Wertes (eigene Darstellung)

#### 4.2 EXCEL-Rechenhilfe „Standardbilanz“

Das 2020 entwickelte Tool gilt der Abbildung des gesamten deutschen Wohnbaubestandes [9]. Berechnet werden dazu exemplarisch zwei durchschnittliche Typgebäude, das mittlere Ein- und Zweifamilienhaus (EZFH) sowie ein Mehrfamilienhaus (MFH). Es kann entweder ein Zustand (vor Sanierung, nach Sanierung, heute, künftig) oder eine Änderung (Fenstertausch im MFH, Umstellung aller Wärmeerzeuger in allen EZFH usw.) betrachtet werden. Die Verbesserungsmaßnahmen können (auf Einzelgebäudeebene) auch wirtschaftlich bewertet werden.

Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 2 (Standardbilanz) der Abschlussdokumentation.

#### 4.3 Maßnahmenvorschläge: Gebäude-, Anlagentechnik-, Paketmaßnahmen

Eine pauschale Bewertung, ob Maßnahmenreihenfolgen oder Pakete sinnvoller sind, lässt sich verallgemeinernd nicht treffen. Es ist eine Einzelfallentscheidung, vor allem abhängig davon, welche Maßnahmen zum Zeitpunkt der Überlegung (Mehrkostenbetrachtung) ohnehin anstehen und welche ggf. dadurch im Paket vorgezogen werden. Die Bestandteile eines Gebäudes weisen unterschiedliche Sanierungszyklen auf, so dass es im Verlaufe eines Gebäudelebens nur wenige oder auch keine Zeitpunkte gibt, zu denen viele oder gar alle Einzelelemente gleichzeitig saniert werden müssen.

Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 (Zusammenfassung) sowie Teil 2 (Standardbilanz) der Abschlussdokumentation.

#### 4.4 Leistungsbeschreibung Qualitätssicherung

Ein wirksamer Weg, um die gesteckten Klimaziele zu erfüllen, liegt darin, die materiellen Anforderungen an die Sanierung seitens der Gesetzgebung und der Förderung zu steigern. Dass jeweils das Gesamtpotenzial umgesetzter Maßnahmen ausgeschöpft wird, darf nach Analyse durchgeführter Modernisierungen mit der EAV bezweifelt werden. Es bietet sich deshalb an, die Umsetzung eines Monitorings zu fördern (z.B. für 2 bis 3 Jahre) und einen Teil der Fördermittel für die Verbesserung des Gebäudes bzw. der Anlagentechnik an dieses Monitoring zu knüpfen.

In einer novellierten Fassung des GEG 2023 könnte zumindest das Monitoring über eine Energieanalyse der Verbrauchsdaten (EAV) gefordert werden [10] [6] [11] [12] [2].

Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 (Zusammenfassung) sowie Teil 2 (Standardbilanz) der Abschlussdokumentation.

## 5 Ergebnisse aus der Objektbegleitung (Arbeitspaket 2)

Die Ergebnisse aus der Objektbegleitung werden detailliert in verschiedenen Unterberichten zu diesem DBU-Projekt dargestellt. Im Folgenden werden exemplarisch wesentliche Ergebnisse für Einzel- oder Paketmaßnahmen als Basis für die Erstellung der EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz und als allgemeine Empfehlungen aus der mehrjährigen Projektbegleitung zusammengefasst.

Eine ausführliche Darstellung findet sich in den Teilen 3 bis 6 (Praxisprojekte der Projektpartner) der Abschlussdokumentation.

### 5.1 Problemstellung

Am Anfang des DBU-Projektes 2013 war eine Masterarbeit von Kerstin Wähning richtungsweisend. Hier Ausschnitte der Zusammenfassung aus dieser Arbeit [13]:

„Bei der Erstellung eines energetischen Modernisierungskonzepts für ein Stadtquartier handelt es sich um eine komplexe Aufgabe, bei der viele unterschiedliche Einflussfaktoren berücksichtigt werden müssen ... Das erste Problem zahlreicher Konzepte beruht auf einer bedarfsbasierten Berechnungsgrundlage. ...Allerdings lässt sich nur auf der Grundlage von Verbräuchen eine fundierte Aussage über die energetische Beschaffenheit eines Gebäudes treffen. Die Deutsche Energie-Agentur (dena) veröffentlichte zu dieser Thematik das nachfolgende Diagramm, in dem die Bedarfe und Verbräuche abhängig vom Gebäudealter aufgetragen sind [13].

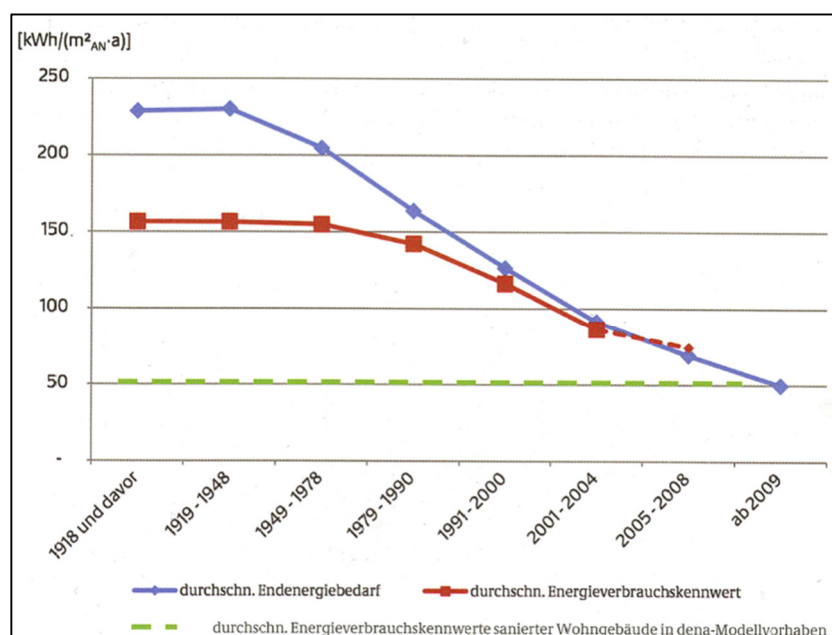


Abbildung 3 Unterschiede zwischen Endenergiebedarf und -verbrauch nach dena [13]

Die deutliche Überschätzung des Bedarfs führt zwangsläufig zu einer Fehlprognose des Einsparpotenzials. Dabei gründet die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sowie die Prognose zur CO<sub>2</sub>-Einsparung auf diesen Annahmen und führt damit gegebenenfalls zu falschen Entscheidungen. Neben dieser nicht aussagekräftigen Berechnungsgrundlage zeigt sich, dass die ökologische Bewertung von KWK-Prozessen einerseits schwierig zu bewerkstelligen ist, andererseits Gutschriftmethoden angewendet werden, um eine Kompensation der energetischen und ressourcenschonenden Gesamtwertung zu erreichen. Zur Erfüllung des maximalen Primärenergieeinsatzes wird mit primärenergetisch niedrig bewerteten Energieträgern nicht ausgiebig modernisierte Gebäudehülle ausgeglichen.

Zu diesen Energieträgern gehört u.a. Fernwärme aus beispielsweise Kohlekraftwerken, die zwar rechnerisch durch Gutschriftmethoden einen geringen Primärenergiefaktor aufweisen, jedoch real höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweisen, als andere Energieträger wie Gas.“

## 5.2 Entscheidungsfindung im konkreten Einzelfall

Ob der konkrete Handlungsbedarf im Einzelfall eher die Erzeugung, die Gebäudehülle, den Trinkwarmwasserbedarf, das Nutzerverhalten oder die Qualitätssicherung betrifft, kann mit einem groben Mess- und Auswertekonzept erfolgen.

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 \(Zusammenfassung\) der Abschlussdokumentation.](#)

## 5.3 Lösungen und Ergebnisse

In den acht Jahren der beiden DBU-Projekte AZ 31 256 und AZ 33 780 hat sich in der Energiewirtschaft und in der Gebäudetechnik viel verändert. An dem DBU-Projekt waren insgesamt acht wissenschaftliche Mitarbeiter sowie 33 Studierende im Rahmen ihrer Bachelor- bzw. Masterarbeiten beteiligt. Als Ergebnis Stand 2021 hat sich nach dem Pariser Klimaabkommen 2015 das „Einhalten eines Emissionsbudgets zum Erreichen der Klimaneutralität“ als Hauptzielsetzung herauskristallisiert. [14] [9]. Hierzu wurden mit Abschluss des DBU-Projektes AZ 33 780 die notwendigen Werkzeuge erarbeitet.

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 1 \(EAV Handbuch\) sowie Teil 2 \(Standardbilanz\) der Abschlussdokumentation.](#)

## 5.4 Veränderte Rahmenbedingungen für Planung, Ausführung und Betrieb

Für die Umsetzung von Maßnahmen zur energetischen Sanierung erscheinen zukünftig Ansätze einer „Planung auf Vorrat“ sinnvoll. Dies ergibt sich aus der Sachlage, dass ein Großteil aller Maßnahmen sehr lange herausgezögert und an das Lebensende des Bauproduktes gekoppelt wird. Insbesondere für Wärmeerzeuger, Speicher und Pumpen heißt dies, dass vom Defekt bis zum notwendigen Ersatz meist keine Zeit mehr für Planung bleibt. Es liegt auf der Hand, dass diese Planung nicht Jahrzehnte im Voraus erfolgen kann, jedoch 10 Jahre vor Ende der planmäßigen Nutzungsdauer erscheint als sinnvoll. Eine mögliche Problemlösung wäre die Verpflichtung zur Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplanes (iSFP). Der iSFP ist seit 2017 ein Werkzeug für die Energieberatung von Wohngebäuden. Im Vordergrund steht die energetische Bewertung eines Gebäudes, entweder für die Schritt-für-Schritt-Sanierung oder für die Gesamtsanierung in einem Zug.

**Zukünftig könnte der heute rein bedarfsorientierte iSFP zusammen mit Verfahren einer Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV) genutzt werden. Somit läge im Bedarfsfall zumindest das Konzept schon vor.**

Eine intensive Beschäftigung mit der Gebäudequalität findet somit nicht mehr nur über den Nachweis rechnerischer Normkennwerte und Qualitätssiegel (Effizienzkenwerte nach der Öko-Design-Richtlinie) statt, wenn die Abnahme der Bauleistung erfolgt, sondern verschiebt sich in die Phase der Nutzung und des Betriebs. Das verschiebt Verantwortlichkeiten und zieht eine Anpassung der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) bzw. deren veränderte Anwendung nach sich.

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 \(Zusammenfassung\) der Abschlussdokumentation.](#)

## 6 Umweltkommunikation/Qualifizierung (Arbeitspaket 3)

### 6.1 Fachpublikationen

In früheren eigenen Veröffentlichungen des Verfassers als Obmann der anlagentechnischen Normen zur Einführung der Energieeinsparverordnung 2002 wurde bereits der Hoffnung Ausdruck gegeben, dass eine integrale Planung und Ausführung von Beginn an zu zukünftig besseren Lösungen im Neubau und in der Bestandmodernisierung führen werden.

Die integrale Planung mit Einbezug von Ausführung und Betrieb haben sich bis heute leider nicht durchgesetzt. Neben der Notwendigkeit einer partnerschaftlichen Planung und Ausführung gilt immer das nach dem Energieeinspargesetz EnEG geltende Prinzip der wirtschaftlichen Vertretbarkeit [15].

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 \(Zusammenfassung\) der Abschlussdokumentation.](#)

### 6.2 Projektpartner, Projektbeirat, Projekttreffen

Mit den Projektpartnern und dem wissenschaftlichen Beirat fanden mehrere Projekttreffen statt. Bedingt durch die Corona-Randbedingungen seit März 2020 wurde die Abschlussveranstaltung des DBU-Projektes auf einen noch festzulegenden Termin verschoben. Die bisherigen Treffen sind in früheren Zwischenberichten dokumentiert worden.

### 6.3 Vorträge, Tagungen und Veröffentlichungen

In mehreren Vorträgen und Schulungen für Planer und Ausführende sowie für Vereine, Verbände, Unternehmen und auf Tagungen verschiedener Institutionen wurden die Zwischenergebnisse des DBU-Projektes vorgestellt.

Auch in der Lehre an der Ostfalia entstanden während der Projektlaufzeit viele Vorlesungsinhalte und Beispielaufgaben für die Masterausbildung in der Schwerpunktvorlesung „Integrierte Planung“ des Verfassers. Gleiches gilt für regelmäßige Planerschulungen des VDI-Wissensforums mit dem Verfasser als Seminarleiter. Diese finden seit mehr als zwanzig Jahren viermal jährlich zweitägig in verschiedenen deutschen Großstädten mit durchschnittlich 20 bis 25 Teilnehmern statt. Das Werkzeug „Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV)“ konnte hierdurch in Deutschland weit verbreitet werden.

Parallel wurden zum Thema Qualitätssicherung gemeinsame Veranstaltungen mit den Handwerkskammer- und -verbänden durchgeführt. Das Thema „Qualitätssicherung + Hydraulischer Abgleich“ ist seit 2004 fester Bestandteil der Bachelorausbildung in Wolfenbüttel.

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 \(Zusammenfassung\) der Abschlussdokumentation.](#)

## 7 Fazit und ergänzende Vorschläge für Gesetzgebung und zukünftige Standards

### 7.1 Vorschläge für die Gesetzgebung und Förderung

**Nach fast zwanzig Jahren EnEV-Praxis, erweitert um das EEWärmeG (2007/08), wird ein anderer Weg des Nachweises zur Novellierung des GEG in 2022 für zielführend gehalten: ähnlich wie im EU-Mitgliedsland Schweden Umstellung auf Erfolgsnachweise mit den gemessenen Verbrauchswerten und Ersatz des Primärenergiebezugs durch Endenergie- und CO<sub>2</sub>-Bezug. Dies würde den Nachweis einfacher machen und die Nachweisgrößen „Endenergie“ und „CO<sub>2</sub>-Emissionen“ entsprechen den Zielgrößen des Klimaschutzes.**

Gefordert wurde vom Verfasser bereits frühzeitig, den kompletten EnEV-Nachweis mit realen Verbrauchsmessungen und dem Verfahren der Energieanalyse aus dem Verbrauch EAV [6] als Erfolgsnachweis zu führen. Selbstverständlich wären dabei Mindestanforderungen an die Gebäudehülle und an die Anlagentechnik als Einzelanforderungen zu erfüllen; ein Verfahren, das sich vor Einführung der EnEV und des EEWärmeG mit den früheren Wärmeschutz- und Heizungsanlagenverordnungen bewährt hat. **Ein deutlicher Vorteil des skizzierten Verfahrens ist der konsequente Verzicht auf komplizierte Berechnungen und unzählige Annahmen für die Nachweisführung.**

Das Ergebnis wird ehrlicher und spiegelt die realen Bedingungen wider. Weiterhin ist eine Kontrolle schnell und einfach – auch für den Nutzer nachvollziehbar – durchführbar. Die Verwendung der EAV schon nach der Inbetriebnahme und als laufende Qualitätskontrolle kann allen Beteiligten weiterhin helfen, unerkannte Fehler schnell zu entdecken und die Anlagentechnik und das Nutzerverhalten zu optimieren.

Die oben beschriebenen Vorschläge wurden zur Diskussion des eingeführten Gebäudeenergiegesetzes als Zusammenführung von EnEG, EnEV, EEWärmeG in mehreren Fachveröffentlichungen wiederholt [16] [2] [12] [17].

**Zusätzlich kommt die Forderung, zukünftig auch den Strom mit in die Gesamtbewertung für Wohn- und Nichtwohngebäude im GEG-Nachweis einzubeziehen.**

Noch immer besteht die Chance, evtl. sogar forciert durch die europäische Gesetzgebung zum Klimaschutz, diese Vorschläge in einem zukünftigen GEG oder auch in einem neuen Gesetzgebungspaket zu realisieren. Die Chancen für ein solch neues Konzept der Nachweisführung haben sich mit der neuen steuerlichen Anreizgesetzgebung [4] und mit den neuen Förderbedingungen der Bundesförderung [8] stark erhöht.

**Gefordert wird in den technischen Mindestanforderungen für die Förderung von Einzelmaßnahmen [8] bei jeglichem Einbau eines neuen Wärmeerzeugers, dass dieser mit Messeinrichtungen zur End- und Nutzenergiemessung sowie einer Effizienzanzeige ausgestattet wird. Die oben geforderten Mindestanforderungen an Bauteile der Gebäude- und Anlagentechnik befinden sich bereits heute fast vollständig in der „Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung – EnSanMV“ von 2019 [4].**

Für die weiteren Entwicklungen der Wärme- und Stromerzeugung werden nachfolgend zu erwartende Standards zusammengefasst.



## 7.2 Standards für die Zukunft

**Von den vielen, bei System- und Technologieoffenheit derzeit am Markt angebotenen Systemen, sollten diejenigen ausgeschlossen werden, die nach derzeitigem Wissensstand mittel- und langfristig keine wesentlichen CO<sub>2</sub>-Minderungen zur Erreichung des Ziels der Klimaneutralität erzielen werden. Deshalb kann das Beschreiten des Elektropfades auf Basis von Photovoltaik- und Windkraftausbau Fehlinvestitionen verhindern.**

Zu den Standards der Zukunft zählen nach Ansicht des Verfassers:

- Bei Ersatz bestehender Wärmeerzeuger im Regelfall kein weiterer Einsatz von Öl- oder Gasbrennwertkesseln. Und wenn, dann nur in Ausnahmefällen oder als Hybridanlagen, wenn keine ausreichenden Voraussetzungen für einen reinen Wärmepumpenbetrieb gegeben sind.
- Trinkwarmwasserbereitung kurz-, mittel- und langfristig direkt elektrisch oder elektrisch mit verschiedenen Wärmepumpenlösungen: mit z.B. Abluft als Wärmequelle, mit Luft-Wasser- oder Sole-Wasser-Wärmepumpen, gebäudeweise mit wohnungsweisen Übergabestationen.
- Kein weiterer Ausbau von Solarthermie im Mehrfamilienhausbereich bzw. Geschosswohnungsbau (aufgrund der damit verbundenen Netz- und Speicherverluste sowie der entgangenen Flächenpotentiale für Photovoltaik).
- Kein weiterer Ausbau von konventionellen Nah- und Fernwärmesystemen, auch nicht in dicht besiedelten Gebieten, da eine langfristig regenerative Versorgung dieser Netze absehbar nicht gesehen wird – Stichwort „Fernwärme 4.0“ – und der dazu notwendige Einsatz erneuerbarer Energiequellen wie PV und Windkraft in keinem ökologisch und ökonomisch vertretbaren Verhältnis zum eigentlichen Nutzen für die vorrangige Trinkwarmwasserbereitung im Sommer und der Heizwärmeerzeugung mittel- und langfristig weitgehend gedämmter Gebäude im Winter steht. Hier wird das Prinzip gelten: „erst dämmen, dann Einsatz dezentraler Wärmepumpenlösungen mit PV, möglichst auf dem eigenen Dach“.
- Kein weiterer Ausbau von KWK, von dezentralen kleinen BHKWs bis hin zu größeren erdgasbefeuerten Heizkraftwerken zur Nah- und Fernwärmeversorgung. Zentrale heute mit Erdgas, zukünftig mit Wasserstoff oder synthetischem Methan befeuerte reine Gaskraftwerke zur Stromerzeugung (auch des Stroms für Elektrowärmepumpen in Zeiten der Wind- oder PV-Flaute) erfordern einen geringeren Ausbau von PV-Flächen und Windkraftanlagen als zentrale Nah- und Fernwärmesysteme.
- Zukünftige Nutzung aller Dach- und Gebäudeflächen für vorrangigen PV-Ausbau.
- Einsatz von Luft als Wärmequelle für Wärmepumpen oder von Erdreichflächen, wenn vorhanden; aber auch von Gebäudeflächen oder naheliegender weiterer Wärmequellen zum forcierten Ausbau von Wärmepumpentechnologie; auch „Kalte Fernwärme“ aus Abwärme, Flächen-PVT-Kollektoren oder Erdsonden als Wärmequelle für gebäudeweise Wärmepumpen, getrennt für Raumheizung und Trinkwarmwasserbereitung sind effiziente Lösungen.
- Biomasse als Energiequelle wird nur geringe Anteile einnehmen, da das Biomassebudget begrenzt ist, wie bereits Untersuchungen des IWU [18] nachgewiesen haben.

[Eine ausführliche Darstellung findet sich in Teil 0 \(Zusammenfassung\) der Abschlussdokumentation.](#)



## 8 Literatur

Eine erweiterte Literaturliste findet sich in Teil 0 (Zusammenfassung) der Abschlussdokumentation.

- [1] D. Wolff und w. Mitarbeiter, „Entwicklung und Erprobung der Grundlagen für das Partnerschaftsmodell 'Alliance Contracting' in der Wohnungswirtschaft,“ Ostfalia Hochschule für DBU, Wolfenbüttel, 2019.
- [2] A. Schünemann, K. Jagnow und D. Wolff, „Vorschläge für das GEG 2019 - Es würde auch viel einfacher gehen!“, *TGA Fachplaner*, Nr. 8, 2017.
- [3] J. Vorländer, „Wasserstoff zum Heizen - Der falsche Hebel für den Klimaschutz,“ *Leitartikel - TGA-Fachplaner*, Nr. März, p. 3, 2021.
- [4] BMF, *Verordnung zur Bestimmung von Mindestanforderungen für energetische Maßnahmen bei zu eigenen Wohnzwecken genutzten Gebäuden nach §35c des Einkommensteuergesetzes - (Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung - ESanMV)*, Berlin: Deutscher Bundestag - Drucksache 19/15312, 2019.
- [5] H. Becker, S. Leffers und weitere, „Förderung integrierter Energie-/Wärmezähler,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 03, 2019.
- [6] K. Jagnow und D. Wolff, „E-A-V: Energieanalyse aus dem Verbrauch,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 9, 2004.
- [7] K. Jagnow, D. Wolff und P. Teuber, „Effizienz von Wärmerezeugern,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 10, 2004.
- [8] BMWI, *Förderrichtlinie zur Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude (BEG WG)*, Berlin: BMWI, 2020.
- [9] K. Jagnow und D. Wolff, „Wärmewende kann eingeleitet werden,“ *TGA-Fachplaner*, Nr. 2, pp. 6-7, 2021.
- [10] K. Jagnow und D. Wolff, „Ein Jahr Energieeinsparverordnung - Was haben wir gelernt,“ *Deutsches Architektenblatt*, 2003.
- [11] K. Jagnow und D. Wolff, „EnEV-Arbeitsentwurf auf dem Holzweg,“ *TGA-Fachplaner*, Nr. 06, 2012.
- [12] K. Jagnow und D. Wolff, „Nachgewiesene Verbräuche müssen die Messlatte werden,“ *Newsletter Gebäudeenergieberater*, Nr. 09, 2018.
- [13] Deutsche Energie-Agentur, „dena-Gebäudereport - Statistiken und Analysen zur Effizienz im Gebäudebestand,“ Deutsche Energie-Agentur, Berlin, 2016.
- [14] K. Jagnow und D. Wolff, „Wärmewende und Klimaneutralität: Was sich für Gebäude schnellstens ändern muss,“ *TGA Fachplaner*, Nr. Juli, 2020.
- [15] K. Jagnow, S. Horschler und D. Wolff, *Die neue Energiesparverordnung 2002*, Köln: Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, 2002.
- [16] A. Schünemann, K. Jagnow und D. Wolff, „Zurück zum gesunden Menschenverstand,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 7, 2016.
- [17] D. Wolff, „Was tut sich bei der Energiewende und beim Klimaschutz?,“ DV Deutscher Verband für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung, Berlin, 2019.
- [18] N. Diefenbach, M. Großklos und weitere, „Analyse der Energieversorgungsstruktur für den für den Wohngebäudesektor zur Erreichung der Klimaschutzziele 2050,“ IWU, Hochschule Darmstadt, Büro für Energiewirtschaft und Technische Planung für BMWi, Darmstadt, Aachen, 2019.