



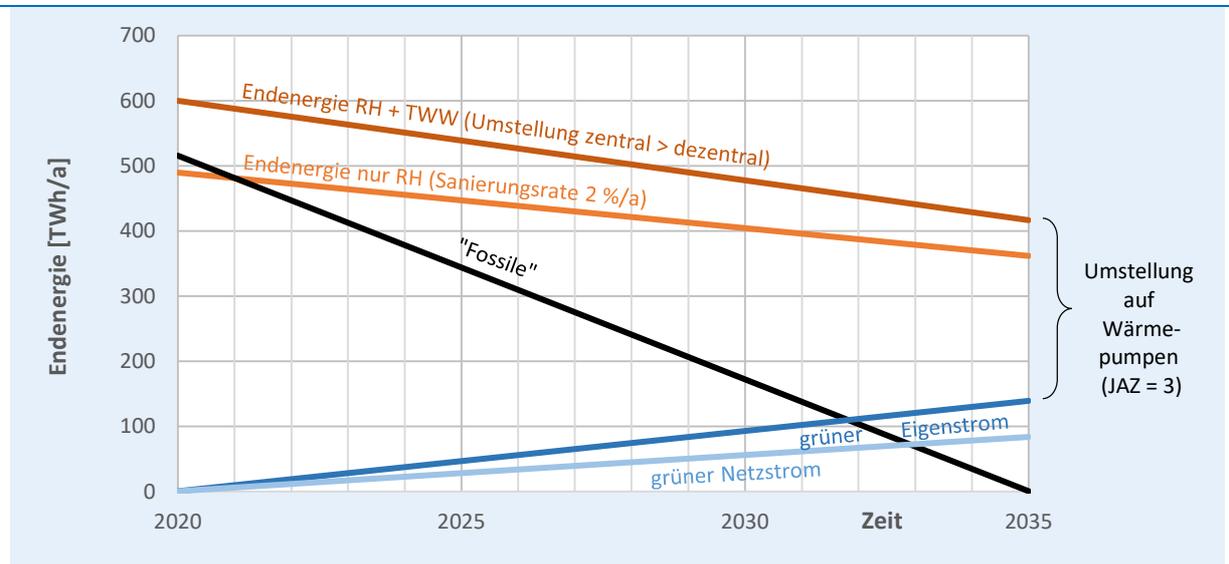
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Versorgungstechnik
Institut für energieoptimierte Systeme, Salzdahlumer Str. 46/48, 38302 Wolfenbüttel

Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff
Dipl.-Ing. (TU) Anke Unverzagt
M. Eng. Adrian Schünemann

DBU-Projekt "EAV-Anwendung in der Wohnungswirtschaft"

Bericht 0: Zusammenfassung und Projektüberblick (Abschlussbericht)

Wolfenbüttel, 31.03.2021



Gefördert unter dem Aktenzeichen
AZ 33780/01 von der:

Der Projektbericht in allen Teilen sowie die digitalen Arbeitshilfen sind digital verfügbar über:

www.delta-q.de

1 Verzeichnisse

1	Verzeichnisse	3
1.1	Abbildungsverzeichnis	4
1.2	Tabellenverzeichnis	4
1.3	Abkürzungsverzeichnis	4
2	Zusammenfassung	5
2.1	Projektbeteiligte	6
2.2	Struktur der Dokumentation	8
2.3	Projektlaufzeit und Finanzierung	8
3	Einleitung	9
4	Auswirkungen der Pariser Ziele auf die Wohnungswirtschaft.....	15
4.1	Geänderte Zielsetzung – von der Prozentbetrachtung zum Einhalten des Emissionsbudgets	17
4.2	Sektorkopplung - Konsequenzen für Neubau und Bestand und Änderungen für Fernwärme..	20
4.3	Einflüsse der CO ₂ -Preisbildung auf die Wirtschaftlichkeit	21
4.4	Notwendige Voraussetzungen in Gesetzgebung und Förderung	22
5	Standardisierung gebäude- und anlagentechnischer Lösungen mit der EAV	26
5.1	Anwenderleitfaden EAV	26
5.2	Ergebnisse EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz	29
5.3	Maßnahmenvorschläge: Gebäude-, Anlagentechnik-, Paketmaßnahmen	35
5.4	Leistungsbeschreibung Qualitätssicherung – Forderungen an Gesetz- und Fördermittelgeber	36
6	Ergebnisse aus der Objektbegleitung	39
6.1	Problemstellung	39
6.2	Entscheidungsfindung im konkreten Einzelfall	40
6.3	Lösungen und Ergebnisse	44
6.3.1	Schritte zum Erfolg	44
6.3.2	Maßnahmen an der Gebäudehülle	50
6.3.3	Maßnahmen an den Erzeugern	51
6.4	Veränderte Rahmenbedingungen für Planung, Ausführung und Betrieb	57
7	Partnerschaftsmodelle	59
8	Umweltkommunikation.....	62
8.1	Fachpublikationen.....	62
8.2	Projektpartner – Projektbeirat – Projekttreffen	63
8.3	Vorträge auf Tagungen und externe Veröffentlichungen für Vereine und Verbände	63
8.4	Lehre an der Ostfalia - Schulungen für Planer und Ausführende	63
9	Fazit und weitergehende Vorschläge für die Gesetzgebung und für die Standards der Zukunft	64
9.1	Vorschläge für die Gesetzgebung und Förderung	64
9.2	Standards für die Zukunft	66
10	Literatur.....	67

1.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Beispiel für eine Energieanalyse aus dem Verbrauch [5].....	9
Abbildung 2 Veröffentlichung in TGA-Fachplaner 07/2016 „Zurück zum gesunden Menschenverstand [6] .	10
Abbildung 3 Vorschläge für das GEG 2019: Es würde auch viel einfacher gehen! [6].....	11
Abbildung 4 Veröffentlichung TGA-Fachplaner 02-2016 [11].....	14
Abbildung 5 Zusammenhang zwischen CO ₂ in der Atmosphäre und mittlerer globaler Lufttemperatur [12].	15
Abbildung 6 Restmengen bzw. Emissionsbudget zur Einhaltung der Pariser Klimaziele [13]	16
Abbildung 7 Wärmewende bis 2035 nach Jagnow/Wolff [14]	17
Abbildung 8 Entwicklung der Wärmeversorgungsstruktur nach IWU [21].....	20
Abbildung 9 Energiepreise dargestellt als Emissionspreise (eigene Darstellung).....	21
Abbildung 10 Energiepreise bezogen auf den Heizwert in €/kWh (eigene Darstellung)	22
Abbildung 11 Veröffentlichung in TGA-Fachplaner 03/2019: Förderung integrierter Wärmezähler [26]	24
Abbildung 12 EAV als Fingerabdruck des Gebäudes (eigene Darstellung).....	28
Abbildung 13 Unterschiedliche Qualitäten des h-Wertes (eigene Darstellung).....	28
Abbildung 14 Auswahl der 11 Merkmale für die Typgebäude in den gelben Kästchen [eigene Darstellung]	29
Abbildung 15 Unterschiede zwischen Endenergiebedarf und -verbrauch nach dena [46].....	40
Abbildung 16 Fahrplan für die Entscheidungsfindung auf Basis von Messwerten [eigene Darstellung]	41
Abbildung 17 Beispielhafte Energieanalyse als Basis der Entscheidungsfindung sowie für das Monitoring, Grafik aus [49]	44
Abbildung 18 13 Thesen für die Wärmewende nach UBA [51]	48
Abbildung 19 Vorschläge zum Erreichen von Warmmietenneutralität nach AGORA [52].....	49
Abbildung 20 Altersstruktur der zentralen Erzeuger, eigene Darstellung nach [54].....	51

1.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Formelzeichen und Abkürzungsverzeichnis	4
Tabelle 2 Maßnahmen an der Gebäudehülle im Überblick [eigene Darstellung]	32
Tabelle 3 Maßnahmen an den Haupterzeugern im Überblick [eigene Darstellung]	33
Tabelle 4 Maßnahmen an Zusatzerzeugern und Peripherie im Überblick [eigene Darstellung]	34
Tabelle 5 Effizienzen der Haupterzeuger mit und ohne Qualitätssicherung [eigene Darstellung].....	52
Tabelle 6 Netzlänge nach Siedlungsstruktur [eigene Darstellung] nach [56]	53

1.3 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
BHKW	Blockheizkraftwerk
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
dena	Deutsche Energie-Agentur
DWD	Deutscher Wetterdienst
EAV	Energieanalyse aus dem Verbrauch
EnEV	Energieeinsparverordnung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GEG	Gebäudeenergiegesetz
H	Heizsteigung/Wärmeverlustkoeffizient, in [W/K]
H _i	Heizwert: bei der Verbrennung maximal nutzbare Wärmemenge, in [kWh/m ³] [kWh/l]
H _s	Brennwert: Heizwert zuzüglich Kondensationswärme, in [kWh/m ³] [kWh/l]
h	Auf die Energiebezugsfläche bezogene Heizsteigung/Wärmeverlustkoeffizient, in [W/(m ² K)]
PHPP	Passivhaus-Projektierungspaket
WSchVO	Wärmeschutzverordnung
WMZ	Wärmemengenzähler

Tabelle 1 Formelzeichen und Abkürzungsverzeichnis

2 Zusammenfassung

Das vorliegende Projekt 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 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.

Wesentliche Ergebnisse des hier dokumentierten Projektes sind nachfolgend zusammengefasst: 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 Anlagen-Qualität ist mit nur vier Kennwerten möglich und einfach kommunizierbar: h-Wert, Erzeugereffizienz, spez. Netz- und Speicherverluste und spez. Trinkwarmwassernutzen.

Weiterhin konnten durch viele parallel aus dem DBU-Projekt entstandene Veröffentlichungen der Projektmitarbeiter zur EAV sowohl für eine zukünftige Gesetzgebung GEG als auch für die Ausgestaltung von Förderprogrammen die Bedeutung eines CO₂-Emissionsbudgets als auch für zukünftige Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen der äquivalente CO₂-Preis als Bewertungsmaßstäbe herausgearbeitet und in vielen externen Anwendungen in der Fachpraxis (z.B. Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen der Stadt Frankfurt) etabliert werden. 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 effektiv erreicht werden kann.

Zusätzlich zu Ergebnissen aus früheren Projekten (DBU Brennwertkesselstudie [2], DBU OPTIMUS-Studie [3], Solarkesselstudie für BMU [4]) konnten aus der Objektbegleitung in diesem DBU-Projekt weitere Praxiskennwerte für: Wärmedämmmaßnahmen, Fenstererneuerung, anlagentechnische Maßnahmen wie kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung, Ein- und Zweirohrverteilssysteme, Speicherverluste, Effizienzkennwerte für Brennwertkessel, BHKWs, Wärmepumpen, Solarthermie und PV-Anlagen empirisch ausgewertet werden.

Die EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz liefert als erste, den Autoren bisher bekannte empirische Detailstudie, Aussagen über real zu erwartende Einsparpotenziale von Endenergien und Emissionen auf Basis von EAV-Kennwerten mit einer zusätzlich ausgewiesenen Differenzenergiemenge für den Einfluss einer Qualitätssicherung der Gebäudetechnik. Die Ziele des DBU-Projektes wurden aus Sicht des Projektverantwortlichen damit erfüllt.

Als Empfehlungen für das Erreichen von Klimaneutralität in der Zukunft sind aus den Projektergebnissen 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 CO₂-Emissionskennwerte, beschleunigte Etablierung von Qualitätssicherung in Planung, Ausführung und Betrieb, kontinuierliches Monitoring im Betrieb durch eine EAV.

Einzelprojekte der beteiligten vier Wohnungsgesellschaften wurden durch Unteraufträge von weiteren drei Wohnungsunternehmen und durch zusätzliche Aktivitäten mit den im Projektbeirat vertretenen Projektpartnern ergänzt, so dass zusätzliche Aufgaben im Rahmen des Projektes gelöst werden konnten.

2.1 Projektbeteiligte

Drei große niedersächsische sowie das größte Wohnungsunternehmen aus Bremen haben sich finanziell und inhaltlich am Projekt beteiligt. Aufgabe aller Unternehmen ist die Versorgung der Bevölkerung mit preisgünstigem Wohnraum. Die durchschnittliche Nettokaltmiete liegt mit 5,23 €/m² bis 5,99 €/m² bei den Kooperationspartnern deutlich unter den regionalen Mietspiegeln. Gleichzeitig ist die energetische Bestandsmodernisierung als kontinuierliche Aufgabe in den Unternehmen etabliert. Die Mitarbeiter-Kapazitäten mit versorgungstechnischem Knowhow sind bei zunehmender Komplexität der Anlagentechnik in unterschiedlichem Umfang verfügbar. Drei Unternehmen beschäftigen 1 bis 3 Mitarbeiter aus dem TGA-Bereich, ein Unternehmen hat keine eigenen Mitarbeiterkapazitäten mit versorgungstechnischem Hintergrund.

Nibelungen Wohnbau GmbH, Braunschweig

Die Nibelungen Wohnbau GmbH ist ein kommunales Wohnungsunternehmen in Braunschweig. Der Wohngebäudebestand umfasst ca. 8.000 Wohnungen. Sie ist damit einer der größten Anbieter für Wohnraum in der Stadt. In mehreren Projekten (u.a. DBU-OPTIMUS) gab es Kooperationen der Nibelungen Wohnbau GmbH mit der Ostfalia Hochschule.

Gemeinnützigen Baugesellschaft zu Hildesheim AG (gbg)

Die Gemeinnützige Baugesellschaft zu Hildesheim AG (gbg) ist mit mehr als 4.000 Wohnungen das größte Wohnungsunternehmen der Stadt Hildesheim. Die umfassende Bestandsmodernisierung der Gebäude sowie die Energieversorgung im Stadtteil Drispfenstedt wird in enger Kooperation mit der Energieversorgung Hildesheim (EVI) vorangetrieben. In mehreren Bachelor- und Masterarbeiten wurden in den vergangenen drei Jahren sowohl mit der gbg als auch mit der EVI Fragestellungen zur energetischen Modernisierung und zu Nah- und Fernwärmenetzen bearbeitet.

GEWOBA Energie GmbH, Bremen

Die GEWOBA Energie GmbH wurde im Juli 2015 als 100%ige Tochter der GEWOBA gegründet, des größten Immobilienunternehmens in Bremen mit rund 42.000 Mietwohnungen. Aufgaben der GEWOBA Energie sind die Versorgung von rund 12.000 Wohnungen mit Wärme, Vertrieb von BHKW-Strom sowie die Erbringung von Messdienstleistungen. In mehreren Projekten (u.a. DBU-OPTIMUS) gab es Kooperationen der GEWOBA mit der Ostfalia Hochschule.

GBH Mieterservice Vahrenheide GmbH (MSV), Hannover

Die GBH Mieterservice Vahrenheide GmbH (MSV) ist ein 100%iges Tochterunternehmen der Gesellschaft für Bauen und Wohnen GmbH (GBH) in Hannover. Als Wärmecontracting-Unternehmen betreibt die MSV ca. 500 Heizzentralen und versorgt damit über 17.000 Wohneinheiten.

Das Wohnungsunternehmen GBH ist mit einem Bestand von rund 13.400 Wohneinheiten der größte Wohnraumanbieter in Hannover. Gesellschafter der GBH sind die Stadt Hannover (90 %) und die Sparkasse Hannover (10 %).

Bereits vor etwa 20 Jahren wurden gemeinsame Projekte der GBH und der MSV (EXPO-Siedlung Hannover-Kronsberg) mit der Ostfalia Hochschule durchgeführt. Die MSV ist Mitglied des Firmenbeirats der Fakultät Versorgungstechnik der Ostfalia.

Weitere ideelle Partner und Multiplikatoren

proKlima ist ein regionaler Klimaschutzfonds, der von den Stadtwerken Hannover sowie den Städten Hannover, Hemmingen, Laatzen, Langenhagen, Ronnenberg und Seelze finanziell getragen wird. Aufgabe ist die Förderung und Erfolgskontrolle von Maßnahmen zur CO₂-Einsparung. Seit einigen Jahren verlagert sich die Vergabe von Fördermitteln zunehmend von der investiven Bezuschussung hin zur Förderung von Leistungen der Qualitätssicherung und des Monitorings bis zur Ertragsförderung von Solarwärmeanlagen. Seit Gründung von proKlima bestehen enge Kooperationen mit der Ostfalia Hochschule im Bereich Qualifizierung von Handwerkern und Heizungsoptimierung.

Der vdw Verband der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Niedersachsen und Bremen e.V. ist die Dachorganisation der unternehmerischen Wohnungswirtschaft in den beiden Bundesländern. Er ist einer von 14 Regionalverbänden, die im GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. zusammengeschlossen sind. Die Verbandsmitglieder sind sozialorientierte Unternehmen, die sich als verantwortungsvolle Vermieter für breite Schichten der Bevölkerung einsetzen. Gemeinsame Projekte, Vortragsveranstaltungen und Workshops werden seit mehr als 25 Jahren vom vdw und GdW gemeinsam mit der Ostfalia Hochschule durchgeführt.

Weitere Datengeber

Neben Projekten der beteiligten Projektpartner wurden auch Daten der Baugenossenschaft Bergedorf-Bille e.G. in Hamburg, der Wohnbaugenossenschaft „Zentrum“ in Berlin und der Baugenossenschaft Wiederaufbau in Braunschweig für die Entwicklung von Exceltools, des EAV-Handbuchs sowie zur Standardisierung von Maßnahmen herangezogen. Vorschläge für Energiekonzepte wurden individuell für spezielle Aufgabenstellungen durch die Ostfalia Hochschule erarbeitet.

2.2 Struktur der Dokumentation

Das Projekt wird mit einem mehrteiligen Abschlussbericht beendet, der folgendermaßen inhaltlich gegliedert ist:

- Teil 0: Zusammenfassung und Projektüberblick
- Teil 1: EAV-Handbuch und Excel-Rechenhilfe Standardbilanz
- Teil 2: GBG Hildesheim – Projekt „Ehrlicherstraße“
- Teil 3: GBG Hildesheim – Projekt „Erdwärmenutzung“
- Teil 4: Nibelungen Braunschweig – Projekt „Behringstraße“
- Teil 5: Nibelungen Braunschweig – Projekt „Fernwärme“

Der hier vorliegende **Teil 0 „Zusammenfassung und Projektüberblick“** behandelt im Kapitel 4 zunächst die Auswirkungen der Pariser Klimaziele auf die Wohnungswirtschaft, einschließlich des Emissionsbudgetgedankens. Darüber hinaus wird die mögliche Standardisierung für TGA-Lösungen in der Wohnungswirtschaft im Kapitel 5 besprochen. Die Erkenntnisse leiten sich aus den Ergebnissen der begleiteten Projekte (Partner und weitere Datengeber) ab.

Die verallgemeinerbaren Ergebnisse aus der Objektbegleitung stellt Kapitel 6 vor. Eine Vertiefung ist in den o.g. separaten Berichten 2 bis 5 enthalten. Das bereits im Vorgängerprojekt untersuchte Thema der partnerschaftlichen Verträge wird in Kapitel 7 erneut kurz aufgegriffen und eingeordnet.

Die abschließenden Kapitel 8 und 9 stellen die Aktivitäten der Umweltkommunikation zusammen und geben in einem Fazit weitergehende Vorschläge für die Gesetzgebung und Förderung.

2.3 Projektlaufzeit und Finanzierung

Das hier dokumentierte Projekt hatte eine Laufzeit vom 19.04.2017 bis 31.12.2020.

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.

3 Einleitung

Aus der EAV-Analyse konkreter Objekte lassen sich die erforderlichen Schritte einer verbesserten Planung und Ausführung energetischer Modernisierungen ableiten und optimierte Standardkonzepte mit Qualitätssicherung in Zusammenarbeit mit den beteiligten Wohnungsunternehmen entwickeln. 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. Die EAV zeigt die Ursachen erhöhter Verbrauchswerte von Bestandsgebäuden und die Einhaltung von Zielwerten nach Modernisierungen [5].

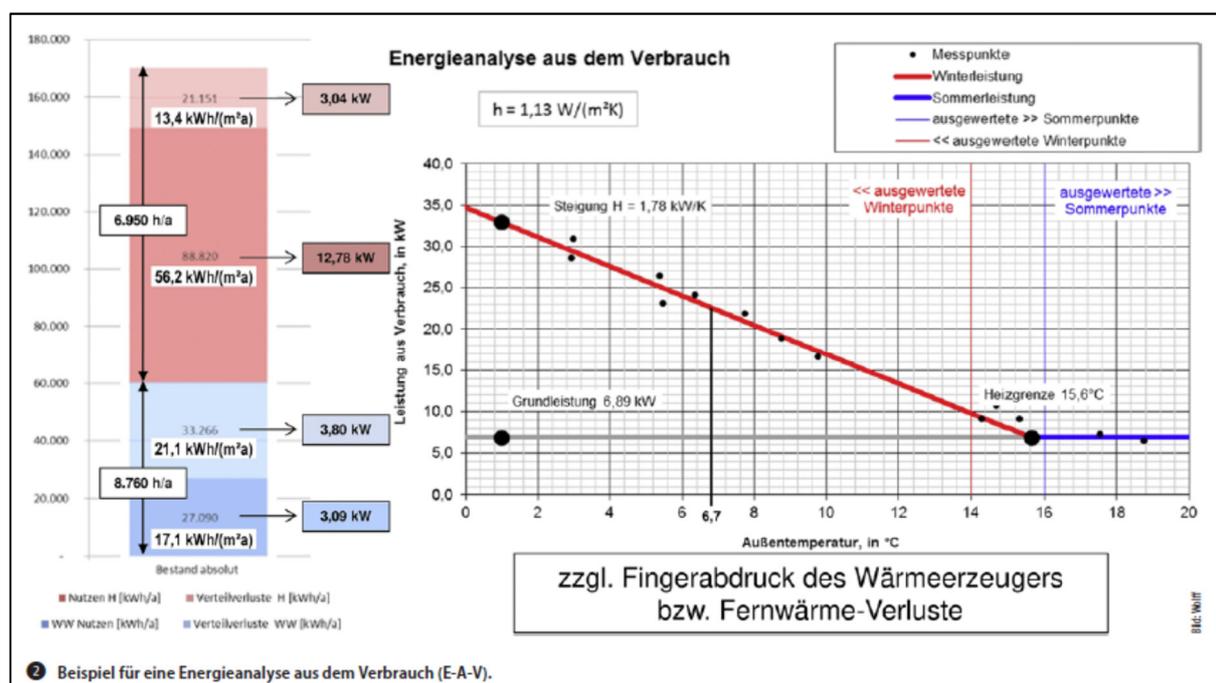


Abbildung 1 Beispiel für eine Energieanalyse aus dem Verbrauch [5]

Die ersten Auswertungen des Vorgängerprojektes AZ 31 256 ergab für die durchgehende Anwendung von EAV-Kennwerten eine hohe Praxistauglichkeit. Aufwändige Witterungsbereinigungen und Abgleiche mit bedarfsbasierten Energiekennwerten entfallen weitgehend. Das Verfahren zeichnet sich durch eine hohe Verständlichkeit aus.

Im hier dokumentierten 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.

Die beteiligten Wohnungsunternehmen engagieren sich stark auf dem Weg zu Klimaneutralität. Allerdings ist festzustellen, dass sich die wirtschaftlichen und energiepolitischen Rahmenbedingungen zur Umsetzung der Energiewende weiterhin ungünstig darstellen. Stand Anfang 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 beteilig-

ten Akteure bei weitem nicht aus, die Pariser Klimaziele für Deutschland einzuhalten. Vor fünf bzw. vier Jahren wurde durch mehrere vielzitierte Artikel der Projektmitarbeiter die Problematik thematisiert.

Zusammenführung von EnEV und EEWärmeG

Zurück zum gesunden Menschenverstand

Die geplante Zusammenführung von EnEV und EEWärmeG sollte dazu genutzt werden, die nicht zukunftsfähigen Anforderungen zur Begrenzung des Primärenergiebedarfs abzuschaffen und eine größere Lenkungswirkung bezüglich Energieeffizienz und Verringerung der CO₂-Emissionen zu etablieren.

KOMPAKT INFORMIEREN

Die Anforderungen von EnEV und EEWärmeG sind nicht dazu geeignet, beim Bauen und Sanieren die wirtschaftlich mögliche Verringerung von CO₂-Emissionen zu bewirken.

Besonders kritisch zu bewerten sind diesbezüglich die Kompensationsprinzipien.

Die Primärvergleichsbewertung führt zu Fehlentwicklungen hinsichtlich der Klimaziele und zukunftsfähiger Gebäude.

Eine einfache und zugleich wirkungsvolle Lösung wäre die (Wieder)Einführung von Bauteil- und Einzelanforderungen, beispielsweise auf der Grundlage des Referenzgebäudeverfahrens.

Damit könnte in den Gebäuden mit bereits verringerten CO₂-Emissionen die Basis geschaffen werden, künftig Erzeugungskonzepte mit weiter verringerten CO₂-Emissionen mit geringem Aufwand nachzurüsten.

Der Einsatz erneuerbarer Energien könnte durch eine CO₂-Steuer auf fossile Brennstoffe im Wärme- und Strommarkt forciert werden.



Abbildung 2 Veröffentlichung in TGA-Fachplaner 07/2016 „Zurück zum gesunden Menschenverstand [6]

Vorschläge für das GEG 2019

Es würde auch viel einfacher gehen!

Der erste Anlauf für ein das Energieeinsparrecht im Gebäudebereich zusammenführendes Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist krachend gescheitert. Auch weil die Aufgabe zu wörtlich genommen wurde, das bisherige Konzept nicht mehr den aktuellen und künftigen Anforderungen entspricht und die erhofften Vereinfachungen sich nicht abzeichneten. Dabei ließen sich die zugrunde liegenden Ziele viel einfacher, mit größerem Effekt und Know-how-Gewinn bei allen an der Planung und am Bau Beteiligten umsetzen, wenn künftig der reale Endenergieverbrauch an Strom und Wärme sowie die zuzuordnenden CO₂-Emissionen als Erfüllungsnachweise gelten würden.

KOMPAKT INFORMIEREN

Der zweite Anlauf für ein Gebäudeenergiegesetz (GEG) sollte dazu genutzt werden, dass Energieeinsparrecht drastisch zu vereinfachen und an den tatsächlichen Zielen auszurichten sowie für eine bessere Erfüllung der Anforderungen zu sorgen.

Als Hauptanforderung sollten die spezifischen CO₂-Emissionen unter Berücksichtigung aller eingesetzten Endenergien (Wärme und Strom) begrenzt werden.

Weiterhin sollten die bisherigen rechnerischen Nachweise weitgehend durch einen Vergleich des tatsächlichen Verbrauchs bzw. der damit einhergehenden CO₂-Emissionen mit neu festgelegten Zielwerten abgelöst werden.

Ein dazu geeignetes Verfahren steht mit der Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV) als Stand der Technik genormt zu Verfügung.

Der messtechnische Nachweis der Zielwerte hat das Potenzial, lange bekannte Qualitätsmängel, insbesondere bei der TGA, abzustellen.

1 Nach der Bundestagswahl dürfte es einen neuen Anlauf für ein Gebäudeenergiegesetz geben. Er bietet eine gute Gelegenheit für eine Neukonzeption mit einer drastischen

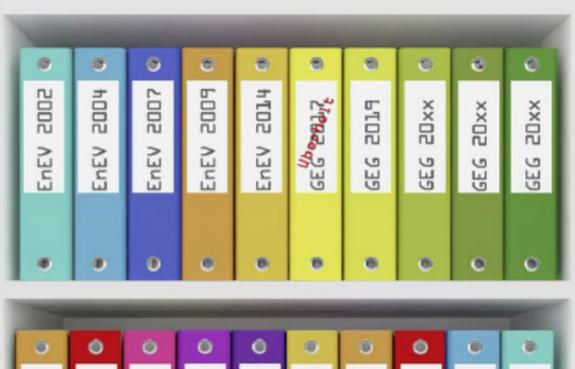


Abbildung 3 Vorschläge für das GEG 2019: Es würde auch viel einfacher gehen! [6]

Leider wurde Stand Frühjahr 2021 nur ein Teil der Vorschläge der Autoren Jagnow, Schünemann und Wolff realisiert.

- Die derzeit nur geringfügig durch die CO₂-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 CO₂-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, Gutachtererstellung, 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 Anlagen-Qualität ist mit nur vier Kennwerten möglich und einfach kommunizierbar: h-Wert, Erzeugereffizienz, spez. Netz- und Speicherverluste und spez. Trinkwarmwassernutzen [5].

Im Rahmen des 2014 abgeschlossenen DBU-Projektes "Neuerkerode 2050" (2006 - 2014) wurde ein Alliance-Contracting-Vertragsmodell erfolgreich getestet – eine bestehende technische Anlage (Wärmenutzung aus einem Biogas-BHKW) wurde dabei umgebaut und optimiert. Auftraggeber und Auftragnehmer – hier planende und umsetzende Firma in einem Unternehmen – teilten sich Risiken und den erzielten Gewinn. Der erfolgreich erbrachte Nachweis, dass es im Rahmen eines Partnerschaftsmodells "Alliance Contracting" zu einer Win-Win-Situation für alle beteiligten Partner kommen kann, sollte in einem überschaubaren Zeitraum auf konkrete Projekte in der Wohnungswirtschaft übertragen werden. Zu den Schritten einer solchen "Integralen Projektumsetzung im Rahmen eines Alliance-Contractings" zählen:

- Eine systematische Bestandserfassung unter Berücksichtigung aller Kosten,
- eine nachfolgende Vorkonzepterstellung in einem frühen Planungsstadium, unter Berücksichtigung aller zunächst abgeschätzten Kosten,
- eine qualitätsgesicherte Ausschreibungs- und Ausführungsplanung,
- eine qualitätsgesicherte Ausführung sowie Festschreibung eines Gesamtkostenrahmens aus Kapital-, Bauunterhaltungs- und Energiekosten mit dem Ziel einer Gesamtkostenoptimierung für mindestens zwei Jahre nach Umsetzung,
- ein kontinuierliches Monitoring der Kosten, Medien- und Energieverbräuche im nachfolgenden Betrieb für mindestens ein, besser zwei Jahre. In wohnungswirtschaftlichen Projekten sollte die Festschreibung eines Gesamtkostenrahmens aus Kapital-, Wartungs- bzw. Unterhaltungs- und Energiekosten mit dem Ziel einer Gesamtkostenoptimierung für mindestens zwei Jahre nach Umsetzung angestrebt werden.

- Das Architekten- und Planer-Honorar sollte Bonus-Malus-Regelungen bei Unterschreitung/ Überschreitung enthalten.
- Die Vermeidung von Nachtragskosten und damit die Einhaltung oder sogar Unterschreitung des gesetzten Wirtschaftlichkeitsrahmens war Ziel dieses Modellprojekts.
- Zudem sollten durch rechtzeitige und externe Moderation juristische Auseinandersetzungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer während der Umsetzungsphase und nach Inbetriebnahme vermieden werden.

Ziel war wie schon in früheren von der Ostfalia Hochschule bearbeiteten DBU-Projekten die konsequente Verfolgung von Grundsätzen einer integralen Planung anstelle einer durch HOAI und VOB vorgezeichneten seriellen Planung. Diese – bis heute nicht übliche – integrale Projektabwicklung ist mit einer Qualitätssicherung sowohl in der Planung, in der Ausführung als auch im späteren Betrieb verbunden. Ein Erfolgsnachweis durchgeführter Maßnahmen ist in diesem Umfeld bis heute leider weiterhin die absolute Ausnahme. Eine mindestens zweijährige Verbrauchsauswertung wird heute nur in begleiteten Feldforschungsprojekten durchgeführt; zukünftig sollte dies aber zum automatisierten Standard werden.

Nicht ausreichend erkannt wurde in der ersten Bearbeitungsphase des Vorgängerprojektes AZ 31 256 zwischen 2013 bis 2016, dass die Idee des Energieeinsparcontractings und von Public-Private-Partnership-Modellen, also von partnerschaftlich zwischen öffentlichen Auftraggebern und privaten Auftragnehmern ausgerichteten Vertragsmodellen, trotz mindestens zwanzigjähriger Erprobung, bisher keine Erfolge zeigte. Viele und gerade große Projekte sind gescheitert!

Die Übertragung des erfolgreich abgeschlossenen Vertragsmodells im DBU-Projekt „Neuerkerode 2050“ auf Modernisierungsvorhaben für Mehrfamilienhäuser hat sich im Vorgängerprojekt AZ 31 256 als nicht realisierbar erwiesen. Die Notwendigkeit, den hohen Einfluss politischer, rechtlicher, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen auf den Prozess eines partnerschaftlichen Projektes rechtzeitig einzubeziehen, wurde von der Ostfalia zu spät erkannt. Angestrebte, v.a. auch gesellschaftliche Veränderungsprozesse dauern sehr viel länger als angenommen. Nicht eingeplante Ereignisse führen teilweise zu „180°-Wenden“ in politischen und wirtschaftlichen Entscheidungen – Beispiel Fukushima. Somit sind politische Veränderungen vielfach nicht planbar. Eine unübersehbare Zahl von Studien zur zukünftigen Energiewende geben einen ersten und möglichen Rahmen, setzen aber voraus, dass alles planmäßig gestaltet werden kann. Der Vergleich von Prognosen aus ähnlichen Studien vor ca. zwanzig bis vierzig Jahren mit der tatsächlichen Entwicklung zeigt, dass nur in einem engen Zeitfenster von fünf bis max. zehn Jahren Voraussagen einigermaßen genau in die Praxis umgesetzt werden können.

Nach Wright [7] (Wright – Reale Utopien) kann in vielen kleinen Schritten gesellschaftliche Ermächtigung in einem transparenten Prozess sowohl für die Wirtschaft als auch für die Politik zu zukünftigen Lösungen führen. Wright setzt „auf einen kleinteiligen dialektischen Prozess, der zu Verschiebungen im Alltag führt. Dabei trotzen engagierte Menschengruppen - (wie etwa seit 2019 „Fridays for Future“ vom Autor ergänzt) - nicht nur der Wirtschaft Räume ab, in denen andere Werte gelten als Konkurrenz und Profit. Entscheidend ist auch, dass Politik und Verwaltung sich als Diener der Bürger verstehen und nicht als deren Lenker – und damit „Demokratie sehr ernst“ nehmen.“ [8] (Rezension von Annette Jensen taz – 22.04.2017).

Es sind – auch in einem so „kleinen“ DBU-Projekt wie diesem – der gesellschaftliche Rahmen und das Wirtschaftssystem sowie das Spannungsdreieck zwischen Gesellschaft (hier zunächst vereinfacht vertreten durch die Mieter), Politik und Wirtschaft mit den Entwicklungen der letzten Jahrzehnte in

einer Analyse der Erfolgsaussichten für dieses Modellprojekt in Form von Partnerschaftsmodellen einzubeziehen.

In allen politischen Entscheidungen zur Gesetzgebung, zu Förderprogrammen und der daraus evtl. folgenden Marktentwicklung sind heute typisch nur zwei „Player“ beteiligt: die Lobby der Industrie und der Wirtschaft, vertreten durch eine unüberschaubare Zahl von gesponserten Interessensverbänden mit ihren Eigeninteressen sowie die von ihr angesprochene Politik. Die betroffene Gesellschaft (hier der Mieter) ist weitgehend unbeteiligt. Die Anfang 2021 diskutierte Einführung eines „Lobby-Registers“ zeigt, dass die Problematik auch im Parlament des Deutschen Bundestages angekommen ist.

Fehlentwicklungen zur Erreichung der Klimaschutzziele sind dadurch vorprogrammiert. Es geht primär um das Wachstum und die Umsatz- und Gewinnsteigerung neuer Energietechnologien. Kommen weitere, aus den vorbeschriebenen Fehlentwicklungen resultierende „Hybrid-Lösungen“ hinzu, wird dadurch ein Wettbewerb alternativer Marktangebote geschaffen, der häufig eine unnötig hohe Komplexität der am Markt angebotenen Technologien schafft und die Ziele des Klimaschutzes behindert und wenig nach vorne bringt. Der aktuelle Rechtsrahmen für Bauvorhaben in der Wohnungswirtschaft (EnEG, EnEV, EEWärmeG, EEG, KWKG, GEG, HeizkostenV, Mieterstromgesetz, VOB, HOAI, Wärme-LV – Mietrechtliche Bestimmungen) mit z.T. sich widersprechenden gesetzlichen und aus Förderprogrammen resultierenden Anforderungen sowie die Erfüllung öffentlich-rechtlicher und z.T. privatrechtlicher Rahmenbedingungen verhindern wegen ihrer komplexen und weitgehend nicht aufeinander abgestimmten Wechselbeziehungen die Realisierung einfacher Partnerschaftsmodelle. Dies war im DBU-Projekt „Neuerkerode 2050“ mit privatrechtlicher Vereinbarung ohne Probleme möglich. Es gab eben nur zwei Partner, die sich vertrauten.

Die derzeitig aktualisierte HOAI sieht erfolgsabhängige Komponenten in der Einhaltung des Investitionskostenrahmens vor. Nach der neuen HOAI (§6, Abs. 2) kann als Grundlage für das Architekten- und Planer-Honorar eine Bonus-Malus-Regelung bei Unterschreitung / Überschreitung vereinbart werden. Dies ist jedoch leider nicht gängige Praxis, eher der Ausnahmefall. Erst seit etwa fünf Jahren wird diese Vorgehensweise auch bei öffentlichen Bauvorhaben, z.B. der Stadt Frankfurt, vorgesehen [9]

Kurz zusammengefasst: Nicht die dringend erforderlichen Maßnahmen und Investitionen zur Erreichung von Klimaschutzziele stehen im Focus, sondern die Aufrechterhaltung eines wirtschaftlichen Wachstums mit weitgehender Befriedung persönlichen und/oder unternehmensbezogenen Wert-(Vermögens-)Zuwachses (Gewinn) des eingesetzten Kapitals für „angeblich“ sinnvolle Investitionen. Kurzformel: Wirtschaftswachstum (Erhalten des heutigen Systems) ist vorrangig! Aktienkurse müssen steigen. Die Wissenschaft als angeblich neutraler Gutachter spielt bei diesen Prozessen in manchen Fällen eine unrühmliche Rolle. Als Beispiel wurde das „Gutachten zur Ermittlung von anerkannten Pauschalwerten für den Jahresnutzungsgrad von Heizungsanlagen“ vom Institut „Energiefragen der Immobilienwirtschaft“ der EBZ Business School [10] in diesem DBU-Projekt behandelt. Hierauf wurde in einer eigenen Veröffentlichung der Ostfalia im Rahmen diese Projektes detailliert eingegangen [11].

Zusammengefasst stehen der Realisierung partnerschaftlicher Modelle durch den politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmen, der sich in der heutigen Struktur und Abwicklung größerer Projekte an verschiedenen Stellen deutlich niederschlägt, so viele Hemmnisse entgegen, dass von einer Umsetzung partnerschaftlicher Projekte in der Wohnungswirtschaft bei den sehr vielen beteiligten Akteuren in absehbarer Zukunft nicht ausgegangen werden kann.

Jahresnutzungsgrad von Wärmeerzeugern

Vor der Wärmelieferung: Schätzen oder messen?

Zwei Studien für die Bestimmung des Jahresnutzungsgrad von Wärmeerzeugern bei der Umstellung auf Wärmelieferung kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Eine transparente und für den Einzelfall gerechte Ermittlung ist nur mit unterjähriger Brennstoff- und Nutzwärmemengenmessung möglich.

Abbildung 4 Veröffentlichung TGA-Fachplaner 02-2016 [11]

Erst nach einer gesellschaftlichen Ermächtigung in Anlehnung an Wright [7] über Politik und Wirtschaft sollte der Ansatz von Partnerschaftsmodellen wieder aufgegriffen werden. Bis dahin sollten die Werkzeuge für eine transparente Qualitätssicherung von der Ist-Zustandsanalyse bei Sanierungsprojekten, über die Konzepterstellung, über Planung und Ausführung bis hin zum Betrieb mit einem mindestens zweijährigen Monitoring erprobt und ausgebaut werden. Diese Aufgabenstellung wurde im hier dokumentierten Nachfolgeprojekt: „Weiterentwicklung, modellhafte Anwendung und Verbreitung der Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV) für die Wohnungswirtschaft“ intensiv bearbeitet und mit verschiedenen Werkzeugen für die zukünftigen Anwender abgeschlossen.

In Zusammenarbeit mit den vier Wohnbaugesellschaften als Projektpartner wurden anstelle der ursprünglichen Zielsetzung für mehrere umfangreiche Sanierungsprojekte mit unterschiedlichen Größen (Gebäude, Siedlung, Quartier) und Schwerpunkten (Baukörper, Anlage, Vollsanierung) 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 die Ostfalia in drei von vier Fällen hinzugezogen. Weiterhin wurden im Nachfolgeprojekt die Arbeitspakete

- Entwicklung eines Leitfadens für die EAV
- Erarbeitung von Vorschlägen für zukünftige Standardsysteme mit Wärmepumpen
- Weitere Objektbegleitungen mit der EAV zusammen mit drei weiteren Wohnbaugesellschaften
- Entwicklung von EXCEL-Rechenhilfen für zukünftige Standardsoftware auf Basis der EAV
- Kommunikation umweltrelevanter Ergebnisse auf Tagungen, in Seminaren und Schulungen
- Verbreitung der Ergebnisse über den Projektbeirat und Fachpublikationen

erfolgreich abgeschlossen.

4 Auswirkungen der Pariser Ziele auf die Wohnungswirtschaft

Das Ansteigen der globalen Temperatur hängt direkt von der Höhe emittierter CO₂-Mengen ab. 1,5 K globaler Temperaturanstieg ist ein Grenzwert, ab dem Kippunkte auftreten, d.h. die Folgen des Klimawandels außer Kontrolle geraten können (IPCC). Grundlage für eine sinnvolle Klimapolitik könnte sein, dass weltweit jedem Menschen der gleiche Ausstoß von CO₂ zugestanden wird (Vorschlag: SRU).

Den Deutschen stünden ab 2018 je nach Zielsetzung (1,5- oder 2 K-Ziel) und je nach angenommener Wahrscheinlichkeit dann noch 4,2 – 8 Gigatonnen CO₂ zu, bei heutigen jährlichen CO₂-Emissionen zwischen 0,8 - 0,9 Gigatonnen in Deutschland. Ohne Änderung unserer derzeitigen Emissionen hätten wir also noch weniger als zehn Jahre, dann könnten Kippunkte überschritten werden.

Durch kurzfristige politische Entscheidungen könnten die CO₂-Emissionen durch das reglementierte Inverkehrbringen von Kohlenstoff (Gas, Öl, Kohle) bzw. adäquat durch sektorenübergreifende CO₂-Zertifikate mit limitiertem Umfang begrenzt werden; national, auf EU-Ebene und möglichst auch international (z.B. über die UN). Nachfolgende Abbildung zeigt die geordneten Mittelwerte der bodennahen Lufttemperatur und die Entwicklung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre [12]

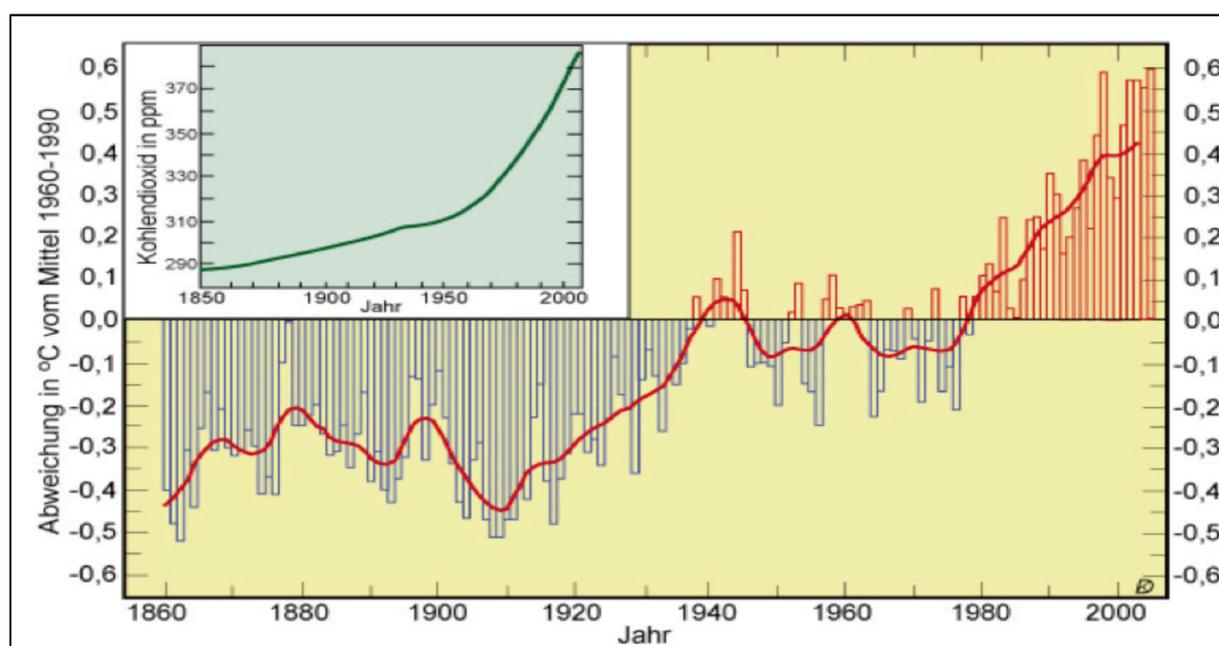


Abbildung 5 Zusammenhang zwischen CO₂ in der Atmosphäre und mittlerer globaler Lufttemperatur [12]

Die Zusammenhänge zwischen dem noch verbleibenden Emissionsbudget und dem Temperaturanstieg wurden dem Verfasser dieses Berichts zum ersten Mal klar verständlich nach einem Vortrag von M. Wunsch zur Zukunft der KWK und Fernwärme [13] in Kassel 2016, siehe Abbildung 6.

Im Gebäudebereich sind folgende Wege zur Einhaltung des Emissionsbudgets am schnellsten umsetzbar.

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

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 aus dem öffentlichen Netz sowie auch teilweise für und von der Industrie.

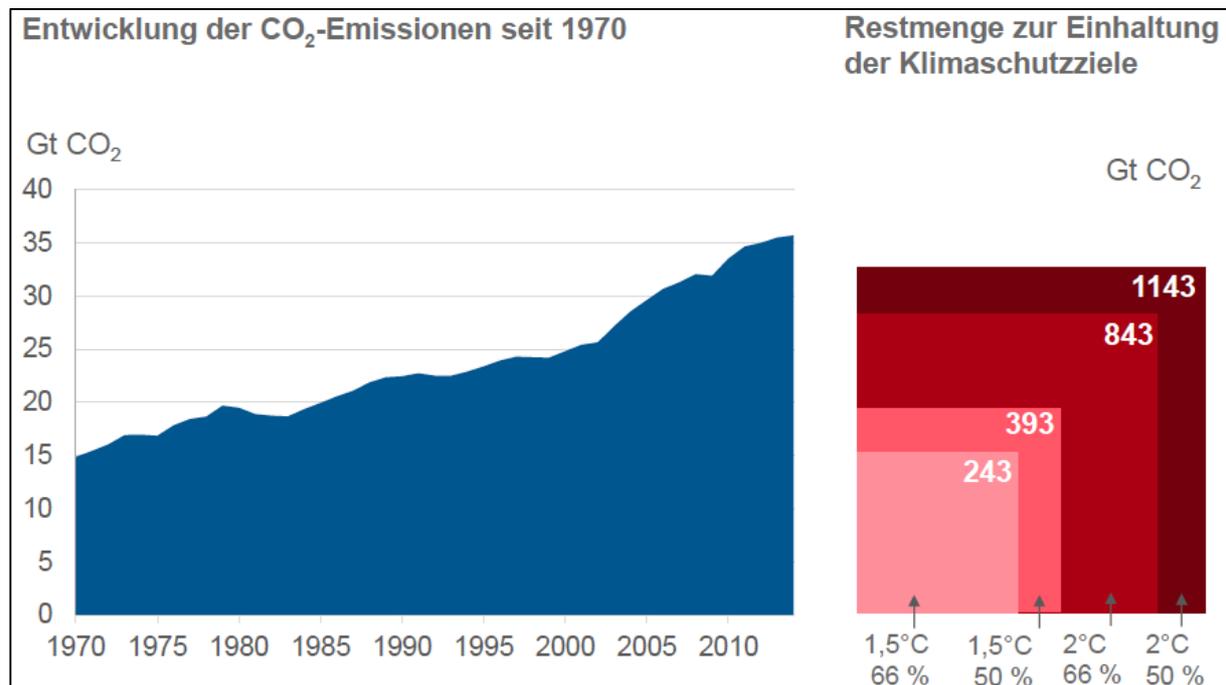


Abbildung 6 Restmengen bzw. Emissionsbudget zur Einhaltung der Pariser Klimaziele [13]

Abbildung 7 zeigt eine mögliche Entwicklung bis 2035 für die Umstellung der heutigen Raumheiz- und Trinkwarmwassersysteme für Wohngebäude auf Wärmepumpen aus Jagnow/Wolff [14]

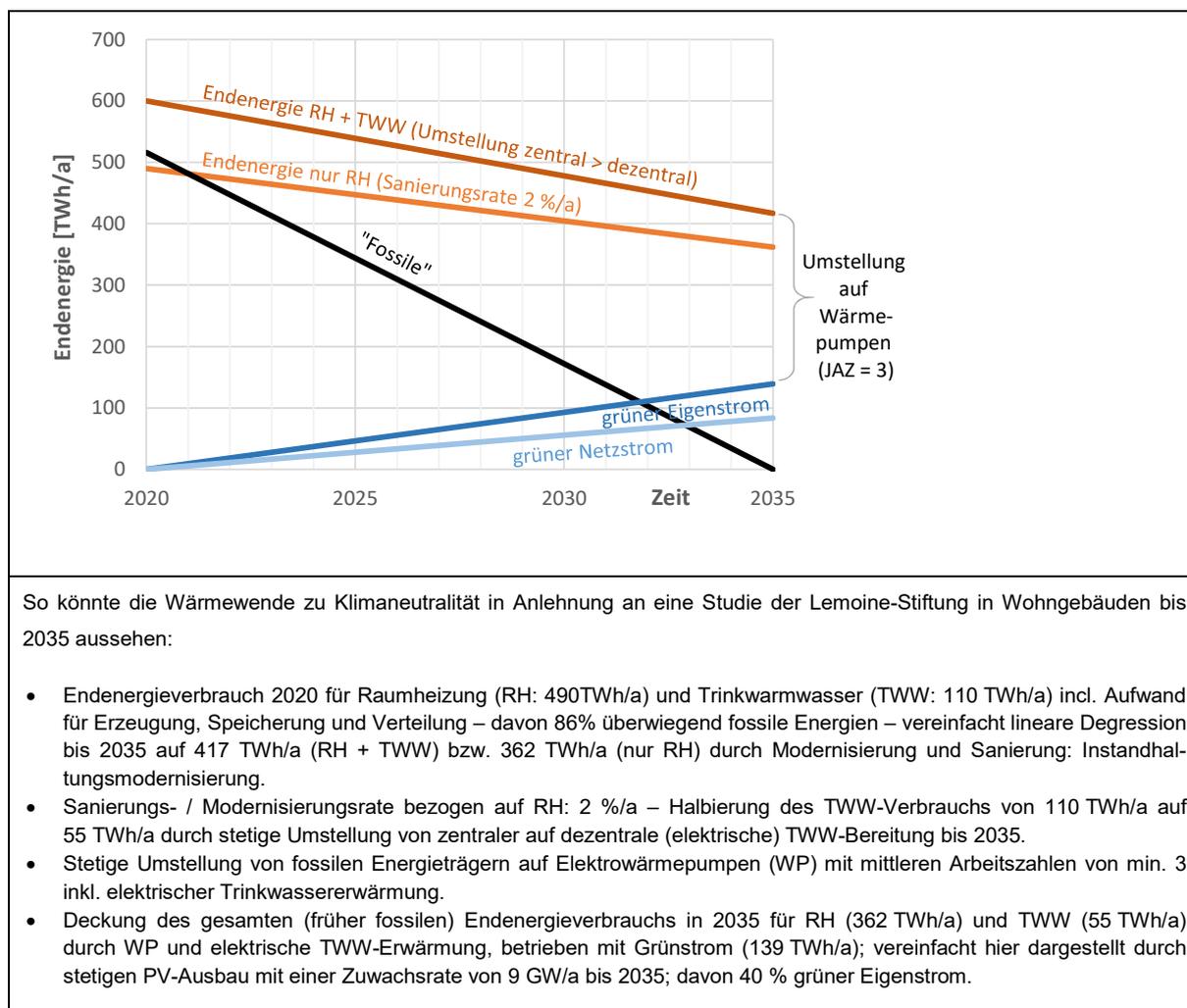


Abbildung 7 Wärmewende bis 2035 nach Jagnow/Wolff [14]

4.1 Geänderte Zielsetzung – von der Prozentbetrachtung zum Einhalten des Emissionsbudgets

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, 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.

Diese Art der Zielvorgabe ist aus politischer Sicht nachvollziehbar, da sie einfach zu kommunizieren und zu überprüfen ist. Allerdings geht es in der Realität nicht um prozentuale Minderungen, sondern um eine absolute Menge an Emissionen, welche die Atmosphäre noch aufnehmen kann, um die Pariser Ziele von 2015 einzuhalten.

Bis heute haben viele – auch viele Politiker - diese Zusammenhänge noch nicht verstanden. Bekannt wurde Ende 2019 der Ausspruch eines verantwortlichen Ministers/ einer verantwortlichen Ministerin:

„Unter diesen ganzen Tonnen (CO₂) kann sich doch keiner was vorstellen“.¹

Entscheidend ist die möglichst schnelle CO₂-Minderung und nicht, dass wir am Ende eines Betrachtungszeitraum ein Prozentziel erreicht haben.

Es wäre daher sinnvoll, alle Klimaschutzziele zu einer übergeordnete Ziel- und Kontrollgröße zusammenzufassen, dem (absoluten) „noch verfügbaren Emissionsbudget“. Mit dieser Größe operiert auch der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderung und der Sachverständigenrat für Umweltfragen SRU [15]. Es ist mit ihm umzugehen wie mit einem „Kontomodell“.

Zu einer maximal tolerierbaren Erderwärmung – z.B. 2 K – gehört ein verfügbares Emissionsbudget. Es wird im Sinne eines „Anfangsguthabens“ auf das Konto gebucht. Am Ende jedes Jahres werden die zurückliegenden registrierten Emissionen vom Guthaben „abgebucht“. Es gibt keine Zeitachse im eigentlichen Sinne, sondern lediglich das Verbot, das „Konto ins Minus zu führen“ (das Emissionsbudget komplett aufzubauchen). Es ist somit unerheblich, welcher Sektor wie schnell einen Wandel vollzieht. Ist das Konto jedoch bei null angekommen, ist das eingangs definierte Klimaziel nicht mehr erreichbar. Eine neue Zieldefinition – z. B. 2,5°C – führt zu einer erneuten „Aufbuchung“ von Guthaben, also des Emissionsbudgets. Anschließend beginnt der Kreislauf von neuem, jedoch ist nun allgemein bekannt, dass das vorherige Ziel aufgegeben wurde bzw. nicht erreicht wurde.

Das Ersetzen von Prozentzielen in der politischen Diskussion durch eine Verdeutlichung der Klimaziele über das Kontomodell eines noch verbleibenden Emissionsbudgets ist von entscheidender Bedeutung für die Kommunikation zwischen Gesellschaft, Wirtschaft und Politik.

Die Ausgestaltung der Klimaschutzmaßnahmen ist davon unberührt. Es wären weiterhin Unterziele (Ausbauquoten regenerativer Energien usw.) zu definieren. Auch kann das Gesamtbudget den Sektoren zugewiesen werden, beispielsweise dem Sektor „Gebäude“ oder nur den „Wohngebäuden“. Jedoch erscheint eine übergeordnete Budgetdarstellung greifbarer zur kurzfristigen Überprüfung des (politischen) Handelns. Es wäre am Ende jedes Jahres direkt (im Sinne eines „Kontoauszuges“) erkennbar, ob das Budget eingehalten wurde. Anhand der „jährlichen Abbuchungen“ kann auch die vorhersehbare Kontoüberziehung abgeschätzt werden – also auf welche Klimaerwärmung das (extrapolierte) Handeln zusteuert.

Für die Klimapolitik im Allgemeinen und den Gebäudesektor im Speziellen bedeutet dies: es ist eine Kombination von „Energiesparen“ (Suffizienz), „Effizienzverbesserung“ (Effizienz) und beschleunigtem „Einsatz regenerativer Energien“ umzusetzen [16]. Es sind dabei die Maßnahmen zuerst zu ergreifen, die mit dem geringsten Aufwand die notwendige CO₂-Minderung erreichen.

¹ <https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/emissionsbudget-zur-wichtigsten-zahl-beim-klimaschutz-schweigt-die-regierung-a-1292033.html>

Für größere Kompensationen zwischen unterschiedlichen Qualitäten der Gebäude- und Anlagentechnik im neuen GEG ist die zur Verfügung stehende Zeit (besser das Restbudget an Emissionen) zu gering. Zu dieser Erkenntnis kommen bereits früher verschiedene Untersuchungen, zuletzt eine Studie des DIW vom Juli 2020 [17]: bis spätestens 2040 ist die Energiegewinnung vollständig auf erneuerbare Energien umzustellen, um das Emissionsbudget noch einzuhalten. Dies sind die Rahmendaten, unter denen die Ziele des European Green Deal erreicht werden können.

Benötigt wird demnach das beschleunigte Sanieren von Gebäudehülle und Anlagentechnik auf beste Standards, verbunden mit einer Qualitätssicherung und einem verbrauchsorientierten Erfolgsnachweis. Hier setzt dieses Nachfolge-DBU-Projekt „EAV – Wirklich effizient“ an.

Notwendig erscheint ein kurzfristiger Ausstieg aus allen fossilen Energieträgern, zuerst im Neubau, kurz darauf in der Sanierung. Es mehren sich daher auch Forderungen, im Gebäudebereich, wie bereits heute schon in einzelnen EU-Ländern konsequent realisiert, kurzfristig Verbote seitens des Gesetzgebers für fossil mit Heizöl und Erdgas befeuerte Wärmeerzeuger auszusprechen, um die Klimaschutzziele überhaupt noch einigermaßen einhalten zu können. Das Ausrufen von Verboten wird dabei so gestaltet und zeitlich gestaffelt, dass für Bauherren und Immobilienbesitzer eine Vorhersehbarkeit und Planbarkeit im Rahmen typischer Sanierungszyklen hergestellt wird.

Weitere Voraussetzung wäre eine drastisch beschleunigte Umstellung auf erneuerbare Stromerzeugung aus Photovoltaik und Windkraft (in der Mittel- und Grundlast), weil dies die einzigen Technologien sind, die den entsprechenden Reifegrad für schnellstmöglichen und großflächigen Praxiseinsatz aufweisen. Übergangsweise flexible Erdgas- und zukünftig Wasserstoff-Spitzenlastkraftwerke mit möglichst geringen Laufzeiten würden in Zeiten der Flaute Residuallasten decken. Erdgas wäre unter diesen Umständen noch als kurzfristige Übergangstechnologie anzusehen. Wärmepumpentechnologien und Elektromobilität würden im Sinne der Sektorenkopplung parallel verstärkt ausgebaut.

Die gemeinsame Stellungnahme von Leopoldina, acatech und Union der deutschen Akademien benennt darüber hinaus weitere „no-regret“-Maßnahmen [18]. Dazu gehört auch der Aufbau stabiler (?) Energieimportwege für Wasserstoff und dessen Folgeprodukte (z.B. PtX). Diese künstlichen Brennstoffe sind jedoch vornehmlich zur Deckung der möglichst kurzfristigen Residuallasten der Stromerzeugung, im Flugverkehr, Schiffsverkehr, dem landwirtschaftlichen Verkehr oder der Industrie vorgesehen und nicht, um diesen Wasserstoff zu verheizen [19].

Die Überprüfung der Zielerreichung von entweder vorher festgelegten Einsparzielen und Regenerativanteilen oder des Emissionsbudgets erfordert in jedem Fall ein Monitoring.

Im Weiteren ist es sinnvoll, das Klimaschutzziel – also die Emissionsminderung – erkennbar in den Fokus der Gebäudeplanung zu setzen.

Diese Forderung widerspricht allerdings der „Langfristigen Renovierungsstrategie nach EPBD“ [20], welche in dem Bericht des BMWi an die EU in 2020 abgegeben wurde. Die politische Einflussnahme könnte darin bestehen, das Nachweisverfahren der Planung (namentlich das GEG) in Richtung „Emissionsbewertung“ zu ändern.

4.2 Sektorkopplung - Konsequenzen für Neubau und Bestand und Änderungen für Fernwärme

Die Zielsetzung ist damit eigentlich 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. Abbildung 8 zeigt einen vom IWU bereits 2009 prognostizierten Ersatz von Gasbrennwertkesseln durch Elektrowärmepumpen [21].

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 [19].

Der beschleunigte Ausbau von PV auf allen verfügbaren Dächern macht sehr viel Sinn. Der Beschluss des Senats der Stadt Hamburg am 23.12.2020 setzt hier einen Meilenstein: PV auf jedes Neubaudach und auf jedes zu sanierende Dach. Weitere Bundesländer folgen bereits dieser Zielsetzung.

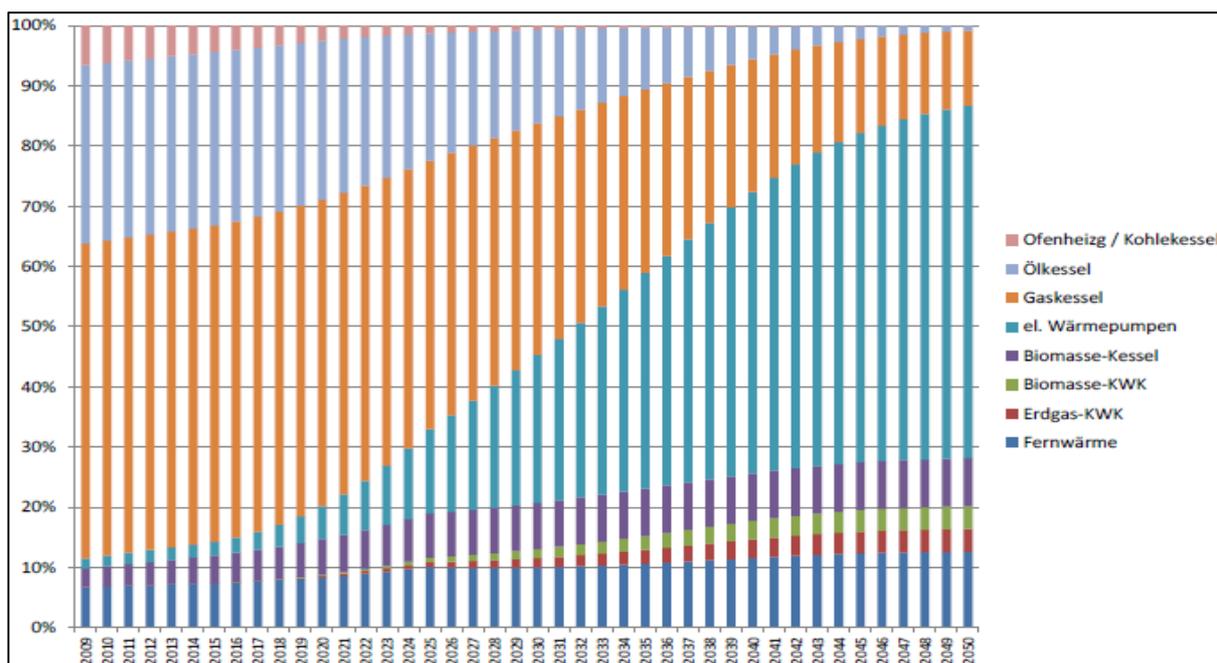


Abbildung 8 Entwicklung der Wärmeversorgungsstruktur nach IWU [21]

Der „grüne“ Ausbau von Nah- und Fernwärme mit verschiedenen Wärme- und Abwärme-Quellen gehört auf den Prüfstand, wird dabei z.Z. von vielen Lobbyisten, aber auch von einzelnen Wissenschaftlern gegenüber der Politik unreflektiert angeworben, ohne das volks- oder betriebswirtschaftliche Argumente angeführt werden könnten [22].

Der gemittelte CO₂-Emissionsfaktor der Fernwärme in Deutschland liegt heute bei energetischer Allokation bereits mit 246 g CO₂/kWh_{th} höher als bei Erdgas. Und Netzverluste der Fernwärmeversorgung steigen anteilig mit zunehmender Gebäudeeffizienz. Power-to-Heat aus überschüssigem PV- und Windkraftstrom kann auch dezentral als Wärme in den Gebäuden und Wohnungen, für die PV zukünftig obligatorisch gefordert werden, gespeichert werden. Beim Verteilen von Wärme aus Power-to-Heat über Fernwärmenetze treten unnötig hohe Verluste auf.

Mit PV- und Windkraftstrom hergestellter Wasserstoff und auf dieser Basis erzeugte synthetische Energieträger (Methan, synthetisches Heizöl) würden als zukünftiger Ersatz für Erdgas- und Öl-Kessel sowie BHKW inklusive Brennstoffzellen in Gebäuden und in Fernheizzentralen wegen der Wirkungsgradverluste über die einzelnen Umwandlungsketten einen zwei- bis achtfach so hohen Ausbau an zukünftigen PV- und Windkraft-Leistungen erfordern. Wer dies einmal verstanden hat, kann den derzeitig von vielen Seiten geforderten Subventionen und Förderungen für Wärmenetze 4.0 und als Energieträgerersatz für Gas- und Öl-Kessel nicht zustimmen.

Ausnahme sind sogenannte „Kalte Fernwärmenetze“, auf die im Folgenden eingegangen wird. Auch die von dem ehemaligen Staatssekretär Baake ins Leben gerufene Stiftung Denkfabrik Klimaneutralität kommt zusammen mit AGORA-Energiewende und anderen zu dem Ergebnis, dass Fernwärme in den nächsten 30 Jahren ihren Anteil an der Wärmeenergieerzeugung nur von heute 9% auf max. 13% erhöhen wird. Dabei stammt 70% der Fernwärme ebenfalls aus Wärmepumpen [23] (Heizungsjournal 1-2 2021).

Wie erfrischend sind da einzelne Arbeiten, z.B. an der HTW Berlin, zu heute vorwiegend über Fernwärme oder Gas-Heizzentralen versorgte Plattenbauten, die zukünftig mit PV und Wärmepumpen bei hohem Eigenverbrauch und hohen Autarkiegraden durch Mieterstromnutzung problemlos versorgt werden könnten [24].

4.3 Einflüsse der CO₂-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. Jedoch wird vorgeschlagen, dass sich die Preise strikt aus den tatsächlichen Emissionen der Energieträger ableiten lassen. Daraus kann – Stand 2020 – ein gemittelter Emissionspreis über alle Energieträger von – vereinfacht – rund 400 €/t CO₂ bestimmt werden. Dies ist das gewichtete Mittel aller Energieträgerkosten für Wohngebäude geteilt durch alle Emissionen im Bereich Wohngebäude privater Haushalte für Wärme und Strom. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Zusammenhänge.

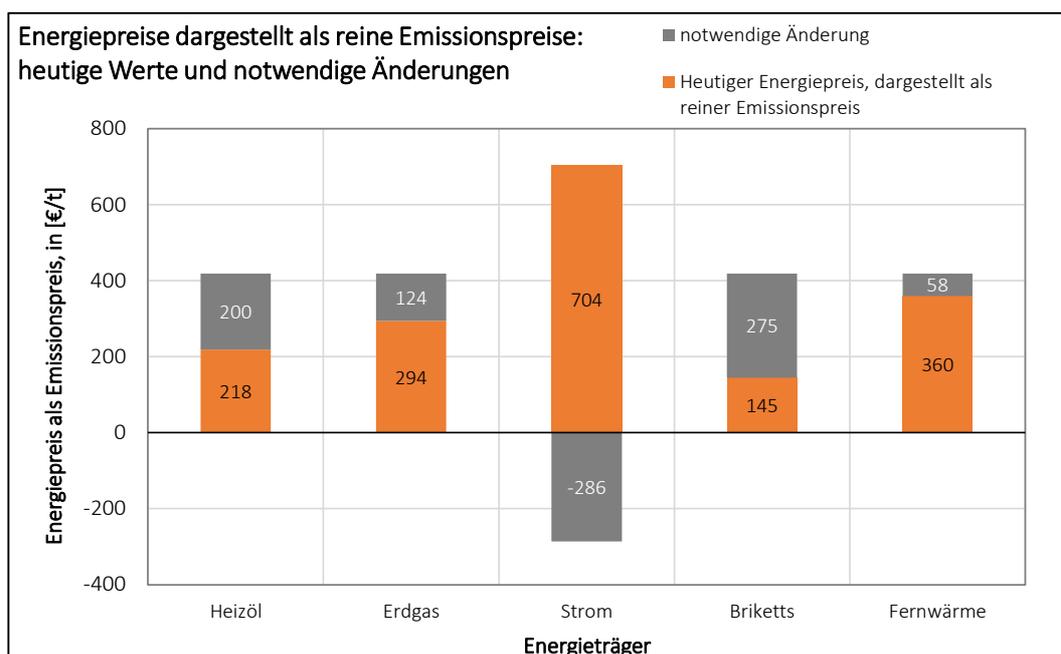


Abbildung 9 Energiepreise dargestellt als Emissionspreise (eigene Darstellung)

Im Falle von Erdgas wäre ein Zuschlag von gut 40 % auf den heutigen Preis (von 0,06 €/kWh_{Hs} auf 0,084 €/kWh_{Hs}) notwendig, bei Strom ein Abschlag von 40 % bezogen auf den heutigen Preis (von 0,31 €/kWh_{el} auf 0,186 €/kWh_{el}). 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 CO₂ entsprechend einem Strompreis von zunächst 0,08 €/kWh_{el} – Stand 2020 – für erste Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen anzusetzen.

Dies entspricht etwa den heutigen Gestehungskosten für PV-Anlagen im kleineren Leistungsbereich mit weiterhin sinkender Tendenz, insbesondere könnten aber auch zukünftig für PV-Großanlagen und Windkraftanlagen Strompreisreduzierungen auf 0,04 €/kWh_{el}, dem heutigen Durchschnittspreis an der Leipziger Strombörse erzielt werden. Die Schwierigkeit der Preisbildung für zukünftig alleinige Stromlösungen besteht im derzeitigen Umlagesystem (EEG, KWK-G, ...). Es berücksichtigt nicht, dass zukünftige Lösungen nur noch nach den Investitionen je jährlich eingesparter Tonne CO₂ und nicht mehr auf Basis der drastisch fallenden Preisen nicht mehr zukunftstauglicher Energieträger (Kohle, Erdöl und Erdgas) bewertet werden können.

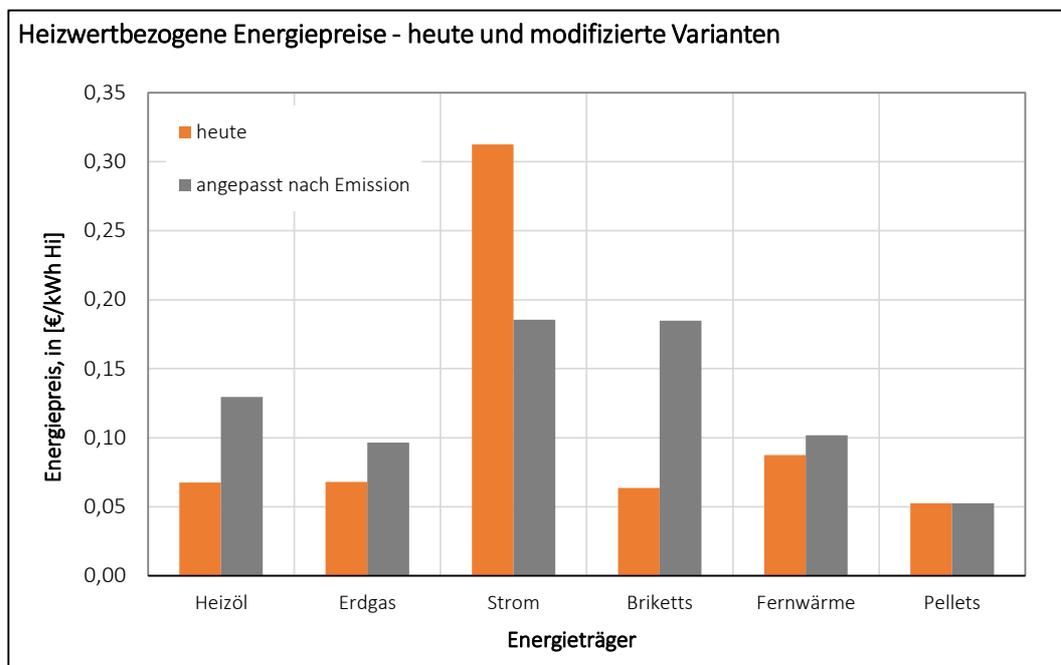


Abbildung 10 Energiepreise bezogen auf den Heizwert in €/kWh (eigene Darstellung)

4.4 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 usw. sowie verpflichtende Anforderungen zur Nutzung regenerativer Energie (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 – erstaunlich(!) – vom BMF [25]. Die Energiebilanz wäre nicht Teil des Nachweises und könnte privatrechtlich unter realistischen Nutzungs- und Klimadaten erfolgen.

Ein Erfolgsnachweis durch Verbrauchsdatenmessung über einen Zeitraum von etwa 2 bis 3 Jahren (nach Neubau oder Sanierung) stellt sicher, dass die Maßnahme zum gewünschten Einsparziel führt. Wären die im konkreten Einzelfall erzielten Verbrauchswerte und Effizienzmerkmale bekannt und sind schlechter als die in den Normen angegebenen Werte, müsste gegenüber dem Endverbraucher kommuniziert werden, wieso es zu den Diskrepanzen kommt und wie Abhilfe geschaffen werden kann.

Der Erfolgsnachweis selbst könnte zukünftig durch unterjährigere Verbrauchsanalysen der zugeführten Endenergien („Energieanalyse aus dem Verbrauch“ - EAV) und der damit verbundenen CO₂-Emissionen sowie der abgegebenen Wärmemengen geführt werden. Ein Wärmemengenzähler könnte zukünftig als selbstverständlicher Bestandteil jedes Wärmeerzeugers von den Herstellern sofort vorgesehen werden [26]. Das Verfahren der „Energieanalyse aus dem Verbrauch“ (EAV) liefert auf dieser Basis Kennwerte zur Güte der Gebäudehülle (Dämmstandard incl. Qualitätssicherung der Wärmebrücken, Luftdichtheit), die Effizienz der Erzeuger, die Erträge aus regenerativen Energien sowie das Nutzerverhalten – jeweils im Jahresverlauf einer monatlichen Auflösung. Im Misserfolgsfall, d.h. sichtbarer Abweichungen zur Planung, sind selbstverständlich detailliertere Analysen denkbar [27] [28].

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.

Effizienzmessung der Gebäude- und Anlagentechnik

Förderung integrierter Energie-/Wärmezähler

✓ KOMPAKT INFORMIEREN

Im Gebäudeenergiegesetz ist nach bisherigem Entwurfsstand nicht (mehr) vorgesehen, die reale Effizienz von Wärmezeugungsanlagen zur Information der Nutzer durch vorgeschriebene Zähler zu messen und anzuzeigen.

Ohne solche Erfolgsnachweise bleiben erhebliche Potenziale für den Klimaschutz ungenutzt, Investitionen zur Energieeinsparung verpuffen teilweise und Zweifel am Sinn solcher Maßnahmen werden geschürt.

Als Ersatz für eine gesetzliche Vorschrift wollen Energieexperten nun ein bundesweites Förderprogramm für „Endenergie- und Wärmemengenzähler – integriert in Wärmezeugungsanlagen zur Effizienzmessung der Gebäude- und Anlagentechnik“ initiieren.

Ein zum Effizienznachweis erforderliches Werkzeug ist mit der Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV) seit mehr als einem Jahrzehnt vorhanden, in verschiedenen DIN-Normen und VDI-Richtlinien etabliert und als Stand der Technik anerkannt.

Nach der ISH 2019 soll es einen Austausch mit

Energieexperten der Klimaschutzagentur Bremer energiekonsens, des Klimaschutzfonds proKlima aus Hannover und der Ostfalia-Hochschule Wolfenbüttel wollen ein Förderprogramm „Endenergie- und Wärmemengenzähler – integriert in Wärmezeugungsanlagen zur Effizienzmessung der Gebäude- und Anlagentechnik“ initiieren. Über die Zähler sollen die Energieeffizienz der Wärmeversorgung von Gebäuden und die Qualität von Planung und Ausführung der zu versorgenden Gebäude inklusive des Nutzerverhaltens transparent werden und so für einen Effizienzwettbewerb sorgen.



Bild: iStockphoto/istock.com/ingapix/181

Abbildung 11 Veröffentlichung in TGA-Fachplaner 03/2019: Förderung integrierter Wärmezähler [26]

Die beteiligten Partner des DBU-Projekts der Ostfalia brachten diese Vorschläge für ein Förderprogramm der proKlima GbR in Hannover ein [26]. 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 Wärmezeuger sind Fördervoraussetzung des neuen BEG 2021 [29]. Dies kann als Erfolg dieses DBU-Projektes verbucht werden.

Auszugsweise hier Ausschnitte aus der obigen Veröffentlichung:

„Bestandteile des Förderprogramm-Entwurfs könnten die bei der Ostfalia seit 2013 bis 2020 laufenden, von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekte zum Thema "Energiekonzepte mit Erfolgsnachweis durch Energieanalyse aus dem Verbrauch EAV" sein. Der Förderprogramm-Entwurf soll den Einsatz der im ursprünglichen GEG-Entwurf vom Januar 2017 geplanten Mess- und Anzeigeeinrichtungen mit einem angemessenen Investitionszuschuss fördern.

Die entsprechende Mess- und Anzeigetechnologie soll dabei sofort in der Geräteauslieferung integriert sein, um die Kosten des nachträglichen Einbaus von zusätzlichen Mess- und Anzeigeeinrichtungen zu minimieren. Natürlich funktioniert dies nur, wenn die Hersteller "mitspielen". Und natürlich darf sich ein solches Förderprogramm nicht allein auf Wärmepumpen beschränken. Die Effizienz aller Komponenten der Gebäude- und Anlagentechnik stehen auf dem Prüfstand der Praxis. Den beteiligten Initiatoren des neuen Förderprogramm-Entwurfs: proKlima-Hannover, Bremer energiekonsens und Ostfalia ist bekannt, dass an entsprechenden Messkonzepten in der Heizungsindustrie bereits gearbeitet wird. Nur, solange diese nicht gefördert oder gar gefordert werden, hält die Branche sich selbstverständlich zurück. Keiner will der erste sein, der die Effizienz seiner Gerätetechnik in der Praxis auf den Prüfstand stellt. Die Hoffnung, dass trotzdem ein Wettbewerb der Effizienzkenwerte in der Praxis und nicht nur nach den Prüfstandswerten der Ökodesignrichtlinie entstehen kann, stirbt zuletzt. Bisher

scheiterte ein solches Vorhaben immer wieder am mangelnden Willen zu tatsächlicher Transparenz der wesentlichen Akteure:

- Bei den Herstellern von Wärmeerzeugern scheiterte es an der Angst, dass ihr Gerät schlechter abschneidet als das Wettbewerbsgerät. Argument: es liegt wesentlich am nachgeschalteten Heizungssystem.
- Bei den Fachplanern – falls überhaupt mit eingebunden – scheiterte es an der Angst, dass sie für die durch die EnEV und das EEWärmeG induzierte, viel zu komplexe Anlagentechnik mit in die Verantwortung gezogen werden, wenn es im Betrieb Probleme gibt.
- Beim Handwerk scheiterte es an der Angst, dass sie allein für schlechte Effizienzen in der Praxis verantwortlich gemacht werden.
- Bei der Wohnungswirtschaft scheiterte es an der Angst, zugeben zu müssen, dass sie ineffiziente Technik in Auftrag gegeben und deren Kosten auf die Mieter umgelegt hat. Solange die Energiekosten wenigstens nicht steigen, besteht gegenüber den Mietern kein erhöhter Rechtfertigungsbedarf.
- Bei den Heizkostenabrechnungsfirmen ist von Anfang an kein erhöhter Bedarf an Transparenz vorhanden gewesen. Anderenfalls würde sich herausstellen, dass seit Erhöhung der Wärmeschutzanforderungen (ca. WSchV 1995) das Konstrukt "gerechte Heizkostenabrechnung" nicht mehr der Realität entspricht. Die Lage einer Wohnung spielt eine viel größere Rolle als das Nutzerverhalten. Und: Vier von fünf Heizkostenabrechnungen werden heute beanstandet.

...Mit dem neuen Förderprogramm-Entwurf: **"Endenergie- und Wärmemengenzähler – integriert in Wärmeerzeugungsanlagen zur Effizienzmessung der Gebäude- und Anlagentechnik"** soll die Bereitschaft aller beteiligten Akteure zu tatsächlichem Klimaschutz, zu messbarer CO₂-Minderung und zu einem Wettbewerb effizienter Systemtechnologien auf den Prüfstand gestellt werden. Meint man Klimaschutz ehrlich, dürfte es keine Absagen geben.“

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 [29].

5 Standardisierung gebäude- und anlagentechnischer Lösungen mit der EAV

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

1. Gasheizzentralen z.T. mit lokaler Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) und kleinen Nahwärmenetzen
2. Fernwärmenetze
3. Dezentrale gebäudeweise Lösungen mit Luft-Wasser- oder Erdreich(Sole-)-Wärmepumpen, dezentrale TWW-Bereitung
4. Quartiersweise Lösungen mit kalter Fernwärme aus Erdkollektor- und Erdsonden-Feldern, aus Abwärme aus Industrie und/oder Abwasser oder durch Nutzung von Grundwasser für Sole-Wasser-Wärmepumpen bzw. Grundwasser-Wasser-Wärmepumpen

Bei der Lösung 1. und 2. warnen Verbraucherverbände vor langfristig hohen Energiepreisen. Bei der Lösung 3. stehen endgültige Regelungen für die Energiepreisgestaltung noch nicht fest. Erste Hilfe schafft der im Rahmen des DBU-Projektes entwickelte „EAV-Anwenderleitfaden“ und die EXCEL-Arbeitshilfe Standardbilanz mit Vorschlägen für Wärmepumpen-Standardssysteme. Zur Anwendung der EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz wurde eine gesonderte ausführliche Anleitung der Öffentlichkeit zur Verfügung [30] gestellt.

5.1 Anwenderleitfaden EAV

Der in diesem DBU-Projekt entwickelte Anwenderleitfaden für die Energieanalyse aus dem Verbrauch – EAV (detailliert siehe **Projektbericht 1**) liefert für Bestandssanierungen Hilfen für den Entscheidungsprozess, z.B. im Rahmen eines individuellen Sanierungsfahrplans iSFP, jetzt aber auf Basis unterjährig erhobener Verbrauchswerte auf Basis der EAV. Hiermit 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. Zur breitenwirksamen Einführung von Verbrauchscontrolling in der Wohnungswirtschaft ist eine weitere zukünftige Prozessautomatisierung erforderlich, die insbesondere die Zählerauslesung und die Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten und eine verständliche Visualisierung umfasst. Dies muss zukünftig automatisiert werden. Ein wesentlicher und notwendiger Meilenstein des DBU-Projektes ist erreicht worden: Endenergie- und Wärmemengenzähler für jeden geförderten neuen Wärmeerzeuger sind Fördervoraussetzung des neuen BEG 2021 [29]. Dies kann auch als Erfolg dieses DBU-Projektes verbucht werden.

Gebäude und Erzeuger lassen sich auf Basis unterjährig erhobener Wärme- und Brennstoff- bzw. Wärmepumpenstrom-Verbräuche bewerten. Zur Bewertung von Gebäuden können die Wärmemengenzähler-Werte von Heizstrang, Trinkwarmwasser und der gesamten Wärmeabnahme herangezogen werden. Als Mindeststandard für die unterjährige Gebäudebewertung sind zwei Wärmemengenzähler vorzusehen. Neben dem ohnehin nach Heizkostenverordnung vorgeschriebenen Wärmemengenzähler für Trinkwarmwasserbereitung in Mehrfamilienhäusern mit zentraler Warmwasserbereitung sollte ein Gesamtzähler oder alternativ ein oder mehrere Wärmemengenzähler für Heizstränge in der Wärmezentrale installiert werden. Im gesonderten EAV-Handbuch zu diesem DBU-Projekt wird die EAV-Methodik für die Erzeugerarten Heizkessel, Wärmepumpe und KWK-Anlage beschrieben.

Für die Erzeugerarten Gaskessel, KWK-Anlage und ein Wärmepumpenkompaktgerät wird exemplarisch jeweils eine Bewertung der Erzeugereffizienz vorgestellt. Mit Ausnahme des Wärmepumpen-kompaktgerätes, das in einem Einfamilienhaus installiert ist, versorgen alle Anlagen Geschosswoh-nungsbauten. Die Kennwerte wurden weiterhin in einer 2020 entwickelten EXCEL-Rechenhilfe Stan-dardbilanz auf Basis empirisch mit der EAV ermittelter Kennwerte auf Basis früherer DBU-Projekte und um Einflüsse der Qualitätssicherung erweitert [30]. Siehe nachfolgendes Kapitel.

Das im Projektrahmen entwickelte Excel-Tool steht auf den Seiten der Ostfalia zum Herunterladen bereit². Die Datei ist ungeschützt, damit alle Rechenschritte nachvollziehbar und eigene Ergänzungen oder Übernahmen in eigene Software umsetzbar sind.

Zur Klassifizierung des Wohngebäudebestandes nach energetischen Kriterien werden seit 1990 Ge-bäudetypologien publiziert. Hierbei werden Wohngebäude nach Baualter und Größe in Klassen mit ähnlichen Komponenten und Energiekennwerten eingeteilt. Die Deutsche Wohngebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt [31] ist inzwischen in der Energieberatung etabliert und wird als Hilfsmittel zur Bestandsanalyse sowie zur Ermittlung von Einsparpotenzialen herangezogen. Diese wurde in einer 2020 entwickelten EXCEL-Rechenhilfe auf Basis empirisch mit der EAV ermittelter Kennwerte und um die Einflüsse der Qualitätssicherung erweitert [30]. Diese Erweiterung berücksich-tigt v.a. die Ergebnisse der früheren von der Ostfalia bearbeiteten DBU-Projekte OPTIMUS und Brennwertkesselstudie. Die damit auf Basis der EAV-Methodik erstellte Gebäudetypologie ermöglicht Wohnungsunternehmen die Bestandsanalyse, die Ermittlung von Einsparpotenzialen, Entscheidungen für geeignete Wärmeversorgungs-konzepte sowie die Erfolgskontrolle von Wärmeeinsparungen.

Ob die Ergebnisse der untersuchten Gebäude als repräsentativ für den Geschosswohnungsbau ein-zustufen sind, wäre im Rahmen einer Großstudie auszuwerten. Dies erfolgte in einem getrennten Gutachten Jagnow/Wolff für den Deutschen Bundestag im Jahr 2020. Weiterer Untersuchungsbedarf besteht zu folgenden Themen:

- Die Altersklasse 1984-1994 lässt sich nur mit hohem Aufwand modernisieren. Hierzu könnten ähnlich wie zu Beginn der Niedrigenergiehaus-Entwicklung Pilotprojekte initiiert und mit dem Ziel gefördert werden, praxistaugliche Modernisierungskonzepte abzuleiten.
- Das Einsparpotenzial von Verteilnetzoptimierungen sollte genauer evaluiert werden, indem Mo-dernisierungsmaßnahmen (z. B. Rohr-in-Rohr, Rohr-an-Rohr, Ultrafiltration, 2-Rohr-Systeme) durch ein wissenschaftliches Monitoring begleitet werden.

Im Rahmen von künftigen Forschungsprojekten sollte eine Premium-Klasse für Neubau und Moderni-sierung auf Grundlage von Verbrauchskennwerten definiert werden. Bei den Premium-Modernisierungen ist ggf. nach Baualter zu differenzieren.

Für Gebäudebestände in Quartieren empfiehlt sich die Entwicklung eines Energiekonzeptes auf der Basis von EAV-Bestandsanalysen für das zukünftige System der Energiebereitstellung. Die Zielwert-Festlegung für die vorhandene Gebäudesubstanz erfolgt unter Berücksichtigung der Gebäudetypolo-gie sowie von Instandsetzungszyklen bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes. Die Zielerreichung zur Reduzierung der Wärmenachfrage sollte regelmäßig durch Bewertung von h-Wert, Heizwärme-Kennwert und TWW-Kennwert überprüft werden. Abbildung 12 und Abbildung 13 zeigen die Bewer-tungen der Qualität der Gebäudehülle.

² <https://www.ostfalia.de/cms/de/v/forschung/forschungsprojekte/index.html>

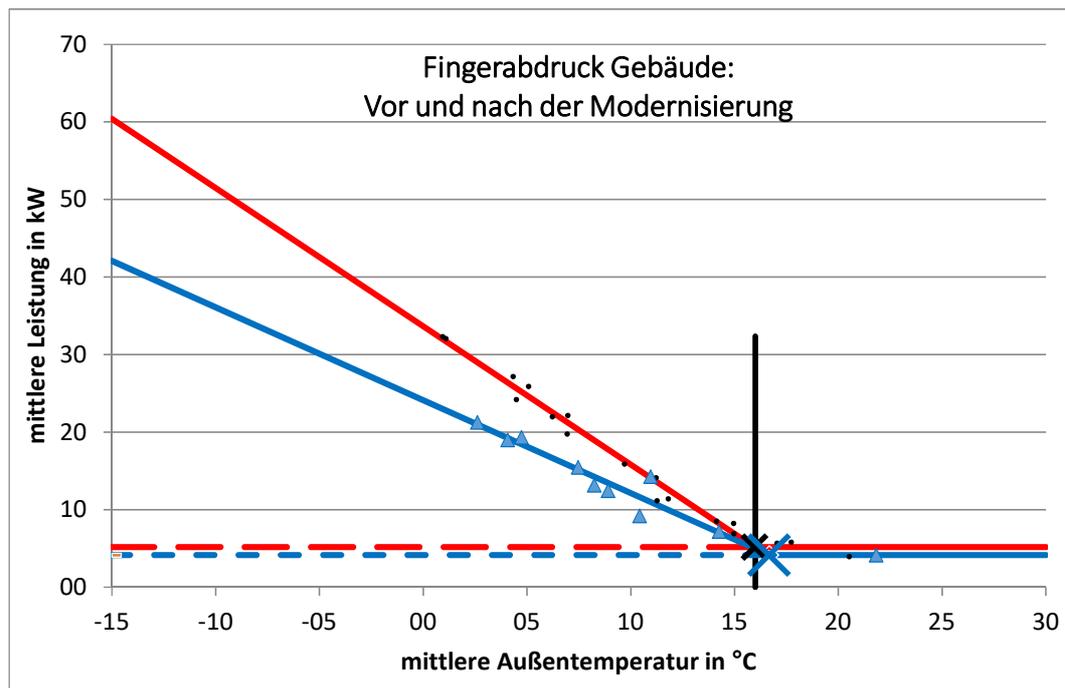


Abbildung 12 EAV als Fingerabdruck des Gebäudes (eigene Darstellung)



Abbildung 13 Unterschiedliche Qualitäten des h-Wertes (eigene Darstellung)

Auf Grundlage der Bestandssituation sowie der zukünftigen Wärmenachfrage im Quartier, der städtebaulichen Dichte, den bestehenden Systemen der Energiebereitstellung, den verfügbaren erneuerbaren Energieträgern sowie den nutzbaren bebauten Flächen zur lokalen Solarenergieerzeugung im Quartier erfolgt die Systemfestlegung für die Bereitstellung von Strom und Wärme. Zielzahlen für die lokale Solarenergieproduktion im Quartier sollten unter Berücksichtigung der Instandsetzungszyklen von Dach und ggf. Außenwänden festgelegt werden.

5.2 Ergebnisse EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz

Das 2020 entwickelte Tool gilt der Abbildung des gesamten deutschen Wohnbaubestandes [30]. Berechnet werden dazu exemplarisch zwei durchschnittliche Typgebäude, das mittlere Ein- und Zweifamilienhaus EZFH sowie ein Mehrfamilienhaus MFH. Für diese Gebäude können berechnet werden

- die Nutzenergie,
- die Endenergie,
- die nicht-regenerative Primärenergie sowie
- die Emissionen (CO₂-Äquivalent)

jeweils für Heizung, Trinkwarmwasser und Haushaltsstrom.

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.

Grundsätzlich sind die Typgebäude mit ihren materiellen Eigenschaften hinterlegt, z.B. den Hüllflächen und Volumina sowie der Belegung mit Personen, welche durch den Anwender nicht modifiziert werden. Für andere Eigenschaften gibt es einen Katalog von Optionen, aus denen gewählt wird.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with columns labeled A through X. The rows are organized into sections: 'Wichtige Ergebnisse' (rows 1-11), 'Energie' (rows 12-13), 'Bauteilekatalog' (rows 14-15), 'Technische Details' (rows 16-21), 'Emissionen' (rows 22-23), 'Wärmeverluste und Wärmeeintrag' (rows 24-25), 'Verluste und Energieerzeugung' (rows 26-27), 'Verluste aus Wärmeübergang' (rows 28-29), 'Verluste aus Wärmeübergang Erdreich' (rows 30-31), 'Verluste aus Wärmeübergang andere Energie' (rows 32-33), 'Energieerzeugung' (rows 34-35), 'Speichercharakteristika' (rows 36-37), 'Qualitätskriterien Bauteilekatalog' (rows 38-39), 'Verlustkoeffizienten Solarthermie' (rows 40-41), 'Verlustkoeffizienten PV' (rows 42-43), and 'Verlustkoeffizienten' (rows 44-45). Yellow boxes highlight 11 specific features in the 'Technische Details' and 'Emissionen' sections.

Abbildung 14 Auswahl der 11 Merkmale für die Typgebäude in den gelben Kästchen [eigene Darstellung]

Darüber hinaus gibt es variable Eigenschaften für das einzelne Typgebäude, zwischen denen gewählt werden kann. Im Detail sind dies 11 Merkmale. Eine Option ist jeweils der Durchschnittswert für den vorhandenen Gebäudebestand, wobei dann eine mittlere Eigenschaft aller Gebäude unterstellt wird (mittlere Wandqualität, mittlere Solarausstattung, gemischt gewichtete Erzeugung usw.).

Die Optionen im Einzelnen:

- Qualität der Außenwand: Ø, schlecht, mittel, gut, best
- Qualität der Fenster: Ø, schlecht, mittel, gut, best
- Qualität des oberen Gebäudeabschlusses: Ø, schlecht, mittel, gut, best
- Qualität des unteren Gebäudeabschlusses: Ø, schlecht, mittel, gut, best
- Art des Heizungssystems: Ø, Heizkörper, Fußbodenheizung, dezentral
- Art des Trinkwarmwassersystems: Ø, dezentral, zentral mit Zirkulation, zentral ohne Zirkulation
- Heizungserzeugung: Ø, Holzkessel, Gas-NT-Kessel, Heizöl-NT-Kessel, Gas-Brennwert-Kessel, Heizöl-Brennwert-Kessel, Fernwärme, Stromdirektversorgung, Außenluftwärmepumpe mit Spitzenlaststrom, Erdreichwärmepumpe
- Trinkwarmwassererzeugung: analog zur Heizungserzeugung
- Photovoltaik: Ø, mit, ohne
- Solarthermie: Ø, mit, ohne
- Lüftung: Ø, mechanisch mit Wärmerückgewinnung, Fensterlüftung/Abluftanlage

Werden jeweils immer die Durchschnittswerte dieser Eigenschaften gewählt, entstehen das „Durchschnitts-EZFH“ und das „Durchschnitts-MFH“.

Für das einzelne Objekt (also auch für die „Durchschnittsgebäude“) können neben dem aktuellen Zustand auch Verbesserungen bilanziert werden, wobei dann die oben genannten 11 Punkte jeweils modifiziert werden – einzeln oder in Paketen. Im Einzelnen werden die materiellen Qualitäten (Dicke der Dämmung, Nutzungsgrad des Kessels usw.) dabei nicht abgefragt, sondern nur aus dem vorgegebenen Katalog der Optionen gewählt.

Zur Anwendung der EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz wurde eine gesonderte ausführliche Anleitung der Öffentlichkeit zur Verfügung [30] gestellt.

Der Fokus für die Umstellung heutiger Standardsysteme wird auf den primären Ersatz von heutigen Heizzentralen im Geschosswohnungsbau durch Lösungen mit Wärmepumpen gelegt. Diese Fragestellungen lassen sich mit der EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz für eine erste Systementscheidung lösen. Hierbei spielen folgende Bewertungskriterien eine ausschlaggebende Rolle.

Unterscheidung zwischen Neubau und Sanierung im Bestand

- Grundsätzliche Forderung von PV auf möglichst allen geeigneten Dachflächen, gegebenenfalls auch Nutzung von Fassadenflächen.
- Bei möglichst immer anzustrebenden Wärmepumpenlösungen ist die Entscheidung hinsichtlich Trinkwarmwassererwärmung für dezentrale Durchlaufwasserheizer (einfach, wenn im Bestand schon vorhanden), für wohnungsweise elektrisch beladbare Kleinspeicher (Mieterstrom) oder für zentrale Versorgungslösungen im Zweileiter- oder Vierleitersystem zu treffen.
- Im Unterschied zu heutigen Vierleitersystemen (für RH und TWW) spielt bei Wärmepumpenlösungen die strikte Trennung für das witterungsgeführte Raumheiz(RH)-Netz und ein konstant geregeltes Heizwasser-Netz (Heizwasser mit typisch 52°C) nur für TWW oder im Vergleich ein witterungsgeführtes RH-Netz mit Nachheizung auf der TWW-Wärmeabnahme durch elektrische Durchlauferhitzer (EDE) in planerischen Vorbetrachtungen eine ausschlaggebende Rolle.

Standardsysteme für Wärmepumpen unterscheiden sich wesentlich von bisherigen Lösungen mit Gasheizzentralen oder mit Fernwärmeanschluss durch getrennte Netzversorgungen für Heizung und Trinkwarmwasserbereitung, um die Wärmepumpeneffizienz für den Raumheizbetrieb zu erhöhen. Wegen der heute noch geforderten min. 60°C für die Legionellenvermeidung sind dezentrale Lösungen unter Einhaltung der Drei-Liter-Regel entweder durch elektrische Kleinspeicher, elektrische Durchlauferhitzer oder Wohnungsstationen mit Heizwasserversorgung zu fordern. Diese Fragestellungen lassen sich mit der EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz [30] für eine erste Systementscheidung lösen.

Nachfolgend werden tabellarisch Maßnahmen an Gebäudehülle und Anlagentechnik unter Berücksichtigung einer zukünftig veränderten Energiepreisbildung auf CO₂-Basis nach [30] qualitativ beschrieben.

Tabelle 2 fasst die typischen Ausgangszustände und Zielzustände für die Gebäudehülle zusammen und gibt eine Einschätzung zur Umsetzbarkeit der jeweiligen Maßnahme.

Istwert, Zielwert und Einschätzung der Maßnahme	
Außenwand	<p>Die Außenwände der Wohnbauten sind zu etwa 30 bis 35 % bereits gut gedämmt ($U = 0,30$ bis $0,34 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$), jedoch zu etwa 50 bis 55 % noch mittelmäßig oder nicht gedämmt ($U = 0,6$ bis $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Ein best-practice-Zielwert für die Außenwanddämmung von außen liegt bei $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, für die Innendämmung bei etwa $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.</p> <p>Die Außenwanddämmung auf hochwertiges Niveau (von außen) oder ein gutes Niveau (von innen bzw. bei Gebäuden mit erhaltenswerter Fassade) ist zuschussfrei wirtschaftlich, wenn ohnehin Maßnahmen an der Fassade notwendig sind und das Gebäude unsaniert ist. Auch eine Nachdämmung des Baustandards der 2. WSchV von 1984 ist mit geringen Investitionskostenzuschüssen von etwa 20 % sinnvoll.</p>
Fenster	<p>Etwa 45 bis 50 % aller Fenster im Wohnbau weisen eine energetisch schlechte Qualität ($U = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) auf. Etwa 10 % sind gut ($U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) und die restlichen von mittlerer Qualität ($U = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Ein best-practice-Zielwert wird aus heutiger Sicht der Gutachter mit $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angesetzt.</p> <p>Eine Fenstersanierung ist kostenintensiv, so dass sie selbst bei ohnehin notwendigen Ersatzmaßnahmen nicht wirtschaftlich ist, aber mit Zuschüssen werden kann. Ein vorzeitiger Fensteraustausch lässt sich nicht wirtschaftlich nachweisen, auch nicht im Zusammenhang von Maßnahmenpaketen. Es kann festgestellt werden, dass der Fenstertausch vor allem dann sinnvoll ist, wenn das Bestandsfenster das Ende seiner Lebensdauer – also etwa 35 Jahre – erreicht hat.</p>
Oberste Geschossdecke und Dach	<p>Knapp 60 % aller Dächer und oberen Geschossdecken weisen bereits einen guten Standard ($U = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) auf. Die restlichen gut 40 % sind gering oder nicht gedämmt ($U = 0,45$ bis $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). ein best-practice-Zielwert von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ kann fast in jedem Objekt erreicht werden, weil nur wenige Restriktionen gegeben sind.</p> <p>Die Dämmung der obersten Geschossdecke ist eine wirtschaftliche Maßnahme, die auch anlasslos unter Verwendung der Vollkosten keine Bezuschussung benötigt. Dies gilt auch, wenn bereits eine Dämmung vorhanden ist, für die Aufdopplung. Erst ab einem Ausgangszustand, welcher der Wärmeschutzverordnung 1995 entspricht, ist dies nicht mehr wirtschaftlich.</p> <p>Die Dachsanierung hingegen weist schlechtere Ergebnisse auf. Liegt die Dachsanierung sowieso an, ist die Maßnahme wirtschaftlich. Eine Aufdopplung der Dämmung ist hingegen grenzwirtschaftlich. Anlasslos sind keine Wirtschaftlichkeiten zu erreichen. Bei einer Dachsanierung als Einzelmaßnahme ist es in jedem Fall ratsam, bereits einen ausreichenden Dachüberstand herzustellen für eine Außenwanddämmung, selbst wenn diese erst später erfolgt.</p>

Kellerdecke und Bodenplatte	<p>Gut die Hälfte aller unteren Gebäudeabschlüsse sind ungedämmt ($U = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Nur etwa 30 % sind gut gedämmt ($U = 0,38 \text{ bis } 0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$), der Rest ist in mäßigem energetischen Zustand ($U = 0,68 \text{ bis } 0,69 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Ein best-practice-Zielwert liegt bei nur $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Es ist in vielen Gebäuden mit Restriktionen zu rechnen (fehlende Deckenhöhe, Notwendigkeit der Innendämmung).</p> <p>Die Dämmung der Kellerdecke ist eine wirtschaftliche Maßnahme, die auch anlasslos unter Verwendung der Vollkosten keine Bezuschussung benötigt. Eine Aufdopplung der Dämmung führt zu ca. 15 % Zuschuss, wenn eine „mittlere“ Deckenkonstruktion der 2. Wärmeschutzverordnung von 1984 zugrunde gelegt wird.</p> <p>Die Bodendämmung ist nicht wirtschaftlich. Es ergeben sich selbst bei ungedämmten Konstruktionen notwendige Investitionskostenzuschüsse von mindestens 15 %.</p>
-----------------------------	--

Tabelle 2 Maßnahmen an der Gebäudehülle im Überblick [eigene Darstellung]

Istwert, Zielwert und Einschätzung der Maßnahme	
bauliche Qualitätssicherung	<p>Die bauliche Qualitätssicherung erfolgt immer zeitgleich mit der Umsetzung der Maßnahmen im überwiegend normalen Sanierungszyklus (Dämmung, Fenstereinbau). Nur dann bietet sich problemlos die Möglichkeit, eine Luftdichtheit herzustellen oder Wärmebrücken zu minimieren. Der absolute und prozentuale Einfluss der Qualitätssicherung steigt an, je besser der erreichte Standard ist. Die untersuchten Sanierungen auf „guten“ und „besten“ Standard erreichten $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Emissionsminderung durch die Summe aller QS-Maßnahmen.</p> <p>Die punktuellen Nachweisverfahren der Gebäudedichtheitsmessung und die Thermographie können sinnvoll mit einer Energieanalyse aus dem Verbrauch ergänzt werden. Mit ihr lassen sich Auswirkungen fehlender Qualität (als Summeneinfluss „überhöhter Transmission und Lüftung“) sehr gut sichtbar machen.</p>

Tabelle 2 Maßnahmen an der Gebäudehülle im Überblick [eigene Darstellung] (Fortführung)

Tabelle 3 fasst die Maßnahmen an den Hauptwärmeerzeugern zusammen. Aus Effizienzmessungen im Feld lassen sich Jahresnutzungsgrade oder Jahresarbeitszahlen ableiten. Es wird als sinnvoll angesehen, eine Unterscheidung in die Fälle mit und ohne Qualitätssicherung vorzunehmen.

Auf den Nichtwohnbau lassen sich die Erkenntnisse wie folgt übertragen: Für Nutzungen ohne nennenswerte Kühlung kommen Wärmepumpen bzw. übergangsweise wie im Wohnungsbau Kessel/Wärmepumpen-Hybridlösungen zum Einsatz, z.B. sind dies Bildungsbauten, Heime, Büros, Kultureinrichtungen, Sportstätten, Lager. Insbesondere für Nichtwohnbauten mit gleichzeitigem Wärme- und Kältebedarf über weite Teile des Jahres sind Wärmepumpen/Kältemaschinen-Systeme mit Doppelnutzung anzustreben, dies sind z.B. Krankenhäuser, Hotels, Küchen, Verkaufseinrichtungen.

Istwert, Zielwert und Einschätzung der Maßnahme	
Wärmepumpen	<p>Nur etwa 6 % der EZFH und 2 % der MFH sind heute mit einer Wärmepumpe ausgestattet. Jedoch ist der Wärmepumpenmarkt einer der derzeit am stärksten wachsenden Erzeugermärkte. Im Neubau weist bereits jede dritte Wohneinheit eine Wärmepumpe auf [32]. Eine Wärmepumpe arbeitet ineffizient im unsanierten Bestand. Es muss mindestens eine Teilsanierung des Gebäudes gegeben sein. Gebäude ab Wärmeschutzverordnung 1984 (und besser) erfüllen die Bedingung mit hoher Wahrscheinlichkeit.</p> <p>Für Wärmepumpen ist eine Qualitätssicherung besonders relevant. Bei Erdreichwärmepumpen ergeben sich gemessene Arbeitszahlen zwischen 3,3 und 4,4 mit QS bzw. 2,9 bis 3,8 ohne QS. Für Außenluftwärmepumpen sind 2,5 bis 3,6 mit QS zu erreichen, ohne QS nur 2,1 bis 3,0. Erstgenannter Wert gilt für Durchschnittsgebäude mit Heizkörpern, letzter für best-sanierte Gebäude mit Flächenheizung. Der Trinkwarmwasserbetrieb ist jeweils schlechter.</p> <p>Alle Studien zur Energiewende gehen von einer Vervielfachung des Wärmepumpenbestandes aus, wenn auch in unterschiedlicher Größenordnung. Wärmepumpen werden als zukünftige Standarderzeuger auch in der Sanierung angesehen. Für MFH lassen sich Systeme „kalter Fernwärme“ konzipieren, bei dem der Gebäudeeigentümer oder ein Versorgungsunternehmen den Wärmequellenkreis im Erdreich betreibt. Mit neuen noch im Versuchsstadium befindlichen PVT-Kollektoren lassen sich parallel PV-Stromerzeugung und Wärmequellennutzung als Solarabsorber kombinieren.</p> <p>Die Untersuchungen zeigen unter Verwendung heutiger Energiepreise keine Wirtschaftlichkeit für den Einsatz von Wärmepumpen, auch nicht unter Einbezug von Fördermitteln. Es ist zukünftig eine veränderte Energieträgerbepreisung notwendig. Auch in Kombination mit Photovoltaik werden Wärmepumpenlösungen wirtschaftlich, weil eine „Quersubventionierung“ stattfindet.</p>

Tabelle 3 Maßnahmen an den Haupterzeugern im Überblick [eigene Darstellung]

	Istwert, Zielwert und Einschätzung der Maßnahme
Erdgas- und Heizölkessel, Hybridheizung	<p>Etwa 75 bis 80 % aller Wohnbauten werden derzeit mit einem fossil betriebenen Kessel versorgt. Es ist von typischen Effizienzen (Brennwertbezug) in der Größenordnung 88 % bis 93 % für Brennwertkessel bzw. 80 % bis 85 % für Niedertemperaturkessel auszugehen – jeweils ohne bzw. mit Qualitätssicherung.</p> <p>Ein 1:1 Austausch von fossilen Heizkesseln sollte zukünftig nicht mehr oder nur in Ausnahmefällen zugelassen werden. Eine präferierte Lösung für die beiden Ziele – einerseits schnell einen emissionsärmeren Zustand zu erreichen, andererseits nicht bis zum nächsten Baukörpersanierungszyklus zu warten – ist der übergangsweise Aufbau von Hybridheizungen (Bivalenz) aus Kesseln und Wärmepumpen. Die Wärmepumpe wird dabei nach der absehbar geringeren Heizlast gewählt, die sich nach der später vorsehenden Modernisierung der Gebäudehülle ergibt. Die Wärmepumpe ist daher für eine bestimmte Zeit unterdimensioniert. Mit der nächsten Gebäudesanierung kann das Hybridsystem dann zu einem reinen Wärmepumpensystem umfunktioniert werden. Da eine Hybridlösung klar von der Logik „einfache Systeme sind einfacher zu beherrschen“ abweicht, ist eine Qualitätssicherung bei der Planung und Ausführung hier noch wichtiger als bei reinen Wärmepumpenlösungen.</p> <p>Die für die Wärmepumpen geschilderte Problematik der Unwirtschaftlichkeit aufgrund derzeit zu hoher Strompreise gilt ebenso.</p>
Wärmenetze und Kraft-Wärme-Kopplung	<p>Etwa 4 % der EZFH und knapp 20 % der MFH werden heute über Wärmenetze versorgt. Ein Ausbau konventioneller (warmer und heißer) Nah- und Fernwärmesysteme sollte nur noch in Ausnahmefällen zugelassen werden. Da langfristig auch diese Netze überwiegend regenerativen Strom nutzen müssen, stellt sich die Frage, welche Energieträger mittel- und langfristig zum Einsatz kommen sollen. Bis auf industrielle Abwärme (Müll, Prozesswärme usw.) weisen alle anderen Optionen (Solarthermie, Biowärme, Wärmepumpe, KWK/Kessel mit PtX/Wasserstoff betrieben) bei einem zentralen Einsatz mit Netz die gleichen Restriktionen auf, die auch für die Direktverwendung am Gebäude gelten. Solarthermie und PV-Strom sind saisonalen Schwankungen unterworfen, künstliche Brennstoffe haben sehr stark verlustbehaftete Vorketten.</p> <p>Es bleibt daher die Frage: Sind die zusätzlichen Netzverluste gerechtfertigt, um die sich ergebenden geringeren Investitionskosten von Großanlagen gegenüber vieler Kleinanlagen zu rechtfertigen. In Anbetracht sinkender Wärmeabnahmen, welche sich aus der notwendigen Gebäudemodernisierung ergeben, fallen Netzverluste dann deutlich mehr ins Gewicht als früher.</p> <p>Auch der Betrieb von KWK ist langfristig nicht als weiter zu fördernden Markt anzusehen. Eine Stromproduktion in Zeiten ohne PV- oder Windstrom wird auch künftig unvermeidbar sein, daher wird es besser reine Kraftwerke geben. Diese zentrale Stromproduktion ist aber auf ein Minimum zu begrenzen. In diesen Phasen wird langfristig eine mit hohen Umwandlungsverlusten verbundene Rückverstromung vorher hergestellter künstlicher Brennstoffe (wahrscheinlich Wasserstoff oder erneuerbares Methan) stattfinden. Da diese Phasen aber nicht mit dem Dauerbetrieb heutiger KWK-Anlagen vergleichbar sind, sondern eher temporär stattfinden, ist künftig nicht von permanent verfügbarer Wärme aus einer KWK auszugehen.</p> <p>Künftig können jedoch Netze der „kalten Fernwärme“ aus Erdreichkollektoren, Erdsonden oder sonstigen „Abwärmequellen“ der Versorgung gebäudeweiser Wärmepumpen als Wärmequelle dienen.</p>
Holzkessel	<p>Etwa 6 % der EZFH und 2 % der MFH sind heute mit einem Holzkessel ausgestattet. Die typische Effizienz von Holzkesseln liegt in der Größenordnung von 70 % (ohne QS) bis 75 % (mit QS).</p> <p>Da Holz ein endlicher Energieträger ist, der in seiner Verfügbarkeit begrenzt ist, können nicht alle Gebäude auf diese Art versorgt werden. Etwa 1/3 des für die Gebäudebeheizung verfügbaren Biomassebudgets ist heute schon ausgereizt. In der langfristigen Perspektive kann Holz als Brennstoff zur CO₂-Minderung beitragen, jedoch nicht in einem Massenmarkt.</p> <p>Eine Wirtschaftlichkeit stellt sich durch einen Wechsel von Erdgas oder Heizöl zu Holz nicht ein. Die notwendigen Investitionskostenzuschüsse liegen bei mindestens 70 % der Holzkesselkosten. Es erscheint daher sinnvoller, das Unwirtschaftlichkeitsproblem durch eine höhere Bepreisung von Gas und Heizöl (Emissionspreise) zu lösen – siehe Wärmepumpen.</p> <p>Da bei einer Holzheizung hohe Temperaturen erreichbar sind, ist es angebracht, dass sie vor allem in Gebäuden zum Einsatz kommt, die auch langfristig keinen Niedertemperaturbetrieb erlauben, z.B. Denkmale (nach Ausführung aller möglichen baulichen Maßnahmen). Für den Betrieb von Nahwärmenetzen und die damit verbundenen Verluste an das Erdreich erscheint den Gutachtern Holz als zu wertvoll, weil begrenzt.</p>

Tabelle 3 Maßnahmen an den Haupterzeugern im Überblick [eigene Darstellung] (Fortführung)

	Istwert, Zielwert und Einschätzung der Maßnahme
QS der Haupterzeuger	<p>Die Qualitätssicherung der Erzeugung hängt stark von der Peripherie ab, die relevant für die optimalen Systemtemperaturen ist. Des Weiteren ist eine passende Dimensionierung (Planung) und die Fähigkeit der Leistungsregelung (modulierende Wärmeerzeuger) relevant (Produkteigenschaft). Beides kann nur im Rahmen einer Modernisierung optimiert werden, nicht nachträglich.</p> <p>Jedoch sind Anpassungen der Regelparameter und Hydraulik auch nach Inbetriebnahme sinnvoll. Alle Wärmeerzeuger reagieren auf die vorgelagerten Störgrößen (anderes Nutzerverhalten, Änderungen am Baukörper, Änderungen an der Peripherie), daher ist die QS eher als Daueraufgabe zu verstehen. Eine nachträgliche anlagentechnische Qualitätssicherung als Alleinmaßnahme ist sinnvoll, wenn ein Monitoring stattgefunden hat, mit dem einzelne Probleme lokalisiert und erkannt werden. Eine gute Basis ist eine (automatisierte) Energieanalyse aus dem Verbrauch, integriert z.B. in zukünftigen Regeleinrichtungen von Kesseln und Wärmepumpen sowie in Heizkreisregelungen [33] [34] [35].</p> <p>Der absolute und prozentuale Einfluss der Qualitätssicherung steigt an, je besser der erreichte bauliche Standard ist. Die untersuchten Sanierungen auf „guten“ und „besten“ Standard erreichten $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Emissionsminderung durch die Summe aller QS-Maßnahmen.</p>

Tabelle 3 Maßnahmen an den Haupterzeugern im Überblick [eigene Darstellung] (Fortführung)

Tabelle 4 stellt die Maßnahmen an Zusatzerzeugern und wesentlichen Elementen der Peripherie zusammen.

	Istwert, Zielwert und Einschätzung der Maßnahme
Lüftung mit WRG	<p>Nur etwa 1 bis 3 % der Wohngebäude weisen eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung auf. Untersuchungen zeigen, dass ein sinnvoller Einsatzbereich der Neubau sein wird. Trotz unbestrittener Vorteile ist eine Wirtschaftlichkeit nur gegeben, wenn Fördermittel von fast 100 % der Investitionssumme angesetzt werden. Im durchschnittlichen Sanierungsfall eines bestehenden Wohnbaus ist die Nachrüstung einer Lüftungsanlage mit so hohen Kosten sowie baupraktischem Aufwand der Umsetzung verbunden, dass sich keine Wirtschaftlichkeit ergibt.</p>
Photovoltaik	<p>Etwa 6 % der MFH und 14 % der EZFH sind bereits mit Photovoltaik ausgestattet. Hinsichtlich der Zusatzerzeuger im bzw. am Gebäude spielt die Photovoltaik eine herausragende Rolle. Sie kann nicht nur nennenswert den Haushaltsstrom decken, sondern künftig auch Anteile für die Trinkwassererwärmung und Heizung beisteuern. Einfamilienhäuser schneiden wegen eines günstigeren Verhältnisses von Dachfläche zu Wohnfläche besser ab. Die dezentrale Stromproduktion kann vergleichsweise ausfallsicher erfolgen. Es ist ein typischer Jahresertrag von 200 kWh/(m²a) gegeben.</p> <p>Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit zeigen, dass keine Investitionskostenzuschüsse notwendig werden, sofern eine Vergütung des eingespeisten Stroms erfolgt. Für den Mietwohnungsbau sind Übergangsweise aus Sicht der heutigen Rechtslage Konzepte für den Vertrieb und/oder die Eigennutzung von Mieterstrom notwendig, z.B. in Form des Contracting [36].</p>
Solarthermie	<p>Die Durchdringung der Wohnbauten mit Solarthermie liegt bei etwa 9 % in MFH und 20 % in EZFH. Je nach erfolgter QS ist mit einem Ertrag von 320 bis 360 kWh/(m²a) zu rechnen.</p> <p>Die zukünftige Relevanz der Solarthermie wird als sehr eingeschränkt angesehen. Sie hat ggf. ihre Berechtigung im EZFH mit mehr als drei Bewohnern (also bei ausreichender Belegung, ohne Zirkulation). Das Maß an notwendiger Qualitätssicherung bis zu einem zufriedenstellenden Betrieb ist im MFH hoch. Zudem ist der ungünstige Umstand einer Trinkwarmwasserzirkulation kaum vermeidbar.</p> <p>Die Wirtschaftlichkeit ist nur gegeben, wenn Investitionskostenzuschüsse von 55 bis 60 % angesetzt werden. Die größte Konkurrenz ergibt sich zur dezentralen Photovoltaik am Gebäude. Da mit größerer Sicherheit der vorher bestimmte Ertrag bei Photovoltaik aus eigener Monitoringerfahrung auch eintritt und die Anlagen auch ohne nennenswerte Qualitätssicherung ihre zugesicherten Eigenschaften aufweisen, wird die geringere Effizienz (Ertrag pro Fläche) gegenüber einer Solarthermie in Kauf genommen.</p> <p>Bedeutung könnten zukünftig sogenannte PVT-Kollektoren gerade auch in der Bestandssanierung erlangen. Sie nutzen Sonnenlicht effizienter als ein Photovoltaikmodul oder ein Sonnenkollektor alleine.</p>

Tabelle 4 Maßnahmen an Zusatzerzeugern und Peripherie im Überblick [eigene Darstellung]

Istwert, Zielwert und Einschätzung der Maßnahme	
Qualitätssicherung der Peripherie	<p>Zu einer qualitätsgesicherten anlagentechnischen Peripherie gehören minimierte unkontrollierte Wärmeeinträge von Rohrleitungen in den beheizten Bereich, der hydraulische Abgleich, optimale Raumregelung und Systemtemperaturen sowie passende Pumpen. Optimale Verhältnisse sind umso schwieriger zu erreichen, je besser der bauliche Wärmeschutz ist. Die Problematik unkontrollierter Wärmeeinträge und lokaler Überwärmung, Nachteile träger Regelungen und Heizflächen (Fußboden- und Wandheizungen) wirkt sich in Gebäuden mit geringem Wärmebedarf entsprechend deutlich negativer aus.</p> <p>Ein Teil der Maßnahmen lässt sich leicht und zu jedem Zeitpunkt durchführen: Die Optimierung der Systemtemperatur sowie der hydraulische Abgleich. Auch Speicher lassen sich nachdämmen. Der andere Teil – insbesondere schwer regelbare Heizflächen (Estrichfußbodenheizung, Stahlradiatoren) kann erst beim nächsten Sanierungszyklus angegangen werden. Die Möglichkeit der Nachdämmung von Rohrleitungen hängt vom Ort der Installation ab -: frei zugänglich oder in der Konstruktion.</p> <p>Der absolute und prozentuale Einfluss der Qualitätssicherung steigt an, je besser der erreichte Standard ist. Untersuchte Sanierungen auf „guten“ und „besten“ Standard erreichten $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Emissionsminderung durch die Summe aller QS-Maßnahmen.</p>

Tabelle 4 Maßnahmen an Zusatzerzeugern und Peripherie im Überblick [eigene Darstellung] (Fortführung)

Die Photovoltaik lässt sich auch in alle Nichtwohnbaunutzungen integrieren, weil überall Strom benötigt wird.

Die in Tabelle 2 bis Tabelle 4 genannten Maßnahmen der Sanierung lassen sich inhaltlich auch auf den Neubau übertragen. Dies gilt vor allem für eine verpflichtende Qualitätssicherung beim Bau und nach Inbetriebnahme auf Basis von Verbrauchsdaten aus einer EAV. Diese wäre als obligatorische Maßnahme in einer novellierten Version des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) festzuschreiben.

Dem Bauherrn wird im Neubau nahegelegt, sich an den aus technischer Sicht besten Lösungen zu orientieren – sowohl beim Wärmeschutz, als auch bei der Wärmeversorgung. Konkret sollte in allen Neubaufällen das Passivhausniveau (vgl. BUND 2017 [37]) sowie die vorgeschriebene Nutzung von Photovoltaik (vgl. u.a. Hamburger Klimaschutzgesetz [38]) angestrebt werden. Sofern dies rechtlich durchsetzbar ist, erscheint es als zielführend, Förderung und Forderung miteinander zu verknüpfen (vgl. auch DMB 19 [39] und BAK 2018 [40]).

5.3 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.

Stehen alle oder mehrere Maßnahmen gleichzeitig oder fast gleichzeitig an, ist es sinnvoll im Paket zu sanieren. Stehen Maßnahmen nicht gleichzeitig an, besteht Wahlfreiheit für das Bilden von Paketen. Je ferner der eigentlich notwendige Investitionszeitpunkt liegt, desto unwirtschaftlicher ist eine Paketsanierung mit Vorzieheffekt (Vollkostenbetrachtung). Insbesondere Fenster- und Außenwand im Paket führen jeweils zu sehr großen Verschiebungen. Würde die Wand immer im Zusammenhang mit der Fenstersanierung ertüchtigt, führte dies jedes Mal zu einem Vorziehen von etwa 10 Jahren. Es ist damit nachvollziehbar, dass – obwohl eine Gleichzeitigkeit baupraktisch auf der Hand liegen würde – häufig in der Praxis die Fenster in einem anderen Turnus und unabhängig von der Wand verbessert werden.

Da die anlagentechnischen Maßnahmen allgemein kurzlebiger sind als bauliche Maßnahmen, stellt sich insgesamt eher die Option einer vorzeitigen Anlagentechniksanierung im Zusammenhang mit einer baulichen Sanierung. Dies wird in der EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz [30] auch an den Typgebäuden herausgearbeitet: Die vorgezogene Verbesserung des Erzeugers ist deutlich günstiger (im Sinne notwendiger Zuschüsse) als der umgekehrte Fall. Bezogen auf die untersuchten Varianten für Reihenfolgen und Pakete des MFH ist festzustellen, dass das Vorziehen von anlagentechnischen Maßnahmen günstiger ist, wenn der Energieträger Heizöl gegeben ist. Dann lohnt sich sogar der Aufbau übergangsweiser Hybridlösungen mit Kessel und Wärmepumpe. Das ist bei Gaskesseln nicht der Fall. Sie können eher bis zum Lebensende betrieben werden, wenn die Gaspreise durch eine zusätzliche CO₂-Bepreisung merklich angehoben werden, wie in Kapitel 4.3 vorgeschlagen.

Die Maßnahmenbewertung erfolgt unter festgelegten Randdaten zur Bilanzierung und Wirtschaftlichkeitsbewertung. Werden diese modifiziert, ergeben sich andere Erkenntnisse. Im Sinne einer Sensitivitätsanalyse könnten alle oder einzelne Varianten erneut unter anderen Randdaten durchgerechnet werden. Darauf wird an dieser Stelle jedoch verzichtet. Sanierungsfördernde und -hemmende Randdaten werden hier qualitativ bewertet. Sie werden nachfolgend nur benannt:

- sanierungsfördernd, bessere Wirtschaftlichkeit: hoch berechnete Endenergieeinsparung, hohe Energiepreissteigerung, geringe Investitionskosten (z.B. Weglassen der Kostengruppe 700), hoher Sowiesokostenanteil / geringe energiebedingte Mehrkosten, Einbezug von Lernkurven für Bauprodukte, negativer Baupreisindex, geringer Finanzierungszins, lange Nutzungsdauern der Bauprodukte
- sanierungshemmend, schlechtere Wirtschaftlichkeit: gering berechnete Endenergieeinsparung, niedrige Energiepreissteigerung, hohe Investitionskosten (incl. Kostengruppe 700), Verwendung der Vollkosten, keine Berücksichtigung von Lernkurven für die Bauprodukte, positiver Baupreisindex, hoher Finanzierungszins, kürzere Nutzungsdauern der Bauprodukte.

5.4 Leistungsbeschreibung Qualitätssicherung – Forderungen an Gesetz- und Fördermittelgeber

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 der umgesetzten Maßnahmen ausgeschöpft wird, darf bezweifelt werden. Das betrifft die tatsächlich erzielte Dämm-, Luftdichtheits-, Lüftungs-, Heizungs-, Beleuchtungsqualität usw. Ein erster Schritt wäre – neben der materiellen Erhöhung von Forderung und Förderung – die Überprüfung des erreichten Erfolgs durch Monitoring und Qualitätssicherung, wie in Kapitel 4.4 vorgeschlagen.

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. Besser noch wäre eine erfolgsabhängige Vergütung; jedoch ist dem Verfasser aus den Erfahrungen des Vorprojektes die Schwierigkeit der Umsetzung solcher Maßnahmen bewusst. In einer novellierten Fassung des GEG 2023 könnte zumindest das Monitoring über eine Energieanalyse der Verbrauchsdaten (EAV) gefordert werden [41] [27] [42] [43] [5].

Das Monitoring könnte damit als Kontrollorgan für den Nachweis nach zukünftigem Gebäudeenergiegesetz GEG und für die Vergabe von Fördermitteln dienen. Bisher beinhalten die Förderprogramme nur Bedarfsnachweise (z.B. individueller Sanierungsfahrplan iSFP). Bei Umstellung auf Verbrauchs- bzw. Erfolgsnachweise würde der Antragsteller nach Fertigstellung der Maßnahme (Neubau, Einzelmaßnahme oder Gesamtsanierung) die Energieeffizienz des Gebäudes über gemessene Verbrauchswerte belegen. Damit können der Gesetzgeber oder der Fördermittelgeber nachträglich prüfen, auch wenn dies nur stichprobenweise erfolgen würde, ob die gesetzlichen Maßgaben bzw. Voraussetzungen für das Förderprogramm erfüllt wurden.

Vor einer weiteren Ausgestaltung bzw. Novellierung der künftigen Förderpolitik des BEG oder der EnSanMV, aber auch der Verordnungs- und Gesetzgebungspolitik (GEG, EEG, KWKG usw.) wäre allerdings zu entscheiden, in welche Richtung die Energiepreise sich entwickeln sollen – da Fördertatbestände direkt von den Energieträgerpreisen abhängen (bis auf reine Anreizförderung, die lediglich die Umsetzung beschleunigen sollen, aber nicht für die Wirtschaftlichkeit selbst erforderlich wären).

Ambitionierte, aber erreichbare Ziele sind der Schwerpunkt von Forderungs- und Förderpolitik. Es würden für Bestandsmodernisierungen nur „best practice-Technologien“ eingesetzt. Diese Option ist gut kombinierbar mit dem Verfahren eines Einzelnachweises. Denn die vielfachen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen der einzelnen Effizienzprodukte spielten dann zumindest im Nachweis keine Rolle. Das Kompensationsprinzip zwischen den Maßnahmen wäre damit nur noch sehr stark eingeschränkt wirksam (je nach Ausgestaltung der Anforderungen). Es gäbe zumindest keine ineffizienten Wärmeerzeuger mehr in hochwärmedämmten Baukörpern, aber auch keine hocheffizienten Erzeuger mehr in mäßig gedämmten Gebäuden. Aus Gründen der schon sehr weit fortgeschrittenen Ausschöpfung des Emissionsbudgets erscheint das Kompensationsprinzip nicht mehr zeitgemäß.

Weiterführende Ideen sind die Ausweitung verpflichtender Sanierungsmaßnahmen – über die Dämmung der obersten Geschossdecke oder den Kesseltausch nach 30 Jahren hinaus. Sanierungsmaßnahmen könnten zudem deutlich stärker als heute an den Eigentümerwechsel gekoppelt werden. Mit einem konsequenten Monitoring könnte anhand der Ergebnisse nicht nur der Erfolgsnachweis erbracht werden, sondern es wären auch Grundlagen für eine zusätzliche Besteuerung bei Mehrverbräuchen oder eine Belohnung für verminderte CO₂-Emissionen gegeben.

Zuletzt wäre eine politische Handlungsoption darin gegeben, auch die Qualitätssicherung selbst verpflichtend als Teil der Planung vorzuschreiben (Aufnahme in das GEG). Dies betrifft das luftdichte und wärmebrückenarme Bauen auch im Bestand sowie den sommerlichen Wärmeschutz. Für den Gebäudebestand ergäbe sich darüber hinaus auch die Verpflichtung zur nachträglichen Umsetzung eines hydraulischen Abgleichs bzw. einer Optimierung von Heizungsanlagen.

Auch für die Förderung von Maßnahmen wird eine Handlungsoption darin gesehen, einen klaren Bezug zu den Klimazielen herzustellen, d.h. die Förderung von einer Einsparung an CO₂ abhängig zu machen. Alternativ werden Einzelanforderungen etabliert, die eine konkrete Bilanzierung überflüssig machen. Dies ist bereits im Neubau für das KfW-geförderte „Effizienzhaus 55 nach Referenzwerten“ der Fall.

Für alle Maßnahmen wäre es zielführend, die Höhe von Bundesfördermitteln nach dem äquivalenten CO₂-Preis auszurufen (also die Kapitalkosten im Verhältnis zur erzielten Emissionsminderung).

Letztlich ist eine politische Handlungsoption darin gegeben, die Qualitätssicherung noch stärker in die Förderlandschaft einzubeziehen. Dies betrifft nicht nur die konkrete Planung und Umsetzung (Gebäudedichtheitsmessung, Wärmebrückenoptimierung, hydraulischer Abgleich usw.), sondern auch die vorbereitenden Maßnahmen, z.B. der Einbau von Zählern (vgl. auch das entsprechende Förderprogramm von Bremer Energiekonsens und proKlima zusammen mit der Ostfalia [26]).

Das Monitoring kann naheliegend und selbstverständlich auch als Daueraufgabe angesehen werden und in bundesweite Strukturen überführt werden. Es wird eine politische Diskussion angeregt, ob und wie eine solche übergeordnete Monitoringinstanz gewünscht ist und welcher Institution diese Aufgabe übertragen werden könnte. Die Ergebnisse wären allemal die optimale Voraussetzung für die bereits angesprochene „erweiterte Datengrundlage mit Best-Practice-Beispielen“.

Monitoringergebnisse spiegeln auch das Nutzerverhalten wider. Das Monitoring enthält daher optimalerweise eine qualifizierte Nutzeraufklärung und -schulung, da davon ausgegangen werden kann, dass den Nutzern teilweise ein tieferes Systemverständnis fehlt, wie „Gebäude und Anlagentechnik im Zusammenspiel“ funktionieren, welche Handlungen welche Folgen haben und wie sie das System optimal bzw. weniger ineffizient nutzen. Im Vergleich zum PKW – mit einer Darstellung des aktuellen Verbrauchs – kann auch eine digitale Ausstattung (SmartMeter, Apps usw.) genutzt werden, um das Verhalten zeitnah zurückzuspiegeln und gegebenenfalls selbständig Hinweise zu Verbesserungen zu liefern.

Die „Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV)“ wird deshalb als geeignetes Werkzeug für das Monitoring angesehen. Das Verfahren bietet auf Basis einer überschaubaren Ausstattung an Messtechnik und mit geringem personellen Aufwand eine Reihe von Erkenntnissen und Ansatzpunkte zur Qualitätssicherung. Die Verwendung der EAV mit Abschluss der energetischen Sanierung und/oder Inbetriebnahme als laufende Qualitätskontrolle kann allen Beteiligten helfen, unerkannte Fehler schnell zu entdecken und die Anlagentechnik und das Nutzerverhalten zu optimieren. Die Handlungsoption wird bekräftigt durch die Überlegungen der Stiftung Energieeffizienz 2018 [44]. Der Vorschlag Monitoring mit Qualitätssicherung findet sich bereits 2011 auch von Trogisch wieder [45].

6 Ergebnisse aus der Objektbegleitung

Die Ergebnisse aus der Objektbegleitung werden detailliert in verschiedenen Unterberichten zu diesem DBU-Projekt dargestellt (siehe Berichte 2 bis 6). Im Folgenden werden exemplarisch wesentliche Ergebnisse für Einzel- oder Paketmaßnahmen als Basis für die Erstellung der EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz aus der mehrjährigen Projektbegleitung zusammengefasst.

6.1 Problemstellung

Am Anfang des DBU-Projektes 2013 war eine Masterarbeit von Kerstin Wähning richtungsweisend. Hier ein Teil der Zusammenfassung aus dieser Arbeit [46]:

Zusammenfassung

„Bei der Erstellung eines energetischen Modernisierungskonzepts für ein Stadtquartier handelt es sich um eine komplexe Aufgabe, bei der viele unterschiedliche Einflussfaktoren berücksichtigt werden müssen. Ziel des Leitfadens ist es zum einen, die verschiedensten Betrachtungsweisen und Einflussgrößen zusammenfassend zu beschreiben, zum anderen unter Berücksichtigung des Zeit- und Kostenaufwandes eine optimale Strategie zur Ermittlung möglichst zuverlässiger Ergebnisse zu entwerfen. In diesem Kapitel werden nunmehr die wesentlichen Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln nochmals in kompakter Form zusammengefasst.

Der Leitfaden teilt sich in die Bereiche Ausgangssituation, Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Bewertung nach ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten und weitere Vorgehensweise auf. Im abschließenden Fazit des Leitfadens wird dann Bezug auf das KfW-Förderprogramm „Energetische Stadtsanierung“ genommen. Für die Bestands- und die Potenzialanalyse können die entwickelten Excel-Tools angewendet werden.

Für die Bewertung eines Energiekonzepts unter ökologischen Gesichtspunkten werden der Endenergieeinsatz sowie der CO₂-Ausstoß bzw. die entsprechenden Einsparmengen durch Modernisierung des Bestands herangezogen. Von der Primärenergiebewertung wird hier gänzlich abgeraten, da der Primärenergiebedarf zu viel Spielraum für nicht zielführende Maßnahmen liefert. Der Primärenergiebedarf liefert kein aussagekräftiges Ergebnis hinsichtlich des Einsparpotenzials eines energetischen Modernisierungskonzepts und der damit verbundenen CO₂-Minderung. Die Bewertung anhand des CO₂-Ausstoßes und des Endenergieeinsatzes liefert hingegen eine fundierte Energieeinsparprognose gegenüber dem Bestand.

Ausgangssituation

Im Rahmen des KfW-Förderprogramms „Energetische Stadtquartiersentwicklung“ ist es bei der Bewertung künftiger Wärmeversorgungsvarianten von zwei untersuchten Stadtquartieren zu unterschiedlichsten Erkenntnissen gekommen. Während zum einen verschiedene Erfahrungswerte bestätigt wurden, zeigten sich zum anderen Probleme und Fragestellungen, die bereits des Öfteren in der Vergangenheit auftraten.

Das erste Problem zahlreicher Konzepte beruht auf einer bedarfsbasierten Berechnungsgrundlage. Der Bedarf ist eine rein rechnerische Größe, die eine Angabe zur Qualität eines Gebäudes treffen soll. 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 [46].

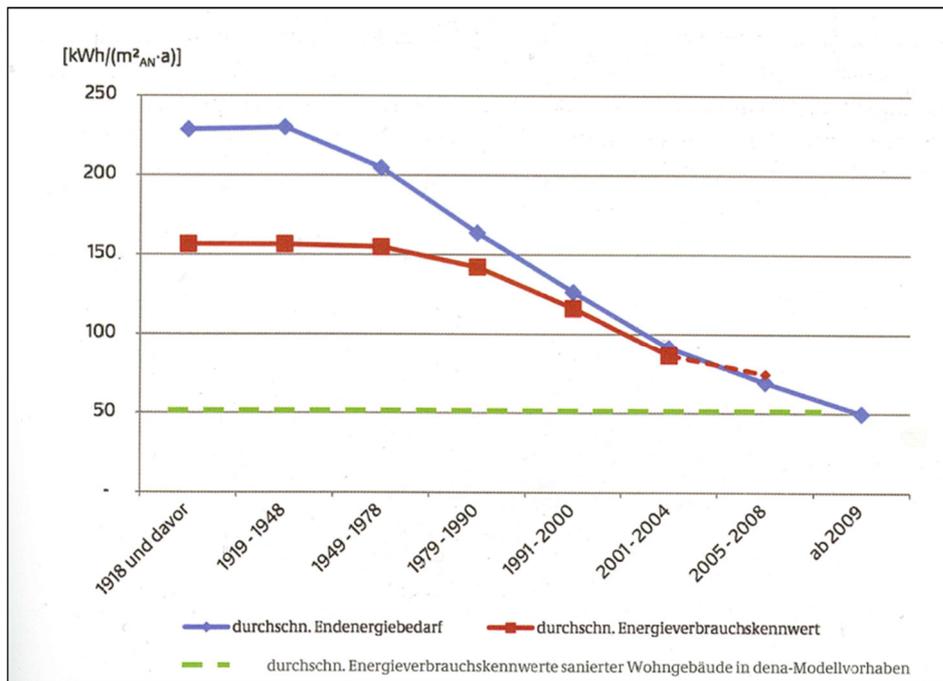


Abbildung 15 Unterschiede zwischen Endenergiebedarf und -verbrauch nach dena [46]

Die deutliche Überschätzung des Bedarfs führt zwangsläufig zu einer Fehlprognose des Einsparpotenzials. Dabei gründet die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sowie die Prognose zur CO₂-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 CO₂-Emissionen aufweisen, als andere Energieträger wie Gas.“ [47]

6.2 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 nach dem Schema in Abbildung 16 erfolgen.

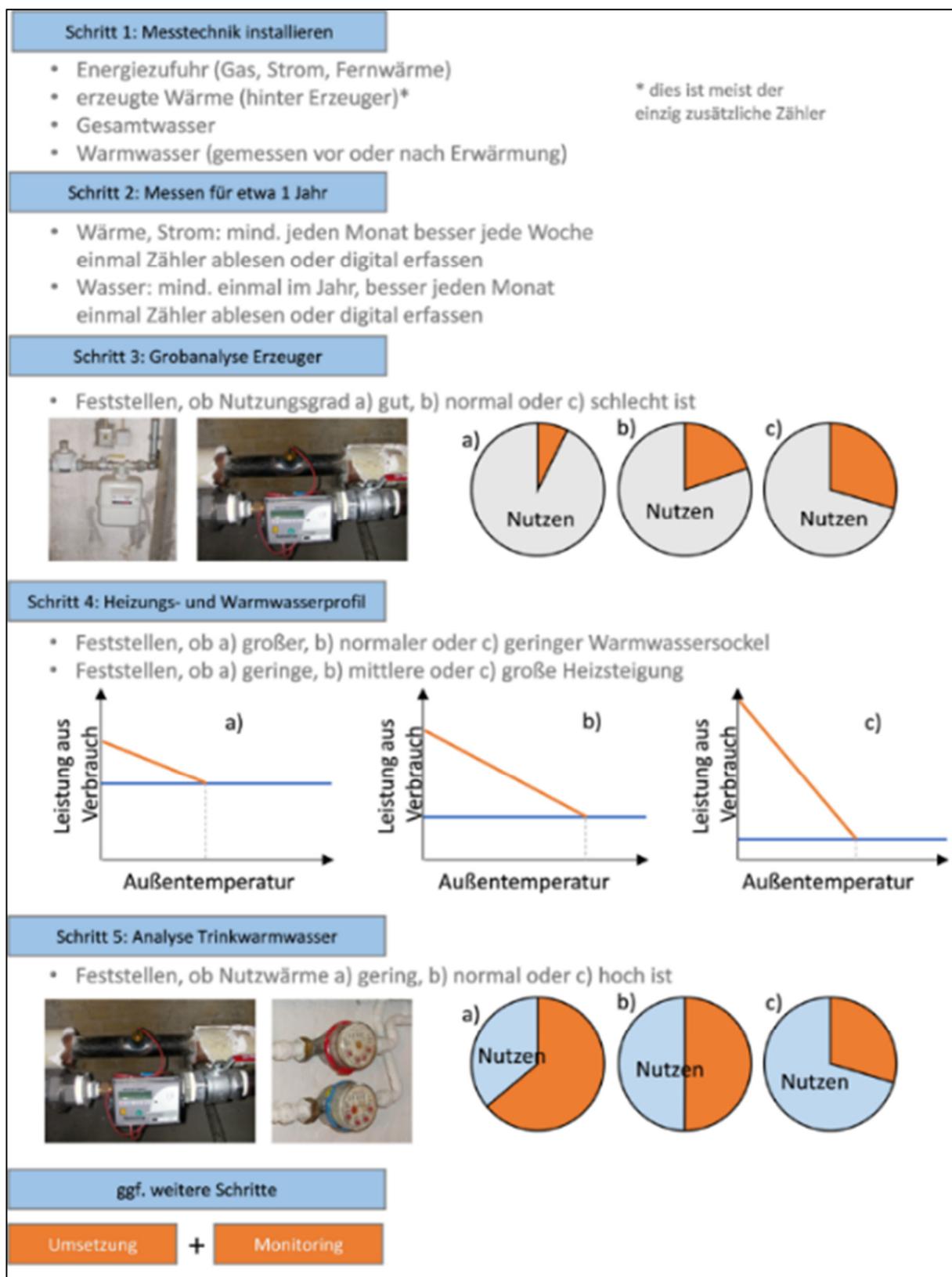


Abbildung 16 Fahrplan für die Entscheidungsfindung auf Basis von Messwerten [eigene Darstellung]

Zunächst wird Messtechnik installiert und in Intervallen werden Messwerte erhoben (Schritte 1 und 2).

Es folgt die Grobanalyse des Erzeugers (Schritt 3). Benötigt wird das Verhältnis von eingesetzter Energie (beispielhaft aus einem Gaszähler) und die erzeugte Energie (mit einem Wärmemengenzähler erfasst). Der Nutzungsgrad wird bestimmt und anhand von Vergleichszahlen eingeordnet.

- ist er a) gut, wird die Sanierung mit großer Wahrscheinlichkeit einen anderen Schwerpunkt als die Erzeugung haben.
- ist er b) mittel könnte ggf. über den Aufbau eines Hybridsystems unter weiterer Verwendung des Erzeugers nachgedacht werden.
- ist er c) schlecht, ist ein Wechsel naheliegend; je nach Ausgang der weiteren Analyse eine reine Wärmepumpenlösung (mit PV) oder ein Hybridsystem.

Im vierten Schritt erfolgt die Untersuchung, wo die produzierte Wärme verbleibt. Mit Hilfe des Wärmemengenzählers erfolgt die Aufteilung in Heizung (Steigung) und Trinkwarmwasser (Sockel). Zunächst werden anhand von Vergleichskennzahlen die Steigung der Heizkennlinie sowie gleichzeitig auch die Heizgrenztemperatur beurteilt:

- sind sie a) gering, wird die Sanierung mit großer Wahrscheinlichkeit einen anderen Schwerpunkt als die Verbesserung der Wärmedämmung haben (das tritt auch bei schlechten Gebäuden auf, die nur teilbenutzt sind)
- sind sie b) mittel, kann eine Detailbetrachtung einzelner Bauteile erfolgen, die noch ungedämmt sind und/oder erkennbaren Instandhaltungsbedarf aufweisen
- sind sie c) hoch, ist ein Dämmkonzept als Maßnahmenpaket die vermutlich sinnvollste Lösung

Anschließend wird der Trinkwarmwassersockel beurteilt. Ebenfalls kommen Vergleichskennwerte zum Einsatz:

- ist er a) hoch, folgt optimalerweise eine Detailanalyse (Schritt 5)
- ist er b) mittel, kann eine Detailanalyse folgen (Schritt 5)
- ist er c) niedrig, wird die Sanierung mit großer Wahrscheinlichkeit einen anderen Schwerpunkt als die Trinkwassererwärmung haben (das tritt auch bei Gebäuden auf, die nur teilbenutzt sind)

Die Detailanalyse des Trinkwarmwassersystems im fünften Schritt setzt die aufgewendete Wärmemenge (mit einem Wärmemengenzähler erfasst) und die mit dem Wasser gezapfte Energiemenge (bestimmt über einen Wasserzähler) ins Verhältnis. Auf Basis dieses Systemnutzungsgrades kann geurteilt werden:

- ist er a) gering, ist ein Umbau hin zu einer dezentralen Trinkwassererwärmung zu prüfen (vor allem wenn die Belegung dauerhaft unverändert so bleibt)
- ist er b) mittel, ist auf geringinvestive Verbesserungen zu prüfen, z.B. Nachdämmen von Leitungen
- ist er c) hoch, wird die Sanierung mit großer Wahrscheinlichkeit einen anderen Schwerpunkt als die Trinkwassererwärmung haben, jedoch kann das Nutzerverhalten kritisch geprüft werden.

Die notwendigen Vergleichskennzahlen können der Literatur entnommen werden, z.B. diesem Bericht.

Die dann ohnehin vorhandene Messtechnik kann genutzt werden, um die Qualitätssicherung der umgesetzten Modernisierung zu leisten.

Auf jeden Fall ist es nach Ansicht des Verfassers sinnvoll, die Entscheidung verbrauchs basiert zu treffen, nicht allein auf Basis des berechneten Energiebedarfs. Die Meinung der VdZ alle Gebäude verpflichtend mit einem Bedarfsausweis zu versehen und diesen als Grundlage für einen Sanierungsfahrplan zu verwenden [48], teilt der Verfasser nicht, nachfolgend zitiert:

„Energieverbrauchs ausweise werden auf Grundlage des tatsächlichen Verbrauchs (Messung/Ablesung) erstellt. Sie spiegeln daher die tatsächliche Verbrauchssituation eines Gebäudes bei der real auftretenden Nutzung sehr gut wider. Da das Ergebnis naturgemäß sehr stark durch individuelle Gegebenheiten, insbesondere das Nutzerverhalten, beeinflusst wird, lassen Energieverbrauchs ausweise nur sehr bedingt Schlüsse auf die energetische Qualität eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik zu. [...]

Energiebedarfsausweise beschreiben die energetische Qualität eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik auf Basis einer Energiebedarfsberechnung unter Annahme einer weitgehend standardisierten Nutzungsweise. Damit sind Schlüsse auf reale Energieverbräuche nur bedingt möglich. Hinsichtlich der energetischen Qualität von Gebäuden/Anlagen durch zeitgemäße Sanierungsmaßnahmen und -technik kann durch die exakte Definition bauphysikalischer, anlagentechnischer und nutzungsseitiger Randbedingungen jedoch ein sehr hoher Grad an Vergleichbarkeit erzielt werden. Der Energiebedarfsausweis stellt damit prinzipiell eine sehr gut geeignete Bewertungsgrundlage im Rahmen eines Gebäudesanierungsfahrplans dar.“

Insbesondere an der exakten Definition von Randdaten bei einer Bedarfsbilanz scheidet es im Einzelfall.

Beispiel aus der Wohnungswirtschaft

In einem Projekt der Wohnungswirtschaft, an welchem die Projektmitarbeiter beratend beteiligt sind [49], wurde und wird das Verfahren angewendet. Die Schritte 1 (Zähler installieren) und 2 (Messwerte erheben) werden seit etwa 2016 umgesetzt. Der Schritt 3 (Nutzungsgrad Erzeuger) führte zu einer mittleren Einschätzung und der Entscheidung, den vorhandenen Brennkessel beizubehalten.

Das grafische Ergebnis aus dem Schritt 4 zeigt Abbildung 17.

Es war vor der Sanierung eine hohe Steigung h festzustellen. Die sich anschließende Außenwanddämmung führt zu einer objektbezogenen Verbesserung des h -Wertes von 1,98 auf 1,33 W/(m²K). Diese Maßnahme stellte sich als hochwirtschaftlich heraus, weil die Randbedingungen für eine wirtschaftliche Dämmmaßnahme gegeben waren:

- mehrere baugleiche Gebäude hatten bereits 50 Jahre Nutzung hinter sich,
- es waren Instandsetzungsmaßnahmen an der Außenhülle erforderlich.

Anschließend wurde der Trinkwarmwassersockel näher betrachtet. Dieser konnte zwar von 50 auf 41 kWh/(m²a) verbessert werden, ist aber trotzdem um etwa den Faktor 3 höher als der Trinkwarmwassernutzen mit geschätzt 13 kWh/(m²a). Hier ist künftig weiterer Handlungsbedarf.

In einem dieser baugleichen Objekte wird künftig der Einsatz von Wärmepumpen mit Erdreichkollektoren bei gleichzeitigem Ausbau von PV auf den Ost-West-orientierten Dächern analysiert werden. Die Frage einer weiterhin zentralen gegenüber einer einfachen dezentralen Durchlauferhitzerlösung ist noch nicht endgültig geklärt. Auch die Mieterstromnutzung ist noch nicht geklärt. Eine Anfrage beim städtischen Energieversorgungsunternehmen ist seit einem halben Jahr (Stand August 2020) nicht beantwortet worden.

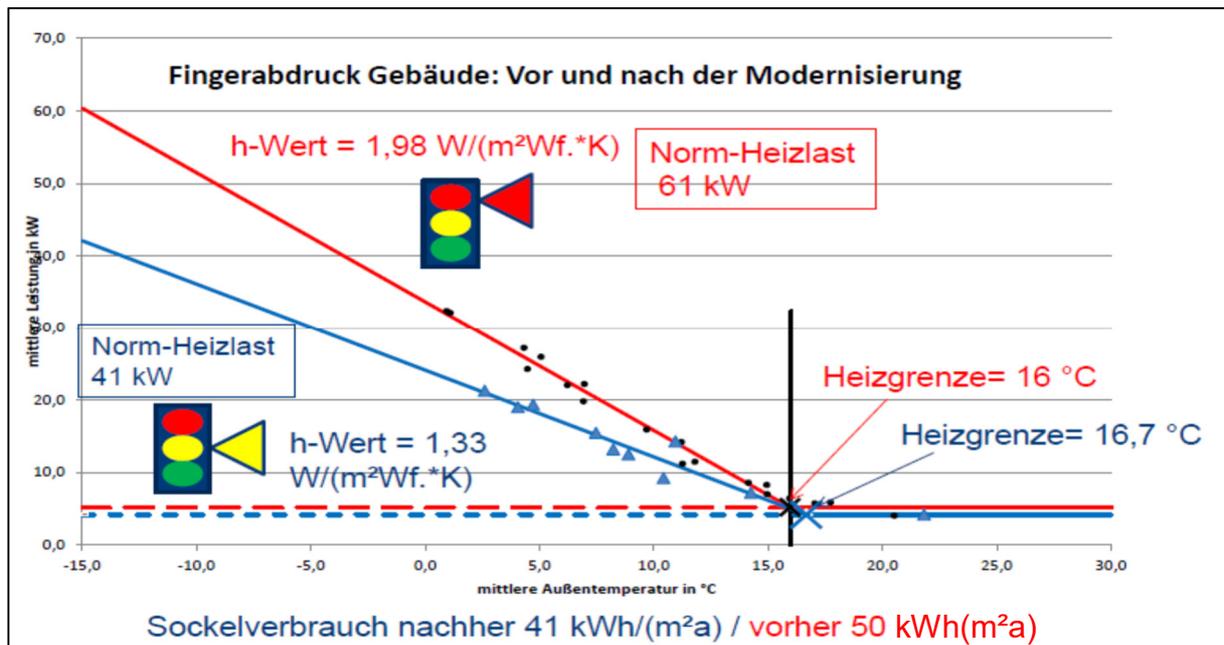


Abbildung 17 Beispielhafte Energieanalyse als Basis der Entscheidungsfindung sowie für das Monitoring, Grafik aus [49]

6.3 Lösungen und Ergebnisse

In den acht Jahren des DBU-Projektes 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] [30]. Hierzu wurden mit Abschluss des DBU-Projektes die notwendigen Werkzeuge erarbeitet.

6.3.1 Schritte zum Erfolg

Zusammengefasst lassen sich folgende Lösungsvorschläge aus den beiden DBU-Projektteilen und aus einem parallel für den Deutschen Bundestag erstellten Gutachten nennen.

Das Emissionsbudget einhalten

Das Ansteigen der globalen Temperatur hängt direkt von der Höhe emittierter CO₂-Mengen ab. 1,5 K globaler Temperaturanstieg ist ein Grenzwert, ab dem Kippunkte auftreten, d.h. die Folgen des Klimawandels außer Kontrolle geraten können (IPCC). Als Grundlage für eine sinnvolle Klimapolitik könnte weltweit jedem Menschen der gleiche Ausstoß von CO₂ zugestanden werden (Vorschlag: SRU). Den Deutschen stünden dann noch je nach Zielsetzung typisch 4,2 Gigatonnen CO₂ zu, bei heutigen jährlichen CO₂-Emissionen zwischen 0,7 - 0,9 Gigatonnen in Deutschland. **Ohne Änderung unserer derzeitigen Emissionen hätten wir also noch wenige Jahre, dann könnten Kippunkte überschritten werden.** Durch kurzfristige politische Entscheidungen könnten die CO₂-Emissionen durch das reglementierte Inverkehrbringen von Kohlenstoff (Gas, Öl, Kohle) bzw. adäquat durch sektorenübergreifende CO₂-Zertifikate mit limitiertem Umfang begrenzt werden; national, auf EU-Ebene und möglichst auch international (z.B. über die UN).

Energiewirtschaft, Mobilität, Industrie und Gebäude als Sektoren gemeinsam betrachten

Im Gebäudebereich sind Wege zur Einhaltung des Emissionsbudgets

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

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 aus dem öffentlichen Netz sowie auch teilweise für und von der Industrie.

KWK und Nah-/Fernwärmelösungen für Gebäude dringend auf den Prüfstand stellen

Es ist sehr wahrscheinlich, dass der „Elektropfad“ gegenüber dem „Technologiemix-Pfad“ zukünftig beschleunigt umgesetzt wird, da gebäudezentrale Lösungen mit Wärmepumpen und/oder elektrischer Direktheizung wesentliche thermische Vorverluste (von Nah- und Fernwärmenetzen, von Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung und von Großspeichern für zukünftig zentrale Power-to-Heat-Anlagen) vermeiden. Die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit einer weiteren Verbrennung von Gas, Heizöl und Kohle heute und zukünftig von PtX in konventionellen Wärmeerzeugern, in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und in Heizkraftwerken sinken umso mehr, je energieeffizienter zukünftig die Gebäude werden. Diese Technologien würden einen mittel- und langfristig um 3- bis 5-fach so hohen Ausbau von PV- und Windkraft-Kapazitäten gegenüber dezentralen Wärmepumpenlösungen erfordern (vgl. PER-Bewertung nach Passivhaus-Institut [50]).

Den Erfolg der Wärme- und Energiewende durch Monitoring und Qualitätssicherung in jeder Anlage kontinuierlich belegen

Ein Effizienznachweis der Gebäude- und Anlagentechnik kann durch monatliche Verbrauchsanalysen der zugeführten Endenergien und der damit verbundenen CO₂-Emissionen sowie der abgegebenen Wärmemengen geführt werden: „Energieanalyse aus dem Verbrauch – EAV“. Ein Wärmemengenzähler sollte künftig als selbstverständlicher Bestandteil jedes Wärmeerzeugers von den Herstellern sofort mit eingebaut werden, mindestens sollten „Zählerbrücken und Fühlerverschraubungen“ verpflichtend werden.

Der Einbau eines Wärmemengenzählers ist ohnehin bereits in den „Technischen Anforderungen für Einzelmaßnahmen“ der neuen „Bundesförderung für effiziente Gebäude BEG“ ab 2021 vorgesehen. So kann für einen zukünftigen Erfüllungsnachweis gesetzlicher Anforderungen die Messung von Strom, Endenergie und Wärme spätestens zwei bis drei Jahre nach Inbetriebnahme – wie von DGNB, BAK und GDW vorgeschlagen - als Ersatzmaßnahme mit einer Öffnungsklausel im zukünftigen Gebäudeenergiegesetz alternativ eingesetzt werden. In Schweden wird das in ähnlicher Form seit 2000 praktiziert.

Eine neue Preisbildung für die zukünftig eingesetzten Endenergieträger ist notwendig

Die Energieträgerpreise könnten zukünftig – in Zielrichtung auf volkswirtschaftlich optimierte Klimaneutralität – so festgelegt werden, dass in Summe dieselben Energiekosten, bezogen auf den heutigen Preisstand entstehen. Jedoch wird vorgeschlagen, dass sich die Preise strikt aus den Emissionen ableiten lassen. Daraus kann – Stand 2020 – ein gemittelter Emissionspreis über alle Energieträger von (vereinfacht) rund 400 €/t CO₂ 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_{HS} auf 0,084 €/kWh_{HS}) notwendig, bei Strom ein Abschlag von 40 % bezogen auf den heutigen Preis (von 0,31 €/kWh_{el} auf 0,186 €/kWh_{el}); dies sind ähnliche Strompreise, wie sie heute in Skandinavien für private Endverbraucher üblich sind (siehe Kapitel 4.3). Für Industrie und Großverbraucher elektrischer Energie sind mindestens die vom UBA vorgeschlagenen 180 €/t CO₂ entsprechend einem Strompreis von zunächst 0,08 €/kWh_{el} – Stand 2020 – für erste Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen anzusetzen. Dies entspricht etwa den heutigen Gestehungskosten für PV-Anlagen im kleineren Leistungsbereich mit weiterhin sinkender Tendenz, insbesondere aber auch für PV-Großanlagen und Windkraftanlagen auf 0,04 €/kWh_{el}, dem heutigen Preis an der Leipziger Strombörse. Die Schwierigkeit der Preisbildung für zukünftig alleinige Stromlösungen besteht im derzeitigen Umlagesystem (EEG, KWKG, ...). Es berücksichtigt nicht, dass zukünftige Lösungen nur noch nach den Investitionen je jährlich eingesparter Tonne CO₂ und nicht mehr auf Basis der drastisch fallenden Preisen nicht mehr zukunftstauglicher Energieträger (Kohle, Erdöl und Erdgas) bewertet werden können.

Die Wärmewende kann und muss kommen

Auch für vermietete Mehrfamilienhäuser haben sich die Rahmenbedingungen wesentlich geändert. In einem Fachartikel veröffentlicht im Februar 2021 vertreten die Autoren Kati Jagnow und Dieter Wolff folgenden Standpunkt [30]:

„2021 könnte das Jahr der Energiewende werden: Elektromobilität wird sich durchsetzen, Wärmepumpen ersetzen – zunächst im Neubau – Gas- und Öl-Kessel, dann auch im Bestand. Die Wärmewende kann eingeleitet werden.

Die Zielsetzung ist 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 sowie für heute und mittelfristig weitgehend fossil versorgten 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.

Der beschleunigte Ausbau von PV auf allen verfügbaren Dächern macht Sinn. Der Beschluss des Senats der Stadt Hamburg am 23.12.2020 setzt hier einen Meilenstein: PV auf jedes Neubaudach und auf jedes zu sanierende Dach.

Der „grüne“ Ausbau von Nah- und Fernwärme mit verschiedenen Wärme- und Abwärme-Quellen gehört jedoch auf den Prüfstand. Der gemittelte CO₂-Emissionsfaktor der Fernwärme in Deutschland liegt bei energetischer Allokation bereits mit 246 g CO₂/kWh_{th} höher als bei Erdgas. Und die Netzverluste steigen anteilig mit zunehmender Gebäudeeffizienz. Power-to-Heat aus überschüssigem PV- und Windkraftstrom kann auch dezentral als Wärme in den Gebäuden und Wohnungen, für die PV zukünftig obligatorisch gefordert werden, gespeichert werden. Beim Verteilen von Wärme aus Power-to-Heat über Fernwärmenetze treten unnötig hohe Verluste auf.

Mit PV- und Windkraftstrom hergestellter Wasserstoff und auf dieser Basis erzeugte synthetische Energieträger (Methan, synthetisches Heizöl) würden als zukünftiger Ersatz für Erdgas- und Öl-Kessel sowie BHKW inklusive Brennstoffzellen in Gebäuden und in Fernheizzentralen wegen der Wirkungsgradverluste über die einzelnen Umwandlungsketten einen zwei- bis achtfach so hohen Ausbau an zukünftigen PV- und Windkraft-Leistungen erfordern. Wer dies einmal verstanden hat, kann den derzeit von vielen Seiten geforderten Subventionen und Förderungen für Wärmenetze 4.0 und als Energieträgersatz für Gas- und Öl-Kessel nicht zustimmen.

Wie erfrischend sind da einzelne Arbeiten, z.B. an der HTW Berlin [24]], zu heute vorwiegend über Fernwärme oder Gas-Heizzentralen versorgte Plattenbauten, die zukünftig mit PV und Wärmepumpen bei hohem Eigenverbrauch und hohen Autarkiegraden durch Mieterstromnutzung problemlos versorgt werden könnten.

Nachvollziehbar wird dies durch eine von den Autoren entwickelte EXCEL-Rechenhilfe für die energetische und für die Emissions-Bilanzierung von Einfamilienhaus- und Mehrfamilienhaus-Typgebäuden des deutschen Gebäudebestands. Das Programm berechnet verschiedene Szenarien für die Zeiträume 2020, 2035 und 2050 mit unterschiedlichen Energieträgern für Wärme und Strom in Wohngebäuden unterschiedlicher Effizienzstandards“.

Grundsätzliche Entscheidung wird notwendig

Die heutige Heizsysteme werden heute geschätzt zu über 70% durch Erdgas als Energieträger versorgt. Entweder durch Gaszentralheizungen oder durch den Anschluss an Fernwärme, die auch überwiegend aus KWK mit Erdgas erzeugt wird. Erdgas ist wie Heizöl kurzfristig in den nächsten zehn Jahren durch überwiegend stromversorgte Wärmepumpentechnologie zu ersetzen. Dies wird auch für die Geschosswohnungs-Bestandsbauten gelten, die ab Baustandard WSchV'84 wärmepumpentauglich sein werden, als monovalente oder als bivalente Lösungen, übergangsweise mit Gaskesseln als Hybridanlagen. Die Wohnungswirtschaft sollte sich auf die Umrüstung auf Wärmepumpentechnologien konzentrieren. Die Instandhaltungszyklen des Gebäudebestands setzen deshalb Zeitmarken. Immer wenn Gebäude zur Sanierung bzw. Modernisierung anstehen, sollten zukunftsweisende Entscheidungen getroffen werden - zum Umstieg auf Wärmepumpentechnologie.

Schwerwiegender ist die Entscheidung gegen zukünftige Anschlüsse an Fernwärme. Hier hilft eine Veröffentlichung des Bundesverbandes der Verbraucherzentralen und eine grundsätzliche Auseinandersetzung mit dem Problem: „Welche Geschäftsfelder haben zukünftige Stadtwerke und kommunale Unternehmen?“. Wie im zitierten Eingangsfachartikel formuliert, schwinden die zukünftigen Geschäftsfelder dieser Unternehmen, wenn sie sich nicht frühzeitig auf das Angebot dezentraler Lösungen umstellen. Der Energieträger Erdgas spielt hierbei – wie auch in der aktuellen Diskussion um Nord-Stream 2 – die zentrale Rolle.

Im Entscheidungsprozess 2014 zur Versorgung des Nördlichen Rings in Braunschweig als Neubaugartier war dem Autor diese DBU-Berichts noch nicht klar, dass weder der Anschluss an Fernwärme noch an Erdgas langfristig sinnvolle Lösungen darstellen. Die Untersuchungen waren Bestandteil des DBU-Projekts. Der Einsatz von Wärmepumpen wäre die richtige Entscheidung gewesen. Kalte Fernwärme aus Erdkollektorfeldern oder Erdsonden-Feldern wären neben Außenluft als Wärmequelle sinnvoll gewesen.

Für die Position der Wohnungswirtschaft in Entscheidungsprozessen zu Bestandsmodernisierungen sind vorhergehende Energieanalysen aus dem Verbrauch EAV zur Erstellung individueller Sanierungsfahrpläne eine notwendige und sinnvolle Voraussetzung. Zwei Entscheidungen sind zu treffen:

1. Zukünftig Trennung von Wärmepumpen für die Raumheizsysteme und zentral für Trinkwarmwasserbereitung TWW oder
2. Dezentrale TWW mit Elektrodurchlauferhitzern (EDE) oder mit wohnungsweisen elektrisch versorgten Kleinspeichern und gebäudezentrale Wärmepumpen für die Raumheizung

In beiden Fällen wird zukünftig von standardmäßiger PV-Ausstattung auf den Dächern und von Mieterstromnutzung auszugehen sein.

Umstellung auf Warmmieten ohne die bisherige Notwendigkeit von Heizkostenabrechnungen

Zwei aktuelle Studien des UBA und von AGORA, die Stand Ende 2020 veröffentlicht wurden [51] [52], zeigen ebenfalls Ansatzpunkte für eine zukünftige Wärmewende, die mit den Ergebnissen des DBU-Projektes kohärent sind. Die dreizehn Thesen des UBA für einen treibhausgasneutralen Gebäudebestand werden nachfolgend mit den Ergebnissen des DBU-Projektes ergänzt:

- | | |
|-----------|--|
| 1 | Der Klimaschutz erfordert umfassendes Handeln für die Dekarbonisierung des Gebäudebestandes bis 2050. |
| 2 | Der Endenergieverbrauch und die CO ₂ -Emissionen des Gebäudebestands sinken zu langsam. |
| 3 | Energieeffizienz und Klimaverträglichkeit sind nicht die Kostentreiber beim Bauen und Sanieren. |
| 4 | Erst ambitionierte Gebäudestandards eröffnen Handlungsspielräume auf dem Weg zum treibhausgasneutralen Gebäudebestand. |
| 5 | Die vorhandenen Energieeinsparpotenziale werden aus akteursspezifischen Gründen nicht gehoben. |
| 6 | Passgenaue Unterstützung muss Akteure des Bau- und Sanierungsgeschehens aktivieren und begleiten. |
| 7 | Eine CO ₂ -Bepreisung und die weiterführende Internalisierung der Klimakosten ermöglichen den Abbau von Wettbewerbsverzerrungen bei den Energiepreisen. |
| 8 | Durch einen Policy-Mix aus finanziellen Anreizen, Sanierungsfahrplänen und sichergestellter Förderung zielgenau vorausschauende Sanierungsaktivitäten initiieren. |
| 9 | Das Ordnungsrecht muss den Rahmen für das Erreichen der langfristigen Ziele im Gebäudebestand setzen. |
| 10 | Es dürfen nur Maßnahmen und Techniken gefördert werden, welche die Dekarbonisierung des Gebäudebestands beschleunigen. |
| 11 | Aktivierende Informationen für Gebäudeeigentümer sind heute noch nicht ausreichend vorhanden. |
| 12 | Die Wärmeplanung hilft Kommunen, ihre Rolle beim Klimaschutz stärker wahrzunehmen. |
| 13 | Über Klimaschutzeffekte hinaus bieten Sanierungen zusätzliche Vorteile für Beschäftigung, Gesundheit und Volkswirtschaft. |

Abbildung 18 13 Thesen für die Wärmewende nach UBA [51]

Der Fokus für die Umstellung heutiger Standardsysteme wird auf den primären Ersatz von heutigen Heizzentralen im Geschosswohnungsbau auf Lösungen mit Wärmepumpen gelegt. Hierbei spielen folgende Bewertungskriterien eine ausschlaggebende Rolle:

- Unterscheidung zwischen Neubau und Sanierung im Bestand
- Grundsätzliche Forderung von PV auf möglichst allen geeigneten Dachflächen, gegebenenfalls auch Nutzung von Fassadenflächen.
- Bei Wärmepumpenlösungen Entscheidung für dezentrale Durchlaufwasserheizer (einfach, wenn im Bestand schon vorhanden) oder für wohnungsweise elektrisch beladbare Kleinspeicher oder für zentrale Versorgungslösungen im Zweileiter- oder Vierleitersystem

Im Unterschied zu heutigen Vierleitersystemen (für RH und TWW) spielt bei Wärmepumpenlösungen die strikte Trennung für das witterungsgeführte RH-Netz und ein konstant geregeltes TWW-Netz (Heizwasser mit typisch 52°C) oder im Vergleich ein witterungsgeführtes RH-Netz mit Nachheizung auf der TWW-Wärmeabnahme durch EDE in planerischen Vorbetrachtungen eine ausschlaggebende Rolle.

Das Thema „Warmmietenneutralität“ wird in einer Studie von AGORA [52] ausführlich behandelt.

1	Die aktuelle Regulierung energetischer Sanierung von Mietwohngebäuden ist schlecht für Klima und Mieten. Die geltende Modernisierungsumlage belohnt in erster Linie, wie teuer eine Sanierung war, und nicht wie effektiv. Und der ab 2021 in Kraft tretende CO ₂ -Preis auf Gas und Heizöl setzt keine Sanierungsanreize, denn er ist für Hauseigentümer ein Durchlaufposten und erhöht allein die Mietnebenkosten.
2	Andere Länder machen vor, dass effektiver Klimaschutz in Gebäuden möglich ist, wenn die Anreize stimmen. So sind die Emissionen schwedischer Haushalte seit 2000 um 95 Prozent gesunken. Ein wesentlicher Grund ist das Konzept der Warmmieten verbunden mit hohen CO ₂ -Preisen, sodass Hauseigentümer hohe Anreize für Effizienzinvestitionen haben.
3	Warmmieten mit Temperaturfeedback können das Vermieter-Mieter-Dilemma auflösen. Ein neues juristisches Gutachten zeigt: Auch in Deutschland kann eine Regulierung implementiert werden, die auf Warmmieten basiert und so zielgerichtete Energieeffizienzreize für beide – Mieter und Vermieter – schafft.
4	Der Schlüssel zur Wärmewende im Mietsektor liegt in der Kombination von vier Elementen: stetig steigenden CO₂-Preisen, Warmmieten, staatlicher Förderung und verpflichtenden Sanierungsfahrplänen. Steigende CO ₂ -Preise erhöhen die Anreize zur Sanierung. Warmmieten sorgen dafür, dass diese Anreize beim richtigen Adressaten landen. Staatliche Förderung schließt das verbleibende Kostendelta zwischen Wirtschaftlichkeit und Zielniveau. Und verpflichtende Sanierungsfahrpläne sorgen dafür, dass jedes Haus spätestens bis 2050 klimaneutral wird.

Abbildung 19 Vorschläge zum Erreichen von Warmmietenneutralität nach AGORA [52]

Alle Thesen des UBA und alle Ergebnisse von AGORA können durch Anwendung der EAV unterstützt werden.

6.3.2 Maßnahmen an der Gebäudehülle

An erster Stelle für Modernisierungsmaßnahmen im Bestand stehen Verbesserungsmaßnahmen an der Gebäudehülle mit der Außenwanddämmung als „größtem Hebel“. Die Außenwanddämmung auf hochwertiges Niveau (von außen) oder ein gutes Niveau (von innen) ist wirtschaftlich unter zwei Bedingungen: Es wird nicht mit Holz geheizt und es sind ohnehin Maßnahmen an der Fassade notwendig.

Ist keine Maßnahme geplant und Vollkosten werden wirksam, so ist ein nur geringer Investitionskostenzuschuss von maximal 5 % der Vollkosten erforderlich, um eine Grenzwirtschaftlichkeit zu erreichen. Alternativ würde ein zusätzlicher Emissionspreis von maximal 25 €/t und die damit einhergehende Verteuerung der Energieträger denselben Effekt haben.

Die Außenwand mit Dämmung ist auf Basis der Vollkosten (anlasslos) nicht ohne Förderung nachzudämmen, jedoch sind im Rahmen ohnehin fälliger Maßnahmen an der Dämmung geringe Investitionskostenzuschüsse (in der Größenordnung 20 %) ausreichend, um eine Grenzwirtschaftlichkeit zu erzielen; Voraussetzung ist eine „mittlere“ Wand eines Standards vor der 2. Wärmeschutzverordnung von 1984 ($U \geq 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).

Eine Fenstersanierung ist hingegen sehr kostenintensiv, so dass sie selbst bei ohnehin notwendigen Ersatzmaßnahmen nicht wirtschaftlich ist, aber mit Zuschüssen werden kann. Ein vorzeitiger Fenster-austausch konnte nicht wirtschaftlich nachgewiesen werden, auch nicht im Zusammenhang von Maßnahmenpaketen.

Es ist festzustellen, dass der Fenstertausch vor allem dann sinnvoll ist, wenn das Bestandsfenster das Ende seiner Lebensdauer – also etwa 35 Jahre – erreicht hat. Der Empfehlung, u.a. der Herstellerverbände [53], den Austausch zunächst auf Fenster mit schlechteren Werten als $U = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (bzw. neutral gesprochen Zweischeiben-Isolierverglasung oder schlechter) zu beschränken, erscheint anhand der Kosten sinnvoll.

Die schnelle Umsetzung eines Standards von $U \leq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ist aus Sicht der Emissionsminderung erstrebenswert. Die notwendige Förderung beläuft sich auf ca. 20 % der Gesamtkosten (incl. KG 700, sonst entsprechend weniger).

Die Dämmung der obersten Geschossdecke ist eine wirtschaftliche Maßnahme, die auch anlasslos unter Verwendung der Vollkosten keine Bezuschussung benötigt. Sie führt zu sehr geringen äquivalenten CO₂-Preisen. Dies gilt auch, wenn bereits eine Dämmung vorhanden ist, für die Aufdopplung. Erst ab einem Ausgangszustand, welcher der Wärmeschutzverordnung 1995 entspricht, ist dies nicht mehr wirtschaftlich.

Die Dachsanierung hingegen weist schlechtere Ergebnisse auf. Auf Basis der Vollkosten ergibt sich keine Wirtschaftlichkeit. Es sind entweder Investitionskostenzuschüsse von etwa 30 % notwendig oder eine künstliche Energiepreiserhöhung tritt ein (Emissionspreis). Liegt die Dachsanierung aber sowieso an, ist die Maßnahme wirtschaftlich. Eine Aufdopplung der Dämmung ist hingegen grenzwirtschaftlich.

Bei einer Dachsanierung als Einzelmaßnahme ist es in jedem Fall ratsam, bereits einen ausreichenden Dachüberstand herzustellen für eine Außenwanddämmung, selbst wenn diese erst später erfolgt.

Die Dämmung der Kellerdecke ist eine wirtschaftliche Maßnahme, die auch anlasslos unter Verwendung der Vollkosten keine Bezuschussung benötigt. Sie führt zu geringen äquivalenten CO₂-Preisen. Auf Basis der Vollkosten ergibt sich eine sinnvolle Aufdopplung der Dämmung mit ca. 15 % Zuschuss, wenn eine „mittlere“ Deckenkonstruktion vor der 2. Wärmeschutzverordnung von 1984 zugrunde gelegt wird ($U \geq 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).

Die – praktisch nie „ohnehin“ anzutreffende – Bodendämmung ist nicht wirtschaftlich. Es ergeben sich Fehlbeträge bei der Wirtschaftlichkeit. Diese wären durch Investitionskostenzuschüsse von etwa 15 % auszugleichen. Alternativ würde die Energiepreiserhöhung zu einer Grenzwirtschaftlichkeit führen. Mit den notwendigen Emissionspreisen von 112 bis 141 €/t ergäben sich beispielsweise Gaspreise in der Größenordnung 8 bis 9 Cent/kWh.

Insgesamt ist die Dämmung des unteren Gebäudeabschlusses im Mehrfamilienhaus deutlich einfacher umzusetzen als im Ein- und Zweifamilienhaus, da in großer Zahl unbeheizte Keller vorhanden sind.

6.3.3 Maßnahmen an den Erzeugern

Die Mehrzahl der Gebäude in Deutschland ist derzeit mit Kesseln ausgestattet, dies zeigt auch die tabellarische Beschreibung der Typgebäude. Die Erzeuger unterliegen einer üblichen Altersstruktur siehe Abbildung 20.

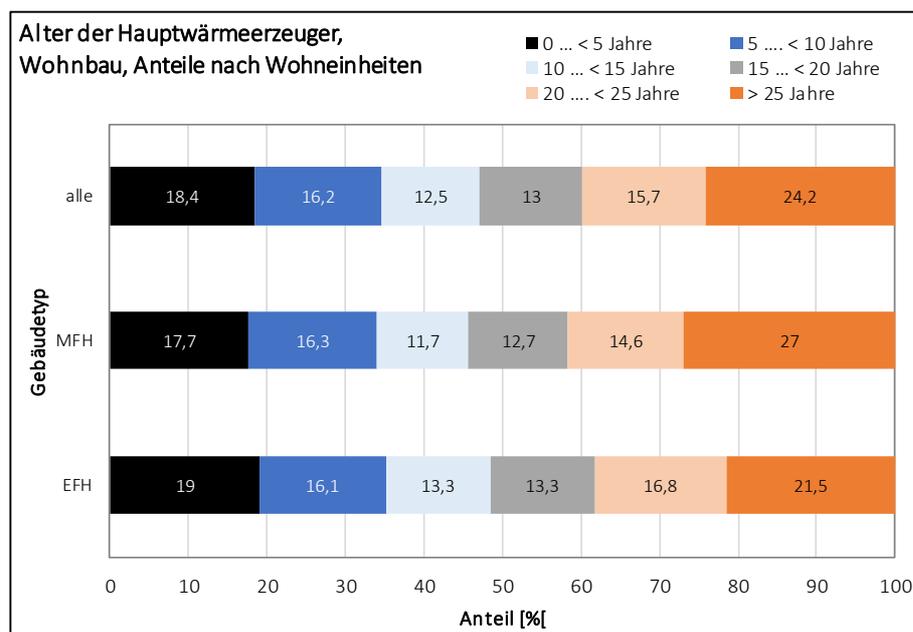


Abbildung 20 Altersstruktur der zentralen Erzeuger, eigene Darstellung nach [54]

Eine BDEW-Studie kommt [54] auf Basis der Zahlen bis zum Jahr 2018 zu einem mittleren Alter der Gebäudewärmeerzeuger von 17,0 Jahren. Knapp 40 % aller Erzeuger sind älter als 20 Jahre, ein Viertel ist sogar älter als 25 Jahre.

Der Umstieg auf andere Energieträger als die fossilen ist unbestritten, um die Emissionen zu senken. Nachfolgend werden Maßnahmen an den Hauptwärmeerzeugern als Einzelmaßnahmen untersucht, auf Basis der EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz [30]. Dies sind Wärmepumpen, Gas- und Ölkessel, Holzkessel sowie verschiedene Wärmenetzlösungen. Dazu wird auf die beiden Typgebäude EZFH und MFH zurückgegriffen.

Da die Effizienz der Erzeuger häufig von der Systemtemperatur abhängt, werden die Betrachtungen zum Erzeugertausch zunächst am Durchschnittsgebäude (alle Hüllbauteile sind „durchschnittlich“) getestet, jedoch alternativ auch immer ein saniertes Gebäude (alle Hüllbauteile sind „gut“ oder auf den Standard „best“ saniert) als Alternative betrachtet. In beiden Sanierungsgraden ergeben sich deutlich unterschiedliche Systemtemperaturen.

Wird ein Erzeuger ausgetauscht, ist für die Emissionsminderung auch relevant, welcher Energieträger vorher zum Einsatz kam. Daher ergeben sich viele verschiedene Varianten. Bei allen Wärmeerzeugerwechseln werden grundsätzlich zwei Fälle unterschieden: Die Maßnahme erfolgt, weil sie ohnehin geplant war (im Sanierungszyklus) oder sie wird anlasslos durchgeführt. Im ersten Fall sind die Mehrkosten relevant – über das ohnehin geplante Maß hinaus. Im zweiten Fall zählen die Vollkosten.

Effizienzen mit und ohne Qualitätssicherung

Aus Effizienzmessungen im Feld lassen sich Jahresnutzungsgrade oder Jahresarbeitszahlen ableiten. Es werden dazu die erzeugten Wärmemengen und die aufgewendeten Energien ins Verhältnis gesetzt.

Nachfolgende Tabelle 5 fasst die Annahmen zusammen, die für die Standardbilanz gewählt wurden. Es wird eine Unterscheidung bei der Berechnung angenommen: mit und ohne Qualitätssicherung.

Effizienzangaben für die Hauptwärmeerzeuger, ggf. brennwertbezogen, in [-]			
Qualitätssicherung:		mit	ohne
Erdreichwärmepumpe*	Durchschnittsgebäude mit Heizkörpern ... best-saniertes Gebäude mit Flächenheizung	3,3 ... 4,4	2,9 ... 3,8
Erdreichwärmepumpe*	Trinkwarmwasserbetrieb	2,5	2,4
Außenluftwärmepumpe*	Durchschnittsgebäude mit Heizkörpern ... best-saniertes Gebäude mit Flächenheizung	2,5 ... 3,6	2,1 ... 3,0
Außenluftwärmepumpe*	Trinkwarmwasserbetrieb	2,0	1,8
Brennwertkessel Gas/Heizöl		0,93	0,88
Niedertemperaturkessel Gas/Heizöl		0,85	0,80
Holzkessel		0,75	0,70
Fernwärmeübergabestation		0,99	0,98
* Die Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen werden im Rahmen der Berechnungen abhängig von der Vorlauftemperatur bestimmt, daher sind die tabellierten Angaben nur Bandbreiten aus den durchgerechneten Projekten.			

Tabelle 5 Effizienzen der Haupterzeuger mit und ohne Qualitätssicherung [eigene Darstellung]

Fazit Wärmepumpen – Kessel - Hybridsysteme

Eine gute Lösung für die beiden Ziele – einerseits schnell die Gebäude in einen emissionsärmeren Zustand zu versetzen, andererseits nicht bis zum nächsten Baukörpersanierungszyklus warten zu wollen – ist der übergangsweise Aufbau von Hybridheizungen aus Kesseln und Wärmepumpen. Die Wärmepumpe wird dabei nach der absehbar geringeren Heizlast gewählt, die sich nach der Modernisierung ergibt. Sie ist daher für eine bestimmte Zeit unterdimensioniert. Mit der nächsten Gebäudesanierung kann das Hybridsystem dann zu einem reinen Wärmepumpensystem umfunktioniert werden.

Fazit Fernwärme und Kraft-Wärme-Kopplung

Der sinnvolle Einsatz von Netzlösungen sollte mit Hilfe wirtschaftlicher und ökologischer Analysen gefunden werden. In Anbetracht sinkender Wärmeabnahmen, welche sich aus der notwendigen Gebäudemodernisierung ergeben, fallen Netzverluste deutlich mehr ins Gewicht als früher. Künftig ist vorrangig die gänzliche Vermeidung des Netzes zu untersuchen. Ein Wärmenetz außerhalb von Gebäuden führt zu einem Wärmeverlust an die Umwelt, den es ohne dieses Netz nicht gäbe. Im Rahmen des DBU-Projektes wurden insgesamt fünf Quartiere mit Fernwärmeanschluss bzw. des optionalen Anschlusses an Fernwärme detailliert untersucht. In vier Fällen wurde vom Fernwärmeanschluss abgeraten.

Eine frühere Studie der Ostfalia [55] (Fernwärmestudie) leistete hier wertvolle Hilfe.

Eine Zusammenfassung wichtiger Zahlen liefert Tabelle 6. Es kann einfach abgeschätzt werden, dass die Erschließung von Siedlungen geringer Dichte zu großen relativen und absoluten Verlusten führt.

Siedlungstyp	bezogene Trassenlänge	jährlicher Wärmeverlust	Verteilverlust bezogen auf die beheizte Fläche
	[m/Wohneinheit]	[%]	[kWh/(m ² a)]
Einfamilienhaussiedlung niedriger Dichte	14 ... 25	12 ... 17	25 ... 45
EFH-Siedlung hoher Dichte und Reihenhäuser	6 ... 14	9 ... 12	15 ... 30
Mehrfamilienhäuser in mittlerer Dichte (3-5 Geschosse)	6 ... 14	7 ... 9	5 ... 15
Mehrfamilienhäuser in hoher Dichte (Zeilenbebauung, Hochhäuser)	2 ... 6	5 ... 7	2 ... 10

Tabelle 6 Netzlänge nach Siedlungsstruktur [eigene Darstellung] nach [56]

Alle Studien zur Energiewende gehen von einer Vervielfachung des Wärmepumpenbestandes aus, wenn auch in unterschiedlicher Größenordnung. Dies wird auch hier empfohlen, so dass auf weitere Technologien nicht weiter eingegangen wird. Der Wärmepumpenmarkt ist einer der am stärksten wachsenden Erzeugermärkte für die Gebäudebeheizung und Trinkwassererwärmung. Eine Wärmepumpe kann aus technischer Sicht nur schlecht im unsanierten Bestand eingesetzt werden. Es muss mindestens eine Teilsanierung des Gebäudes gegeben sein. Das in der Standardbilanz verwendete Durchschnittsgebäude entspricht nur knapp dieser Anforderung. Ein etwas besserer Zustand, der zu einer maximalen Vorlauftemperatur von 60°C führt, ist sinnvoller. Gebäude ab Wärmeschutzverordnung 1984 (und besser) erfüllen die Bedingung mit hoher Wahrscheinlichkeit.

Die Verwendung von Erdreichwärmepumpen im Geschosswohnungsbau ist limitiert durch die verfügbaren Grundstücksgrößen sowie Grenzabstände von Tiefenbohrungen. Dies betrifft die Innenstadtbebauung sowie Hochhäuser gleichermaßen. Für Wärmepumpen ist eine Qualitätssicherung besonders relevant. Die EnSanMV [25] definiert wie bislang das BAFA Mindesteffizienzen, die nur rechnerisch im Zusammenhang mit der Förderung nachgewiesen werden (Erdreich 3,8 – Außenluft 3,5 – keine Abhängigkeit von der Art des Heizsystems und vom Vorhandensein einer Trinkwassererwärmung). Es werden zwar Zähler vorgeschrieben, die der Effizienzmessung dienen können, jedoch ist keine Abhängigkeit der Förderung vom erzielten Ergebnis gegeben.

- Stehen nur noch PV und Windkraft als Energiequellen zur Verfügung, stellt sich die Frage, welcher Energieträger bzw. welche Technologie die Basis einer künftigen Fernwärme ist. In Frage kommen:
- zentrale Solarthermie,
- zentrale Kessel oder KWK-Anlagen, betrieben mit Brennstoffen, die auf Basis von erneuerbarem Strom hergestellt wurden,
- zentrale Wärmepumpen, die mit regenerativem Strom angetrieben werden,
- jegliche Form industrieller Abwärme (Müll, Prozesswärme usw.).

Bis auf die zuletzt genannte Quelle weisen alle anderen Wärmequellen bei einem zentralen Einsatz mit Netz die gleichen Restriktionen auf, die auch für die Direktverwendung am Gebäude gelten. Solarthermie und PV-Strom sind saisonalen Schwankungen unterworfen, synthetische Brennstoffe haben verlustbehaftete Vorketten.

Es bleibt daher die Frage: sind die zusätzlichen Netzverluste gerechtfertigt, um die sich ergebenden geringeren Investitionskosten von Großanlagen gegenüber vieler Kleinanlagen zu rechtfertigen. Der Ausbau von Nah- und Fernwärme ist in Frage zu stellen. Der Anschluss an bestehende Nah- und Fernwärmesysteme ist zumindest in jedem Einzelfall zu prüfen.

Für „kalte Fernwärme“ ergibt sich in naher Zukunft ein weiterer, aber begrenzter Forschungsbedarf, um die Vorteile gegenüber „warmen bzw. heißen Netzen“ grundsätzlich zu belegen. In der EXCEL-Rechenhilfe Standardbilanz [30] wird deshalb kalte Nah- und Fernwärme nicht gesondert behandelt, sondern es wird für Erdreich-Wärmepumpen vorausgesetzt, dass entsprechende Quellen zur Verfügung stehen.

Die ausführliche Argumentationskette zur Thematik Fernwärme und Kraft-Wärme-Kopplung von Kuck [57] ist sehr plausibel. Es lässt sich schlussfolgern: Die KWK ist eine Übergangstechnologie, zunächst noch im Wohnbau, später ggf. auch noch im Nichtwohnbau.

Eine Stromproduktion in Zeiten ohne PV- oder Windstrom wird auch künftig unvermeidbar sein, daher wird es Kraftwerke geben. Diese zentrale Stromproduktion ist aber auf ein Minimum zu begrenzen. In diesen Phasen wird eine mit hohen Umwandlungsverlusten verbundene Rückverstromung vorher hergestellter synthetischer Brennstoffe (H₂ bzw. PtX) stattfinden.

Da diese Phasen aber nicht mit dem Dauerbetrieb heutiger KWK-Anlagen vergleichbar sind, sondern eher temporär stattfinden, ist künftig nicht von permanent verfügbarer Wärme aus einer KWK auszugehen. Verbleibende Residuallasten im zukünftig volatilen Stromerzeugungssektor aus überwiegend PV und Windkraft lassen sich wirtschaftlicher und verlustärmer in reinen Gaskraftwerken abdecken. Damit verschlechtern sich alle Ausgangsbedingungen für den Aufbau von Wärmenetzen mit KWK massiv.

In diesem Zusammenhang ist für Braunschweig der Wechsel in der Geschäftsführung von BS Energy von Bedeutung. (Nachfolgend Auszüge aus einem Interview „Aus der Region“ vom 29. Dezember 2020) Während der scheidende Vorstandsvorsitzende Julien Mounier die Meinung vertritt:

„...Und wir wollen mit Wasserstoff Wärme erzeugen und in unser Fernwärmenetz einspeisen. Und: ... Der dritte Baustein ist die Vorbereitung der Gasnetze, um in Zukunft Wasserstoff einspeisen zu können“, äußert sich der ab 1. April 2021 antretende Vorstandsvorsitzende Jens-Uwe Freitag sehr viel zurückhaltender: „Nicht so euphorisch bin ich, den wertvollen Wasserstoff, den wir dann ja mit erneu-

erbaren Energien erzeugen wollen, schon heute ins Erdgasnetz einzuspeisen. ... BS Energy ist bereits auf einem guten Weg.

Noch nicht so stark ist das Unternehmen beim Thema erneuerbare Energien aufgestellt. ... Es soll nicht nur darum gehen, dass wir erneuerbaren Strom einkaufen, sondern wir sollten ihn auch selber, möglichst in der Region, erzeugen. Das gilt auch bei der Wärmeerzeugung – ich denke da an Wärmepumpen, Power-to-heat und andere Abwärmepotenziale“.

Ergebnisse zu Energieeffizienz und Kosten – Trinkwarmwassersysteme

Das Thema „zentrale oder dezentrale Trinkwassererwärmung“ muss in allen Fällen, v.a. bei Umstellung auf Wärmepumpen, detailliert untersucht und geplant werden. Langfristig wird der Verzicht klassischer Zirkulationssysteme in Mehrfamilienhäusern sinnvoll sein, um die Gesamtemissionen zu vermindern und Überwärmung der Räume durch Leitungsabwärme zu mindern.

Je nach Kubatur von Mehrfamilienhäusern sind folgende Systeme als Ersatz sinnvoll: Für langgestreckte flache MFH erscheint die komplette Dezentralisierung als beste Option; für Gebäude mit ohnehin vorhandenen Abluftanlagen und nicht mehr als 3 Etagen die Teildezentralisierung (mehrere lokale Speicher mit Abluftwärmepumpe). Andere MFH erhalten ein geregeltes Zweileitersystem mit elektrischer Nachheizung. So lässt sich in jedem Fall das Problem einer sommerlichen Überwärmung minimieren und dennoch regenerative Energie einbinden.

Lösungen für die Trinkwarmwasserbereitung sind vielfältig. Eine umfassende Einordnung für zukünftige Lösungen ergibt sich für Bestandgebäude aus den Ergebnissen der EAV. Hier bietet sich ein Ampelsystem für eine erste Grobabschätzung an: h-Werte unter $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für die Raumheizung sind für Wärmepumpen sehr gut geeignet. Der TWW-Sommersockel sollte unter $25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ liegen, um über das bestehende TWW-Verteilnetz ebenfalls ein zentrales, aber von der Raumheizung getrenntes Wärmepumpensystem in Erwägung zu ziehen. Die im typischen Bestand untersuchten Einrohrsysteme für die Raumheizung des im DBU-Projekt beteiligten Wohnungsunternehmens Wiederaufbau eG. weisen mittlere h-Werte von $1,5 - 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf und sind deshalb nach Umrüstung auf Zweirohrsysteme überwiegend für Wärmepumpen geeignet oder werden durch nachträgliche Verbesserungen der Gebäudehülle im normalen Sanierungszyklus wärmepumpentauglich.

Für die überwiegend zentrale TWW-Verteilung ergeben sich für im DBU-Projekt untersuchte Mehrfamilienhäuser durchschnittliche Grundsockel von 35 bis weit über $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Die Verteilungsnutzungsgrade liegen bei durchschnittlich 31%. Hier ist eine Dezentralisierung mit PV auf den Dächern und entweder elektrische Durchlauferhitzer oder wohnungsweise elektrische Kleinspeicher zu empfehlen. Die Randbedingung hinsichtlich zentraler TWW-Bereitung (unter $25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) ist im Bestand für die Umstellung auf Wärmepumpentechnologie selten erfüllt, so dass davon auszugehen ist, dass sich zukünftig dezentrale DLE- oder Kleinspeichersysteme, evtl. auch dezentrale Kleinwärmepumpen durchsetzen werden.

Fazit Photovoltaik

Hinsichtlich der Zusatzerzeuger im bzw. am Gebäude spielt die Photovoltaik eine herausragende Rolle. Sie kann nicht nur nennenswert den Haushaltsstrom decken, sondern künftig auch Anteile für die Trinkwassererwärmung und Heizung beisteuern. Schulze-Darup [58] fordert:

„Das größte Potenzial für zukünftige regenerative Techniken innerhalb von Siedlungsstrukturen weist die Photovoltaik auf. Daraus ergeben sich Paradigmenwechsel bei der Wahl der Versorgungssysteme. [...] Technisch-physikalisch sprechen viele Argumente für die strombasierte Variante. Unterstützt wird diese deutliche Tendenz auch durch die Langfristbetrachtungen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen hinsichtlich der Entwicklung der Primärenergiebilanz [...] und der Kosten für die Brennstoffe [...] Versorgungskonzepte stellen eine langfristige Investition dar, sodass vor Systementscheidungen Risiken und Chancen abgeschätzt werden müssen, die aufgrund der Energiewende entstehen.“

Die dezentrale Stromproduktion kann vergleichsweise ausfallsicher erfolgen. Für den Mietwohnungsbau sind übergangsweise aus Sicht der heutigen Rechtslage Konzepte für den Vertrieb und/oder die Eigennutzung von Mieterstrom notwendig, z.B. in Form des Contracting [36].

Die Erzeugung von Photovoltaikstrom bewirkt unvermeidbar im Verlaufe eines Jahres Überschüsse, die nicht unmittelbar im Gebäude genutzt werden. Diese werden zurückgespeist, ggf. umgewandelt und bis zur späteren Nutzung gespeichert (z.B. in Pumpspeicherkraftwerken, als Wasserstoff oder anderer künstlicher Brennstoff). Später erfolgt eine erneute Umwandlung, um wieder Strom zu erzeugen. Die gesamten Umwandlungsketten sind verlustbehaftet. Diese Zusammenhänge gelten jedoch unabhängig davon, ob die PV-Anlage auf dem Gebäude angeordnet oder als Freiflächenanlage aufgestellt ist. Die lokale Anordnung am Gebäude bewirkt zumindest, dass der maximal mögliche Momentanbedarf ohne Hin- und Rückumwandlung sowie Netzverluste der Stromtrassen sofort gedeckt werden kann.

Außerdem kann eine lokal eingebaute Regelung vor Ort (autark) entscheiden, ob vorhandene Speicher (Trinkwarmwasser, Heizung) noch Aufnahmekapazität für Überschüsse aufweisen. Die weitere Alternative einer Komplettumwandlung von Photovoltaikstrom in ein künstliches Gas bei dann 100 % Versorgung der Gebäude mit ebendiesem (und einem Kessel) wäre ebenfalls denkbar. Dieses Konzept führt aber dazu, dass für jegliche Kilowattstunde des Energieträgers immer beide Verluste der Hin- und Rückumwandlung gelten. Überhaupt kein Strom würde direkt nutzbar, was unweigerlich zu einer größeren notwendigen Gesamtfläche an Photovoltaik führt. Aus genannten Gründen wird die vorrangige Direkterzeugung und -nutzung in Form von Strom vor Ort als sinnvoll angesehen.

Fazit Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung

Auch das Thema Wohnungslüftung wird im DBU-Projekt ausführlich bewertet. Die Lüftung mit Wärmerückgewinnung ist im Geschosswohnungsbau vor allem dann interessant, wenn eine Wärmepumpe eingesetzt wird. Der Einsatz von Lüftung mit Wärmerückgewinnung bietet einen Doppelnutzen. Da sie in der Regel in allen Räumen zu einer Heizlastverminderung führt (sogar in fensterlosen Räumen), ist sie eine gute Voraussetzung zum Erreichen eines niedrigeren Temperaturniveaus in einer Wärmepumpenheizungsanlage. Dies ergibt im Verlauf des Jahres einen effizienteren Betrieb. Die Verminderung der Heizlast führt dazu, dass die Auslegungsleistung der Wärmepumpe geringer ausfallen kann, was zu geringeren Investitionskosten führt. Zudem entlastet diese Maßnahme die Notwendigkeit eines zukünftig notwendigen Zubaus von Spitzenlastkraftwerken bzw. -leistung in Flauten der PV- und Windkraftstromerzeugung.

In der Sanierung wird die Wohnungslüftung ein Nischenprodukt bleiben – begründet durch die hohen Nachrüstungskosten zumindest zentraler Anlagen. Ob sich dezentrale Anlagen mit Wärmerückgewinnung bei der Sanierung durchsetzen, bleibt abzuwarten. Der erhöhten Schallschutzproblematik von dezentral direkt am Ort der Nutzung befindlichen Ventilatoren stehen die Vorteile der Kosteneffizienz und des geringeren Planungsaufwandes (v.a. Brandschutz) gegenüber. Im durchschnittlichen Sanierungsfall eines bestehenden Wohnbaus ist die Nachrüstung einer zentralen Lüftungsanlage mit so hohen Kosten verbunden, dass sich keine Wirtschaftlichkeit ergibt.

6.4 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.

Im Gegensatz zu allen anderen Industriezweigen werden in der Bau- und Gebäudetechnik gewonnene Betriebs- und Praxiserfahrungen kaum wieder in die Planung und Ausführungspraxis zurückgespiegelt. Der heutige serielle Planungs- und Ausführungsablauf gemäß den seit Jahrzehnten eingeführten HOAI-Phasen führt heute immer noch zu der strikten Trennung von Planung, Ausführung und Betrieb. So besteht heute noch in vielen Büros der Zustand, dass Planer teilweise nie mit der Praxis und dem Betrieb in Kontakt gekommen sind. Die strikte Trennung führt dazu, dass einerseits im Schadensfall Streit zwischen planenden und ausführenden Unternehmen vorprogrammiert ist, andererseits ein Rückfluss von Erkenntnissen, z.B. über den Verbrauch, nicht gegeben ist. Dieses System ohne nennenswerte Optimierungschancen ist durch künftige, neu und digital zu schaffende Datenstrukturen zu durchbrechen und tatsächlich auch im Bauwesen ein „Kreislauf der Betriebserfahrungen“ zu etablieren.

In der Praxis immer wiederkehrende Fehler und damit verbundene Effizienzverluste ließen sich aufzeigen und künftig vermeiden.

Neben diesem niederschweligen Lernen aus den Fehlern anderer steht im zweiten Schritt auch das Monitoring für jedes einzelne Bauprojekt als Werkzeug zur Verfügung. Eine Qualitätssicherung in Planung, Ausführung und v.a. im späteren Betrieb ist anhand von Verbrauchsdaten einfach möglich, z.B. mit der „Energieanalyse aus dem Verbrauch -EAV“. Die Stadt Frankfurt praktiziert auf Basis der „Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen“ [9] ein Konzept von verpflichtender Verbrauchsmessung und anschließendem Monitoring zur Qualitätssicherung für den Nichtwohnbau bereits seit etlichen Jahren erfolgreich.

Planer und Handwerker wehren sich momentan häufig gegen entsprechende Maßnahmen, da aus einer Qualitätskontrolle im Betrieb erweiterte Regressansprüche bei falscher bzw. schlechter Planung und Ausführung resultieren können. Es ist daher ein Umdenken erforderlich, welches die Erfolgchancen in den Mittelpunkt rückt. Ein Planer oder Handwerker kann aber durch das Feedback der Betriebsanalyse Rückschlüsse auf die Qualität seiner Arbeit ziehen und sich damit weiterentwickeln. Die Qualität im eigenen Unternehmen steigt.

Eine Begrenzung des Energieverbrauchs im Neubau und auch in der Bestandssanierung setzt neben der (gleichzeitigen oder nachträglichen) Qualitätssicherung der Gebäude- und Anlagentechnik auch Nutzerschulungen voraus.

Sie betreffen nicht nur das Nutzerverhalten im Betrieb, sondern – um Rechtsstreitigkeiten vorab zu begegnen – auch die Aufklärung darüber, dass die optimalen Betriebsbedingungen erst nach Inbetriebnahme gefunden werden können; dass die notwendige Optimierungsphase keinen Baumangel darstellt, sondern üblich ist.

Die größten Schwierigkeiten und Hindernisse liegen darin zu erreichen, dass sich alle an der Modernisierung Beteiligten tatsächlich mit dem Ziel der „Energieeinsparung“ identifizieren: Architekten, Fachplaner und Energieberater, Energieversorgungsunternehmen, Komponentenhersteller sowie das ausführende Handwerk und die zukünftigen Qualitätssicherer. Es wird ein verantwortliches Netzwerk benötigt, das die prognostizierten einzusparenden Energiemengen tatsächlich garantiert. Voraussetzung ist, dass sich alle Branchenakteure zukünftig einer offenen Diskussion und dem Monitoring öffnen und dabei dem Kunden gegenüber realitätsnah bilanzieren, d.h. ohne unrealistische „Bis-Zu-X-Einspar-Prozent-Versprechen“.

Eine intensive Beschäftigung mit der Gebäudequalität findet somit nicht mehr nur über den Nachweis rechnerischer Normkennwerte und Qualitätssiegel (Effizienzkennwerte 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.

Die einzelnen Planungsphasen der HOAI werden derzeit mit einem festgelegten Prozentsatz des berechneten Honorars vergütet. Die Phasen 1 (Grundlagenermittlung, 2 %) und 9 (Objektbetreuung 1 %) sind unterbewertet, um ein tatsächlich energieeffizientes Gebäude zu errichten oder es auf dieses Niveau zu sanieren. Die aktualisierte HOAI sieht bereits erfolgsabhängige Komponenten in der Einhaltung des Investitionskostenrahmens vor. Es kann als Grundlage für das Architekten- und Planer-Honorar eine Bonus-Malus-Regelung bei Unterschreitung/Überschreitung vereinbart werden; dies ist jedoch noch nicht gängige Praxis, eher der Ausnahmefall. Das Ziel zukünftiger Projekte zum Erreichen von Klimaneutralität wird von Anfang an durch ein partnerschaftliches Herangehen an zukünftige Modernisierungs- und Neubauprozesse besser erreicht werden können. Zielführend wäre es, eine Vertragspartei (Planer, Ausführender usw.) zu finden, die eine Gesamtverantwortung übernimmt.

7 Partnerschaftsmodelle

In einem Gutachten gaben die Gutachter Kati Jagnow und Dieter Wolff folgende Stellungnahme zum Thema Partnerschaftsmodelle ab.

„Partnerschaftliche Modelle

Das Ziel zukünftiger Projekte zum Erreichen von Klimaneutralität wird von Anfang an durch ein partnerschaftliches Herangehen an zukünftige Modernisierungs- und Neubauprozesse besser erreicht werden können.

Diese Prozesse wurden von den Autoren in zwei von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU geförderten Projekten in den letzten 15 Jahren begleitet und ausgewertet. Mit Erfolgen („Neuerkerode 2050“ [59]), aber auch mit vielen Misserfolgen („Alliance Contracting“ [1]), die aus Sicht der Autoren wesentlich auf die wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zurückzuführen sind.

Im Projekt „Neuerkerode 2050“ gab es für die Umsetzung einer relevanten energetischen Optimierungsmaßnahme nur zwei Vertragsparteien: eine Stiftung (vertreten durch Ihren Direktor) und ein ausführendes Unternehmen – mit nur einem Ansprechpartner für Planung, Ausführung und Betrieb, damit alles aus einer Hand. Dies waren ideale Voraussetzungen für ein Partnerschaftsmodell: es gab nur zwei verantwortliche Parteien. Der geschlossene Vertrag enthielt eine Gewinnbeteiligung für den Planer im Erfolgsfall, war jedoch nicht auf eine Langzeitverbindung beider Partner ausgerichtet (wie das bei Contracting der Fall ist), sondern auf 2 Jahre. Die durchgeführte Maßnahme war erfolgreich; erbrachte der Stiftung deutlich verringerte Energiekosten und dem Büro ein auskömmliches Honorar.

Das Ziel des Nachfolgeprojektes „Alliance Contracting“ war, den erbrachten Nachweis, dass es im Rahmen eines Partnerschaftsmodells zu einer Win-Win-Situation für alle beteiligten Partner kommen kann, auf konkrete Modernisierungsprojekte in der Wohnungswirtschaft zu übertragen. Zu den Schritten einer solchen „Integralen Projektumsetzung“ zählen:

- *eine systematische Bestandserfassung unter Berücksichtigung aller bisherigen Kosten,*
- *eine nachfolgende ausführliche Vorkonzepterstellung in einem frühen Planungsstadium, mit einem Team aus Architekten, Fachplanern TGA und Auftraggeber (möglichst mit Fachkompetenz im eigenen Hause),*
- *eine qualitätsgesicherte Ausschreibungs- und Ausführungsplanung,*
- *eine qualitätsgesicherte Ausführung sowie*
- *ein kontinuierliches Monitoring der Kosten und Energieverbräuche im nachfolgenden Betrieb.*

Die eigene Reflexion dieses wohnungswirtschaftlichen Projektes führt zu folgender Erkenntnis: der aktuelle Rechtsrahmen für Bauvorhaben in der Wohnungswirtschaft ist sehr komplex. Es gelten EnEG, EnEV, EEWärmeG oder GEG, EEG, KWKG, HeizKoV, Mieterstromgesetz, VOB, HOAI, WärmeLV sowie mietrechtliche Bestimmungen. Darüber hinaus gelten Randdaten verschiedener Förderprogramme. Jeweils mit diversen komplexen und nicht unbedingt aufeinander abgestimmten Wechselbeziehungen.

Es ergeben sich teilweise widersprechende Anforderungen. Technologien, die aus fachplanerischer Sicht sinnvoll sind, erfüllen die EnEV nicht. Sinnvolle Mehrausgaben, um ein Energiekonzept optimal auszugestalten, sind ggf. mit der Umlagesystematik unvereinbar. Außerdem kann keine Vertragspartei gefunden werden (Planer, Ausführender), die eine Gesamtverantwortung übernimmt.

Die Notwendigkeit, den hohen Einfluss politischer, rechtlicher, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen auf den Prozess eines partnerschaftlichen Projektes rechtzeitig einzubeziehen, wurde von der Forschergruppe zu spät erkannt. Angestrebte Veränderungsprozesse dauern sehr viel länger als geplant.

Zusammengefasst stehen der Realisierung partnerschaftlicher Modelle durch den politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmen, der sich in der heutigen Struktur und Abwicklung größerer Projekte an verschiedenen Stellen deutlich niederschlägt, so viele Hemmnisse durch Konkurrenzdenken und Wettbewerb entgegen, dass von einer Umsetzung in der Wohnungswirtschaft bei den sehr vielen beteiligten Akteuren in absehbarer Zukunft nicht ausgegangen werden kann.

Erst nach einer gesellschaftlichen Ermächtigung auch der betroffenen Gesellschaft in Anlehnung an Wrights „Reale Utopien“ [7] kann der Ansatz von Partnerschaftsmodellen wieder aufgegriffen werden. Bis dahin werden die Werkzeuge für eine transparente Qualitätssicherung von der Ist-Zustandsanalyse bei Sanierungsprojekten, über die Konzepterstellung, über Planung und Ausführung bis hin zum Betrieb mit einem mindestens zweijährigen Monitoring erprobt und ausgebaut“.

Die Bauindustrie will bei öffentlichen Bauprojekten künftig auf Partnerschaft setzen, um termin- und kosteneffizienter zu arbeiten. Das bedeutet u.a. eine frühzeitige Einbindung der Bauunternehmen in die Planung. Bereits 2018 wurde folgende Initiative der Bauindustrie publiziert [60]:

„Bauen statt streiten – dieses Angebot macht die Bauindustrie, um öffentliche Bauprojekte effizienter im Termin- und Kostenrahmen umzusetzen. Dies setzt einen Kulturwandel am Bau voraus. Wir setzen dabei auf Partnerschaftsmodelle, bei denen sich alle Projektpartner auf Augenhöhe begegnen und gemeinsam für den Projekterfolg einstehen.“ Diese Auffassung vertrat Peter Hübner, Präsident des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie, heute in Berlin anlässlich des Starts einer Partnerschaftsinitiative, mit der die Bauindustrie in den nächsten Monaten auf öffentliche Auftraggeber zugehen will.

In einer Broschüre mit dem Titel „Bauen statt streiten – Partnerschaftsmodelle am Bau: kooperativ, effizient, digital“ beschreibt die Bauindustrie verschiedene Ansätze des partnerschaftlichen Bauens, Rahmenbedingungen für ein kooperatives Miteinander auf der Baustelle sowie die dahinterstehenden Vertragsmodelle. „Die Best-Practice-Beispiele unserer Mitgliedsunternehmen zeigen, dass ein partnerschaftlicher Umgang auf der Baustelle bereits heute möglich ist. Wir möchten unsere öffentlichen Partner ermutigen, diese Modelle gerade bei großen Infrastrukturprojekten noch stärker zu nutzen“.

Als wesentliche Elemente dieses Partnerschaftskonzepts nannte Hübner

- die Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten auf einer digitalen Plattform,
- die frühzeitige Einbindung der Bauunternehmen in die Planung,
- die Optimierung des Bauprozesses sowie
- die Optimierung des Projekts über den Lebenszyklus.

„Uns ist bewusst, dass dies eine Veränderung der bisherigen Praxis bedeutet. Doch gerade im Zeitalter der Digitalisierung müssen traditionelle Leitbilder des öffentlichen Bauens, wie die Trennung von Planung und Bau, überdacht werden“, betonte Hübner. Die Bauunternehmen seien bereit, ihre ganze Innovationskraft für den Projekterfolg einzusetzen. Dabei müsse aber das wettbewerbliche Know-How der Unternehmen geschützt werden.

„Durch die Nutzung von Partnerschaftsmodellen soll der öffentlichen Hand eine breite Palette von Beschaffungsmodellen angeboten werden, damit diese die jeweils beste Lösung zur Umsetzung des Projekts auswählen kann“, erläuterte Hübner. „Modellvielfalt bedeutet, die jeweils passende Lösung für ein Bauprojekt zu finden. Denn der Bau einer Kita erfordert nun mal eine andere Herangehensweise als der eines Flughafens.“

Hübner machte dabei deutlich, dass sich diese Modellvielfalt von der Fach- und Teillosvergabe, über den Generalunternehmervertrag, Design-and-Build-Verträge, Funktionsbauverträge bis hin zu Öffentlich-Privaten Partnerschaften (ÖPP) erstrecke. Die Auswahl müsse jeweils im Einzelfall und anhand der personellen Kapazitäten der öffentlichen Hand, der Projektkomplexität und der Wirtschaftlichkeit getroffen werden. „Am Ende sollte jeder Partner die Aufgaben und Risiken übernehmen, die er am besten beherrschen kann. Wenn wir dieses Motto beherzigen, werden am Ende auch die Steuermittel der Bürger am wirksamsten eingesetzt“, so Hübner abschließend.“

Die ursprüngliche Zielsetzung des DBU-Projektes könnte somit 10 Jahre später wiederaufleben.

8 Umweltkommunikation

8.1 Fachpublikationen

In früheren eigenen Veröffentlichungen 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, 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 [61]:

"Wirtschaftliche Vertretbarkeit" ist das Argument, das im Verordnungstext der EnEV 2002 am häufigsten bemüht wird. Alle gesteckten Anforderungsniveaus, Übergangsfristen oder Verfahrenserleichterungen werden am Wirtschaftlichkeitsgebot gemessen. Aus Sicht des Ordnungsgebers, der allen Bürgern gleichermaßen verpflichtet sein soll, ist diese Haltung zunächst verständlich.

Leider sind - und das konnte bei den Verhandlungen über den genauen Wortlaut des Verordnungstextes [2002] in der Presse mitverfolgt werden - einige Ordnungsgrößen nicht durch die Gleichbehandlung aller Bürger, sondern durch die gleichmäßige Zufriedenstellung aller wirtschaftlichen Interessen geprägt... Um keiner der großen Firmen und Verbände zu nahe zu treten, wurde der Verordnungstext so gestaltet, dass mittelfristig auch weiterhin alle (auch energetisch unvorteilhafte) Gebäude gleichermaßen gebaut werden können und die Wirtschaft alles das weiterverkaufen kann, woran sie auch bisher verdient hat. Dass die CO₂-Minderung damit nicht in Einklang gebracht werden konnte, wird dem Leser sicher einsichtig werden.

Die Tatsache, dass Umweltschutz bzw. Minderung der CO₂-Emissionen etwas kosten und nicht immer wirtschaftlich sein können, steht in Deutschland noch immer hinter wirtschaftlichen Interessen. Und was der Ordnungsgeber und die Wirtschaft nicht vormachen, wird sich auch in den Reihen der Bürger dann nur schwer durchsetzen können.

Der Punkt "Gebäudekosten" knüpft unmittelbar an das Thema "Wirtschaftliche Vertretbarkeit" an. Das Grundproblem liegt in dem vom Ordnungsgeber gewollten Ansatz, die Verluste von Teilsystemen gegeneinander aufzurechnen. In betroffenen Kreisen der Gebäude- und Anlagentechnik spricht man von "Kompensation". Bei einem maximal erlaubten Jahresprimärenergiebedarf ist dem Planer freigestellt, ob er die Energieverluste des Gebäudes oder die der Anlage gering halten will, um das Ziel zu erreichen. Eine gute Anlage in einem schlechten Gebäude ermöglicht es ebenso wie eine schlechte Anlage in einem guten Gebäude, das Primärenergieziel zu erreichen. Verknüpft sind damit allerdings die Kosten, die für die Anlage und die Gebäudehülle anfallen."

Diese Sichtweise hat sich – leider – auch bis heute 2021 nicht verändert. Die bisherigen Beispiele im Vorprojekt zeigten die Schwierigkeiten, ein partnerschaftliches Herangehen für Neubau- und Modernisierungsvorhaben in der Wohnungswirtschaft zu etablieren. In einem gesonderten Berichtsteil werden weitere wesentliche Hemmnisse für die Verbreitung von Alliance Contracting thematisiert. Dieser gesonderte Bericht ist Teil des DBU-Nachfolgeprojektes. Entscheidend sind hierbei die verschiedenen rechtlichen, wirtschaftlichen, sozialpolitischen, v.a. aber auch gesellschaftlichen Rahmenbedingungen.

In einer Marktlage, in der es auch für regional etablierte Unternehmen schwierig ist, Handwerksbetriebe zur Angebotsabgabe zu bewegen, erschien den beteiligten Wohnungsunternehmen im DBU-Projekt die Durchsetzung von Bonus-Malus-Regelungen in Verträgen nicht möglich und zu aufwändig angesichts einer Vielzahl zu betreuender Bauprojekte.

Dem Wunsch der beteiligten Wohnungsunternehmen entsprechend wurden die vertraglichen Fragestellungen des "Alliance Contracting" zurückgestellt und die Methodik der Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV) nicht – wie geplant – an vier Sanierungsprojekten, sondern einer Vielzahl von Projekten getestet. Insbesondere die Frage der hohen Grundlasten, vor allem für Trinkwarmwasserversorgung und Wärmeverteilung, sowie die teilweise hohen Wärmeerzeugerverluste wurden vertieft untersucht. Ein Controlling mit Hilfe einfach handhabbarer EAV-Instrumente wurde von den Kooperationspartnern als sehr hilfreich eingestuft und auch dazu genutzt, technische Qualitäten gezielt einzufordern.

Bei größeren risikobehafteten Projekten könnten Partnerschaftsmodelle, bei denen Auftraggeber und Auftragnehmer ein Projektteam bilden, zukünftig an Bedeutung gewinnen, wenn die gesellschaftlichen, energiepolitischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen geschaffen werden.

8.2 Projektpartner – Projektbeirat – Projekttreffen

Mit den Projektpartnern und dem wissenschaftlichen Beirat fanden in den Jahren 2014 – 2021 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.

8.3 Vorträge auf Tagungen und externe Veröffentlichungen für Vereine und Verbände

In mehreren Vorträgen für Vereine, Verbände, Unternehmen und auf Tagungen verschiedener Institutionen wurden die Ergebnisse des DBU-Projektes vorgestellt. Hier eine Auswahl:

- | | | |
|--|---|--|
| • Ingenieurkammer | • TGA Fachplaner | • Gemeinde Ganderkesee |
| • co2online | • Meine Heizung | • GG Berlin |
| • Schwalm Aue | • Gebäudeenergieberater | • Energieverbraucher |
| • Bremer Energiekonsens | • VNW | • Haus Co |
| • GWD | • Bioenergie Thüringen | • Energiesparkonto |
| • Wohnungswirtschaft heute | • TGA Forum | • Wirksam Sanieren |
| • Energieforum Lüneburg | • Haustec | • Tagung Quartierskonzepte |

8.4 Lehre an der Ostfalia - Schulungen für Planer und Ausführende

Während der mehr als 7-jährigen Projektlaufzeit entstanden viele Vorlesungsinhalte und Beispielaufgaben für die Masterausbildung der Ostfalia für die Fächer „Integrierte Planung“ des Verfassers und 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 - 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 „QS + Hydraulischer Abgleich“ ist seit 2004 fester Bestandteil der Bachelorausbildung in Wolfenbüttel.

9 Fazit und weitergehende Vorschläge für die Gesetzgebung und für die Standards der Zukunft

9.1 Vorschläge für die Gesetzgebung und Förderung

Nach nun fast zwanzig Jahren EnEV-Praxis, erweitert um das EEWärmeG (2007/08), wird ein anderer Weg des Nachweises für zielführend gehalten: Umstellung auf Erfolgsnachweise mit den gemessenen Verbrauchswerten und Ersatz des Primärenergiebezugs durch Endenergie- und CO₂-Bezug. Dies würde den Nachweis einfacher machen und die Nachweisgröße entsprechen der Zielgröße des Klimaschutzes.

Hier die entsprechenden Begründungen:

Seit der Einführung der EnEV 2002 ist beim Neubau und unter bestimmten Bedingungen bei Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden und Anlagen ein nach der Verordnung zu berechnender Jahres-Primärenergiebedarf einzuhalten. In seiner aktuellen Ausgestaltung führt der Primärenergiebezug zu Missverständnissen, vor allem durch den zu geringen Primärenergiefaktor für biogene Brennstoffe und für Fernwärme im Vergleich zu fossilen Brennstoffen. Ebenso führt das zu offen gestaltete Kompensationsprinzip in der EnEV zu einer Fehlentwicklung, um kurzfristig Klimaneutralität zu erreichen. Ein Arbeitsentwurf zur EnEV 2012 sah statt einer Korrektur sogar eine noch weitergehende Öffnung vor. In Kombination beider Fehlentwicklungen wäre es möglich, neue Gebäude schlechter als in den 1980er-Jahren und trotzdem „EnEV-konform“ zu dämmen.

Das GEG als Zusammenführung von EnEG, EnEV und EEWärmeG wurde inzwischen sowohl im Bundestag verabschiedet als auch im Bundesrat verabschiedet. Es gilt seit 1. November 2020.

Ende der 1990er-Jahre gab es eine politische Entscheidung, die umweltrelevanten Bewertungen in der EnEV über Primärenergie und nicht über CO₂-Emissionen vorzunehmen. Geschuldet war dies weitgehend der CO₂-neutralen Erzeugung der Kernenergie. Schon damals wollte man aus der Kernenergie aussteigen und sah deshalb keinen Spielraum, den Stromverbrauch im Gebäudesektor durch eine günstige Bewertung in der EnEV zu erhöhen.

Zwar kam es nach dem Atomkonsens (2000) im Dezember 2010 noch zu einer Laufzeitverlängerung. Doch die Havarie im Atomkraftwerk Fukushima im Frühjahr 2011 nahm diese wieder weitgehend zurück und besiegelte Deutschlands Ausstieg. Im Atomgesetz vom 31. Juli 2011 wurde festgeschrieben: Die letzte „Berechtigung zum Leistungsbetrieb einer Anlage zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität erlischt mit Ablauf des 31. Dezember 2022 für die Kernkraftwerke Isar 2, Emsland und Neckarwestheim 2“.

Es wird also in Deutschland in wenigen Jahren keine Stromerzeugung aus Kernenergie mehr geben, die Primärenergiebewertung ist damit obsolet geworden. Darum kann wieder auf den ehemaligen Ansatz der reinen CO₂-Bilanzierung auf Basis der eingesetzten Endenergieträger zurückgegriffen werden [47].

Gefordert wurde vom Verfasser bereits frühzeitig, den kompletten EnEV-Nachweis mit realen Verbrauchsmessungen und dem Verfahren der Energieanalyse aus dem Verbrauch EAV [27] 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 geplanten Gebäudeenergiegesetzes als Zusammenführung von EnEG, EnEV, EEWärmeG in mehreren Fachveröffentlichungen wiederholt [6] [5] [43] [35]. Zusätzlich kam die Forderung, zukünftig auch den Strom mit in die Gesamtbewertung für Wohn- und Nichtwohngebäude in den Nachweis einzubeziehen.

Aufgrund der aus Sicht des Verfassers hohen Relevanz für die zukünftigen Novellierungen des GEG wird der 2017 veröffentlichte Vorschlag [5] hier auszugsweise wiedergegeben:

„Die Autoren schlagen alternativ zum derzeitigen GEG-Entwurf vor, als Hauptanforderung die spezifischen CO₂-Emissionen der Gebäude (Neubau und zukünftig auch Bestand) mit Ausweisung und Berücksichtigung aller eingesetzten Endenergien (Wärme und Strom) zu begrenzen. Als zwingende Nebenanforderung sollten wie bisher in etwas abgewandelter Form Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz gestellt werden (Transmissionswärmeverlustkoeffizient H_T bezogen auf die beheizte Fläche A_{EB});

Die zusätzlichen Forderungen an die Qualität des Baukörpers hinsichtlich Dichtheit und Wärmebrückenminimierung, an die Qualität aller Komponenten der Anlagentechnik sowie an die dazu notwendige Qualitätssicherung sollten zukünftig in getrennten Verordnungen formuliert werden, die vom GEG in Bezug genommen werden.

Ein Erfolgsnachweis durchgeführter Maßnahmen durch Analysen real verbrauchter Endenergien und der damit verbundenen CO₂-Emissionen sollte zukünftig den bisher rechnerischen Bedarfsnachweis vollständig ersetzen“.

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. So wie sie auch im EU-Mitgliedsland Schweden in ähnlicher Form seit den 90er-Jahren praktiziert wird.

Die Chancen für ein solch neues Konzept der Nachweisführung haben sich mit der neuen steuerlichen Anreizgesetzgebung [25] und mit den neuen Förderbedingungen der Bundesförderung [29] sogar stark erhöht. Gefordert wird in den technischen Mindestanforderungen für die Förderung von Einzelmaßnahmen [29] 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 [25].

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

9.2 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 CO₂-Minderungen zur Erreichung des Ziels der Klimaneutralität erzielen werden. Deshalb kann das Beschreiten des Elektropfades auf Basis von Photovoltaik- und Windkraftausbau wesentliche Investitionen vermindern.

Zu diesen Standards der Zukunft zählen:

- Bei Ersatz bestehender Wärmeerzeuger kein weiterer Einsatz allein 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: Abluft, gebäudeweise mit wohnungsweisen Übergabestationen; kein 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, Flächenkollektoren 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 [62] nachgewiesen haben.

10 Literatur

- [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] D. Wolff, P. Teuber und weitere, „Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln,“ Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel für DBU, Wolfenbüttel, 2004.
- [3] K. Jagnow und D. Wolff, „Optimus - Umweltkommunikation in der mittelständischen Wirtschaft am Beispiel der Optimierung von Heizungssystemen durch Information und Qualifikation zur nachhaltigen Nutzung von Energieeinsparpotenzialen - Technische Optimierung und Energieeinsparung,“ Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, Wolfenbüttel, 2006.
- [4] J. Deidert, K. Jagnow und D. Wolff, „Integration von Heizkesseln in Wärmeverbundsysteme mit großen Solaranlagen; Teil 1: Auswertung von Feldanlagen,“ Ostfalia für BMU, Wolfenbüttel, 2012.
- [5] A. Schünemann, K. Jagnow und D. Wolff, „Vorschläge für das GEG 2019 - Es würde auch viel einfacher gehen!,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 8, 2017.
- [6] A. Schünemann, K. Jagnow und D. Wolff, „Zurück zum gesunden Menschenverstand,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 7, 2016.
- [7] E. O. Wright, *Reale Utopien - Wege aus dem Kapitalismus*, Berlin: Suhrkamp, 2017.
- [8] A. Jensen, „Rezension zu Wright: Reale Utopien,“ *taz*, Nr. 22. April, 2017.
- [9] M. Linder, „Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2016,“ Magistrat der Stadt Frankfurt, Frankfurt Main, 2016.
- [10] V. Grinewitschus und K. Lepper, „Gutachten zur "Ermittlung von anerkannten Pauschalwerten für den Jahresnutzungsgrad (JNG) von Heizungsanlagen,“ EBZ Business School, Bochum, 2015.
- [11] D. Wolff, „Jahresnutzungsgrad von Brennwertkesseln - Vor der Wärmelieferung: Schätzen oder messen?,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 03, 2016.
- [12] C. Kemfert, P.-Y. Oei und weitere, „Die Beendigung der energetischen Nutzung von Kohle in Deutschland,“ DIW, Berlin, 2018.
- [13] M. Wunsch, „Zukunft der KWK und Fernwärme,“ Kassel, 2016.
- [14] K. Jagnow und D. Wolff, „Wärmewende und Klimaneutralität: Was sich für Gebäude schnellstens ändern muss,“ *TGA Fachplaner*, Nr. Juli, 2020.
- [15] C. Hornberg, M. Niekisch und weitere, „Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa - Umweltgutachten 2020,“ Sachverständigenrat für Umweltfragen, Berlin, 2020.
- [16] D. Wolff, „Standard-Angebot oder Top-Level-Modernisierung,“ in *Energieeffizienz in Gebäuden - Jahrbuch 2007*, Berlin, VME Verlag und Medienservice Energie, 2007.
- [17] K. Hainsch, L. Göke und weitere, „European Green Deal: Mit ambitionierten Klimaschutzzielen und erneuerbaren Energien aus der Wirtschaftskrise,“ *DIW-Wochenbericht 28-2020*, Nr. Juli, 2020.
- [18] Leopoldina, acatech, Union der deutschen Akademien, „Ad-hoc-Stellungnahme - Juni 2020 - Energiewende 2030: Europas Weg zur Klimaneutralität,“ Nationale Akademie der Wissenschaften, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften, Berlin, 2020.

- [19] J. Vorländer, „Wasserstoff zum Heizen - Der falsche Hebel für den Klimaschutz,“ *Leitartikel - TGA-Fachplaner*, Nr. März, p. 3, 2021.
- [20] BMWI, „Langfristige Renovierungsstrategie für Deutschland - Nach Art. 2a der Richtlinie 2018/844/EU zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy performance of buildings directive, EPBD 2018),“ BMWI, Berlin, 2020.
- [21] N. Diefenbach und e. al, „Datenbasis Gebäudebestand - Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand,“ IWU und Bremer Energieinstitut, Darmstadt, Bremen, 2010.
- [22] S. W. Eder und I. Hartbrich, „Fokus Fernwärme,“ *VDI Nachrichten*, Nr. 19. Februar 2021, pp. 20-23, 2021.
- [23] R. Baake, „Schach der Klima-Pandemie,“ *Heizungsjournal*, Nr. 1-2, pp. 30-33, 2021.
- [24] S. Sprenger, „CO₂-Einsparpotenzial in Plattenbauten mit PV-Anlagen und Wärmepumpen,“ *Mieterstrom-Magazin.solarimo.de*, Nr. 12, 2020.
- [25] 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.
- [26] H. Becker, S. Leffers und weitere, „Förderung integrierter Energie-/Wärmezähler,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 03, 2019.
- [27] K. Jagnow und D. Wolff, „E-A-V: Energieanalyse aus dem Verbrauch,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 9, 2004.
- [28] K. Jagnow, D. Wolff und P. Teuber, „Effizienz von Wärmeerzeugern,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 10, 2004.
- [29] BMWI, *Förderrichtlinie zur Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude (BEG WG)*, Berlin: BMWI, 2020.
- [30] K. Jagnow und D. Wolff, „Wärmewende kann eingeleitet werden,“ *TGA-Fachplaner*, Nr. 2, pp. 6-7, 2021.
- [31] IWU – Institut für Wohnen und Umwelt GmbH, „Deutsche Wohngebäudetypologie, Erarbeitung im Rahmen der EU-Projekte Tabula und Episcopus, Darmstadt 2015,“ IWU – Institut für Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2015.
- [32] BDEW, „Entwicklung der Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland,“ BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., Berlin, 2020.
- [33] K. Jahnke, T. Loitz und weitere, „Wirksam Sanieren: Chancen für den Klimaschutz - Feldtest zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden,“ co2online, SEnerCon, Fraunhofer ISE, Ostfalia für BMU, Berlin, Freiburg, Wolfenbüttel, 2015.
- [34] D. Wolff und A. Unverzagt, „Klimaschutzkampagne "Sanierungswirkung",“ Ostfalia Hochschule für BMU, Wolfenbüttel, 2015.
- [35] D. Wolff, „Was tut sich bei der Energiewende und beim Klimaschutz?,“ DV Deutscher Verband für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung, Berlin, 2019.
- [36] Haustec, „Solarimo: Kostenlose PV-Anlagen für die Wohnungswirtschaft,“ 2020. [Online]. Available: <https://www.haustec.de/heizung/waermeerzeugung/solarimo-kostenlose-pv-anlagen-fuer-die-wohnungswirtschaft>. [Zugriff am 11 März 2020].
- [37] G. Purper, W. Neumann und weitere, „Konzept für eine zukunftsfähige Energieversorgung,“ BUND, Berlin, 2017.

- [38] Senat der Freien und Hansestadt Hamburg, *Gesetz zum Neuerlass des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes sowie zur Anpassung weiterer Vorschriften*, Hamburg: HmbGVBl. Nr. 10, 2020.
- [39] DMB, „Klimaschutz und energetische Gebäudesanierung - Positionspapier,“ Deutscher Mieterbund, Berlin, 2019.
- [40] BAK, „Energiewende mit Architekten - Strategie der BAK für einen klimaneutralen Gebäudebestand,“ Bundesarchitektenkammer, Berlin, 2018.
- [41] K. Jagnow und D. Wolff, „Ein Jahr Energieeinsparverordnung - Was haben wir gelernt,“ *Deutsches Architektenblatt*, 2003.
- [42] K. Jagnow und D. Wolff, „EnEV-Arbeitsentwurf auf dem Holzweg,“ *TGA-Fachplaner*, Nr. 06, 2012.
- [43] K. Jagnow und D. Wolff, „Nachgewiesene Verbräuche müssen die Messlatte werden,“ *Newsletter Gebäudeenergieberater*, Nr. 09, 2018.
- [44] J. Orthjohann, D. Schreckenbergh und A. Poggenpohl, „ReConGeb-Start I Vorstudie,“ Stiftung Energieeffizienz, Köln, 2018.
- [45] A. Trogisch, „Qualitätssicherung von TGA-Anlagen,“ *TGA Fachplaner*, Nr. 02, 2011.
- [46] Deutsche Energie-Agentur, „dena-Gebäudereport - Statistiken und Analysen zur Effizienz im Gebäudebestand,“ Deutsche Energie-Agentur, Berlin, 2016.
- [47] J. Brandes, G. Eikenloff und weitere, „Stadtsanierung: Ist KWK sinnvoll?,“ *TGA Fachplaner*, Nr. Nr. 1, 2014.
- [48] Forum für Energieeffizienz in der Gebäudetechnik e.V., „Der Gebäudesanierungsfahrplan,“ VDZ, Berlin, ohne_Jahr.
- [49] D. Wolff und w. Mitarbeiter, „Entwicklung und Erprobung der Grundlagen für das Partnerschaftsmodell 'Alliance Contracting' in der Wohnungswirtschaft,“ Ostfalia Hochschule für DBU, Wolfenbüttel, 2019.
- [50] Passivhausinstitut, „Kriterien für den Passivhaus-, EnerPHit- und PHI-Energiesparhaus-Standard,“ Passivhausinstitut, Darmstadt, 26.08.2016.
- [51] S. Rother, J. Schuberth und J. Steinbrenner, „13 Thesen für einen treibhausgasneutralen Gebäudebestand,“ UBA, Berlin, 2020.
- [52] G. Thomaßen, L. Reuter und weitere, „Wie passen Mieterschutz und Klimaschutz unter einen Hut?,“ AGORA und Universität Kassel für BMBF, Berlin, Kassel, 2020.
- [53] VFF und BF, „Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern,“ Verband Fenster und Fassade, Bundesverband Flachglas, Frankfurt, Troisdorf, 2017.
- [54] L. Beier (Red.) und C. Bantle, „Wie heizt Deutschland 2019? BDEW-Studie zum Heizungsmarkt,“ BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, 2019.
- [55] D. Wolff und K. Jagnow, „Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung,“ Ostfalia für IWO, BDH, Wolfenbüttel, 2011.
- [56] K. Jagnow und D. Wolff, „Energiekonzepte,“ in *Energieversorgung 2020*, Berlin, Beuth, 2017.
- [57] J. Kuck, „Deutschland 100% regenerativ - 20. Fachtagung Gebäude energetisch optimieren,“ Ostfalia, Wolfenbüttel, 2017.
- [58] B. Schulze Darup, „Kostengünstiger und zukunftsfähiger Geschosswohnungsbau im Quartier,“ schulze darup architekten für DBU, Berlin, 2019.
- [59] K. Jagnow, D. Wolff und weitere, „Umsetzungsprojekt – Integrale Planung und Steuerung der

nachhaltigen Modernisierung des Gebäudebestandes und der Energieversorgung der,“ Ostfalia Hochschule, Wolfenbüttel, 2014.

- [60] Haustec, „Deutsche Bauindustrie startet Partnerschaftsinitiative,“ [Online]. Available: <https://www.haustec.de/management/panorama/deutsche-bauindustrie-startet-partnerschaftsinitiative>. [Zugriff am 15.03.2021].
- [61] K. Jagnow, S. Horschler und D. Wolff, Die neue Energiesparverordnung 2002, Köln: Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, 2002.
- [62] 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.
- [63] S. Rasche, „EAV für Wärmepumpen,“ Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, 2017.
- [64] D. Wolff, A. Unverzagt und A. Schünemann, „Baugenossenschaft Bergedorf-Bille, Einsparprognose Binnenfeldredder 30 (Projektbericht intern),“ Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, 15.05.2018.
- [65] D. Wolff, A. Unverzagt und A. Schünemann, „Baugenossenschaft Bergedorf-Bille, Energiekonzept Lohbrügge-Nord, VE 79,84,104 (Projektbericht intern),“ Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, 10.10.2018.
- [66] D. Wolff, A. Unverzagt und A. Schünemann, „Baugenossenschaft Bergedorf-Bille, Energiekonzept Lohbrügge-Nord VE80 (Projektbericht intern),“ Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, 5.10.2018.
- [67] D. Wolff, A. Unverzagt und A. Schünemann, „Baugenossenschaft Bergedorf-Bille, Energiekonzept Bergedorf-West, VE100-2100-101 sowie VE119 (Projektbericht intern),“ Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, 21.12.2019.
- [68] D. Wolff und P. Teuber, „Effiziente Heizpumpen und hydraulischer Abgleich,“ Ostfalia für BUND, Wolfenbüttel, 2010.
- [69] D. Wolff, A. Unverzagt und A. Schünemann, „Quartiersüberblick Hildesheim,“ Ostfalia unveröffentlicht, Wolfenbüttel, 2020.
- [70] A. Schünemann, G. Eikenloff und weitere, „CO₂-Bewertung statt Primärenergiebezug!,“ *TGA-Fachplaner*, Nr. 12, 2014.