



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



BBSR-
Online-Publikation
13/2022

Projekt IPEAD - Informationspotenziale von Energieausweisdaten

Autoren

Robert Kunze
Martin Jakob
Jonas Müller
Jonas Meier
Jakob Zwirnmann

Projekt IPEAD – Informationspotenziale von Energieausweisdaten

Potenziale zur Gewinnung von Erkenntnissen über die energetische
Qualität des Gebäudebestands aus Energieausweisen

Das Projekt des Forschungsprogramms „Zukunft Bau“ wurde vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) durchgeführt.

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Wissenschaftliche Begleitung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Referat WB 2 „Energieeinsparung, Klimaschutz“
Monika Schröder (Projektleitung)
monika.schroeder@bbr.bund.de

Auftragnehmer

Energy Systems Analysis Associates – ESA² GmbH, Dresden
Dr. Robert Kunze
Jonas Meier
Jakob Zwirnmann

in Zusammenarbeit mit der
TEP Energy GmbH, Zürich
Dr. Martin Jakob, Jonas Müller

Stand

Oktober 2021

Gestaltung

Energy Systems Analysis Associates – ESA² GmbH, Dresden

Bildnachweis

Titelbild: Thermographie-Luftbild (Foto: Eurosense) bearbeitet/stilisiert durch ESA² GmbH

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Zitierweise

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.), 2022:
Projekt IPEAD – Informationspotenziale von Energieausweisdaten: Potenziale zur Gewinnung von Erkenntnissen über die energetische Qualität des Gebäudebestands aus Energieausweisen. BBSR-Online-Publikation 13/2022, Bonn.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	1
Executive Summary	12
1 Einleitung, Zielsetzung und methodisches Vorgehen	22
1.1 Ziele des Forschungsprojekts	23
1.2 Methodische Umsetzung	23
1.3 Struktur des Berichtes	26
2 Konzepte und Methoden zur Erfassung, Beschreibung und Beurteilung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands	27
2.1 Definition und Beschreibungskonzepte der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands	27
2.2 Methoden zur Erfassung der energetischen Qualität des Gebäudebestands	28
2.3 Datenbedarf für die Charakterisierung der energetischen Qualität des Gebäudebestands in Deutschland	30
2.4 Kriterien für die Wahl der besten bzw. optimalen Methode	31
3 Status quo der Datenlage zum deutschen Gebäudebestand und der Energieausweise	33
3.1 Verfügbare Informationen zum Mengengerüst des Gebäudebestands in Deutschland	33
3.2 Verfügbare Informationen zur energetischen Qualität des Gebäudebestands in Deutschland	38
3.3 Energieausweise für Gebäude	43
3.4 Inhalte von Gebäudeenergieausweisen und Beurteilung der potenziellen Datenqualität	47
3.5 Die EnEV-Registrierstelle am DIBt	60
3.6 Beurteilung der potenziellen Verfügbarkeit von Energieausweisen	63
4 Nutzbarkeit und potenzieller Mehrwert von Energieausweisdaten	66
4.1 Nutzung von Energieausweisdaten zur Charakterisierung des Mengengerüsts	67
4.2 Nutzung von Energieausweisdaten zur Charakterisierung der energetischen Gebäudequalität	69
4.3 Nutzung von Energieausweisdaten für die Beurteilung von bestehenden und die Ausgestaltung von neuen Politikinstrumenten	72
5 Methoden zur Nutzung von Energieausweisdaten für die Charakterisierung des energetischen Gebäudezustands	78
5.1 Zusammenfassung der Datenlage	78
5.2 Mögliche methodische Konzepte zur Nutzung von Energieausweisdaten	80
5.3 Methodisches Konzept MK 3 im Detail	87
Abbildungsverzeichnis	93
Tabellenverzeichnis	94
Abkürzungsverzeichnis	95
Quellenverzeichnis	96
Anhang	99

Kurzfassung

Bei der Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung kommt dem Gebäudebereich eine Schlüsselfunktion zu, da auf diesen Sektor im Jahr 2019 rund 35 % des Endenergieverbrauchs in Deutschland und etwa 30 % der Treibhausgasemissionen entfallen (UBA 2020). Zudem bestehen in diesem Bereich mutmaßlich nach wie vor hohe Reduktionspotenziale. Zentrales Anliegen der Bundesregierung ist ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand bis zum Jahr 2050. Um die Emissionen von Treibhausgasen zu reduzieren und die Ziele des Klimaschutzplans 2050 zu erreichen, sind zielgerichtete, wirkungsvolle und effiziente klimapolitische Instrumente (z. B. Anforderungen und Anreizsysteme) erforderlich.

Sowohl zur Konzeption und Ausgestaltung als auch für das Monitoring der Instrumente ist eine fundierte Kenntnis über die Bausubstanz und die energetische Qualität des Gebäudebestands in Deutschland notwendig. Daten zum Mengengerüst, zur Gebäudetypologie und zum energetischen Gebäudezustand sowie zum Energiebedarf bzw. -verbrauch und den damit verbundenen Emissionen sind demzufolge eine wichtige Grundlage für planerische Zwecke bei Behörden und für die politische Entscheidungsfindung. Diese Daten liegen für den Wohn- und Nichtwohngebäudebestand jedoch teilweise nur sehr unvollständig vor.

Zur Schließung bestehender Datenlücken werden Energieausweise für Gebäude häufig als mögliche Datenquelle zur Gewinnung von Erkenntnissen über die energetische Qualität des Gebäudebestands vorgeschlagen. Die Energieausweise wurden für Neubauten mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 und für Bestandsgebäude bei Verkauf und Neuvermietung mit der EnEV 2007 eingeführt. Sie sollten mittlerweile für viele Gebäude vorliegen.

Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Trotz des hohen Potenzials, das in Energieausweisen als Datenquelle gesehen wird, liegen bislang keine wissenschaftlichen Untersuchungen zur Datenqualität und Belastbarkeit von Energieausweisdaten vor. Dementsprechend fehlen bislang Erkenntnisse darüber, welche Informationen aus den vorhandenen Ausweisen gewonnen und ob damit Aussagen über den Zustand des Gebäudebestands getroffen werden können.

Ziel des Projektes IPEAD ist die Untersuchung der potenziellen Erkenntnisse, welche durch die Nutzung von Energieausweisdaten gewonnen werden könnten, um damit belastbare Aussagen über die energetische Qualität des Gebäudebestands in Deutschland treffen zu können. In diesem Zusammenhang werden auch Ansatzpunkte aufgezeigt, inwiefern die möglichen Erkenntnisgewinne auch zur Gestaltung von Politikinstrumenten genutzt werden könnten.

Bezugnehmend auf die oben genannte Zielsetzung sowie unter Berücksichtigung der möglichen Konzepte und Methoden zur Definition und Bestimmung der energetischen Qualität eines Gebäudebestands, gliedert sich das **methodische Vorgehen im Projekt** in die folgenden drei Schritte:

1. Schritt: Analyse zum Status quo bereits verfügbarer Daten und Informationen zum Mengengerüst und zur energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands sowie zum Status quo der Energieausweise hinsichtlich ihrer potenziellen Inhalte und Verfügbarkeit im Gebäudebestand.
2. Schritt: Nutzbarkeit und Beurteilung des potenziellen Mehrwertes von Energieausweisdaten zur Verbesserung der Datenlage zum deutschen Gebäudebestand sowie zum Monitoring und zur Weiterentwicklung des politischen Instrumentariums.
3. Schritt: Ausarbeitung des methodischen Vorgehens zur Schaffung einer besseren Datengrundlage zum Gebäudebestand in Deutschland auf der Basis von Erkenntnissen aus Energieausweisen.

Konzepte und Methoden zur Erfassung, Beschreibung und Beurteilung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes

Die Erfassung, Beschreibung und Beurteilung der energetischen Qualität von Gebäuden bzw. des gesamten Gebäudebestands kann mit unterschiedlichen Konzepten und Methoden erfolgen, wobei verschiedene Indikatoren und Kennzahlen zur Anwendung kommen. Mit Bezug auf Energieausweise wird im vorliegenden Projekt zwischen den folgenden Konzepten K1 bis K3 zur Beschreibung der energetischen Qualität eines Gebäudebestands unterschieden:

Konzept K1 Energetische Kennzahlen (EKZ)	Beschreibung durch End- oder Primärenergienutzung pro Bezugsgröße (z. B. pro Flächeneinheit) des Gebäudes als Ganzes (kWh/m ²). Hierbei kann unterschieden werden zwischen:
K1a: berechnet	■ Zustandsbeschreibung (berechneter oder modellierter <u>Energiebedarf</u>)
K1b: gemessen	■ Beschreibung des Betriebs (tatsächlicher <u>Energieverbrauch</u> , witterungsbereinigt)
Konzept K2: <u>Energie</u> technische Kennwerte	Beschreibung durch Zustandskennwerte einzelner Gebäudeelemente wie der Gebäudehülle als Ganzes oder in Teilen und der energetischen Anlagen etc. (z. B. U-Werte, spezifischer Transmissionswärmeverlust, Luftwechselraten, verwendete Energieträger, Wirkungsgrade)
Konzept K3: <u>Bautechnische</u> Beschreibung	Beschreibung des Zustands des Gebäudes oder einzelner Gebäudeelemente. Das heißt indirekte qualitative und quantitative Beschreibung des bautechnischen Zustands der Gebäudehülle und der energetischen Anlagen durch Typologisieren des ursprünglichen Originalzustands zum Zeitpunkt der Gebäudeerstellung und der nachträglich durchgeführten Modernisierungen und Veränderungen (Ersatzmaßnahmen, Add-on Maßnahmen).

Bei den einzelnen Konzepten kann jeweils nach unterschiedlichen Attributen (z. B. Gebäudeklasse, Bauperiode bzw. Baualter, energetischer Verwendungszweck, Nutzungszweck etc.) differenziert werden. Methodenseitig können Vollerhebungen, Stichprobenerhebungen inklusive Hochrechnung sowie modellgestützte Verfahren zur Bestimmung der energetischen Qualität zur Anwendung kommen (weiterführend siehe Kapitel 2).

Status quo der Datenlage zum deutschen Gebäudebestand

Um den Mehrwert der Nutzung von Energieausweisdaten zur Beschreibung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes beurteilen zu können, sind zunächst die bereits verfügbaren Datenbestände zum Mengengerüst und zur energetischen Qualität des Gebäudebestandes zu evaluieren. Dazu werden verschiedene Datenquellen betrachtet:

- Amtliche Statistiken und Erhebungen (Destatis 2020; Statistische Ämter 2014; Mikrozensus 2018)
- Studien mit Stichprobenerhebungen bzw. Modellansätzen und eigenen Berechnungen (Diefenbach et al. 2010; Cischinsky/Diefenbach 2018; Hörner/Schwarz/Busch 2018; Hörner/Cischinsky/Rodenfels 2020; IWU 2020; Kantar Public 2018; Loga et al. 2015; dena 2016; BBSR 2011/2016/2020; BMVBS 2011; BMVBS 2013)
- Literaturstudien (Clausnitzer et al. 2014)

Bei der Sichtung der Studien ist es neben der Verfügbarkeit verschiedener Attribute hinsichtlich Mengengerüst und energetischer Qualität wichtig, die Datenquellen bezüglich gewisser Qualitätskriterien zu beurteilen. Dies erfolgt anhand eines Bewertungsrasters mit den Qualitätskriterien *Vollständigkeit* (Abdeckung der Gebäudesegmente Wohn- und Nichtwohngebäude), *Aktualität* (insbesondere Periodizität der Erhebungen) und *Genauigkeit*. Wesentliche Erkenntnisse zur aktuellen Datenlage lassen sich wie folgt zusammenfassen (weiterführend siehe Abschnitte 3.1 und 3.2).

Bereits verfügbare **Mengengerüstdaten zu Wohngebäuden (WG)** in Deutschland decken den Gebäudebestand gut ab und beinhalten Angaben zur Anzahl der Gebäude, Anzahl Wohnungen und Angaben zu den Wohnflächen (bspw. Destatis 2020; Statistische Ämter 2014; Mikrozensus 2018). Hinsichtlich ihrer Genauigkeit sind insbesondere die großen Stichproben für den Mikrozensus und Zensus hervorzuheben. Die Aktualität der Daten ist jedoch durch die Periodizität der Erhebungen nicht immer gegeben (Zensus alle 10 Jahre, Mikrozensus alle 4 Jahre zur Wohnsituation der Haushalte). Für den **Bestand der Nichtwohngebäude (NWG)** in Deutschland sind bislang nur grobe Abschätzungen vorhanden. Das laufende Projekt „Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude“ (IWU 2020) strebt an, diese Datenlücken zu schließen und gleichzeitig eine Typologie für Nichtwohngebäude zu entwickeln.

Verfügbare **Daten zur energetischen Qualität des Gebäudebestandes** in Deutschland betreffen z. B. Werte zum Energiebedarf oder -verbrauch, zu Transmissionswärmeverlusten, zum Sanierungsgrad sowie Informationen zu den eingesetzten Energieträgern und zur Heizungsart bzw. zu den Wärmeerzeugern. In bestehenden Studien sind vor allem Angaben zu den Energieträgern in verschiedenen Quellen vorhanden (bspw. Mikrozensus 2018; Diefenbach et al. 2010; Cischinsky/Diefenbach 2018). Ansonsten liegen bei amtlichen Statistiken nur sehr wenig Informationen zur energetischen Qualität des Gebäudebestandes vor. Die Erhebungen des Instituts Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) liefern gute bauteilspezifische Daten zu Erneuerungstätigkeiten. Allerdings wurden diese Daten bislang nur zweimal in einem Abstand von 7 Jahren erhoben (Diefenbach et al. 2010; Cischinsky/Diefenbach 2018). Weiter zeigt sich, dass Daten bzw. Kennzahlen zum Energieverbrauch oder -bedarf kaum vorhanden sind. Bezüglich der Vollständigkeit ist eine sehr dünne Datenlage für den Bereich der NWG festzustellen. Sowohl für WG als auch für NWG ist die Aktualität der Daten bestenfalls als mittelmäßig zu beurteilen. Die Genauigkeit ist vor allem mit großen Stichproben insbesondere im Rahmen des Zensus und Mikrozensus als hoch einzuschätzen.

Status quo der Energieausweise

Für die Evaluation potenziell verfügbarer **Informationen aus Energieausweisen (EA)** werden im ersten Schritt die Ausweisinhalte systematisch erfasst. Da die Auswertung ausgestellter Energieausweise im vorliegenden Projekt nicht vorgesehen ist, erfolgt dies anhand der nach Inhalt und Aufbau verbindlichen Muster der EnEV für Bedarfs- und Verbrauchsausweise für Wohn- und Nichtwohngebäude. Betrachtet werden die Ausweismuster der ersten Generation (EnEV 2002 / EnEV 2004) bis zur vierten Generation (EnEV 2013). Muster für die fünfte Ausweisgeneration gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020 sind zum Zeitpunkt der Bearbeitung dieser Studie noch nicht veröffentlicht. Die Mindestanforderungen an die Ausweisinhalte sind jedoch im bereits veröffentlichten Gesetzestext definiert. Auf erkennbare Änderungen wird hingewiesen. Die potenzielle Datenqualität bzw. Aussagekraft der EA-Inhalte wird anhand der Merkmale *Aktualität* (mögliche Änderung seit Ausweiserstellung), *Vollständigkeit* (obligatorisch/freiwillig/nicht erfasst), *Detailgrad*, *Genauigkeit* (Abweichung zur realen Ausprägung), *Konformität* (Interpretierbarkeit/Eindeutigkeit) und *Verlässlichkeit* (Fehleranfälligkeit etc.) bewertet. Für die ausführliche Betrachtung wird auf Abschnitt 3.4 verwiesen. Im Folgenden werden wesentliche Erkenntnisse zusammengefasst.

Zur Identifikation und **Charakterisierung des betrachteten Gebäudes** bzw. Gebäudeteils beinhalten alle Ausweisarten und -generationen zumindest Angaben zum Baualter und Standort sowie zum Gebäudetyp und zur Gebäudenutzfläche bei WG bzw. zur Hauptnutzung und Nettogrundfläche bei NWG. Die Qualität dieser Informationen ist grundsätzlich hoch einzuschätzen, da es sich hierbei um weitestgehend eindeutige, leicht erfassbare und überprüfbare Angaben handelt, die sich im Zeitverlauf nur sehr selten bzw. gar nicht ändern.

Die Ausweisinhalte zur **energierelevanten Anlagentechnik** betreffen insbesondere die zur Wärmeversorgung eingesetzten konventionellen und erneuerbaren Energieträger sowie Angaben zur Lüftungsart und in den neueren Ausweisgenerationen auch zur Kühlung/Klimatisierung des Gebäudes. Technische Daten bzw. Kenngrößen zur Versorgungstechnik sind jedoch kein Bestandteil der Energieausweise. Die Vollständigkeit und der Detailgrad der Informationen zur energierelevanten Anlagentechnik ist somit grundsätzlich sehr gering. Die ausgewiesenen Energieträger erlauben jedoch einen groben Rückschluss auf die eingesetzten Technologien.

Als wesentliche und sehr aussagekräftige Kenngröße zur Beschreibung der **energetischen Qualität der Gebäudehülle** wird in **Bedarfsausweisen** der berechnete und zulässige hüllflächenspezifische Transmissionswärmeverlust bei WG bzw. bei NWG in den Ausweisgenerationen bis 2009 der Transmissionswärmetransferkoeffizient ausgewiesen. Seit Inkrafttreten der EnEV 2009 beschränken sich die Ausweise für NWG auf die Angabe, ob die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß den Vorgaben der EnEV eingehalten sind. Auf eine differenzierte Benennung einzelner Bauteilgruppen (Außenwände, Fenster etc.) und deren energetischer Kennwerte (U-Werte etc.) bzw. Charakteristik (Flächen, Ausrichtung etc.) wird in allen Energieausweisen verzichtet. Mit Ausnahme der ersten Ausweisgeneration (EnEV 2002 / EnEV 2004) existieren auch keine Angaben zum Ausmaß der wärmeübertragenden Hüllflächen oder zum Jahr der (letzten) baulichen Änderung bei einem Bestandsgebäude. Auch hier ist der Detailgrad der Informationen somit grundsätzlich sehr gering. In **Verbrauchsausweisen** sind keine Kennwerte zur energetischen Qualität der Gebäudehülle erfasst.

Informationen zum **Energieeinsatz** sind ein wesentlicher Bestandteil aller Ausweisgenerationen für WG und NWG. Je nach Ausweisart sind der berechnete Bedarf und/oder der gemessene witterungsbereinigte Verbrauch an Endenergie bezogen auf die Gebäudenutzfläche bei WG bzw. die Nettogrundfläche bei NWG angegeben. Entsprechende Kennwerte sind ebenso für den Primärenergiebedarf und seit der EnEV 2013 auch für den Primärenergieverbrauch erfasst. Ebenso werden die eingesetzten Energieträger differenziert ausgewiesen. Mit Ausnahme der Bedarfsausweise für WG ab der EnEV 2013 beinhalten alle Ausweisarten und -generationen auch eine detaillierte Aufschlüsselung des Energieträgereinsatzes nach einzelnen Energieanwendungen (Heizung, Warmwasser etc.). Im Falle des seit 2016 möglichen EnEV-easy-Nachweises für bestimmte WG-Neubauten ist zu berücksichtigen, dass in den Ausweisen keine berechneten Bedarfswerte, sondern die festgelegten Kennwerte des Modellgebäudes mit der entsprechenden Ausstattungsvariante ausgewiesen werden. Die durch die Energienutzung bedingten flächenspezifischen **CO₂-Emissionen** können in allen EnEV-Ausweisgenerationen freiwillig angegeben werden. In der neuesten Ausweisgeneration auf Grundlage des GEG ist dieser Kennwert dagegen zwingend auszuweisen.

Neben den obligatorischen Angaben zur Erstellung und -gültigkeit, sind in den Energieausweisen seit der EnEV 2007 auch mögliche **Modernisierungsempfehlungen** zum Zeitpunkt der Ausweiserstellung mit konkreten Maßnahmen für einzelne Bauteile und Versorgungsanlagen verpflichtend aufzulisten.

Der zweite Evaluationsschritt zum Status quo von Energieausweisen betrifft die EA-Abdeckung im Gebäudebestand. Auch dahingehend kann im Rahmen des vorliegenden Projektes lediglich eine **qualitative Abschätzung zur potenziellen EA-Verfügbarkeit** gegeben werden. Wesentliche Aussagen können wie folgt zusammengefasst werden. Eine ausführlichere Darstellung ist Abschnitt 3.6 zu entnehmen.

Eine sehr hohe EA-Verfügbarkeit ist für **Neubauten (sowohl WG als auch NWG) mit Baujahr seit 2002** zu erwarten. Gegebenenfalls war die Ausstellungsmoral in den Anfangsjahren der EnEV etwas geringer (Neuheit der Regelungen und sehr seltene Kontrollen). Selbst ältere Bedarfsausweise könnten trotz Ablauf ihrer Gültigkeit noch vorhanden sein. Mit heutigem Bualter von max. 18 Jahren ist die Erstellung eines neuen EA für diese Gebäude in der Regel nur für den Anlass „Vermietung/Verkauf“ relevant (vermutlich vorrangig als Verbrauchsausweis). Durch die tendenziell höhere Nutzerfluktuation wird dies eher für Mehrfamilienhäuser (MFH) und vermietete NWG als für Einfamilienhäuser (EFH) und selbstgenutzte NWG der Fall sein. Der Anteil der Neubauten seit 2002 am gesamten Gebäudebestand ist jedoch sehr gering.

Eine ähnliche Situation ist für **Bestandsgebäude mit umfassender Sanierung/Modernisierung seit 2002** zu unterstellen. Ihr Anteil am gesamten Gebäudebestand ist etwas größer als der Anteil der Neubauten. Die EA-Verfügbarkeit könnte dagegen niedriger ausfallen. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass auch bei umfassender Sanierung/Modernisierung ein Bedarfsausweis nur dann zwingend auszustellen ist, falls die Einhaltung

der EnEV-Vorgaben durch den Nachweis des Primärenergiebedarfs für das Gebäude belegt wird. Auch hier ist eine tendenziell höhere EA-Verfügbarkeit vorrangig in Form von Verbrauchsausweisen für MFH und vermietete NWG aufgrund des häufiger auftretenden Ausstellungsanlasses „Vermietung/Verkauf“ zu erwarten.

Eine sehr geringere EA-Verfügbarkeit ist für **Bestandsgebäude, die seit 2002 nur teilweise oder gar nicht saniert/modernisiert** wurden, zu unterstellen. Sie repräsentieren den größten Anteil am gesamten Gebäudebestand. Ohne Sanierung bzw. bei der Umsetzung von Einzelmaßnahmen mit Erfüllung der bauteilspezifischen EnEV-Vorgaben wurden vermutlich kaum Ausweise erstellt. Die EA-Verfügbarkeit dürfte bei den langjährigen Eigenheimbesitzenden und bei den selbstgenutzten Firmengebäuden am geringsten sein. Eine höhere EA-Verfügbarkeit ist wiederum bei den MFH und den vermieteten NWG mit tendenziell größerer Fluktuation von Eigentümerinnen und Eigentümern bzw. Nutzenden zu erwarten.

Unabhängig vom Baualter und von Sanierungstätigkeiten ist eine sehr hohe EA-Verfügbarkeit bei **öffentlichen Gebäuden** mit größeren Flächen für den Publikumsverkehr zu erwarten. Aufgrund der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand, kann hier von regelkonformem Handeln und auch einer erhöhten Motivation beim Ersatz abgelaufener Ausweise ausgegangen werden.

Potenzieller Mehrwert von EA-Daten zur Verbesserung der Datenlage zum deutschen Gebäudebestand

Aufbauend auf der Analyse zum Status quo der bereits verfügbaren Daten und der Energieausweise wird im Folgenden der potenzielle Mehrwert von Energieausweisdaten zur Charakterisierung der energetischen Qualität des Gebäudebestands untersucht. Ein Mehrwert von EA-Daten kann sich insbesondere ergeben aus:

- dem möglichen Schließen von Lücken im bereits verfügbaren Datenbestand,
- der potenziellen Verifizierung und Qualitätsverbesserung des aktuellen Datenbestandes und
- der Verknüpfung von EA-Daten mit weiteren Datenbeständen.

Hierfür wird der **aktuell vorliegende Datenbestand** für den deutschen Gebäudesektor mit dem Datenbedarf für die unterschiedlichen Konzepte zur Beschreibung der energetischen Qualität eines Gebäudebestandes verglichen. Gleichzeitig wird aufgezeigt, inwiefern EA-Daten zur Verbesserung der benötigten Datengrundlage beitragen können (ausführlich behandelt in den Abschnitten 4.1 und 4.2).

Für den Bereich der **Wohngebäude** ist zusammenfassend festzustellen, dass die wichtigsten Mengengerüstdaten wie Anzahl, Gebäude und Flächen für alle Beschreibungskonzepte bereits verfügbar sind. Allerdings werden die Daten aus dem Zensus nur alle 10 Jahre erhoben und dazwischen fortgeschrieben. Weitere benötigte Attribute für die Konzepte K1a und K1b zu den energetischen Kennzahlen sind Angaben zum Energieträger, die durch bestehende Studien gut abgedeckt sind. Insbesondere für Konzept 1a im Falle der Modellierung sind auch differenzierte Angaben zu Bauteilen bezüglich des Sanierungsgrads erforderlich, was zumindest für Wohngebäude durch die IWU-Studien abgedeckt ist. Für verlässlichere Daten sollte allerdings die Periodizität der Datenerhebung gesteigert werden. Dies gilt auch für die Beschreibung der energetischen Qualität des Gebäudebestandes durch energietechnische Kennwerte (Konzept K2). Für eine bautechnische Beschreibung (Konzept K3) sind zusätzlich auch Angaben zu Lüftungs- und Kühlungsanlagen sowie zur Beleuchtung nötig. Diesbezüglich ist die aktuelle Datenverfügbarkeit nicht sehr hoch.

Für den Bereich der **Nichtwohngebäude** ist die Abdeckung mit relevanten Mengengerüstdaten aktuell nicht gegeben. Bisherige Studien beschränkten sich auf grobe Abschätzungen. Das Projekt „Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude“ (IWU 2020) verspricht hier allerdings eine deutliche Verbesserung. Zur Beschreibung der energetischen Qualität anhand energetischer Kennzahlen (Konzept K1) sind Angaben zum Energieträger für NWG nur mittelmäßig abgedeckt und die Datenlage zum Sanierungsstand ist unbefriedigend. Benötigte Informationen für eine Modellierung sind bislang nur spärlich verfügbar. Auch für eine energietechnische und bautechnische Beschreibung (Konzepte K2 und K3), bei der zumindest die Kenntnis des groben Sanierungsgrades erforderlich ist, sind Datenlücken festzustellen.

Hinsichtlich der **Verbesserung der Datenlage zum Mengengerüst** des deutschen Gebäudebestandes ist zu resümieren, dass sich **durch EA-Daten kaum ein Mehrwert** generieren lässt. Energieausweise beinhalten spezifische Informationen für ein konkretes Gebäude, die jedoch eine gute Einordnung des Gebäudes in das Mengengerüst erlauben (Verknüpfung über die Gebäudecharakterisierung). Aufgrund der verpflichtenden Ausstellung eines Bedarfsausweises für Neubauten, könnten EA-Daten zumindest zur Verifizierung des Datenbestands zur Neubauaktivität genutzt werden.

Deutlich höher ist dagegen der **potenzielle Mehrwert von EA-Daten zur Verbesserung der Datenlage zur energetischen Qualität** von einzelnen Gebäuden zu beurteilen. Hierfür werden die eingangs vorgestellten Beschreibungskonzepte K1 bis K3 separat betrachtet. Durch die Gegenüberstellung der Datenbedarfe der Konzepte, der bereits verfügbaren Datenbestände sowie der Informationen in Energieausweisen wird der potenzielle Mehrwert von EA-Daten identifiziert. Der Mehrwert von EA-Daten für NWG ist dabei generell höher als für den Wohngebäudebereich zu beurteilen. Hintergrund ist die aktuell noch schlechte Datenlage für NWG.

In Energieausweisen sind die gesuchten Größen des **Konzeptes K1** (flächenspezifischer Energiebedarf in K1a bzw. Energieverbrauch in K1b) direkt ausgewiesen. Darüber hinaus kann mit den EA-Daten aber auch eine sehr gute Abdeckung bei den alternativ zu erhebenden Eingangsinformationen zur Bestimmung der gesuchten Größen erreicht werden. Mehrwerte von EA-Daten gegenüber den bereits verfügbaren Datenbeständen bieten sich insbesondere hinsichtlich:

- Wohngebäude: Verifizierung der Datenlage zu den eingesetzten Energieträgern,
- Nichtwohngebäude: Verbesserung der Datenlage zu den eingesetzten Energieträgern,
- Nichtwohngebäude: Verbesserung der Datenlage und Schließung von Datenlücken bei flächenspezifischen Kenngrößen zum Energieverbrauch- bzw. zum Energiebedarf und zum Transmissionswärmeverlust.

Da für das Konzept K1a (berechnete Energiekennzahlen) vor allem Daten aus Bedarfsausweisen erforderlich sind, deckt das Konzept vorrangig die Segmente Neubau und umfassende Sanierung/Modernisierung ab. Dies bedeutet, dass ein Großteil des Gebäudebestands durch die alleinige Nutzung dieser EA-Daten nicht erreicht werden kann. Beim Konzept K1b werden Daten aus Verbrauchsausweisen verwendet, womit gegebenenfalls ein größerer Anteil des Gebäudebestands abgedeckt werden kann.

Die **Konzepte K2 und K3** sind allein mit EA-Daten auf Grundlage der EnEV-Ausweismuster nicht adäquat umzusetzen. Für das Konzept K2 fehlen detailliertere Angaben zur Wärmeversorgungstechnik sowie die erforderlichen Bauteilkennwerte und Flächen zur Gebäudehülle oder zumindest eine Angabe zum Sanierungsgrad. Letzterer könnte gegebenenfalls sehr grob anhand der Angaben in Bedarfsausweisen zum spezifischen Transmissionswärmeverlust (in Verbindung mit typischen Vergleichswerten zur Baualterklasse) abgeschätzt werden. Auch für das Konzept K3 fehlen wesentliche Informationen zum Sanierungsgrad, die bei diesem Beschreibungskonzept als gesuchte Größen direkt zu erheben sind.

Ergänzend zu den Informationen in den EnEV-Ausweismustern werden die Inhalte der **XML-Kontrolldateischemata** betrachtet (DIBt 2016). Auf deren Grundlage werden durch die EnEV-Registrierstelle am DIBt (ab November 2020 in GEG-Registrierstelle umbenannt) im Auftrag der Landeskontrollstellen EA-Daten für Prüfzwecke stichprobenartig von den Ausweiserstellern abgerufen (siehe Abschnitt 3.5). Grundsätzlich ist ein großer Vorteil des XML-Formates gegenüber gedruckten Ausweisen gemäß den EnEV-Mustern, dass sie in einer standardisierten, elektronisch auswertbaren Form vorliegen. Der **Mehrwert von EA-Daten aus anonymisierten XML-Kontrolldateien** gegenüber bereits verfügbaren Datenbeständen ist insbesondere in der Verbesserung der Datenlage (Detailgrad) und in der Schließung von Datenlücken zu Bauteilkennwerten und zu Kennwerten der Wärme- und Kälteversorgungstechnik zu sehen. Dies gilt für WG und NWG gleichermaßen. Des Weiteren würden EA-Daten aus anonymisierten XML-Kontrolldateien auch die Modellierung der gesuchten Größen im Konzept K1a erlauben. Darüber hinaus wäre das Konzept K2 umsetzbar, da die in den EnEV-Ausweismustern fehlenden Informationen für dieses Konzept in den anonymisierten XML-Kontrolldateien enthalten sind.

Potenzieller Mehrwert zur Weiterentwicklung des politischen Instrumentariums

Hinsichtlich der Nutzbarkeit von EA-Daten zur Weiterentwicklung des politischen Instrumentariums wird zwischen den Inhalten eines einzelnen Energieausweises und dem Datenpool unterschieden, der aus einer Stichprobe aller für den deutschen Gebäudebestand ausgestellter Energieausweise generiert werden könnte. Im Folgenden wird ein Überblick zu wesentlichen Ansatzpunkten für die Weiterentwicklung der politischen Instrumente gegeben, welche im Abschnitt 4.3 ausführlicher betrachtet werden. Die Ansatzpunkte zur **Weiterentwicklung des Energieausweises als Informationsinstrument** betreffen:

Graphische Aufbereitung der Informationen zu den Treibhausgasemissionen

Empfehlung: Emissionen zusammen mit entsprechenden Vergleichswerten für andere energetische Niveaus durch Farbskala bildlich darstellen (ähnlich zu den energetischen Kennzahlen).

Ziel: Für Gebäudenutzende die Emissionen ihres Konsums „Wohnen“ bzw. ihrer Nutzung von Nichtwohngebäuden vergleichbar zu machen und damit besser zu verdeutlichen.

- Flächenspezifische CO₂-Äquivalente sind zukünftig verpflichtend als Zahlenwert auszuweisen (gemäß GEG). Durch farbliche Darstellung wird diese Information leichter erfassbar und vergleichbar.
- Gleichzeitig wird der Emissionsproblematik in den Ausweisen optisch mehr Gewicht verliehen (CO₂-Reduktion ist wesentliches Ziel der Anstrengungen im Gebäudesektor).

Ausweisung des CO₂-Reduktionspotenzials

Empfehlung: CO₂-Reduktionspotenzial für die vorgeschlagenen Maßnahmen im Rahmen der Modernisierungsempfehlungen ausweisen.

Ziel: Personen mit Gebäudeeigentum bzw. Gebäudenutzende stärker für ihren möglichen Beitrag zum Klimaschutz sensibilisieren.

- Informationsmehrwert für Eigentümerinnen und Eigentümer, die Investitionsentscheidungen nicht nur an Kosten/Amortisationsdauern orientieren möchten.
- Trägt zur Transparenz/Nachvollziehbarkeit der jeweiligen Kosteneinsparpotenziale bei (ab 2021 CO₂-Bepreisung im Gebäudesektor).
- Gegebenenfalls Priorisierung von Maßnahmen mit höherem CO₂-Einsparpotenzial.

Ausweisung der beanspruchten Förderprogramme

Empfehlung: Angabe, welche öffentlichen Förderprogramme zur Verbesserung der energetischen Gebäudequalität in Anspruch genommen wurden.

Ziel: Unterstützung der öffentlichen Wahrnehmung der Förderanstrengungen des Staates.

Angaben zum letzten Sanierungs-/Modernisierungsjahr der Gebäudehülle

Empfehlung: Ausweisung des Jahres der letzten umfassenden Sanierung bzw. Modernisierung der Gebäudehüllfläche vor der Ausweiserstellung mit grober Angabe der Maßnahmen (bspw. Außenwanddämmung, Fenster).

Ziel: Erfassung von Informationen zum Sanierungszyklus (Informationsmehrwert für Kauf- und Mietinteressenten von Bestandsgebäuden).

Hinsichtlich der **Nutzbarkeit von EA-Daten im Sinne eines Datenpools für die zielgerichtete Weiterentwicklung des politischen Instrumentariums** ist zunächst festzustellen, dass das Bündel der Klima- bzw. umweltpolitischen Instrumente mit Fokus auf die Energienutzung im deutschen Gebäudesektor bereits sehr breit aufgestellt ist. Der Mehrwert eines EA-Datenpools ist deshalb vorrangig in dem Monitoring der bestehenden Instrumente zu sehen, um Wirkungsdefizite identifizieren zu können und sie bestmöglich aufeinander abzustimmen. Hierbei ist grundsätzlich die Verfügbarkeit von Energieausweisen in den einzelnen Segmenten des Gebäudebestands zu beachten, welche im vorliegenden Projekt jedoch nicht quantifiziert werden kann. Ansatzpunkte zur Nutzung des Datenpools aus EA-Daten zur Weiterentwicklung von Politikinstrumenten bestehen hinsichtlich:

Einfaches Monitoring emissionsrelevanter Trends

Ziel: Sanierungstiefe und Effektivität der Förderinstrumente erhöhen.

Monitoring von Trends zum eingesetzten Energieträgermix und zum Anteil erneuerbarer Energien sowie zu den Kennzahlen der energetischen Qualität der Gebäudehülle. Vergleich der Entwicklung des Gebäudeanteils bei den jährlichen Neubauten bzw. Modernisierungen, welcher „nur“ die ordnungsrechtlichen Mindestanforderungen erfüllt, gegenüber dem Anteil, der die Mindestanforderungen übererfüllt.

Monitoring der Entwicklung des Gebäudebestandes im CO₂-Zielkorridor

Ziel: Abweichungen zwischen dem realen Fortschritt bei der Reduktion der CO₂-Emissionen und dem angepeilten Absenkungspfad frühzeitig erkennen.

Durch den Verschnitt von EA-Daten aus Bedarfsausweisen mit Mengengerüstdaten zum Gebäudebestand kann die jährliche Sanierungsrate inklusive Sanierungstiefe für einzelne Gebäudetypen, Gebäudesegmente oder Regionen bestimmt werden (dokumentierte Mindestrate, da nicht jede Sanierungstätigkeit die Ausstellung eines Bedarfsausweises bedingt).

Zukünftige Änderungen des politischen Instrumentariums

Ziel: Adäquate Planung und Festlegung von zukünftigen Schwellenwerten und Abschätzung des Fördermittelbedarfs.

Durch den Verschnitt von EA-Daten mit Mengengerüstdaten zum Gebäudebestand kann eine Abschätzung zum Umfang und zum Zeitpunkt der Betroffenheit einzelner Gebäudesegmente durch zukünftige Änderungen des politischen Instrumentariums vorgenommen werden.

Beitrag zur Analyse von Mitnahmeeffekten

Ziel: Effiziente Gestaltung des Fördermitteleinsatzes.

Mithilfe von EA-Daten kann untersucht werden, inwiefern förderfähige Maßnahmen mit der Inanspruchnahme von Fördermitteln zusammenfallen.

Festlegung von ökologischen Kriterien bei Gebäudefinanzierungen

Ziel: Finanzierungen im Gebäudebereich nachhaltiger gestalten

EA-Daten können zur Bestimmung des Anteils der „nachhaltigsten“ Gebäude an einem Bestand oder zur Festlegung von Nachhaltigkeitskriterien dienen.

Methoden zur Nutzung von EA-Daten für die Charakterisierung des energetischen Gebäudezustands

Zur Charakterisierung des energetischen Gebäudezustands sind verschiedene, auf EA-Daten aufbauende methodische Konzepte denkbar. Die Datenlage hat dabei einen großen Einfluss auf die Umsetzbarkeit und die Aussagekraft der Ergebnisse. Die Analyse zur aktuellen Datenlage und zum potenziellen Mehrwert von EA-Daten zeigt, dass Energieausweise bzgl. Ausstellungsanlass, energetischer Qualität und Energieträger verzerrt sind und somit nicht alle Segmente des Gebäudeparks abdecken. Für aggregierte Aussagen zur energetischen Qualität des Gebäudebestands sind Stichprobenerhebungen, regelmäßige Zensus, Panels und/oder Modellierungen erforderlich.

Aufgrund der bestehenden Datenlage werden vier auf EA-Daten aufbauende methodische Konzepte (MK0 bis MK3) vorgeschlagen. Tabelle 1 gibt einen zusammenfassenden Überblick zur Zielsetzung, zum Output, zur Methodik sowie zu den Vor- und Nachteilen dieser Konzepte. Für die ausführliche Darstellung wird auf Kapitel 5 verwiesen.

Tabelle 1
Übersicht zu den vorgeschlagenen methodischen Konzepten (MK0 bis MK3)

	MK0: Alleinige Nutzung von EA-Daten	MK1: Stichprobenerhebung, statistische Auswertung und Hochrechnung	MK2: Statistische Auswertung kombiniert mit Modellierung	MK3: Stichprobenerhebung, statistische Auswertung und Modellierung
Zielsetzung	Spezifische Aussagen zu Bedarf/Verbrauch für Segmente mit EA-Daten.	Höhere Abdeckung im Vergleich zu MK0 durch Stichprobenerhebung.	Verbesserung gängiger Bottom-up Modelle mittels Auswertungen von Energieausweisen oder umgekehrt.	Gute empirische Abstützung sowie Ermittlung der wichtigsten Indikatoren à Vereinigung der Vorteile von MK0 bis MK2
Output	Tabellarische und grafische Darstellung der Ergebnisse	Tabellarische und grafische Darstellung der Ergebnisse, Monitoring	Bedarf- und Verbrauchangaben sowie energietechnische Kennwerte, Zeitliche Entwicklungen	Spez. Bedarf und energietechnische Kennwerte, empirisch abgestütztes und validiertes Modell
Methodik	Statistische Auswertung von EA-Daten bzgl. verschiedener Merkmale <ul style="list-style-type: none"> ■ deskriptive Methoden ■ induktive Methoden (z. B. Regressionsmodelle) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Charakterisierung der Grundgesamtheit ■ Bilden einer geschichteten Stichprobe ■ Datenerhebung, ■ statistische Auswertung ■ Hochrechnung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aufsetzen Bottom-up Modell ■ Strukturieren der Grundgesamtheit ■ Statistische Auswertung von EA-Daten ■ Verknüpfung von Modell mit Datenauswertungen ■ Modellierung des Energiebedarfs (und ggf. weiterer Indikatoren) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aufsetzen Bottom-up Modell ■ Strukturieren der Grundgesamtheit ■ Stichprobenerhebung ■ Statistische Auswertung von EA-Daten und Erhebungsdaten ■ Verknüpfung von Modell mit Datenauswertungen ■ Modellierung des Energiebedarfs (und ggf. weiterer Indikatoren)

	MK0: Alleinige Nutzung von EA-Daten	MK1: Stichprobenerhebung, statistische Auswertung und Hochrechnung	MK2: Statistische Auswertung kombiniert mit Modellierung	MK3: Stichprobenerhebung, statistische Auswertung und Modellierung
Vorteile (+)	Geringer Aufwand, keine Erhebungen nötig	Aussagen zum Gebäudebestand als Ganzes, Repräsentativität	Aussagen zum Gebäudebestand als Ganzes, Repräsentativität, Nutzung von Kennwerten, Datenschutz, keine zusätzlichen Erhebungen	Aussagen zum Gebäudebestand als Ganzes, Repräsentativität, Nutzung von Kennwerten, Datenschutz, Elimination von Verzerrungen durch Stichprobenerhebung
Nachteile (-)	Nur Aussagen zu spezifischen Segmenten möglich, Repräsentativität eventuell nicht gegeben	Wesentlich höherer Aufwand als MK0 aufgrund der Stichprobenerhebungen	Weniger präzise Verknüpfung als beim MK1, eventuell Verzerrungen aufgrund fehlender Erhebung	Höherer Aufwand (Stichprobenerhebung und Modellierung)

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy.

Das methodische Konzept MK3 besteht aus einer Stichprobenerhebung, statistischen Auswertungen sowie der Modellierung und vereint die Vorteile der Konzepte MK0, MK1 und MK2. Das Konzept erlaubt die repräsentativsten Aussagen zur energetischen Qualität des Gebäudebestands und wird entsprechend genauer erläutert.

Grundsätzlich kann die energetische Qualität des Gebäudebestands durch die drei Einflussfaktoren Mengengerüst (in m²), Energiekennzahl (in kWh/m²) sowie Energieträgeranteile (in %) charakterisiert werden. Der Einbezug von Primärenergie- oder Emissionsfaktoren erlaubt zusätzliche Aussagen zum Primärenergieverbrauch bzw. -bedarf oder zur Klimaverträglichkeit des Gebäudebestands.

Die Herleitung des **Mengengerüsts** unterscheidet sich für Wohn- und Nichtwohngebäude. Bei Wohngebäuden wird die Energiebezugsfläche (EBF) aus der Wohnfläche ermittelt. Für Nichtwohngebäude kann evtl. auf das laufende Projekt „Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude“ (IWU 2020) aufgebaut werden.

Die **Energiekennzahl** hängt von den folgenden Einflussfaktoren ab (Nägeli et al. 2018; Jakob et al. 2020a):

- U-Werte und g-Werte der opaken und transparenten Gebäudehülle
- Geometrische Verhältnisse ($A_{\text{Hüllfläche}}/\text{EBF}$ bzw. $A_{\text{Außenwand}}/\text{EBF}$, $A_{\text{Fenster}}/\text{EBF}$ etc.)
- Zeitpunkt und Umfang (Anteile) der erneuerten Bauteilflächen
- Luftwechselraten, bestimmt durch das Lüftungsverhalten via Fenster (v. a. bei Wohngebäuden) sowie das Vorhandensein und den Betrieb von Lüftungsanlagen (bei einem Teil der Nichtwohngebäude)
- Belegungsdichte (Anzahl Personen pro m²), relevant für den Warmwasserverbrauch und die inneren Wärmegewinne
- Weitere Parameter wie Dichtigkeit, Innenraumtemperatur, Verschattung, innere Wärme durch Personen und Geräte (v. a. wichtig bei Nichtwohngebäuden), Warmwasserverbrauch pro Person etc.
- Nutzungsgrad der Wärmeerzeugungsanlagen
- Witterung

Eine direkte Erhebung von EKZ, d. h. von spezifischen Bedarfs- bzw. Verbrauchswerten wäre mit einem enormen Aufwand verbunden. Deshalb wird vorgeschlagen:

- EA-Daten zu verwenden für die Segmente, für welche diese vorliegen, und
- die EKZ aufgrund von erhebbaren Größen zu berechnen (in Anlehnung an die Schweizer Norm SIA 380/1 bzw. die entsprechende DIN-Norm), wobei Unterschiede zwischen Bundesländern bei den Eingangsgrößen der Berechnung zu berücksichtigen sind.

Zur Aktualisierung der **Energieträgeranteile** ist die Stichprobenerhebung in regelmäßigen Abständen zu wiederholen (ggf. als rollierendes Panel). Dies ist notwendig, weil Energieträger typischerweise nur bei der Ersterfassung des Gebäudes registriert werden. Ein gewisser Wechsel von Energieträgern seit der letzten Erhebung kann modelliert werden (Ableitung der Erneuerungs- und Substitutionsraten aus Erhebung). Dadurch kann insbesondere der Datenalterung im Bereich der Energieträger entgegengewirkt werden.

Executive Summary

The building sector plays a key role for the implementation of the German government's energy and climate policy goals, as this sector accounts for around 35 % of final energy consumption and around 30 % of greenhouse gas emissions in Germany (UBA 2020). In addition, prevails for this sector a presumably high reduction potential. A key concern of the federal government is therefore to achieve a nearly climate-neutral building stock by the year 2050. In order to reduce greenhouse gas emissions and to fulfil the goals of the Climate Protection Plan 2050, targeted, effective and efficient climate policy instruments (e.g. requirements and incentive systems) are necessary.

A sound knowledge of the building fabric and the energy quality of the building stock in Germany is important for the conception and design as well as for the monitoring of the policy instruments. Data on the quantitative structure, the building typology, the energetic condition of buildings as well as on energy demand and consumption and the associated emissions are therefore an important basis for planning purposes at public authorities, as well as for political decision-making. However, these data are only partially available for the residential and non-residential building stock.

To fill existing data gaps, energy performance certificates (EPCs) for buildings are often suggested as a possible source of data for gaining knowledge about the energy quality of the building stock. The EPCs in Germany were introduced for new buildings with the Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 and for existing buildings with the EnEV 2007 in the event of the sale/new renting. They should be available for many buildings by now.

Objectives and methodology

Despite the high potential that is seen in energy performance certificates as a source of data, up to exist no scientific studies now there on the data quality and reliability of EPC-data. Accordingly, there is a lack of knowledge about what information can be obtained from the existing certificates and whether statements can be made about the condition of the building stock.

The aim of the IPEAD project is to investigate the potential knowledge that could be gained using EPC-data to be able to make reliable statements about the energy quality of the building stock (residential and non-residential buildings) in Germany. In this context, approaches are also identified regarding how the possible knowledge gains could be used for the design of policy instruments.

In reference to the above-mentioned objectives and considering the possible concepts and methods for defining and determining the energy quality of a building stock, the **methodological procedure in the project** is divided into the following three steps:

- Step 1: Analysis of the status quo of already available data and information on the quantity structure and energy quality of the German building stock as well as of the EPCs regarding their potential content and availability for the building stock.
- Step 2: Determination of the potential added value of EPC-data to improve the data situation on the German building stock and to further develop the policy instruments.
- Step 3: Elaboration of the methodological procedure for creating a better data basis for the building stock in Germany based on findings from energy performance certificates.

Concepts and methods for recording, describing and assessing the energy quality of the German building stock

The coverage, description, and assessment of the energy quality of buildings or the entire building stock can be carried out with different concepts and methods, whereby various indicators and key figures are used. With regard to EPCs, this project distinguishes between the following concepts K1 to K3 to describe the energy quality of a building stock:

<p>Concept K1 Energy key figures (EKZ)</p> <p style="margin-left: 40px;">K1a: calculated</p> <p style="margin-left: 40px;">K1b: measured</p>	<p>Description by final or primary energy usage per reference quantity (e.g. per unit area) of the building as a whole (kWh/m²). A distinction can be made between:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ State description (calculated or modelled energy demand) ■ Description of operation (actual energy consumption, weather-adjusted)
<p>Concept K2: <u>Energetic</u> values</p>	<p>Description by condition parameters of single building elements such as the building envelope as a whole or in parts and the energy management systems etc. (e.g. U-values, specific transmission heat loss, air exchange rates, energy sources used, efficiencies).</p>
<p>Concept K3: <u>Constructional</u> description</p>	<p>Description of the condition of the building or individual building elements. I.e., indirect qualitative and quantitative description of the structural condition of the building envelope and the energy systems by classifying the original condition at the time of their construction and the subsequently carried out modernisations and changes (replacement measures, add-on measures).</p>

The individual concepts can be differentiated according to different attributes (e.g. building class, construction period, energy use, purpose of use, etc.). In terms of methods, full surveys, sample surveys including extrapolation and model-based procedures for determining the energy quality can be used (for further details, see Chapter 2).

Status quo of data on the German building stock

To assess the added value of using EPC-data to describe the energy quality of the German building stock, the available data on the quantitative structure and energy quality of the building stock must be evaluated first. For this purpose, various data sources are considered:

- Official statistics and surveys: (Destatis 2020; Statistische Ämter 2014; Mikrozensus 2018)
- Studies with sample surveys/model approaches and own calculations (Diefenbach et al. 2010; Cischinsky/Diefenbach 2018; Hörner/Schwarz/Busch 2018; Hörner/ Cischinsky/Rodenfels 2020; IWU 2020; Kantar Public 2018; Loga et al. 2015; dena 2016; BBSR 2011/2016/2020; BMVBS 2011; BMVBS 2013)
- Literature studies (Clausnitzer et al. 2014)

When reviewing studies, in addition to the availability of various attributes regarding quantity structure and energy quality, it is important to evaluate the data sources regarding certain quality criteria. This is done using an evaluation grid that considers the quality criteria completeness (coverage of the building segments residential and non-residential), timeliness (especially periodicity of the inquiries) and accuracy. Essential findings on the current data situation can be summarised as follows (for further details see sections 3.1 and 3.2).

Already available **quantity structure data on residential buildings** in Germany covers the building stock well and includes information on the number of buildings, number of dwellings and information on living space (e.g. Destatis 2020; Statistische Ämter 2014; Mikrozensus 2018). Regarding their accuracy, the large samples of the microcensus and census are particularly noteworthy. However, the timeliness of the data is not always given due to the deep periodicity of the inquiries (census every 10 years, microcensus every 4 years on the housing situation of households). For the **stock of non-residential buildings** only rough estimates are available so far. In the current project “Research database on non-residential buildings” an attempt is being made to close these data gaps and to simultaneously develop a typology for non-residential buildings.

Available **data on the energy quality of the building stock** in Germany concerns, for example, values on energy demand or consumption, on transmission heat losses, on the degree of refurbishment, as well as information on the energy carriers, the type of heating or the heat generators. In existing studies, data on energy sources is available from various sources (e.g. Mikrozensus 2018; Diefenbach et al. 2010; Cischinsky/Diefenbach 2018). Otherwise, very little information about the energy quality of the building stock is accessible through official statistics. The surveys conducted by the Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) provide good building component-specific data on renovation activities. However, these data have so far only been collected twice at an interval of 7 years (Diefenbach et al. 2010; Cischinsky/Diefenbach 2018). Furthermore, it is apparent that data or key figures on energy consumption or demand are hardly available. In terms of completeness, the data situation for non-residential buildings is very fragmentary. For both residential as well as non-residential buildings, the timeliness of data can be rated at best as basic. The high accuracy, especially in the context of the census and microcensus, is mainly realised through large samples.

Status quo of the energy performance certificates

For the evaluation of potentially available **information from EPCs**, the first step is to systematically record the certificates content. Since the evaluation of issued certificates is not planned in this project, this is processed through the, in terms of content and structure, binding patterns of the EnEV for demand and consumption certificates for residential and non-residential buildings. The certificate models from the first (EnEV 2002 / EnEV 2004) to the fourth generation (EnEV 2013) are considered. Sample templates for the fifth generation of certificates in accordance with the Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020 have not yet been published at the time of processing this study. However, the minimum requirements for the certificate contents are defined in the already published legal text. Reference is made to recognisable changes. The potential data quality or informative value of the certificate contents is evaluated based on the characteristics of topicality (possible change since certificate creation), completeness (obligatory/ voluntary/not recorded), level of detail, accuracy (deviation from real expression), conformity (interpretability/ unambiguity) and reliability (susceptibility to errors, etc.). For detailed consideration, please refer to section 3.4. The main findings are summarised below.

To identify and **characterise the building** or parts of the building **under consideration**, all types and generations of certificates contain at least information on the age and location of the building as well as on the building type and the useful floor area in the case of residential buildings or on the main use and net floor area in the case of non-residential buildings. The quality of this information is generally high, as it is largely unambiguous, easily ascertainable, and verifiable information that changes only very rarely or not at all over time.

The certificates content of the **energy-relevant system technology** relates in particular to the conventional and renewable energy sources used to supply heat, as well as information on the type of ventilation and for the newer certificate generations also on the cooling/air conditioning of the building. However, technical data or parameters on supply technology are not part of the EPCs. The completeness and level of detail of the information on energy-relevant systems engineering is therefore generally very low. Indeed, the shown energy sources at least allow a rough conclusion about the technologies used.

As an essential and very meaningful parameter for describing the **energy quality of the building envelope**, the calculated and permissible envelope-surface-specific transmission heat loss for residential buildings and for non-residential buildings, the transmission heat transfer coefficient is shown in the certificate generations

up to 2009. Since the EnEV 2009 came into force, the certificates for non-residential buildings have been limited to stating whether the average heat transfer coefficients have been complied in accordance with the EnEV specifications. A differentiated naming of individual component groups (exterior walls, windows, etc.) and their energetic characteristic values (U-values, etc.) or characteristics (areas, orientation, etc.) is missing for all EPCs. Apart from the first generation of certificates (EnEV 2002 / EnEV 2004), there is also no information on the extent of the heat-transferring envelope surfaces or the year of the (last) structural change in an existing building. Here too, the level of detail of the information is therefore generally very low. In consumption certificates, no characteristic values on the energy quality of the building envelope are recorded.

Information on **energy use** is an essential component of all certificate generations for residential and non-residential buildings. Depending on the type of certificate, the calculated demand and/or the measured weather-adjusted consumption of final energy in relation to the useful floor area of the building for residential buildings or the net floor area for non-residential buildings are indicated. Corresponding characteristic values are also recorded for the primary energy demand and, since the EnEV 2013, also for the primary energy consumption. The energy sources used are also shown separately. With the exception of the demand certificates for residential buildings from EnEV 2013, all certificate types and generations also include a detailed breakdown of the energy source used by individual energy applications (heating, hot water, etc.). In the case of the EnEV-easy certificate for certain new residential buildings, which has been available since 2016, it must be considered that the certificates do not show calculated demand values, but rather the specified characteristic values of the building model with the corresponding equipment variant. The area-specific **CO₂ emissions** caused by energy use can be stated voluntarily in all EnEV certificate generations. In the latest (fifth) certificate generation based on the GEG, however, this characteristic value must be shown.

In addition to the obligatory information on the creation and validity of EPCs, since the EnEV 2007 it has also been mandatory to list possible **modernisation recommendations** at the time of certificate creation with concrete measures for individual components and supply systems.

The second evaluation step on the status quo of EPCs concerns the coverage in existing buildings. Here again a **qualitative assessment of the potential availability of EPCs** can only be given within the framework of the present project. Essential statements are summarised below, while more detailed description can be found in section 3.6.

A very high availability of EPCs can be expected for **new residential and non-residential buildings built since 2002**. The issuing morale may have been somewhat lower in the early years of the EnEV (novelty of the regulations and very infrequent inspections). Even older requirement certificates could still be available despite their expiry date. With today's building age of max. 18 years, the issuing of a new certificate for these buildings is usually only relevant for the occasion of "letting/sale" (presumably primarily as a consumption certificate). Due to the tendency towards higher user fluctuation, this is more likely to be the case for multi-family houses and rented non-residential buildings than for single-family houses and owner-occupied non-residential buildings. However, the share of new built buildings since 2002 within the total building stock is very low.

A similar situation can be assumed for **existing buildings with extensive renovation/modernisation since 2002**. Their share in the total building stock is slightly higher than the share of new buildings. The EPCs availability, on the other hand, could be lower. A major reason for this is that even in the case of extensive refurbishment/ modernisation, a demand certificate only must be issued if compliance with the EnEV requirements is proven by evidence of the primary energy demand for the building. Again, a higher availability of EPCs is primarily expected in the form of consumption certificates for multi-family houses and rented non-residential buildings due to the more frequent reason for issuing them, i.e. "letting/sale".

A far lower availability of EPCs is to be assumed for **existing buildings that have been only partially or not at all renovated/modernised since 2002**. They represent the largest share of the total building stock. Without refurbishment or in the case of the implementation of individual measures with fulfilment of the building component specific EnEV requirements, presumably hardly any certificates were issued. The availability of certificates is probably the lowest among long-term homeowners and owner-occupied company buildings.

On the other hand, a higher availability of certificates can also be expected for multi-family houses and rented non-residential buildings due to the tendency towards higher owner and user fluctuation.

Regardless of the building age and refurbishment activities, a very high availability of EPCs can be expected for **public buildings** with larger areas for public traffic. Due to the exemplary function of public authorities, it can be assumed that they act in accordance with the rules and regulations and are more motivated to replace expired EPCs.

Potential added value of EPC-data for improving the data situation on the German building stock

Building on the status quo analysis of already available data and EPCs, the potential added value of EPC-data for characterising the energy quality of the building stock is examined below. An added value of EPC-data can result in particular from:

- the possible closing of gaps within the current data stock,
- the potential verification and quality improvement of the current data stock and
- the linking of EPC-data with other databases.

For this purpose, the currently available data stock for the German building sector is compared with the data requirements for the different concepts for describing the energy quality of a building stock. At the same time, it is shown to what extent EA data can contribute to improving the required data basis (discussed in detail in sections 4.1 and 4.2).

For the first three concepts on energy performance indicators, it can be stated in summary that the most important quantity framework data such as number, buildings and areas for residential buildings is already available. However, the data from the census is only collected every 10 years and updated in between. Further required attributes for the concepts K1a and K1b on the energy indicators are information on the energy source, which is well covered by existing studies. Especially for concept 1a in the case of modelling, differentiated information on building components regarding the degree of refurbishment is required, which is covered for residential buildings by the IWU studies, although the periodicity of data collection should be increased for reliable data.

The same holds for the description of the energy quality of the building stock by means of energy-related characteristic values (concept K2). For a structural description, additional information on ventilation and cooling systems as well as on the lighting is necessary. In this respect the current data coverage is not very high.

For the area of **non-residential buildings**, the coverage with relevant quantity structure data is not given. Previous studies were limited to rough estimates. However, the project “research database for non-residential buildings” promises a significant improvement here. For the description of the energetic quality based on energetic key figures, data on the energy source for non-residential buildings are only moderately covered and the data situation on the refurbishment status is unsatisfying. The necessary information for a modelling is only sparsely covered so far. There are also certain data gaps for an energy-technical and building-technical description (concept K1 and K2) for which knowledge of at least the rough refurbishment level is required.

Regarding the **improvement of the data situation on the quantity structure** of the German building stock, it must be noted that **hardly any added value can be generated through EPC-data**. EPCs contain specific information for a concrete building, which indeed allow a good classification of the building in the quantity structure (linkage via building characterisation). Due to the mandatory issuing of a demand certificate for new buildings, EPC-data could at least be used to verify the data stock on new building activity.

On the other hand, the **potential added value of EPC-data for improving the data situation on the energy quality** of individual buildings is to be judged much higher. For this purpose, the concepts K1 to K3 presented at the beginning are considered separately. The potential added value of EPC-data is identified by comparing

the data requirements of the concepts, the data already available and the information contained by the EPCs. The added value of EPC-data for non-residential buildings is generally higher than for the area of residential buildings. The currently still poor data situation for non-residential buildings is the reason for this.

For EPCs, the required values of the **concept K1** (area-specific energy demand in K1a or energy consumption in K1b) are shown directly. In addition, EPC-data can also provide a very good coverage of the alternative input information to be collected for determining the required values. The added value of EPC-data compared to the already available data sets is particularly evident regarding:

- residential buildings: verification of the data situation on the used energy sources,
- non-residential buildings: the improvement of the data situation on the used energy sources,
- non-residential buildings: improving the data situation and closing data gaps for area-specific parameters on energy consumption, energy demand and transmission heat loss.

Since the concept K1a (calculated energy performance indicators) mainly requires data from demand certificates, the concept primarily covers the segments new construction and comprehensive refurbishment/modernisation. This means that a large part of the building stock cannot be reached by using these EPC-data alone. Concept K1b uses data from consumption certificates, which may cover a larger share of the building stock.

The **concepts K2 and K3** cannot be adequately implemented with EPC-data based on the EnEV certificate models alone. For the concept K2, more detailed information on the heat supply technology as well as the required component parameters and areas of the building envelope or at least an indication of the degree of refurbishment is missing. The latter could, if necessary, be estimated very roughly based on the information in demand statements on the specific transmission heat loss (in conjunction with typical comparative values for the building age class). Essential information on the degree of refurbishment is also lacking for concept K3, which should be collected directly in this description concept as sought-after variables.

In addition to the information on the EnEV EPC patterns, the **XML control file schemas** are also considered (DIBt 2016). Based on these, the EnEV registration office at DIBt (renamed GEG registration office as of November 2020) randomly retrieves EPC-data from the certificate manufacturers for control purposes on behalf of the federal state control offices (see section 3.5). In principle, a major advantage of the XML format over printed certificates is that they are available in a standardised, electronically evaluable form. The **added value of EPC-data from anonymized XML control files** compared to already available data sets can be seen in the improvement of the data situation (level of detail) and in the closing of data gaps for building component parameters and for parameters of heating/cooling supply technology. This applies equally to residential and non-residential buildings. Furthermore, EPC-data from anonymized XML control files would also allow the modelling of the sought-after variables in concept K1a. In addition, the implementation of concept K2 would also be feasible, since the data missing in the EnEV EPC patterns for this concept are contained in the anonymized XML control files.

Potential added value for the further development of policy instruments

Regarding the usability of EPC-data for the further development of policy instruments, a distinction is made between the contents of an individual energy certificate and the data pool that could be generated from a sample of all energy certificates issued for the German building stock. In the following, an overview of the main starting points for the further development of the political instruments, which are considered in more detail in section 4.3, is given. The starting points for the **further development of the EPC as an information instrument** concern:

Graphical presentation of the information on greenhouse gas emissions

Recommendation: Illustrate emissions together with corresponding comparative values for other energy levels using a coloured scale (similar to the energy indicators).

Objective: To make the emissions of their consumption “housing” or their use of non-residential buildings comparable for building owners/users and thus better clarified.

- In the future, area-specific CO₂ equivalents must be shown as a numerical value (according to the GEG). The use of colour makes this information easier to understand and compare.
- At the same time, the problem of emissions in the EPCs is given more visual weight (CO₂ reduction is an essential goal of the efforts in the building sector).

Designation of the CO₂ reduction potential

Recommendation: Identify CO₂ reduction potential for the proposed measures in the context of the modernisation recommendations.

Objective: sensitize building owners/users for their potential contribution to climate protection.

- Added information value for building owners who do not want to base their investment decisions solely on costs/amortisation periods.
- Contributes to transparency/comprehensibility of the respective cost-saving potentials (CO₂ pricing in the building sector as from 2021).
- If necessary, prioritisation of measures with higher CO₂-saving potentials

Designation of the claimed funding programmes

Recommendation: Indicate which public funding programmes were used to improve the energy quality of the building.

Objective: To support public perception of the state’s promotional efforts.

Information on the last year of renovation/modernisation of the building envelope

Recommendation: Indication of the year of the last comprehensive refurbishment/modernisation of the building envelope before the certificate is issued, with a rough indication of the measures (e.g. external wall insulation, windows).

Objective: Collection of information on the refurbishment cycle (documented added information value for buyers and new tenants of existing buildings).

While assessing the **usability of EPC-data in the sense of a data pool for the targeted further development of the policy instruments**, it should be noted first that the bundle of climate and environmental policy instruments with a focus on energy use in the German building sector is already very broad. The added value of an EPC-data pool is therefore primarily to be seen in the monitoring of the existing instruments to be able to identify impact deficits and to coordinate them in the best possible way. In this context, the availability of EPCs in the individual segments of the building stock must be considered, which however cannot be quantified in this project. Starting points for the use of the data pool from EPC-data for the further development of policy instruments exist regarding:

Simple monitoring of emission-relevant trends

Objective: Increase the depth of rehabilitation and the effectiveness of funding instruments.

Monitoring of trends in the used mix of energy sources and the share of renewable energies as well as the figures of the energy quality of the building envelope. Comparison of the development of the share of buildings that “only” meet the minimum requirements of the ordinance with the share of buildings that exceed the minimum requirements.

Monitoring the development of the building stock in the CO₂ target range

Objective: Identify deviations between the real progress in reducing CO₂ emissions and the targeted reduction path at an early stage.

By intersecting EPC-data from demand certificates with quantity structure data on the building stock, the annual rate of rehabilitation including the depth of the respective measures can be determined for individual building types, building segments or regions (documented minimum rate, since not every renovation activity requires the issuing of a demand certificate).

Future changes to the policy instruments

Objective: Adequate planning and setting of future thresholds and estimation of funding needs.

By intersecting EPC-data with quantity structure data on the building stock, an estimate can be made on the extent and timing of how individual building segments will be affected by future changes in policy instruments.

Contribution to the analysis of dead-weight loss

Objective: Efficient design of the use of subsidies

EPC-data can be used to examine the extent to which eligible measures coincide with the use of funding.

Establishment of ecological criteria for building financing

Objective: Make financing in the building sector more sustainable

EPC-data can be used to determine the proportion of the ‘most sustainable’ buildings in a stock or to set sustainability criteria.

Methods for the use of EPC-data for the characterisation of the energetic building condition

Various methodological concepts based on EPC-data are conceivable for characterising the energy status of buildings. The data situation has a great influence on the feasibility and the significance of the results. The analysis of the current data situation and the potential added value of EPC-data shows that EPCs are biased regarding exhibition occasion, energy quality and energy source and thus do not cover all segments of the building stock. For aggregated statements on the energy quality of the building stock, sample surveys, regularly conducted censuses, panels and/or modelling are required.

Given the existing data situation four methodological concepts (MK0 to MK3) that build on EPC-data are proposed. Table 1 provides a summarizing overview of the objective, the output, the methodology and the advantages and disadvantages of these concepts. For a detailed description, please refer to chapter 5.

Table 1
Overview of the proposed methodological concepts (MK0 to MK3)

	MK0: Sole use of EPCs	MK1: Sampling, statistical analysis and extrapolation	MK2: Statistical evaluation combined with modelling	MK3: Sampling, statistical analysis and modelling
Objective	Specific statements on demand/ consumption for segments with EPC-data.	Higher coverage compared to MK0 due to sample survey.	Improvement of common bottom-up models by means of evaluations of EPCs or vice versa.	Good empirical support and identification of the most important indicators → unification of the advantages of MK0 to MK2.
Output	Tabular and graphical presentation of the results	Tabular and graphical presentation of the results, monitoring	Demand and consumption data as well as energy-technical parameters, temporal developments	Specific demand and energetic parameters, empirically supported and validated model
Methodology	Statistical evaluation of EPC-data regarding various characteristics <ul style="list-style-type: none"> ■ Descriptive methods ■ Inductive methods (e.g. regression models) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Characterisation of the population ■ Forming a stratified sample ■ data collection, ■ statistical evaluation ■ Extrapolation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Set up bottom-up model ■ Structuring of the population ■ Statistical evaluation of EPC-data ■ Linking model with data evaluation ■ Modelling of energy demand (and other indicators if necessary) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Set up bottom-up model ■ Structuring of the population ■ Sample survey ■ Statistical evaluation of EPCs and survey data ■ Linking model with data analysis ■ Modelling of energy demand (and other indicators if necessary)
advantages (+)	Little effort, no surveys necessary	Statements on the building stock, representativeness	Statements on the building stock, representativeness, use of characteristic values, data protection, no additional surveys	Statements on the building stock, representativeness, use of characteristic values, data protection, elimination of distortions through sample survey
disadvantages (-)	Only statements on specific segments possible, representativeness may not be given.	Significantly higher effort than MK0 due to sample surveys	Less precise linkage than with MK1, possibility of distortions due to lack of survey	Higher effort (sampling and modelling)

Source: ESA² and TEP Energy.

The methodological concept MK3 consists out of a sample survey, statistical evaluations and modelling and combines the advantages of the concepts MK0, MK1 and MK2. The concept allows the most representative statements on the energy quality of the building stock and is explained in more detail accordingly.

Basically, the energy quality of the building stock can be characterised by the three influencing factors quantity structure (in m²), energy performance indicator (in kWh/m²) and energy source shares (in %). The inclusion of primary energy or emission factors allows additional statements on primary energy consumption resp. energy demand or the climate compatibility of the building stock.

The derivation of the **quantity structure** differs for residential and non-residential buildings. For residential buildings, the energy reference area (EBF) is determined from the living space. For non-residential buildings, it may be possible to build on the ongoing project “Research database for non-residential buildings” (IWU 2020).

The **energy performance indicator** depends on the following influencing factors (Nägeli et al. 2018; Jakob et al. 2020a):

- U-values and g-values of the opaque and transparent building envelope
- Geometric ratios ($A_{\text{exterior}}/\text{EBF}$ or $A_{\text{exterior wall}}/\text{EBF}$, $A_{\text{windows}}/\text{EBF}$ etc.)
- Time and extent (proportions) of the renewed component surfaces
- Air exchange rates, determined by the ventilation behaviour via windows (especially in residential buildings) and the presence and operation of ventilation systems (in some non-residential buildings).
- Occupancy density (number of persons per m²), relevant for hot water consumption and internal heat gains
- Other parameters such as tightness, indoor temperature, shading, internal heat caused by people and appliances (especially important for non-residential buildings), hot water consumption per person, etc.
- Utilisation rate of the heat generation systems
- Weather

A direct collection of energy indicators, i.e. specific demand resp. consumption values, would involve an enormous effort. Therefore, it is proposed:

- To use EPC-data for the segments where the availability is already given, and
- Calculate the energy performance indicators based on ascertainable variables (following the Swiss standard SIA 380/1 or the corresponding DIN standard), whereby differences between the federal states must be considered for the input variables of the calculation.

To update the **energy carrier shares**, the sample survey must be repeated at regular intervals (if necessary, as a rolling panel). This is necessary because energy carriers are typically registered only when the building is first surveyed. A certain change of energy carriers since the last survey can be modelled (derivation of renewal and substitution rates from survey). In this way, data ageing in energy sources can be counteracted.

1 Einleitung, Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Aus energiewirtschaftlicher und klimapolitischer Sicht wird im deutschen Gebäudesektor nach wie vor ein großer Handlungsbedarf gesehen, zum einen wegen seines Anteils an den Treibhausgasemissionen und zum anderen wegen der mutmaßlich immer noch hohen Reduktionspotenziale. Der Sektor ist für knapp 35 % des Endenergieverbrauchs in Deutschland und rund 30 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich (UBA 2020). Zentrales Anliegen der Bundesregierung ist es, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Nach dem als Teil des Klimaschutzprogramms 2030 beschlossenen Bundesklimaschutzgesetz sollen die Emissionen von Treibhausgasen im Gebäudebereich von rund 118 Mio. t CO₂-Äquivalenten im Jahr 2020 auf 70 Mio. t CO₂-Äquivalente im Jahr 2030 gesenkt werden. Das u. a. im Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) aufgegriffene Energieeffizienzziel aus dem Energiekonzept der Bundesregierung von 2010 sieht bis 2020 eine Reduzierung des Primärenergieverbrauchs um 20 % vor (BMW i 2014).

Vor diesem Hintergrund ist eine möglichst genaue Kenntnis der energetischen Qualität des Gebäudebestands in Deutschland aus zwei Gründen wichtig:

- Um die Ziele des Klimaschutzplans 2050 zu erreichen, sind zielgerichtete, wirkungsvolle und effiziente klimapolitische Instrumente (z. B. Anforderungen und Anreizsysteme) zu schaffen, um die Emission von Treibhausgasen zu reduzieren.

Solche Instrumente sind zum einen auf die Entscheider im Gebäudesektor abzustimmen. Zum anderen ist auf den Zustand der Gebäude Bezug zu nehmen, da nicht immer davon ausgegangen werden kann, dass sich die Gebäude noch in ihrem Originalzustand befinden. Dies hat einen großen Einfluss auf die Kosten und vor allem den Nutzen von Modernisierungsmaßnahmen.

- Die Wirkung von solchen Instrumenten ist regelmäßig zu monitoren, um die Instrumente bei Bedarf anpassen zu können.

Sowohl für die Konzeption und Ausgestaltung der Instrumente als auch für deren Monitoring ist eine genaue Kenntnis über die in Deutschland bestehende Bausubstanz und vor allem über deren energetische Qualität von hohem Nutzen. Daten zum Mengengerüst, zur Gebäudetypologie und zum Gebäudezustand sind somit eine wichtige Grundlage für planerische Zwecke bei Behörden und für die politische Entscheidungsfindung.

Es stellt sich deshalb die Frage, wie die energetische Qualität des Gebäudebestands charakterisiert und erfasst werden kann und wie ein wirkungsvolles und (kosten-)effizientes Monitoring des Gebäudebestands aussehen könnte. Dies ist insbesondere deshalb eine Herausforderung, weil die Datenlage zum Wohngebäude- und insbesondere zum Nichtwohngebäudebestand noch sehr gering ist, vor allem was den energie- und bautechnischen Zustand sowie Energieverbrauch und Emissionen betrifft.

Um diese Datenlücken zu schließen, werden Energieausweise (EA) häufig als mögliche Datenquelle zur Gewinnung von Erkenntnissen über die energetische Qualität des Gebäudebestands vorgeschlagen. In der Tat ist davon auszugehen, dass Energieausweise in Deutschland mittlerweile für viele Gebäude vorliegen. Sie wurden mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 für Neubauten eingeführt. Seitdem wurden die verpflichtenden EA-Ausstellungsanlässe sukzessiv erweitert. Zusätzlich ist seit Mai 2014 jede EA-Ausstellung bei der EnEV-Registrierstelle¹ am Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) durch eine zentral vergebene Ausweisnummer zu registrieren.

Trotz des vordergründig hohen Potenzials der Energieausweise als Datenquellen existieren bis dato jedoch keine wissenschaftlichen Untersuchungen dazu, welche konkreten relevanten Erkenntnisse sich aus vorhandenen Ausweisen tatsächlich gewinnen lassen könnten. Zum einen ist wenig über die Qualität und die Belastbarkeit von EA-Daten bekannt. Zum anderen stellt sich die Frage, wie geeignet diese Daten sind, um auf deren

¹ Mit der Ablösung der EnEV durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) wird die EnEV-Registrierstelle am DIBt ab November 2020 in GEG-Registrierstelle umbenannt.

Grundlage Aussagen zum energetischen Zustand des deutschen Gebäudebestands zu treffen sowie Schlussfolgerungen zum Design und zur Wirkung von energie- und klimapolitischen Instrumenten ziehen zu können.

Die Nutzung von Daten und Erkenntnissen aus Auswertungen von Energieausweisen stellt potenziell eine sehr gute Möglichkeit dar, die Kenntnis über den bautechnischen, energetischen und klimarelevanten Zustand des Gebäudebestands in Deutschland zu verbessern. Mit Verweis auf ähnliche Studien, Erkenntnisse und Überlegungen der Autoren ist dies vor allem dann der Fall, wenn Informationen zu Energieausweisen mit anderen Datengrundlagen kombiniert oder gar verknüpft werden können.

1.1 Ziele des Forschungsprojekts

Das Ziel des IPEAD-Projekts ist eine detaillierte Untersuchung, welche potenziellen Erkenntnisse aus der Nutzung von Energieausweisdaten gewonnen werden können, um belastbare Aussagen über die energetische Qualität des deutschen Gebäudebestands zu treffen. Betrachtet werden sowohl Wohngebäude (WG) als auch Nichtwohngebäude (NWG). Die inhaltlichen Ziele des Projektes werden anhand der folgenden Fragestellungen konkretisiert:

- Wie können aus EA-Daten valide Erkenntnisse über den aktuellen energetischen Zustand des Gebäudebestands in Deutschland abgeleitet bzw. wie können bestehende Aussagen und Ansätze zur Charakterisierung des energetischen Gebäudezustand auf Basis von EA-Daten verbessern werden?
- Welche Aussagekraft haben die EA-Daten?
- Wie ist eine Datenbasis (Datenpool) erstellt aus EA-Daten in Bezug auf Datenqualität und Repräsentativität zu beurteilen?
- Ergeben sich aus dem Umstand, dass es verschiedene EA-Generationen (EnEV 2002/2004, EnEV 2007, EnEV 2009, EnEV 2013) sowie unterschiedliche EA-Arten und EA-Ausstellungsanlässe gibt (und damit einhergehend auch verschiedene Ausweisinhalte) besondere Erkenntnisse oder Einschränkungen?
- Wie müsste eine Auswertung bzw. eine Nutzung von EA-Daten aussehen, um einen spezifischen Erkenntnisgewinn aus den verschiedenen Energieausweisen zu ziehen?
- Wie sind mögliche Erkenntnisgewinne aus Energieausweisen hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit für die Gestaltung bzw. Weiterentwicklung von Politikinstrumenten und deren Monitoring zu bewerten?

Das Projekt hat einen hauptsächlich methodischen Charakter, d. h. es werden weder EA-Daten erhoben bzw. Datensammlungen ausgewertet oder erstellt noch Berechnungen durchgeführt. Gleichwohl werden verfügbare Datenquellen eruiert und in die methodischen Überlegungen einbezogen.

Die methodische Zielsetzung besteht darin, Überlegungen und Vorschläge zu erarbeiten, wie die wesentlichen EA-Inhalte gewinnbringend genutzt werden könnten, gegebenenfalls unter Einbezug weiterer Datenquellen, um den o. g. Punkten der Aufgabenstellung Rechnung zu tragen. Dabei ist zu beachten, dass EA-Inhalte – außer von den Personen, an die sich der Energieausweis in erster Linie richtet (Eigentümerinnen und Eigentümer, Personen mit Kauf- oder Mietinteresse) – derzeit lediglich zu Kontrollzwecken durch die Kontrollstellen der Bundesländer genutzt werden dürfen.

1.2 Methodische Umsetzung

Im Folgenden wird zunächst das Umsetzungskonzept zur Erreichung der gesteckten Ziele unter Berücksichtigung der gestellten Anforderungen vorgestellt. Abbildung 1 illustriert das Vorgehen im Projekt.

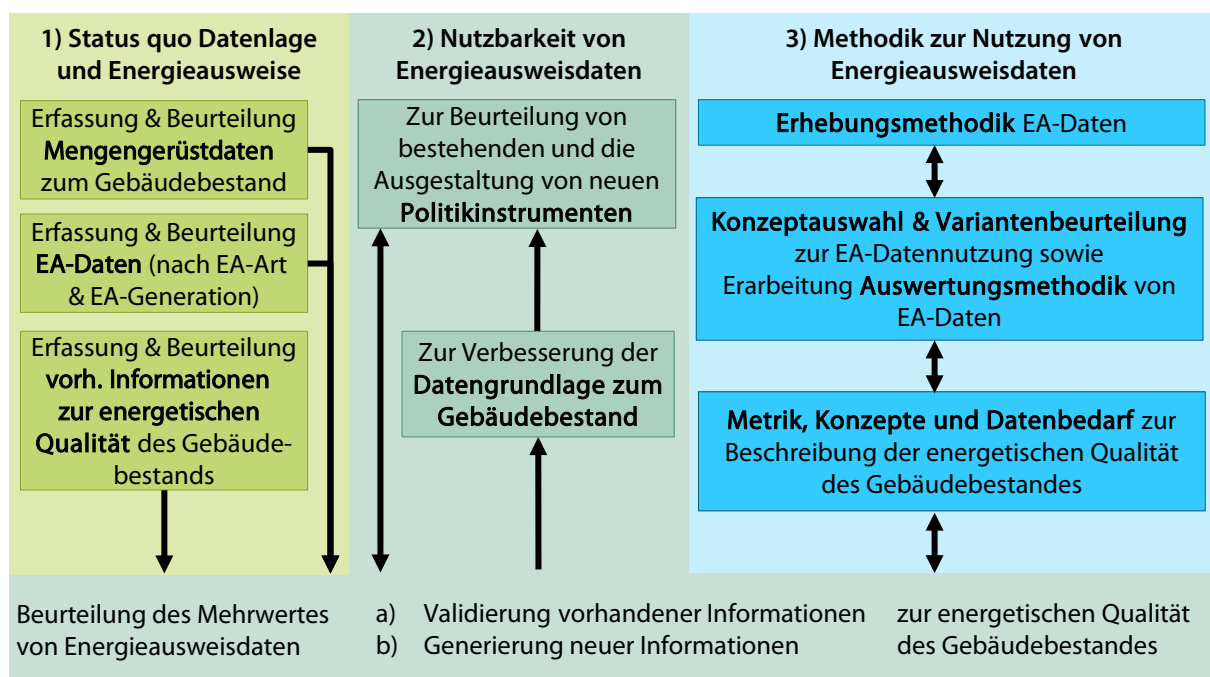
Die Analyse des Potenzials von Erkenntnissen aus Energieausweisen, namentlich des Mehrwerts, der durch Informationen aus den Ausweisen gewonnen werden kann, ist vor dem Hintergrund der grundsätzlichen methodischen Möglichkeiten, der vorliegenden (oder zu erweiternden) Datenlage, dem gewünschten Ergebnis (z. B. bezüglich Belastbarkeit und Genauigkeit) sowie dem leistbaren Aufwand zu beurteilen. Vor dem

Hintergrund der Zielsetzung und der möglichen Konzepte und Methoden, die energetische Qualität eines Gebäudebestands zu definieren und zu bestimmen, gliedert sich das Vorgehen in die folgenden drei Schritte:

- 1. Schritt:** Analyse zum Status quo verfügbarer Daten und Informationen zum Mengengerüst und zur energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands sowie der Energieausweise hinsichtlich ihrer potenziellen Inhalte und Verfügbarkeit im Gebäudebestand.
- 2. Schritt:** Nutzbarkeit und Beurteilung des potenziellen Mehrwertes von EA-Daten zur Verbesserung der Datenlage zum deutschen Gebäudebestand sowie zum Monitoring und zur Weiterentwicklung des politischen Instrumentariums.
- 3. Schritt:** Ausarbeitung des methodischen Vorgehens zur Schaffung einer besseren Datengrundlage zum Gebäudebestand in Deutschland auf der Basis von Erkenntnissen aus Energieausweisen.

Abbildung 1

Methodik zur Evaluierung des möglichen Mehrwertes von EA-Daten zur Bewertung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes



Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy.

1.2.1 Schritt 1: Analyse zum Status quo verfügbarer Datenbestände und von Energieausweisen

Für die Bestandsaufnahme, Analyse, Beurteilung und Bewertung der **aktuellen Datenlage und der Datenqualität zum Mengengerüst und zur energetischen Qualität des Gebäudezustands**, werden verschiedene Datenquellen betrachtet:

- Amtliche Statistiken und Erhebungen: (Destatis 2020, Statistische Ämter 2014, Mikrozensus 2018)
- Studien mit Stichprobenerhebungen, Modellansätzen und eigenen Berechnungen (Diefenbach et al. 2010; Cischinsky/Diefenbach 2018; Hörner/Schwarz/Busch 2018; Hörner/Cischinsky/Rodenfels 2020; IWU 2020, Kantar Public 2018; Loga et al. 2015; dena 2016; BBSR 2011/2016/2020, BMVBS 2011; BMVBS 2013)
- Literaturstudien (Clausnitzer et al. 2014)

Bei der Bestandsaufnahme, Analyse, Beurteilung und Bewertung der **Datenlage und der Datenqualität der Energieausweise** in Deutschland werden Unterschiede zwischen den verschiedenen EA-Arten und EA-Generationen adäquat berücksichtigt und der sich daraus ergebende Erkenntnisgewinn wird spezifisch zugeordnet. Dasselbe gilt für die Differenzierung zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden.

Im Vordergrund stehen Energieausweise gemäß den nach Inhalt und Aufbau verbindlichen EnEV-Ausweismustern. Die Inhalte der EnEV-Ausweismustern werden systematisch erfasst und es wird deren potenzielle Datenqualität bzw. Aussagekraft mithilfe verschiedener Merkmale (u. a. Aktualität, Detailgrad, Verlässlichkeit etc.) qualitativ beurteilt. Ergänzend wird das XML-Kontrolldateischema (DIBt 2016) der EnEV-Registrierstelle betrachtet, weil dies maßgeblich die Verfügbarkeit von EA-Daten beeinflusst. Auf Grundlage dieses Schemas fordert die EnEV-Registrierstelle im Auftrag der Landeskontrollstellen von den Ausweiserstellern stichprobenartig Daten für Kontrollzwecke an.

Des Weiteren wird eine qualitative Einschätzung zur potenziellen EA-Verfügbarkeit differenziert nach den verschiedenen EA-Generationen und EA-Arten vorgenommen. Hintergrund ist zum einen, dass Energieausweise seit 2002 ausgestellt werden und seit der EnEV 2007 eine maximale Gültigkeit von zehn Jahren haben. Sofern keine wesentlichen Änderungen am Gebäude vorgenommen wurden, sind aber auch Daten aus abgelaufenen Ausweisen für die Abschätzung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes relevant. Die EA-Gültigkeitsdauer soll deshalb kein striktes Ausschlusskriterium im Projekt sein. Zum anderen werden durch diese Betrachtung die Aspekte „Repräsentativität“ bzw. „Verzerrung“ adressiert, dies vor dem Hintergrund, dass Energieausweise aus bestimmten Anlässen (u. a. Neubau und Vermietung/Verkauf) ausgestellt werden. Während Ausweise für Neubauten grundsätzlich als repräsentativ für diese Kohorte betrachtet werden können, ist bei Vermietung/Verkauf von verzerrenden Effekten auszugehen. Insbesondere im Bereich des selbstgenutzten Wohneigentums (namentlich im Einfamilienhausbereich) ist von langen Verweilzeiten auszugehen (unter Umständen mehrere Jahrzehnte), sodass Energieausweise entweder nicht vorliegen oder nur eine verzerrte Aussagekraft haben.

1.2.2 Schritt 2: Nutzbarkeit und Beurteilung des Mehrwerts von Energieausweisdaten

Aufbauend auf den Ergebnissen des Schritts 1 werden in diesem Arbeitsschritt die möglichen Erkenntnisgewinne aus Energieausweisen hinsichtlich ihrer potenziellen Nutzbarkeit und dem daraus resultierenden Mehrwert analysiert und beurteilt:

- a) für die Verbesserung der Datengrundlage zum Gebäudebestand (im Sinne eines Monitorings, um Grundlagen für die Wirkungsanalyse von bestehenden Politikinstrumenten zu schaffen),
- b) für die Anpassung von bestehenden und die Ausgestaltung von neuen Politikinstrumenten.

Um die Verbesserung der Datengrundlagen zum deutschen Gebäudebestand durch EA-Daten zu analysieren, wird zunächst der Datenbedarf verschiedener Konzepte zur Beschreibung der energetischen Qualität eines Gebäudebestandes mit der bereits verfügbaren Datenlage abgeglichen. Dadurch werden Datenlücken und qualitative Schwächen der aktuellen Datenlage aufgezeigt. Darauf aufbauend werden die potenziell verfügbaren Daten und Informationen aus Energieausweisen dem Datenbedarf zum Mengengerüst und zur energetischen Qualität von Gebäuden sowie den dazu verfügbaren Daten gegenübergestellt. Daraus wird der potenzielle Mehrwert der EA-Datennutzung abgeleitet.

Anschließend wird die Nutzbarkeit und der Mehrwert von EA-Daten für eine zielgerichtete Weiterentwicklung von Politikinstrumenten für den Gebäudebereich erörtert. Im Vordergrund stehen dabei Maßnahmen, die zur Erreichung der Klimaschutzziele im Gebäudebereich notwendig sind, insbesondere solche, die zu Fortschritten bei der Sanierungstiefe (energetische Qualität) und Sanierungsbreite (Sanierungsrate bzw. Häufigkeit) führen und den Einsatz erneuerbarer Energiequellen forcieren.

1.2.3 Schritt 3: Ausarbeitung eines methodischen Vorgehens zur Schaffung einer besseren Datengrundlage zum Gebäudebestand in Deutschland auf der Basis von Erkenntnissen aus Energieausweisen

Das Konzept für das mögliche methodische Vorgehen basiert auf den Ergebnissen und Erkenntnissen der Schritte 1 und 2. Ziel dieses Konzepts ist es, eine bessere und verlässliche Datengrundlage zum deutschen Gebäudebestand zu erhalten, wobei stark auf Erkenntnisse gestützt werden soll, welche aus Energieausweisen gewonnen werden können. Dabei werden Aussagen darüber getroffen,

- welche Aspekte bei einer Auswertung aus Energieausweisen zu beachten sind,
- welche weiteren Daten zu erheben sind (im Zusammenhang mit Energieausweisen),
- mit welchen weiteren Datenbeständen EA-Daten zu verknüpfen sind und
- welche weiteren Daten zum Gebäudebestand gegebenenfalls zusätzlich zu erheben sind, um die Qualität und Verlässlichkeit der Aussagen möglichst hoch zu halten.

Bei der Erstellung des Konzepts werden als Leitlinie folgende Fragestellungen getrennt für Wohn- und Nichtwohngebäude betrachtet, wobei hierzu die Ergebnisse der Arbeitsschritte 1 und 2 einfließen (siehe dazu die Erläuterungen in den vorgenannten Arbeitsschritten, in denen bereits skizziert wird, wie diese Fragestellungen beantwortet werden):

- Was ist bezüglich der Vergleichbarkeit und Einordnung von Aussagen in Energieausweisen zu beachten (verschiedene EA-Generationen, EA-Arten, Ausstellungsanlässe, witterungsbereinigte Kennwerte etc.)?
- Welche Quantität an Ausweisen wäre für valide Aussagen zu verschiedenen Gebäudearten und Informationen für eine bundesweite Betrachtung erforderlich?
- Ist es möglich, allein auf der Basis von Energieausweisen verlässliche Aussagen zum Gebäudebestand zu erhalten oder ergeben sich erst durch Querschnittsauswertungen mit anderen verfügbaren Datenquellen solche verlässlichen Aussagen?

1.3 Struktur des Berichtes

Im Kapitel 2 unten werden zunächst die wichtigsten der möglichen Konzepte zur Erfassung und Beurteilung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes vorgestellt. Anschließend wird im Kapitel 3 der Status quo bereits verfügbarer Datensammlungen und von Energieausweisen betrachtet. Im Abschnitt 3.1 wird die aktuelle Datenlage hinsichtlich Mengengerüst und im Abschnitt 3.2 hinsichtlich der energetischen Qualität des Gebäudebestandes beurteilt und bewertet. Dies erfolgt anhand von Rastern, mit denen bestehende Studien bezüglich wichtiger Attribute zum Mengengerüst und zur energetischen Qualität analysiert werden. Im Abschnitt 0 werden zunächst die verschiedenen EA-Arten und EA-Generationen in Deutschland zusammen mit den Ausstellungsanlässen vorgestellt, bevor im Abschnitt 3.4 die EA-Inhalte systematisch erfasst und hinsichtlich ihrer potenziellen Qualität beurteilt werden. Im Abschnitt 3.5 wird die EnEV-Registrierstelle sowie die Kontrolle von Energieausweisen beleuchtet und wesentliche Inhalte des XML-Kontrolldateischemas vorgestellt. Die potenzielle Verfügbarkeit eines EA (nach Art und Generation) für einzelne Gebäudesegmente wird im Abschnitt 3.6 beurteilt.

Im Kapitel 4 wird das Potenzial von Erkenntnissen aus Energieausweisen zur Verbesserung der Charakterisierung der energetischen Qualität des Gebäudebestands analysiert. Aufbauend auf den Erkenntnissen aus dem Kapitel 3 werden in den Abschnitten 4.1 und 4.2 Möglichkeiten zur Verifizierung und Verbesserung des verfügbaren Datenpool sowie dessen Ergänzung (Schließen von Datenlücken) durch Energieausweisdaten eruiert. Der jeweilige Datenbedarf der betrachteten Konzepte zur Beschreibung der energetischen Qualität des Gebäudebestandes bildet hierfür den Rahmen. Vor diesem Hintergrund wird im Kapitel 5 die mögliche Nutzbarkeit von Energieausweisdaten zur Verbesserung der Datengrundlage zur energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands zusammenfassend diskutiert und konkrete Konzepte zur Umsetzung vorgestellt.

2 Konzepte und Methoden zur Erfassung, Beschreibung und Beurteilung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands

In diesem Kapitel werden mögliche Konzepte und Methoden zur Erfassung, Beschreibung und Beurteilung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands vorgestellt. Hierfür ist zunächst das Verständnis des Begriffs „energetische Qualität“ zu schärfen.

2.1 Definition und Beschreibungskonzepte der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands

Die Definition des Begriffs bzw. der Metrik „energetische (und treibhausgasspezifische) Qualität des Gebäudebestands“ richtet sich nach Ziel und Zweck, welche damit erreicht werden sollen. Im Projekt IPEAD wird hierfür von folgenden Zielsetzungen ausgegangen:

- 1) Monitoring der vergangenen und gegenwärtigen Energieinanspruchnahme des Gebäudebestands pro Energieträger (und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen), absolut und spezifisch.
- 2) Charakterisierung des Gebäudebestands in Bezug auf umgesetzte und noch verbleibende energetische Potenziale in Sachen Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Energien.
- 3) Grundlage für die Ausgestaltung von Politikinstrumenten

Vor diesem Hintergrund kann die energetische (und treibhausgasspezifische) Qualität von Gebäuden bzw. des gesamten Gebäudebestands mittels verschiedener Indikatoren und Kennzahlen unterschiedlicher Differenzierung beschrieben oder angenähert werden. Mit Bezug auf Energieausweise wird zwischen den in Tabelle 2 aufgelisteten Konzepten unterschieden.

Tabelle 2

Konzepte zur Beschreibung der energetischen Qualität des Gebäudebestands

Konzeptbezeichnung	Konzeptbeschreibung
K1: Energetische Kennzahlen (EKZ) K1a: berechnet K1b: gemessen	End- oder Primärenergienutzung pro Bezugsgröße (z. B. pro Flächeneinheit) des Gebäudes als Ganzes (kWh/m ²). Hierbei kann unterschieden werden zwischen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Zustandsbeschreibung (berechneter oder modellierter Energiebedarf) ■ Beschreibung des Betriebs (tatsächlicher Energieverbrauch, witterungsbereinigt)
K2: Energietechnische Kennwerte	Kennwerte des Zustands einzelner Gebäudeelemente wie Gebäudehülle als Ganzes oder in Teilen, gebäudetechnische Anlagen etc. (z. B. U-Werte, spezifischer Transmissionswärmeverlust, Luftwechselraten, verwendete Energieträger, Wirkungsgrade)
K3: Bautechnische Beschreibung	Beschreibung des Zustands des Gebäudes oder einzelner Gebäudeelemente. D. h. indirekte qualitative und quantitative Beschreibung des bautechnischen Zustands der Gebäudehülle und der energetischen Anlagen durch Typologisieren des ursprünglichen Originalzustands zum Zeitpunkt deren Erstellung und der nachträglich durchgeführten Modernisierungen und Veränderungen (Ersatzmaßnahmen, Add-on Maßnahmen).

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy.

Bei einigen dieser Ansätze kann nach verschiedenen Kriterien und Attributen differenziert werden:

- Differenziert nach verschiedenen Aggregationsebenen und Bezugsgrößen, entweder:
 - Pro Gebäude, Gebäudegruppe, Unternehmen, Kommune etc.
 - Pro Bezugsgröße (z. B. pro Wohneinheit oder energetischer Fläche)
 - Nutzungsspezifische Beschreibung des Gebäudebestands
- Differenziert nach verschiedenen Anwendungsbereichen, wiederum entweder pro Gebäude oder pro Bezugsgröße:
 - Pro energetischem Verwendungszweck (Raumwärme, Warmwasser, Lüftung/Klima, Beleuchtung etc.)
 - Pro Nutzungszweck (z. B. Wohnen, Büro, Schule, Handel, Gesundheitswesen etc.)

Um einen hohen Mehrwert zu erzielen bzw. um aggregierte Aussagen für einzelne Segmente oder den Gebäudebestand als Ganzes treffen zu können, sind o. g. Datenattribute mit einem sogenannten Mengengerüst (Flächen, Anzahl Wohneinheiten – geeignet differenziert) zu verknüpfen. Dies trifft umso mehr zu, weil in der Regel nicht von einer Vollständigkeit im Sinne eines kompletten Registers ausgegangen werden kann.

2.2 Methoden zur Erfassung der energetischen Qualität des Gebäudebestands

Grundsätzlich gibt es mehrere methodische Möglichkeiten, um den energetischen Zustand des Gebäudebestands und die damit verbundenen Treibhausemissionen generell und speziell in Deutschland bestimmen zu können. Die wichtigsten Hauptvarianten sind I. Vollerhebung, II. Stichprobenerhebung und Hochrechnung sowie III. modellgestützte Ansätze. Auf diese und darauf bezugnehmende Untervarianten wird nachfolgend eingegangen.

I. Vollerhebung:

Bei der Vollerhebung werden die für das jeweilige Konzept erforderlichen Daten für jedes einzelne Gebäude erhoben. Im Fokus steht bei dieser Methodik die Energieinanspruchnahme (siehe Konzept K1 in Tabelle 2), welche entweder direkt erhoben (Methode I.a) oder indirekt berechnet (Methode I.b) oder über Lieferanten bezogen werden kann (Methode I.c).

II. Stichproben- und statistische Hochrechnungsverfahren:

Die Methode der Stichprobe und Hochrechnung berechnet die erforderlichen Daten der Grundgesamtheit mittels Daten einer repräsentativen oder geschichteten Stichprobe. Dabei können als Grundgesamtheit entweder Prüfberichte der Schornsteinfeger (Methode II.a) oder, falls verfügbar, ein Anschriften- und Gebäuderegister (Methode II.b) verwendet werden.

III. Modellgestützte Ansätze (und Wirkungsanalyse):

Bei den modellgestützten Methoden werden Energiebedarfs- bzw. Verbrauchs- oder Emissionsentwicklungen anhand eines Modells aus der Veränderung des Mengengerüsts, der Effizienzentwicklung und des Energieträgermixes berechnet. Dies kann entweder „Bottom-up“ (Methode III.a) oder „Top-down“ (Methoden III.b und III.c) berechnet werden. Je nach Konzeption (und Datenlage) können mit modelltechnischen Ansätzen auch Wirkungsanalysen durchgeführt werden.

Die verschiedenen Untervarianten sind wie folgt mit einer groben Einschätzung zu den erforderlichen Daten zu beschreiben:

- **Methode I.a** Direkte Erhebung von Energieverbräuchen im Sinne einer Vollerhebung. Dies bedingt eine Vollerhebung auch der nicht-leitungsgebundenen Energieträger.
- **Methode I.b** Berechnung aus ergänzten Wärmeerzeugerkontrolldaten: Diese Methode bedingt u. a. eine Vollerhebung der installierten Leistung und der Volllaststunden, z. B. durch die Schornsteinfeger.
- **Methode I.c** Direkte Energieabsatzerhebung: Die direkte Energieabsatzerhebung ist zwar eine adäquate Methode zur Erstellung einer Energiestatistik auf nationaler Ebene, aber für eine weitergehende Differenzierung (z. B. pro Bundesland, Gebäudetyp etc.) nur im Ausnahmefall möglich. Der Hauptgrund dafür ist, dass sich die Tätigkeiten der Energielieferanten nicht auf solche Entitäten beschränken und daher relativ hohe Abgrenzungsaufwände entstehen würden (auch zwischen Gebäuden und anderen Verbrauchern). Wenn von der Absatzerhebung der lagerfähigen Energieträger auf den jährlichen Energieverbrauch bei den Endkunden geschlossen werden soll, müssten als zusätzlicher Aufwand die Lagervolumen und die Füllstände bei den Endkunden bei jeder Lieferung neu erhoben werden.
- **Methode II.a** Hochrechnung mittels Stichprobe von ergänzten Prüfberichten der Schornsteinfeger: Die für die Methode erforderlichen Daten der Grundgesamtheit sind mit den Anlagedaten der Feuerungskontrolle für die fossilen Energieträger und für Holz vorhanden. Die spezifischen Volllaststunden lassen sich über eine Erhebung des Energieverbrauchs einer Stichprobe bestimmen. Die Abschätzung der Volllaststunden und die Abgrenzung redundanter Kesselleistungen (Reserve- und Spitzenkessel) ist erfahrungsgemäß mit hohen Unsicherheiten verbunden. Die nicht über die Kontrolle abgedeckten Heizsysteme können mit der Methode nicht erfasst werden, womit die Zielsetzung nicht vollständig erreicht wird.
- **Methode II.b** Hochrechnung aus Energieverbrauchserhebung bei einer Stichprobe von Gebäuden: Solides Mengengerüst, Resultatgenauigkeit abhängig von Stichprobenansatz und -größe und je nach betrachteter Ergebnisgröße.
- **Methode III.a** Bottom-up Modellierung. Es werden zwei Varianten unterschieden: Kohortengestützte Modellierung und panelgestützte Modellierung. Bei der „kohortengestützten Bottom-up-Modellierung“ wird der spezifische Energieverbrauch von verschiedenen Gebäudekohorten berechnet (z. B. indirekt über Informationen zum Zustand der Gebäudehülle) und mit dem entsprechenden Mengengerüst (Energiebezugsflächen oder ähnliche Bezugsgrößen) verknüpft. Eine Kohorte entspricht dabei einer Gebäudemenge mit gleichen Attributwerten, z. B. bezüglich Energieträger, Gebäudetyp oder Gebäudealter. Bei der Variante „panelgestützte Bottom-up-Modellierung“ wird eine Auswahl von Gebäuden (das Panel) untersucht, bzgl. Veränderungen verfolgt und mit bestehenden Datensätzen verknüpft. Die Daten des Panels werden als Input für die Bottom-up-Modellrechnung genutzt.
- **Methode III.b** Top-down-Analyse der Emissionen: Es ist nur ein Reporting der Gesamtemissionen möglich. Zudem können nur Aussagen zu strukturellen Unterschieden getroffen werden, nicht aber zu wirkungsbedingten Differenzen (z. B. Erneuerungs- oder Substitutionsraten).
- **Methode III.c** Top-down ökonomische Modellierung der Emissionsentwicklung: Eine ökonomische Modellierung der Emissionsentwicklung ist eine geeignete Methode, um die Entwicklung national zu beschreiben. Voraussetzung für ein ökonomisches Modell sind genügend differenzierte Daten, um die Einflussfaktoren abdecken zu können.

2.3 Datenbedarf für die Charakterisierung der energetischen Qualität des Gebäudebestands in Deutschland

Zur Beschreibung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands ist in Abhängigkeit der gewählten Konzepte (siehe Abschnitt 2.1) und Erfassungsmethoden (siehe Abschnitt 2.2) eine spezifische Datengrundlage erforderlich. Zum einen werden verschiedene Eingangsdaten zwingend benötigt, um die gesuchten quantitativen und qualitativen Größen bestimmen zu können. Je nach Konzept und der Datenverfügbarkeit können oder müssen die gesuchten Größen teilweise aber auch direkt erhoben werden. Zum anderen können ergänzende, nicht zwingend erforderliche Eingangsdaten hilfreich sein, um das Ergebnis zu verbessern. Den Datenbedarf der Konzepte in Verbindung mit der Erfassungsmethodik zeigt Abbildung 2.

Abbildung 2

Spezifischer Datenbedarf für die verschiedenen Konzepte und Erfassungsmethoden zur Charakterisierung der energetischen Qualität des Gebäudebestands

	K1: Energetische Kennzahlen		K2: Energie-technische Kennwerte	K3: Bau-technische Beschreibung	
	K1a: berechnet				K1b: gemessen
	erhoben	modelliert	erhoben	erhoben oder modelliert	
Mengengerüst statisch (Bestand)					
Anzahl Gebäude	a	a	a	a	a
Gebäudegröße ^a	a	a	a	a	a
Fläche Gebäudebestand absolut	a	a	a	a	a
Gebäudekategorie / Nutzung					
Geometrische Verhältnisse					
Gebäudevolumen					
Baujahr / Baualtersklasse					
Personenanzahl					
Mengengerüst dynamisch (Aktivität)					
Neubau- und Abrisstätigkeit					
Energetische Sanierungen Gebäudehülle ^b					
Energieträger (Anteile und Wechselraten)					
Energetische Sanierungen Gebäudetechnik ^b					
Energetische Qualität					
Energieverbrauch (spezifisch)			gG		
Energiebedarf (spezifisch)	gG	gG			
Transmissionswärmeverluste (spezifisch)					
Sanierungsgrad grob (ganz, teilweise, etc.)					gG
Sanierungsgrad differenziert ^c					gG
Bauteilkennwerte ^d				gG	
Luftwechsel / Luftdichtigkeit Gebäudehülle					
Heizungsart (zentral / dezentral)					gG
Energieträger Heizung				gG	gG
Energieträger Warmwasser				gG	gG
Wärmeerzeugerdaten Heizung				gG	
Wärmeerzeugerdaten Warmwasser				gG	
Lüftung / Kühlung / ggf. Beleuchtung					gG
Stichprobengröße					

^a Anzahl Wohnungen oder spezifische Fläche

^b Anteil / Rate

^c Bauteilbetrachtung

^d z. B. U-Werte, Dämmstoffdicken

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy.

erforderlich
 alternativ erforderlich (entweder...oder)
 Annäherung oder Berechnung möglich
 optional, nützlich für Ergebnisverbesserung

nicht erforderlich / relevant
 gG gesuchte Größe

Der Datenbedarf der einzelnen Konzepte wird im Kapitel 4 erneut aufgegriffen und vor dem Hintergrund der Nutzung und des potenziellen Mehrwertes von EA-Daten eingehender beleuchtet. Deshalb werden an dieser Stelle nur folgende grundlegende Gedanken zum Datenbedarf festgehalten.

Für alle Konzepte sind belastbare Daten zur Grundgesamtheit (Mengengerüst) wesentlich. Hierbei kann es sich bspw. um die Gebäudeanzahl inklusive Größen- und Baualtersklassen oder um Flächen von Gebäuden, Wohnungen bzw. Gebäudeteilen handeln. Ebenfalls wichtig sind bei allen Konzepten Möglichkeiten zur Segmentierung der Grundgesamtheit, um entweder geschichtete Stichproben oder Modelldifferenzierungen vornehmen zu können.

Im Hinblick auf die Nutzung von EA-Daten oder auch von weiteren stichprobenartigen Datensätzen ist es zudem notwendig, dass diese über geeignete energetische Attribute mit der Grundgesamtheit verknüpft werden können. Je nach Konzept und Erfassungsmethodik sind dann unterschiedliche Datenbestände entweder erforderlich oder erwünscht (optional), um das Ergebnis zu verbessern. Einzelne Variablen können auch durch Annäherungen oder Berechnungen befüllt werden, welche anhand weiterer Datenquellen zu validieren bzw. zu plausibilisieren sind.

2.4 Kriterien für die Wahl der besten bzw. optimalen Methode

Die im vorhergehenden Abschnitt aufgeführten Methoden umfassen eine möglichst breite Methodenwahl. Gemessen an der Zielsetzung der vorliegenden Studie und Bezug nehmend auf die festgestellten Stärken und Schwächen sowie die Resultate der Methodenbewertung soll nur für die am besten geeigneten Methoden ein Umsetzungskonzept ausgearbeitet werden.

Die **Wahl der besten bzw. optimalen Methode** hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Datenlage
- Datenqualität (welche durch ein Raster von fünf bis zehn Kriterien charakterisiert werden kann)
- Angestrebte Verlässlichkeit und Belastbarkeit
- Angestrebter Differenzierungsgrad (pro Gebäudetyp, Bauperiode, Bundesland etc.)
- Angestrebte Genauigkeit (z. B. ausgedrückt als Vertrauensintervall)
- Verfügbares Budget bzw. leistbarer Aufwand (intern und extern)

Die **Datenqualität** kann durch folgende Kriterien charakterisiert werden:

- **Repräsentanz:** Decken die Energieausweise den Gebäudebestand vollständig ab? (Nicht im Sinne einer flächendeckenden Durchdringung, sondern im Sinne einer Repräsentanz aller wesentlichen Gebäudesegmente.)
- **Aktualität:** Gemäß ihrer Gültigkeit können Energieausweise ein „Alter“ von 0 bis 10 Jahren aufweisen, aber auch älter sein, was bei der Nutzung von EA-Daten gegebenenfalls zu berücksichtigen ist.
- **Konsistenz und Einzigartigkeit:** Bestehen redundante Datenbestände mit sich widersprechenden Informationen? Konsistenzprobleme, d. h. sich widersprechende Informationen, könnten sich bei Verknüpfungen mit anderen Datenbeständen ergeben, was entsprechend zu adressieren wäre.
- **Konformität:** Sind die Energieausweise und die gespeicherten Daten gut definiert und standardisiert?
- Die **Genauigkeit, Richtigkeit und Verlässlichkeit** der Daten und Informationen sind aus Sicht der Autoren jeweils Punkte, die kritisch und sorgfältig zu beachten sind. Konkrete Fragen sind u. a.: Wird auf die Qualitätssicherung (QS) im Ausstellprozess ein ausreichendes Augenmerk gelegt? Sind die durchgeführten Stichprobenkontrollen bzgl. Häufigkeit und Umfang genügend? Wird die Kontrolltätigkeit dokumentiert und wenn ja, sind diese Dokumentationen verfügbar?

Zentral bei der Wahl der Methodik für die Charakterisierung des energetischen Zustands des Gebäudebestands ist die Beurteilung der Datenlage, wobei nicht nur entscheidend ist, welche Daten im Einzelnen vorliegen, sondern auch, wie und auf welcher Ebene diese verknüpft sind bzw. verknüpft werden können.

Hierbei wird auf Projekte abgestützt, in welchen solche Methoden evaluiert, entwickelt und angewendet wurden oder werden. Exemplarisch werden die folgenden genannt, welche für die Beurteilung des Mehrwerts, den Energieausweise im Zusammenspiel mit weiteren Daten liefern können, direkt relevant sind:

- Jakob et al. (2020a): Weiterentwicklung des CO₂-Reportings der Kantone im Gebäudebereich ab 2020 (laufendes Projekt). Im Auftrag der Kantone der Schweiz wird eine Methodik entwickelt und umgesetzt, um die vergangene Erneuerungstätigkeit im Gebäudebereich empirisch zu bestimmen (mittels Stichprobenerhebung) und daraus abgeleitet die Entwicklung von Energiekennzahlen (Bedarfwerte pro m²) und der CO₂-Emissionen des Gebäudesektors pro Kanton (Kantone entsprechen in Deutschland den Bundesländern) zu ermitteln. Die Methodik wurde von einem der Autoren dieses Berichts bereits 2001 und 2009 angewendet, im Rahmen von Jakob et al. (2015) vorgeschlagen und in der Folge weiterentwickelt. Das Vorgehen ist teilweise ähnlich zu Diefenbach et al. (2010) sowie der daran anknüpfenden Arbeit von Cischinsky/Diefenbach (2018).
- Jakob et al. (2015): Bestandsaufnahme Energie- und CO₂-Daten – Grundlagen für die Bestimmung von Energie- und CO₂-Daten des Gebäudeparks in den Kantonen. Bestandteil dieses Projekts im Auftrag des Schweizerischen Bundesamts für Umwelt (BAFU) und der Kantone waren eine Bestandsaufnahme und Bewertung von energie-, emissions- und gebäudebezogenen Daten und Methoden, damit die Kantone gegenüber dem BAFU zu den CO₂-Emissionen aus dem Gebäudesektor Bericht erstatten können. Es wurden 9 verschiedene Vorgehensweisen mit unterschiedlicher Nutzung von vorliegenden und zu erhebenden Datenbeständen erarbeitet sowie hinsichtlich des damit verbundenen Aufwands und der damit verbundenen Kosten beurteilt.
- IEA-EBC: Annex 70 – Building Energy Epidemiology: Analysis of real building energy use at scale. Im Rahmen dieses Annexes der Internationalen Energieagentur (IEA) werden Methoden entwickelt, um verschiedene Datenbestände zu bewerten und mittels Bottom-up Gebäudeparkmodellierung miteinander zu verknüpfen, u. a. um den energie- und bautechnischen Zustand von Gebäudebeständen zu beschreiben und zu monitoren. Hierbei wird ein besonderes Gewicht auf die Analyse von Unsicherheiten und Sensitivitäten gelegt, um Verlässlichkeit und Robustheit von Daten und Methoden zu charakterisieren und zu verbessern.
- Nägeli et al. (2018): Synthetic Building Stocks as a Way to Assess the Energy Demand and Greenhouse Gas Emissions of National Building Stocks. In diesem wissenschaftlichen Artikel wird aufgezeigt, wie mittels Gebäudeparkmodellierung aggregierte und teilweise unvollständige Daten genutzt werden können, um den energie- und bautechnischen Zustand und statistische Daten zu Energieverbräuchen und Gebäudebeständen auf eine konsistente Weise in Übereinstimmung zu bringen. Dasselbe Modell wird derzeit im Rahmen des BMWi-Verbundvorhabens MODEX-EnSAves für Deutschland adaptiert und eingesetzt (PtJ 2020).

3 Status quo der Datenlage zum deutschen Gebäudebestand und der Energieausweise

Bezugnehmend auf die grundsätzlich möglichen Konzepte zur Erfassung, Beurteilung und Beschreibung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes (siehe Abschnitt 2) wird zunächst die aktuelle Datenlage hinsichtlich Mengengerüst respektive energetischer Qualität in den Abschnitten 3.1 und 3.2 beurteilt und bewertet. Dies erfolgt anhand von Rastern, mit deren Hilfe bestehende Studien bezüglich wichtiger Attribute zum Mengengerüst und zur energetischen Qualität analysiert werden. In Abschnitt 3.3 werden anschließend die verschiedenen Arten und Generation von Energieausweisen in Deutschland vorgestellt. Die Datenlage und Datenqualität der Energieausweise werden in Abschnitt 3.4 anhand der EnEV-Ausweismuster systematisch erfasst und beurteilt. Abschließend wird auf die Kontrolldateischemata der EnEV-Registrierstelle (Abschnitt 3.5) sowie auf die potenzielle Verfügbarkeit von Energieausweisen im deutschen Gebäudebestand (Abschnitt 3.6) eingegangen.

3.1 Verfügbare Informationen zum Mengengerüst des Gebäudebestands in Deutschland

Für die Beurteilung der energetischen Qualität des Gebäudebestandes in Deutschland sind Informationen zu dessen Mengengerüst eine unverzichtbare Grundlage. Deshalb werden in diesem Abschnitt die wichtigsten Quellen für Mengengerüstdaten zum deutschen Gebäudebestand evaluiert. Üblicherweise werden Mengengerüstdaten oder Daten zur energetischen Qualität für verschiedene Gebäudetypen und/oder Gebäudealtersklassen differenziert erhoben und dokumentiert. Entsprechend wird im Abschnitt 3.1.1. zunächst auf Gebäudetypologien eingegangen.

3.1.1 Gebäudetypologien

Mithilfe von Gebäudetypologien werden einzelne Gebäude eines Gebäudebestands anhand bestimmter Merkmale bzw. Eigenschaften (z. B. Bauform, Nutzung, Baualter etc.) kategorisiert. Die Wohngebäudetypologie des Instituts Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) gibt einen Überblick über die Struktur des Wohngebäudebestands in Deutschland. Diese Typologie wurde erstmals 1990 auf der Grundlage von Gebäudedaten erstellt, welche durch Energieberater erhoben wurden. Seitdem wurde sie kontinuierlich weiterentwickelt. Auf regionaler Ebene (Bundesländer, Städte und Landkreise) werden schon seit über 25 Jahren verschiedene Gebäudetypologien eingesetzt (Loga et al. 2015).

Zur Beurteilung der energetischen Qualität des Gebäudebestandes ist es wichtig, Kenntnisse zu energie-relevanten Gebäudemerkmalen zu haben. Hierfür ist die Baualtersklasse in der Wohngebäudetypologie ein wichtiges Gliederungskriterium. Je nach Baualtersklasse unterscheiden sich die Gebäude hinsichtlich charakteristischer Konstruktionen, Baustoffe und Bauteile sowie Bauteilflächen, welche zum Zeitpunkt des Neubaus üblich waren und den damaligen Bauvorschriften entsprachen. Gleiches gilt für gegebenenfalls umgesetzte Maßnahmen im Rahmen typischer Sanierungszyklen. Des Weiteren werden die Gebäude in der Wohngebäudetypologie nach der Anbausituation der Gebäude (Doppel-/Reihenhaus oder freistehend) sowie nach ihrer Größe (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus etc.) gegliedert. Auch hierbei handelt es sich um energie-relevante Merkmale (Kunze 2016).

Des Weiteren ist es sinnvoll, Bauteile (Dach, Außenwand, Fenster etc.) und dazugehörige Maßnahmen zum Wärmeschutz zur Beurteilung der energetischen Qualität zu kategorisieren (bspw. nach Wärmedämmstandards). Gleiches gilt für die eingesetzte Gebäudetechnik, insbesondere die Wärmeversorgung (bspw. nach Wärmeerzeugertypen, Installationsjahr etc. gegliedert), welche ebenfalls einen wichtigen Einflussfaktor für die energetische Qualität von Gebäuden darstellt. Entsprechende Kategorisierungen werden in früheren Studien bereits vorgenommen (siehe z. B. Loga/Diefenbach/Born 2004; Loga et al. 2015).

In BMVBS (2011) wurde auch eine Nichtwohngebäudetypologie vorgeschlagen, welche auf 11 verschiedenen Kategorien basiert. Da sich insbesondere die Datenlage und -qualität des Wohn- und Nichtwohngebäudebestandes erheblich unterscheiden, sollen diese zwei Bereiche im Folgenden separat analysiert werden.

3.1.2 Mengengerüstdaten für Wohngebäude

Mengengerüstdaten zum Wohngebäudebestand sind vorwiegend in amtlichen Statistiken zu finden, wobei üblicherweise auch bei Stichprobenerhebungen Informationen zum Mengengerüst abgefragt werden. Gemäß dem statistischen Bundesamt gab es Ende 2018 in Deutschland mehr als 19 Mio. Wohngebäude, knapp 41 Mio. Wohnungen und eine Gesamtwohnfläche von mehr als 3.7 Mio. Quadratmetern. Weitere Angaben zum Mengengerüst umfassen Baugenehmigungen, Baufertigstellungen, Bauüberhang und Bauabgang (jeweils als Anzahl angegeben), Wohnfläche, Nutzfläche, Rauminhalt oder Kosten. Diese als „Fortschreibung des Gebäude- und Wohnungsbestandes“ publizierten Daten werden jährlich erneuert und beruhen auf der Basis der Volkszählung von 2011 (Destatis 2020).

Mit dem Zensus 2011 wurde in Deutschland eine Volkszählung erstmals im Rahmen einer gemeinsamen Volkszählung in der EU durchgeführt. Dabei wurden breit spezifizierte Mengengerüstdaten wie Anzahl, Art, Eigentumsform, Baujahr, Gebäudetyp auf den Ebenen „Wohngebäudegebäude“ und/oder „Wohnung“ bei Personen mit entsprechendem Eigentum bzw. bei Firmen der Gebäudeverwaltung erhoben. Auch die Heizungsart (zentral oder dezentral) der Gebäude wurde erfasst. Die öffentlich zugängliche Datenbank liefert aktuell jedoch keine Informationen zu Wärmeerzeugern oder sonstige Informationen zur energetischen Qualität von Gebäuden (Statistische Ämter 2014). Der nächste Zensus findet im Jahr 2022 statt. Daten bezüglich der Anzahl von Gebäuden, Wohnungen sowie Wohnflächen des Wohngebäudebestands aus dem Zensus 2011 wurden anhand der Gebäudetypologie des IWU im Jahr 2013 von Diefenbach (2013) publiziert (siehe Tabelle 3). Die Zahlen beziehen sich auf den Stichtag des Zensus (9. Mai 2011) und es wurden lediglich Baualtersklassen bis 2009 berücksichtigt.

Weitere Mengengerüstdaten liegen aus dem Mikrozensus vor, bei dem jährlich ca. 1 % der Wohnbevölkerung Deutschlands zur Struktur sowie zur wirtschaftlichen und sozialen Lage der Bevölkerung befragt wird. Im Rahmen des „Mikrozensus – Zusatzerhebung zur Wohnsituation der Haushalte“ werden im Vierjahresrhythmus (zuletzt 2018) weitere Strukturdaten bei rund 350'000 deutschen Haushalten erhoben. Dadurch liegen Informationen zu Wohneinheiten in Gebäuden nach Art, Typ und Größe des Gebäudes vor. Außerdem werden Nutzungsart, Fläche, Baualtersgruppe sowie Informationen zur Heizungs- und Warmwasserausstattung erfasst (Mikrozensus 2018).

Neben den amtlichen Statistiken liegen auch Mengengerüstdaten aus weiteren Studien vor. Im Projekt „Datenbasis Gebäudebestand - Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand“ wurden Daten bei ca. 7'500 Personen mit Wohneigentum erhoben. Die ausgewählte Stichprobe wurde hinsichtlich der Baualtersverteilung mit den Mikrozensusdaten verglichen, wobei nur leichte Abweichungen zu erkennen sind. Weiterhin wurden Wohnungs- und Geschossanzahlverteilungen sowie Eigentumsstrukturdaten erhoben (Diefenbach et al. 2010). Die Arbeit liefert neben Mengengerüstangaben spezielle Informationen zur Sanierungstätigkeit im Wohngebäudebestand. Die Erhebung wurde einige Jahre später mit einem verkürzten Fragebogen wiederholt (Cischinsky/Diefenbach 2018).

Eine ergänzende Datengrundlage stellt zudem das sozioökonomische Panel (Kantar Public 2018) dar, welches 1984 gestartet wurde. In der Längsschnitterhebung werden zurzeit ca. 15'000 Haushalte pro Jahr befragt, unter anderem zu Themen wie Gesundheit, Einkommen, Beschäftigung und Haushaltszusammensetzung. Die Panelstruktur, bei der immer der gleiche Personenkreis befragt wird, dient insbesondere der Analyse von langfristigen sozialen und gesellschaftlichen Trends (DIW 2020). Bezüglich Mengengerüst werden Daten zu Wohnfläche, Raumanzahl, Personenanzahl und Gebäudebaujahr erhoben.

Tabelle 3

Mengengerüstdaten anhand der Gebäudetypologie des IWU

Gebäudeklasse	Baujahr/Baualtersklasse											Summe	Anteil
	bis 1860	1861-1918	1919-1948	1949-1957	1958-1968	1969-1978	1979-1983	1984-1994	1995-2001	2002-2009			
Anzahl Wohngebäude in Tsd.	EFH	330	966	1.131	859	1.509	1.507	704	1.160	1.035	775	9.976	55 %
	RH	148	492	710	447	633	611	335	652	619	384	5.030	28 %
	MFH	54	442	388	356	586	412	146	309	244	85	3.023	17 %
	GMH	1	29	7	17	34	50	15	29	21	8	210	1 %
	Summe	533	1.929	2.236	1.679	2.762	2.580	1.200	2.150	1.919	1.251	18.239	
	Anteil	3 %	11 %	12 %	9 %	15 %	14 %	7 %	12 %	11 %	7 %		
Anzahl Wohneinheiten in Tsd.	EFH	399	1.213	1.389	1.060	1.948	1.915	881	1.397	1.204	858	12.263	31 %
	RH	181	617	840	546	749	685	374	722	674	409	5.796	15 %
	MFH	214	2.177	1.911	2.003	3.348	2.313	852	1.826	1.390	461	16.495	42 %
	GMH	11	526	126	308	818	1.366	356	605	408	151	4.674	12 %
	Summe	806	4.533	4.265	3.915	6.863	6.279	2.463	4.550	3.675	1.880	39.228	
	Anteil	2 %	12 %	11 %	10 %	17 %	16 %	6 %	12 %	9 %	5 %		
Wohnfläche in Mio. m ²	EFH	46	135	150	116	218	233	110	178	158	119	1.463	41 %
	RH	19	62	82	52	76	79	45	85	80	52	633	18 %
	MFH	16	163	129	125	225	169	64	133	104	39	1.168	33 %
	GMH	1	36	8	17	47	87	22	35	26	10	288	8 %
	Summe	82	396	370	309	567	569	240	431	368	220	3.552	
	Anteil	2 %	11 %	10 %	9 %	16 %	16 %	7 %	12 %	10 %	6 %		

EFH Freistehende Gebäude mit 1 bis 2 Wohneinheiten (insbesondere Einfamilienhäuser)

RH Doppel-/Reihenhäuser und sonstige Gebäudetypen mit 1 bis 2 Wohneinheiten

MFH Mehrfamilienhäuser mit 3 bis 12 Wohneinheiten

GMH Große Mehrfamilienhäuser mit mehr als 12 Wohneinheiten

Quelle: Diefenbach (2013).

3.1.3 Mengengerüstdaten für Nichtwohngebäude

Für Nichtwohngebäude ist die aktuelle Datenlage in Deutschland deutlich eingeschränkter als bei den Wohngebäuden. Da es für den NWG-Bereich keine amtliche Statistik gibt, beruhen die Angaben zum Mengengerüst, zur Gebäudetypologie oder auch zur energetischen Qualität von NWG lange Zeit auf Abschätzungen.

Im Forschungsprojekt „Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude“ (BMVBS 2011) wurde eine NWG-Typologie mit 11 Kategorien vorgeschlagen. Die Studie vergleicht drei Verfahren zur Bestandsabschätzung der NWG, wobei aufgezeigt wird, dass geografische Informationssysteme und statistische Verfahren gegenüber einer Abschätzung mittels städtebaulicher Richtwerte (bspw. für Kindertagesstätten, Schulen, Schwimmbäder etc.) zu bevorzugen sind. Da der Fokus des Projektes auf der Ausarbeitung und dem Vergleich von Verfahren zur Abschätzung des NWG-Bestands liegt, sind die genannten Mengengerüstzahlen eher als grobe Abschätzungen zu verstehen. Die Autoren betonen auch, dass eine Kombination der genannten Methoden (Amtliche Statistiken kombiniert mit geografischen Informationssystemen) mehr Klarheit bezüglich des typenbezogenen Mengengerüsts des deutschen NWG-Bestands bringen sollte (BMVBS 2011).

Bereits in der Arbeit von Clausnitzer et al. (2014) wurde auf den Mangel an grundlegenden statistischen Daten zu Struktur aber auch zur Entwicklung des Energiebedarfs und der energetischen Qualität des NWG-Bestands

hingewiesen. Deshalb wurden im Rahmen des Projekts „Erfassung von statistischen Basisdaten zum Nichtwohngebäudebestand und empirische Analyse der energetischen Qualität ausgewählter Gebäudetypen“ Datenquellen zur Erfassung statistischer Basisdaten zum NWG-Bestand evaluiert (Clausnitzer et al. 2014). Die Literaturstudie gibt einen guten Überblick über mögliche Datenquellen und weist insbesondere auf die Datenlücken im NWG-Bereich hin. Es wurden keine zusätzlichen Daten erhoben.

Um der fehlenden Datenbasis entgegenzuwirken, wurde im Jahr 2015 das Projekt „Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude“ mit dem Ziel initiiert, eine vollständigere Datenlage für den NWG-Bestand zu schaffen (Hörner/Schwarz/Busch 2018; Hörner/Cischinsky/Rodenfels 2020; IWU 2020). Im Gegensatz zu den Wohngebäudedaten, welche zu einem großen Teil aus Vollerhebungen stammen, wurde in diesem Projekt eine neue Herangehensweise gewählt. Anhand einer deutschlandweiten Datenbank mit georeferenzierten Hausumringen (HU-DE) wurde die Stichprobenziehung vereinfacht. Das Vorgehen zur Datenerhebung wurde in drei Schritte unterteilt:

- 1) Screening: Vorort-Begehung an 100'000 Hausumringen zur Identifikation von (teilweise) überdeckten Nichtwohngebäuden, wobei auch gewisse Strukturdaten erhoben wurden.
- 2) Gebäudedatenerhebung durch mehr als 5'000 halbstündliche Interviews.
- 3) Analyse durch Energieberater von 450 NWG bzgl. energetischer Qualität.

Mit Hilfe eines regelmäßigen Monitorings soll die Dynamik in den Daten erfasst werden, damit diese als Planungsgrundlage für die Klimaziele 2050 dienen können. Gleichzeitig soll anhand der erhobenen Daten eine NWG-Typologie entwickelt werden, welche eine Kategorisierung nach Gebäudeklassen und Baualtersklassen erlaubt. Weiter werden neben Informationen zu Eigentumsstrukturen, Bruttogrundflächen, Volumina und Hüllflächen auch Informationen zur energetischen Qualität (technische Anlagen inklusive Beleuchtung, Modernisierungsraten) der Gebäude in der Forschungsdatenbank enthalten sein. Darüber hinaus wird das Projekt Erkenntnisse zum Beziehungsgeflecht zwischen Geobasisdaten und Gebäudedaten liefern (Hörner/Schwarz/Busch 2018).

Erste Hochrechnungsergebnisse aus dem Screening beziffern die Anzahl der Gebäude, welche zu Nichtwohnzwecken genutzt werden, auf 21.6 Mio. Diese Anzahl wird weiter unterteilt in 10.5 Mio. Nichtwohngebäude und 11.1 Mio. private Einzelgaragen oder Carports. Die NWG wurden zusätzlich in relevante (3.7 Mio.) und sonstige (6.8 Mio.) NWG aufgeschlüsselt, wobei die relevanten NWG als mutmaßlich EnEV-relevant eingestuft wurden. Erst die Resultate aus der Breitenerhebung werden Aufschluss darüber geben, ob ein Gebäude tatsächlich EnEV-relevant (bspw. beheizt) ist. Weitere differenzierte Betrachtungen werden aus dem noch bis Ende Mai 2021 laufenden Projekt folgen (Hörner/Cischinsky/Rodenfels 2020).

3.1.4 Qualitative Beurteilung verfügbarer Daten zum Mengengerüst des Gebäudebestandes in Deutschland

Die gesichteten Quellen zum Mengengerüst des Gebäudebestandes in Deutschland werden in Abbildung 3 anhand verschiedener Kriterien bezüglich ihrer Qualität bewertet. Neben dem bereits besprochenen Inhalt wird hier zusätzlich ein Augenmerk auf Vollständigkeit, Aktualität sowie Genauigkeit der Studien gelegt. Mit Vollständigkeit ist hier eine Abdeckung des Mengengerüsts hinsichtlich der verschiedenen Gebäudesegmente im deutschen Gebäudebestand zu verstehen. Die meisten Studien fokussierten sich entweder auf Wohn- oder Nichtwohngebäude, wobei teilweise auch Mischnutzungen berücksichtigt werden. Lediglich in Destatis (2020) sind breitere Informationen zu Wohn- und Nichtwohngebäuden zu finden. Für das Kriterium Aktualität wurde hier besonders die Periodizität der Datenerhebung bewertet.

Um die Datenbestände aktuell zu halten, ist eine hohe Periodizität von enormer Wichtigkeit. Auf jährliche Datenerhebungen stützen sich sowohl die Fortschreibung des Gebäude- und Wohnungsbestandes durch das statistische Bundesamt als auch das sozioökonomische Panel. Die beiden Studien des IWU (Diefenbach et al. 2010, Cischinsky/Diefenbach 2018) konnten im Abstand von 7 Jahren ebenfalls eine gute Datenbasis schaffen. Hinsichtlich der Genauigkeit sind der Zensus und der Mikrozensus positiv zu erwähnen, da in diesem Rahmen Daten für große Stichproben erhoben wurden. Ähnlich vielversprechend ist die Methodik im laufenden Projekt

Weitere Studien fokussierten sich u. a. auf Strukturdaten bzgl. Neubau- und/oder Modernisierungsvolumen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (bspw. BBSR 2018). Neben der Produktion von Bauleistungen wird in dieser Studie auch die Entwicklung der Beschäftigtenzahlen analysiert. Die Studie liefert indes keine direkten Ergebnisse bezüglich Mengengerüst des deutschen Gebäudebestandes.

Hinsichtlich der Informationen zum Mengengerüst sind an dieser Stelle auch Kataster und 3D-Gebäudemodelle zu erwähnen. Im amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) wurden raumbezogene Buchdaten (Liegenschaftsbuch) und raumbezogene Kartendaten (Liegenschaftskarte) zusammengeführt. ALKIS ist seit 2015 in allen Bundesländern eingeführt (AdV 2020a). Durch Verschneiden der Daten aus dem ALKIS, digitalen Geländemodellen sowie Laserscan-Befliegungen wurden in den letzten Jahren 3D-Gebäudemodelle entwickelt. Die amtlichen 3D-Gebäudemodelle in Deutschland gibt es in den „Level of Detail“ LoD1 und LoD2. Im LoD1 werden alle oberirdischen Gebäude als Klötzchen (Dachform wird nicht berücksichtigt) dargestellt. Im LoD2 sind zusätzlich standardisierte Dachformen gegeben. Momentan umfasst der Datenbestand rund 53 Mio. (LoD1) respektive 45 Mio. (LoD2) Gebäude, wobei die Qualität der Daten sehr unterschiedlich ist. Angaben aus den 3D-Gebäudemodellen wie z. B. Gebäudevolumen, Ausrichtung sowie Angaben zur Dachform können wiederum für Energiebedarfsberechnungen verwendet werden (AdV 2020b).

3.2 Verfügbare Informationen zur energetischen Qualität des Gebäudebestands in Deutschland

In diesem Abschnitt wird die Datenlage und Datenqualität zur energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes eingeschätzt. Diese bereits verfügbaren Informationen werden später den potenziell verfügbaren Informationen gegenübergestellt, welche durch die Kombination von Daten zum Mengengerüst und zur Gebäudetypologie (siehe Abschnitt 3.1) sowie von Daten aus Energieausweisen (siehe Abschnitt 3.4) generiert werden könnten.

3.2.1 Energetische Qualität von Wohngebäuden

Amtliche Statistiken wie Destatis (2020), Statistische Ämter (2014) und Mikrozensus (2018) enthalten Informationen zur Heizungsart sowie zu den eingesetzten Energieträgern im Wohngebäudebestand. Allerdings weisen sie erhebliche Informationslücken im Bereich der energetischen Qualität auf.

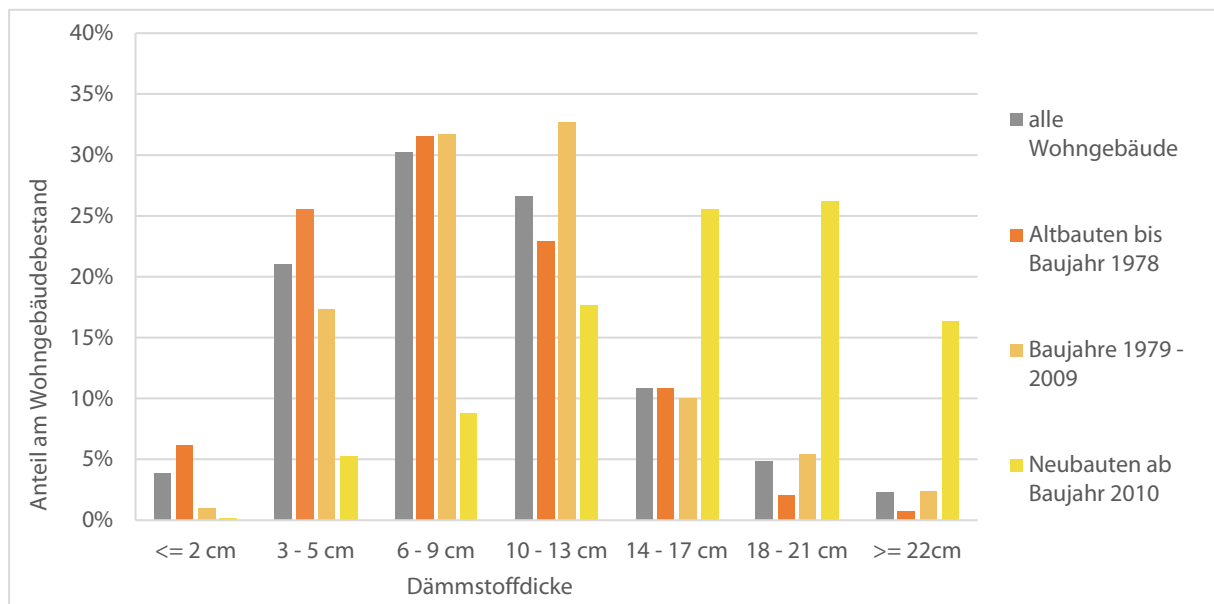
Im Projekt „Datenbasis Gebäudebestand - Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand“ wurde eine Befragung von Personen mit Wohngebäudeeigentum durch das Schornsteinfegerhandwerk anhand eines relativ umfangreichen 16-seitigen Fragebogens durchgeführt (Diefenbach et al. 2010). Hinsichtlich der energetischen Qualität liefert die Arbeit differenzierte Auswertungen zu Wärmedämmungen nach Baualtersklasse, Gebäudetyp, Wandtyp oder Dachgeschosstyp. In diesem Zusammenhang werden auch regionale Unterschiede und Hemmnisse für Wärmedämmungen sowie ausführliche Resultate zu bestehenden Dämmstoffdicken aufgezeigt. Des Weiteren werden auch Daten zu Sanierungsarbeiten wie bspw. Fassadenanstriche oder Putzernerneuerungen ohne Wärmedämmung sowie zum Fensteralter präsentiert. Bezüglich der Gebäudetechnik liefern die Auswertungen aus der Erhebung – jeweils differenziert nach Baualtersklassen – detaillierte Resultate zur Beheizungsstruktur, Heizungsmodernisierung, Warmwasseraufbereitung sowie zu Lüftungs- und Klimaanlage. Falls das Gebäude nach 2002 erstellt wurde und somit einen Energiebedarfsausweis vorliegen sollte, wurden auch Daten zum Jahresprimärenergiebedarf und zum Transmissionswärmeverlust erhoben. Allerdings wurden die angefragten EA-Daten nicht weiter ausgewertet, da nur in ca. 15 % der Neubaufälle der Primärenergiebedarf von den Befragten angegeben wurde. Die Autoren der Studie sehen als Gründe für die niedrige Antwortquote die Mühe für das Nachsehen, aber auch, dass die Befragten den Energieausweis nicht erhalten haben. Angesichts der Vielzahl an erhobenen Daten, ermöglicht das IWU die Nutzung der erhobenen Daten für anderweitige wissenschaftliche Untersuchungen durch Dritte (Diefenbach et al. 2010).

In der Studie von Cischinsky/Diefenbach (2018) wurde zwecks Monitorings diese Stichprobenbefragung einige Jahre später wiederholt. Neben der bundesweiten Befragung wurde diesmal zusätzlich das Bundesland

Hessen eingehender untersucht. Die Erhebung erfolgte nicht mehr durch das Schornsteinfegerhandwerk, sondern postalisch direkt bei Personen mit Wohneigentum. Gleichzeitig wurde der Fragebogen auf 4 Seiten verkürzt und auf Fragen zu geplanten zukünftigen Modernisierungen sowie zu Daten aus gegebenenfalls verfügbaren Energieausweisen verzichtet. Durch die Erhebung wurden rund 16'500 Wohngebäudedatensätze (davon ca. 8'800 in Hessen) erstellt. Die jährliche Modernisierungsrate im deutschen WG-Bestand wurde für die Periode 2010-2016 auf 0,8 % (Außenwände), 1,5 % (Dach bzw. oberste Geschossdecke), 0,4 % (Fußboden bzw. Kellerdecke) und 1,5 % (Fenster) beziffert. Das über alle Bauteile flächengewichtete Mittel betrug 1 %. Ähnliche Entwicklungen wurden auch in Hessen beobachtet. Nach der Erhebung im Jahr 2010 (Diefenbach et al. 2010) wurde somit erneut eine breite empirische Basis geschaffen. Hierbei sind insbesondere die detaillierten Informationen zu umgesetzten Modernisierungsarbeiten hervorzuheben. Wie auch aus der Arbeit von 2010, liegen neben der differenzierten Bauteilbetrachtung Daten zu Bauteilkennwerten vor (z. B. zu Dämmstoffdicken – siehe Abbildung 4). Informationen zu weiteren Faktoren zur Bewertung der energetischen Qualität (z. B. Angaben zum Energiebedarf) gehen aus der Arbeit nicht hervor. Um die weitere Entwicklung zu beobachten, schlagen die Autoren der Studie vor, ähnliche Erhebungen in einem wiederkehrenden Rhythmus von 4 Jahren (bestenfalls mit größeren Stichproben) durchzuführen (Cischinsky/Diefenbach 2018).

Abbildung 4

Dämmstoffdickenverteilung bei Wohngebäuden nach Baualtersklassen



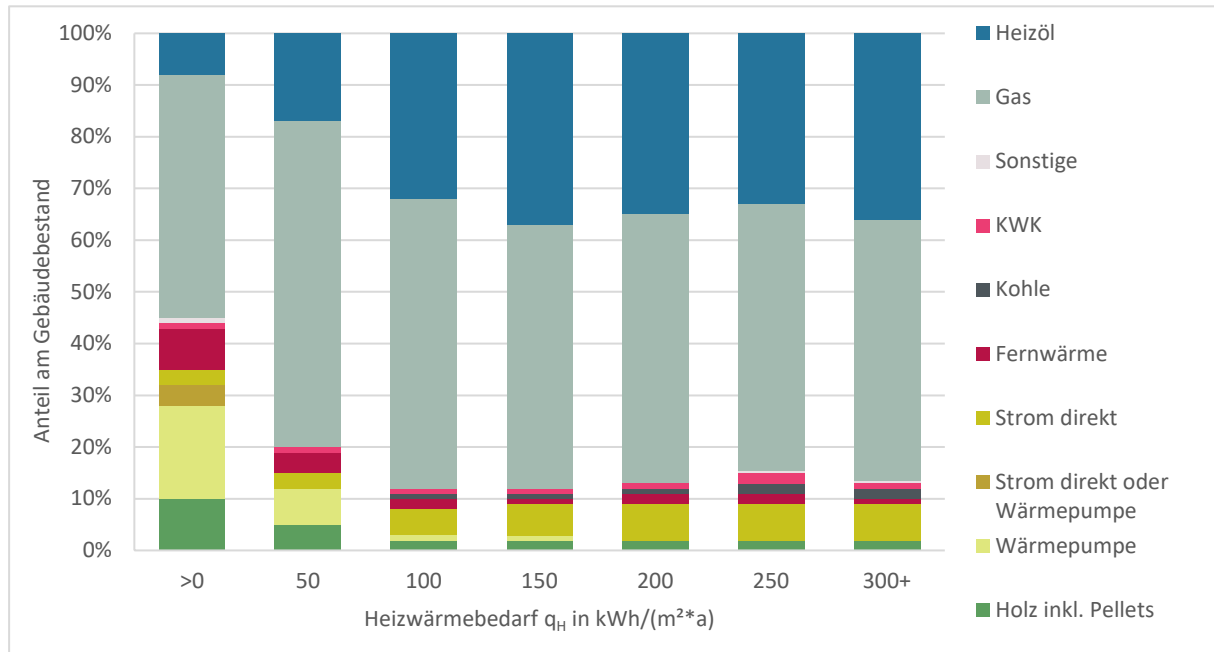
Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy basierend auf Cischinsky/Diefenbach (2018).

Wesentliche energetischen Kenndaten für Beispielgebäude wurden im EU-Projekt TABULA erarbeitet, in dessen Rahmen für verschiedene europäische Länder Wohngebäudetypologien erstellt wurden. Anhand des TABULA Verfahrens liegen berechnete Daten für den Primärenergie-, Endenergie- und Heizwärmebedarf vor, welche u. a. als Grundlage für Modellrechnungen des Energiebedarfs im Gebäudesektor genutzt werden (Loga et al 2015).

Als weitere Quellen seien an dieser Stelle die „Gebäudereports“ der deutschen Energieagentur (dena) erwähnt, in denen verschiedene Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand veröffentlicht werden. Der Bericht aus dem Jahr 2016 (dena 2016) gibt eine gute Übersicht zu unterschiedlichen Mengengerüstdaten aus der Datenbank des Statistischen Bundesamtes (Destatis 2020). Weiterhin werden Endenergieverbräuche für Raumwärme und Warmwasser oder differenziert nach Energieträgern aufgezeigt. Für den Wohngebäudebestand werden Energieträger- und Heizsystemverteilungen ausgewiesen. Darüber hinaus sind die Energieträgeranteile in Abhängigkeit des Heizwärmebedarfs (Abbildung 5) sowie flächenspezifische Transmissionswärmeverluste (Abbildung 6) nach Gebäudetyp und Baualtersklasse dargestellt (dena 2016).

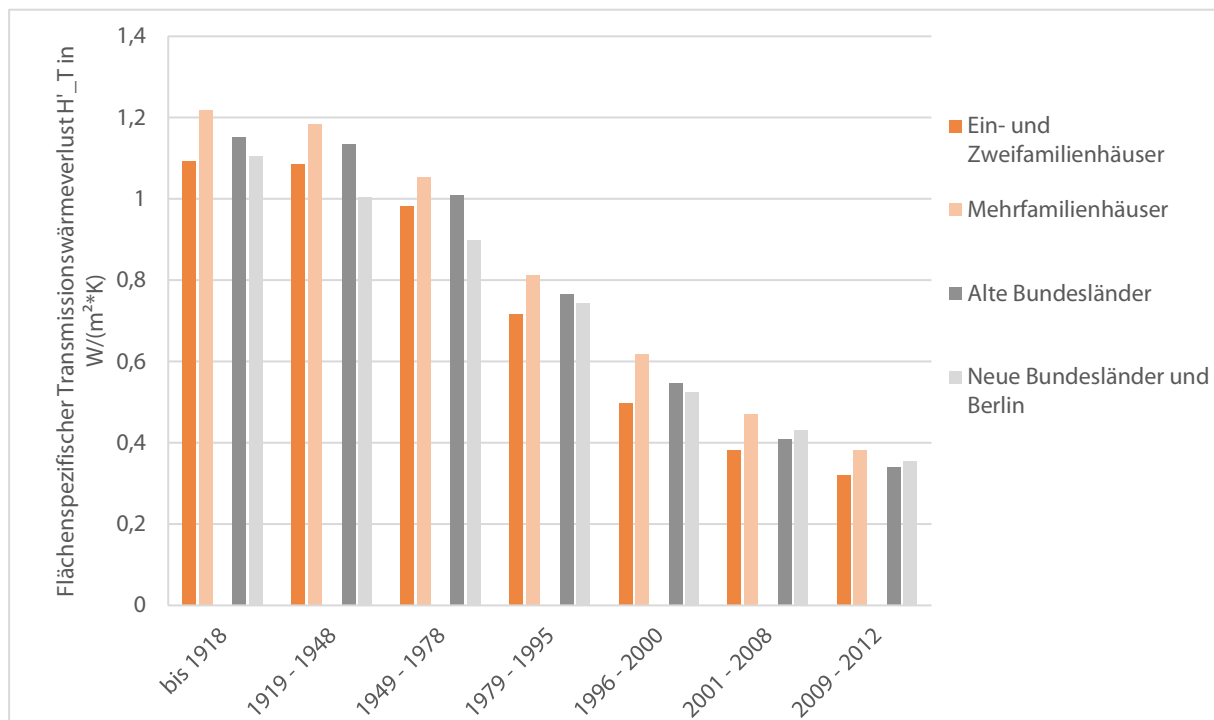
Die dena-Gebäudereports präsentieren einen guten Überblick zur Energieeffizienz im deutschen Wohngebäudebestand. Viele der vorliegenden Resultate beruhen auf eigenen Berechnungen, aufbauend auf früheren Studien, wobei die Berechnungsmethodik in der Regel nicht erläutert wird. Seit 2018 erscheint der Gebäudereport in einer kompakten Form.

Abbildung 5
Energieträgerverteilung bei Wohngebäuden in Abhängigkeit des Heizwärmebedarfs



Quelle: dena (2016).

Abbildung 6
Flächenspezifische Transmissionswärmeverluste nach Gebäudetyp und Baualterklasse



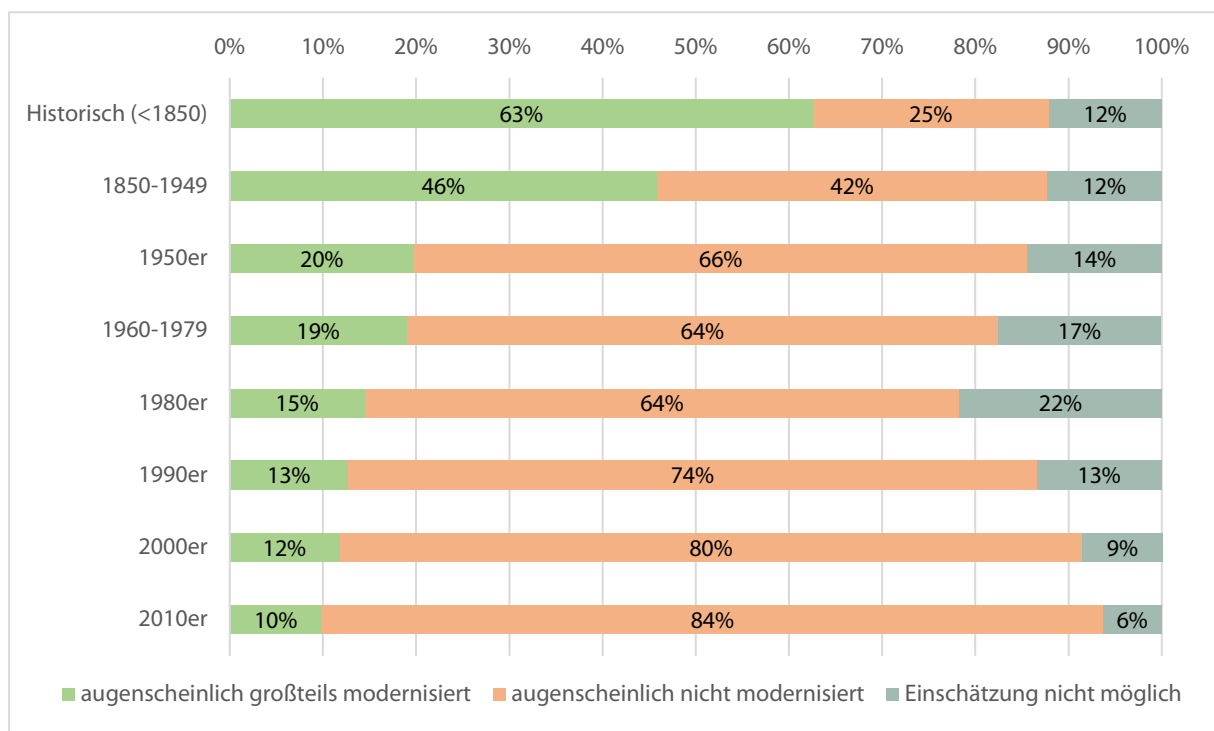
Quelle: dena (2016).

3.2.2 Energetische Qualität von Nichtwohngebäuden

Neben Informationen zum Mengengerüst soll das Projekt „Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude“ auch Daten zur energetischen Qualität des NWG-Bestands liefern. So sollen u. a. Informationen zu energietechnischen Anlagen sowie zu umgesetzten Modernisierungsmaßnahmen erhoben werden. Abbildung 7 zeigt für NWG die Auswertung des Merkmals „Modernisierungszustand“ differenziert nach Baualtersklasse. Dieses Merkmal im Screening hilft bei der Überprüfung von Verzerrungseffekten hinsichtlich Modernisierungsarbeiten. Anhand erster Non-response-Analysen konnten Verzerrungseffekte bei der Teilnahmebereitschaft in den Interviews ausgeschlossen werden (Hörner et al. 2020).

Abbildung 7

Modernisierungsstandard von Nichtwohngebäuden nach Baualtersklasse



Quelle: Hörner et al. (2020)

Das Projekt „Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude“ erlaubt es, mit vertretbarem Aufwand, Primärdaten zur Struktur und energetischen Qualität des NWG-Bestands zu erheben. Dies soll – zusammen mit Erkenntnissen aus früheren Studien zum Wohngebäudesektor – die Datenqualität des deutschen Gebäudebestands verbessern und wichtige Grundlagen für planerische Zwecke schaffen.

Im Projekt "Systematische Datenanalyse im Nichtwohngebäudebereich" wurde eine Gebäudetypologie für beheizte NWG entwickelt. Gleichzeitig wurde anhand einer Hochrechnung aus Geobasisdaten eine Abschätzung des NWG-Mengengerüsts für vier Bundesländer vorgenommen. Darauf aufbauend wurden für vier Gebäudenutzungsklassen Modellgebäude erstellt. Durch deren Verknüpfung mit den Mengengerüstdaten wurde die energetische Qualität des NWG-Bestands beurteilt und Energiebedarfswerte bestimmt. Gemäß den Autoren kann damit eine Hochrechnung für alle beheizten Nichtwohngebäude in Deutschland vollzogen werden (BMVBS 2013).

3.2.3 Qualitative Beurteilung verfügbarer Daten zur energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands

Die besprochenen Studien bzw. Datensammlungen zur energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands werden in Abbildung 8 anhand verschiedener energetischer Attribute analysiert und qualitativ beurteilt.

Die Vollständigkeit der Gebäudesegmente ist vor allem bei den Daten vom statistischen Bundesamt (Destatis 2020) sowie bei den dena-Gebäudereports (dena 2016) und den Strukturdaten der Bestandsinvestitionen (BBSR 2016) gegeben, bei denen jeweils Wohn- und Nichtwohngebäude betrachtet werden. Wie auch für die Mengengerüstdaten liefern das Statistische Bundesamt sowie das sozioökonomische Panel sehr aktuelle Daten. Während die Energieträgerdaten im Destatis der Statistik der Baugenehmigungen entnommen wird und monatliche Zeitreihen vorliegen, werden die Teilnehmer am sozioökonomischen Panel jährlich befragt. Informationen zur energetischen Qualität sind im sozioökonomischen Panel jedoch kaum erfasst. Es wird lediglich die Verfügbarkeit von Fußbodenheizungen sowie Solarthermieanlagen abgefragt.

Ähnlich wie beim Mengengerüst sind bezüglich der Genauigkeit die Zensusdaten von 2011 hervorzuheben. Da beim Zensus 2011 mit einer registergestützten Methode gearbeitet wurde, konnten auch Verwaltungsregister als Datenquellen genutzt werden. Der Zensus liefert jedoch nur Daten zur Heizungsart, was keine vollständige Bewertung der energetischen Qualität zulässt.

Bei amtlichen Statistiken liegen wenig Informationen zur energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes vor. Lediglich gewisse Daten zu Energieträgern und zur Heizungsart können diesen Statistiken entnommen werden. Die IWU-Studien (Diefenbach et al. 2010, Cischinsky/Diefenbach 2018) liefern dagegen breite Ergebnisse zur energetischen Qualität des Wohngebäudebestandes und von Mischnutzungen, wobei Nichtwohngebäude unberücksichtigt bleiben. Die Gebäudereports der dena (z. B. dena 2016) bieten eine gute Übersicht des deutschen Gebäudebestands. Die Daten sind jedoch eher oberflächlich, eine differenzierte Betrachtung von Sanierungsmaßnahmen fehlt gänzlich und auch hier fällt die Analyse des NWG-Bestands eher spärlich aus. Zusammenfassend ist festzustellen, dass zur energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes nur ungenügend Informationen vorliegen, wobei insbesondere der NWG-Bestand schlecht dokumentiert ist.

In früheren Arbeiten im Auftrag des BBSR wurde zudem das Bestandsmarktvolumen von Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie werterhöhende Bestandsmaßnahmen in der energetischen Modernisierung anhand von Primärerhebungen evaluiert (BBSR 2016). Mit verschiedenen Fragebögen bei Haushalten, Wohnungsunternehmen, Architekten, Fensterbauern sowie Facility Management-Unternehmen wurden Daten zu durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen und/oder Bestandsinvestitionen durchgeführt. Mit sekundärstatistischen Daten wurde das Bestandsvolumen für Wohn- und Nichtwohngebäude differenziert hochgerechnet. Hinsichtlich energetischer Qualität liefert die Studie insbesondere Resultate bezüglich durchgeführter Sanierungsmaßnahmen. Weiter bietet der Bericht ausführliche Erkenntnisse zu den Motiven von Investitionen sowie Gründe für nicht getätigte Investitionen. Daten hinsichtlich Heizungsart, Energieträger und Wärmeerzeuger sowie Angaben zum Energieverbrauch oder Energiebedarf und zu Transmissionswärmeverlusten wurden in dieser Arbeit nicht erhoben. Eine ähnliche Primärerhebung wurde bereits im Jahr 2010 durchgeführt (BBSR 2011).

Aufbauend auf den Vorgängerstudien (BBSR 2011; BBSR 2016), bei denen die Struktur der Investitionstätigkeiten in Wohn- und Nichtwohngebäudebeständen für die Jahre 2010 und 2014 anhand ausführlicher Primärerhebungen analysiert wurden, werden im Projekt „Bestandsinvestitionen 2018: Struktur der Investitionstätigkeit in den Wohnungs- und Nichtwohnungsbeständen“ weitere empirische Grundlagen geschaffen (BBSR 2020). Die Studie knüpft methodisch und inhaltlich an die Vorgängerstudien an, wobei weitere Analysemöglichkeiten für den NWG-Bestand getestet werden sollen.

3.3 Energieausweise für Gebäude

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten die aktuelle Datenlage zum Mengengerüst und zur energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes analysiert wurde, wird im Folgenden der Status quo von Energieausweisen in Deutschland betrachtet. Zunächst wird ein Überblick zu den verschiedenen Arten und Generationen von Gebäude-EA gegeben, die nach der Einführung der EnEV 2002 sowie im Zuge ihrer Novellierungen in den vergangenen 18 Jahren entstanden sind. In diesem Zusammenhang werden auch die Ausstellungsanlässe der Ausweise beleuchtet.

3.3.1 Arten von Energieausweisen für Gebäude

Derzeit existieren in Deutschland vier EA-Arten für Gebäude. Diese unterscheiden sich zum einen hinsichtlich der **Art der Gebäudenutzung** und zum anderen hinsichtlich der **Art der Daten und Informationen**, die für die Erstellung des Energieausweises herangezogen werden.

Bezüglich der Art der Gebäudenutzung wird zwischen *Energieausweisen für Wohngebäude* und *Energieausweisen für Nichtwohngebäude* unterschieden. Im Fall der gemischten Nutzung eines Gebäudes, mit wesentlichen Flächenanteilen für beide Nutzungsarten, werden separate Ausweise für die einzelnen Teilnutzungsbereiche ausgestellt. Hintergrund dieser Differenzierung sind zum einen die spezifischen ordnungsrechtlichen Anforderungen an Wohngebäude und NWG. Zum anderen kann die energierelevante technische Ausstattung und die Relevanz einzelner Energieanwendungen (bspw. die Beleuchtung oder die Kühlung) in Abhängigkeit der Nutzungsart deutlich voneinander abweichen.

Bei der Art der Daten und Informationen, auf deren Grundlage Energieausweise erstellt werden, ist zwischen dem bedarfsorientierten und dem verbrauchsorientierten Ausweis zu unterscheiden. Für die Erstellung eines *verbrauchsorientierten Energieausweises (Verbrauchsausweis)* werden Daten zum gemessenen Energieverbrauch des Gebäudes herangezogen. Betrachtet wird der Durchschnitt der ausgewiesenen Verbräuche für das gesamte Gebäude in den Heizkostenabrechnungen bzw. in den Abrechnungen der Energielieferanten, welche für die letzten drei Abrechnungszeiträume (mindestens 36 Monate) vor der Erstellung des Energieausweises vorliegen müssen.

Der gemessene Energieverbrauch wird von einer Reihe spezifischer Faktoren beeinflusst. Dazu zählen u. a. die konkreten Witterungsverhältnisse oder vorübergehende Leerstände in dem Zeitraum, für den die Verbrauchsdaten vorliegen. Diese Einflüsse sind für eine objektive Vergleichbarkeit verschiedener Gebäude möglichst gering zu halten. Der gemessene Energieverbrauch für Raumwärme wird deshalb mittels Klimafaktoren bereinigt. Längere Leerstände werden durch den Ansatz von Zuschlägen berücksichtigt, welche die Bedingungen einer Vollbelegung während des betrachteten Zeitraums adäquat abschätzen.⁴ Eine wichtige Einflussgröße auf den gemessenen Energieverbrauch ist jedoch das individuelle Nutzerverhalten. Da dieser Faktor nicht durch ein geeignetes Korrekturverfahren bereinigt werden kann, ist die Aussagekraft eines Verbrauchsausweises zur energetischen Qualität eines Gebäudes eingeschränkt. Ein Vorteil des Verbrauchsausweises ist in dem geringen Erstellungsaufwand zu sehen, welcher sich auch in den Kosten (ca. 50 bis 180 EUR für ein Wohngebäude, Stand 2020) widerspiegelt.

Für die Erstellung eines *bedarfsorientierten Energieausweises (Bedarfsausweis)* wird der theoretische Energieverbrauch als Energiebedarf anhand genormter Verfahren (insbesondere DIN V 18599) mit standardisierten Rand- und Nutzungsbedingungen (u. a. für Heizdauer, Innentemperaturen, Luftwechsel, Warmwasserbedarf) für ein Gebäude berechnet. Dafür werden die bauphysikalischen Kenngrößen und die Gestaltung der Gebäudehülle sowie die energierelevante Anlagentechnik bewertet. Aufgrund der genormten Berechnung ist der Bedarfsausweis hinsichtlich der energetischen Qualität eines Gebäudes aussagekräftiger als der Verbrauchsausweis. Aus den Ergebnissen sind gezielte Ansätze für effektive Modernisierungsmaßnahmen direkt ableitbar. Insbesondere durch die Einflussgröße „Nutzerverhalten“ kann der berechnete Energiebedarf für ein Gebäude jedoch deutlich vom gemessenen Energieverbrauch abweichen. Die Erstellung eines Bedarfsausweises ist wesentlich aufwendiger und damit auch kostenintensiver (ca. 400 bis 800 EUR für ein Wohngebäude, Stand 2020).

Beide Ausweisarten können sowohl für Wohngebäude als auch für Nichtwohngebäude ausgestellt werden. Während die Ausstellung eines bedarfsorientierten Ausweises in jedem Fall zulässig ist, bestehen für die Erstellung von verbrauchsorientierten Ausweisen Einschränkungen, welche im folgenden Abschnitt erörtert werden.

⁴ Bei sehr langen Leerständen ist gegebenenfalls ein Bedarfsausweis zu erstellen.

3.3.2 Generationen und Ausstellungsanlässe von Energieausweisen für Gebäude

Bereits die Wärmeschutzverordnung 1995 sah das Erstellen von energetischen Ausweisen für Neubauten vor. Aufgrund der damals noch getrennten Verordnungen für den Wärmeschutz (Wärmeschutzverordnung) und die Wärmebereitstellung (Heizanlagenverordnung) beschränkten sich diese Ausweise ausschließlich auf den Wärmebedarf in den Gebäuden (Wärmebedarfsausweis). Mit der Zusammenführung der beiden Verordnungen in der ersten Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 vervollständigte sich der Blickwinkel hin zu einem umfassenden Energieausweis mit energetischer Bilanzierung des gesamten Gebäudes inklusive der eingesetzten Anlagentechnik sowie den relevanten Vorketten zur Energiebereitstellung bis zur Gebäudegrenze.

Im Zuge der EnEV-Novellierungen seit 2002 haben die Gebäudeenergieausweise in Deutschland bislang vier Entwicklungsstufen durchlaufen. In diesem Zusammenhang wurden auch die verpflichtenden Ausstellungsanlässe schrittweise erweitert, die Inhalte in den Ausweisen angepasst und die Anforderungen für deren Erstellung teilweise verschärft. In Tabelle 4 sind die EA-Generationen mit ihren Ausstellungszeiträumen aufgelistet. Tabelle 5 gibt ergänzend einen Überblick zur Entwicklung der EA-Arten und der verpflichtenden EA-Ausstellungsanlässe.

Mit der zweiten Ausweisgeneration ab der EnEV 2007 änderte sich grundlegend das Design und der Aufbau der Energieausweise. Die separat für Wohngebäude und Nichtwohngebäude erstellten Muster sind seitdem Bestandteil der EnEV und nach Inhalt und Aufbau verpflichtend anzuwenden. Gleichzeitig wurde die Gültigkeitsdauer eines Energieausweises auf 10 Jahre ab Erstellungsdatum beschränkt. Mit Stand heute (2020) sind somit nur noch Ausweise der vierten und teilweise der dritten Generation gültig.

Seit dem Inkrafttreten der EnEV 2007 ist die Ausstellung für Wohngebäude und Nichtwohngebäude mit einer Nutzfläche ab 50 m² im Falle des Neubaus oder wesentlicher Änderungen im Bestand mit durchgeführtem Nachweis des Primärenergiebedarfs als Alternative zum Einzelbauteilnachweis verpflichtend. Im Falle geringfügiger Änderungen mit Einzelbauteilnachweis ist somit kein Energieausweis zwingend zu erstellen. Diese Regelung gilt bis heute und war auch schon in den EnEV-Vorgängerversionen enthalten. Neu hinzugekommen war in der EnEV 2007 die Erstellungs- und Aushangpflicht von Energieausweisen für Gebäude mit öffentlichen Dienstleistungen und hohem Publikumsverkehr mit mehr als 1000 m² Nutzfläche sowie unabhängig von der Nutzungsart bei Neuvermietungen und beim Verkauf von Immobilien. Hierfür besteht seit 2007 auch die Möglichkeit, statt einen bedarfsorientierten einen verbrauchsorientierten Ausweis zu erstellen. Für Nichtwohngebäude sind seit 2007 die Werte für den Energiebedarfsausweis im Rahmen der EnEV-Nachweisführung zwingend nach DIN V 18599 und auf Grundlage des Referenzgebäudeverfahrens zu bestimmen. Für Wohngebäude war in der EnEV 2007 weiterhin das Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 ohne Berechnungen zum Referenzgebäude anzuwenden.

Tabelle 4

Energieausweisgenerationen und dazugehörige Rechtsgrundlagen

EA-Generation	Ausweiserstellung von - bis	Rechtsgrundlage
G 1	2002 - 2007	Energieeinsparverordnung 2002 Energieeinsparverordnung 2004
G 2	2007 - 2009	Energieeinsparverordnung 2007
G 3	2009 - 2014	Energieeinsparverordnung 2009
G 4	2014 - 2020	Energieeinsparverordnung 2013
G 5	ab November 2020	Gebäudeenergiegesetz 2020

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy.

Tabelle 5

Entwicklung der Ausweisarten und der verpflichtenden Ausstellungsanlässe

EA-Generation	betrifft	Ausstellungsanlass	Zulässige Ausweisart ⁵
G 1 2002 - 2007	WG / NWG ($T_i \geq 19 \text{ °C}$)	Neubau oder Änderung mit Q_p -NW	Bedarf
	NWG ($T_i < 19 \text{ °C}$)	Neubau	Bedarf (nur Wärmebedarf)
G 2 und G 3 2007 – 2014	WG (NF > 50 m ²)	Neubau oder Änderung mit Q_p -NW	Bedarf
	WG (NF > 50 m ²) kein Denkmal	Vermietung oder Verkauf	Bedarf oder Verbrauch
	NWG (NF > 50 m ²)	Neubau oder Änderung mit Q_p -NW	Bedarf
	NWG (NF > 50 m ²) kein Denkmal	Vermietung oder Verkauf	Bedarf oder Verbrauch
	NWG (NF > 1000 m ²) kein Denkmal (ab 2009)	Behörden, öffentl. Dienstleistungen	Bedarf oder Verbrauch
G 4 2014 – 2020	WG (NF > 50 m ²)	Neubau oder Änderung mit Q_p -NW	Bedarf
	WG (NF > 50 m ²) kein Denkmal	Vermietung oder Verkauf und dazugehörige Inserate	Bedarf oder Verbrauch
	NWG (NF > 50 m ²)	Neubau oder Änderung mit Q_p -NW	Bedarf
	NWG (NF > 50 m ²) kein Denkmal	Vermietung oder Verkauf und dazugehörige Inserate	Bedarf oder Verbrauch
	NWG (NF > 500 m ²) (NF > 250 m ² ab Juli 2015) kein Denkmal	Behörden, öffentl. Dienstleistungen	Bedarf oder Verbrauch
	NWG (NF > 500 m ²) kein Denkmal	Privatwirtschaftliche Dienstleistungen (nur Aushang, falls EA vorliegt)	Bedarf oder Verbrauch

WG Wohngebäude NWG Nichtwohngebäude Q_p -NW Nachweis zum Primärenergiebedarf NF NutzflächeQuelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy basierend auf den Regelungen der EnEV.

Die Ausweismuster und relevanten Regelungen zur Ausweiserstellung galten im Wesentlichen unverändert auch in der EnEV 2009. Lediglich die Inhalte der Bedarfsausweise wurden im Zuge des 2009 in Kraft getretenen EE-WärmeG mit Auswirkungen auf Neubauten etwas angepasst. Neu hinzu kam nun auch für Wohngebäude die Verpflichtung zur Anwendung des Referenzgebäudeverfahrens sowie die Vorgabe der EnEV-Nachweisführung nach DIN V 18599. Alternativ konnte jedoch weiterhin das Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 genutzt werden. Diese Möglichkeit besteht noch bis Ende 2023, sofern das betreffende Wohngebäude nicht gekühlt wird.

Die Regelungen zur EA-Ausstellung bei Neubau und bei wesentlich geänderten Bestandsgebäuden wurden in der EnEV 2013 unverändert fortgeführt. Verschärft wurden die Erstellungs- und Aushangpflicht von Energieausweisen für Gebäude mit öffentlichen Dienstleistungen. Diese galt ab 2014 für Nutzflächen mit starkem Publikumsverkehr ab 500 m² und ab 2015 für Nutzflächen mit starkem Publikumsverkehr ab 250 m². Für privatwirtschaftliche Gebäude mit mehr als 500 m² und starkem Publikumsverkehr auf dieser Fläche wurde die Aushangpflicht von bereits vorliegenden Energieausweisen in der Verordnung ergänzt. Zusätzlich sind bei öffentlichen Inseraten zur Vermietung bzw. zum Verkauf von Immobilien Angaben aus bereits erstellten Energieausweisen mit anzugeben.

⁵ § 17 Abs. 2 EnEV schränkt die Zulässigkeit der Ausstellung eines Verbrauchsausweises für Bestandsgebäude ein. Falls die dort genannten Bedingungen zutreffen, ist ein Bedarfsausweis auszustellen.

Neben den Verfahren nach DIN V 18599 bzw. DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 wurde in der EnEV 2013 die Möglichkeit für ein vereinfachtes Modellgebäudeverfahren zum EnEV-Nachweis von Wohngebäuden vorgesehen (auch als *EnEV-easy* bezeichnet). Seit der Bekanntmachung der konkreten Regelungen im Oktober 2016 kann dieses vereinfachte Verfahren für bestimmte WG-Neubauten eingesetzt werden. Bei diesem Verfahren werden keine Berechnungen zum Energiebedarf durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass der Neubau die EnEV-Anforderungen erfüllt, sofern bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind (u. a. Dichtheitsprüfung und keine technische Kühlung) und das Gebäude hinsichtlich seiner baulichen Ausprägung und der anlagentechnischen Ausstattung den definierten Modellgebäuden bzw. Ausstattungsvarianten entspricht. In den Energiebedarfsausweis des Wohngebäudes werden in diesem Fall die festgelegten Kennwerte des entsprechenden Modellgebäudes mit der entsprechenden Ausstattungsvariante übernommen.

Die Regelungen der EnEV und des EEWärmeG werden im Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020 zusammengeführt. Mit dem GEG wird die fünfte Ausweisgeneration in Deutschland eingeführt. Mustervorlagen für diese Ausweisgeneration sind zum Zeitpunkt der Bearbeitung dieser Studie noch nicht veröffentlicht. Die Mindestanforderungen an die Ausweisinhalte sind jedoch im Gesetzestext definiert und bereits bekannt. Mit wenigen Ausnahmen (bspw. den nun zwingend auszuweisenden CO₂-Emissionen) entsprechen sie den Inhalten der vierten Ausweisgeneration.

3.4 Inhalte von Gebäudeenergieausweisen und Beurteilung der potenziellen Datenqualität

Um den Mehrwert von Energieausweisen für eine Analyse der energetischen Qualität des Gebäudebestandes beurteilen zu können, werden im Folgenden die in den Ausweisen durch den Ersteller anzugebenden Inhalte zunächst systematisch erfasst und hinsichtlich Ihrer potenziellen Aussagekraft bzw. Qualität bewertet. Als Grundlage dienen die in der EnEV vorgegebenen Energieausweismuster der ersten bis vierten Generation (siehe Tabelle 4). Diese Vorlagen sind seit der EnEV 2007 für die Erstellung eines Energieausweises nach Inhalt und Aufbau bindend und können durch Anlagen ergänzt werden. Da die Mustervorlagen für die fünfte Ausweisgeneration gemäß GEG zum Zeitpunkt der Analyse noch nicht veröffentlicht sind, bleiben sie bei den folgenden Betrachtungen außen vor. Auf bereits erkennbare Änderungen der fünften gegenüber der vierten Generation wird jedoch verwiesen.

Auch für die Vorgängerversionen der EnEV 2007 existieren in der AVV Energiebedarfsausweis bereits Ausweissvorlagen. Verbindlich wurden hier allerdings nur die mindestens anzugebenden Inhalte sowie deren grobe Gliederung im Ausweis vorgegeben. Für die konkrete Ausgestaltung des Ausweises hatten die Vorlagen lediglich einen empfehlenden Charakter. Grundsätzlich konnten weitere, nicht personenbezogene Daten zum Gebäude im Ausweis bzw. als Anlage freiwillig erfasst werden. Dies gilt auch für alle EA-Folgegenerationen.

Für die systematische Auswertung werden die Ausweisinhalte in 6 Cluster strukturiert:

- 1) Identifikation und **Charakterisierung des Gebäudes** bzw. Gebäudeteils
- 2) **Energierrelevante Anlagentechnik**
- 3) Energetische Qualität der **Gebäudehülle**
- 4) **Energienutzung** und Emissionen (Energiebedarf oder Energieverbrauch)
- 5) Angaben zur **Erstellung und Gültigkeit** des Energieausweises
- 6) **Modernisierungsempfehlungen** und weitere Informationen

Einige der Ausweisinhalte sind sowohl im bedarfsorientierten als auch im verbrauchsorientierten Ausweis in gleicher Weise anzugeben. Die Informationen zur energetischen Qualität der Gebäudehülle und zum Energiebedarf sind nur für den bedarfsorientierten Ausweis relevant und teilweise auch nur für Neubauten sowie

Bestandsänderungen bzw. -erweiterungen mit Nachweis des Primärenergiebedarfs verpflichtend. Der Energieverbrauch kann auch als freiwillige zusätzliche Information in Bedarfsausweisen für Bestandsgebäude mit angegeben sein.

Bei der Erfassung und qualitativen Beurteilung der EA-Inhalte ist zu betrachten, welche Informationen in Abhängigkeit der Gebäudenutzungsart und des Ausstellungsanlasses in den Energieausweisen zwingend angegeben sein müssen oder freiwillig sind. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass einigen Informationen klare inhaltliche Definitionen zu Grunde liegen, während andere Informationen in mehr oder weniger freier Textform durch die EA-Ausstellenden selbst definiert werden. Für ersteren Fall sind entweder direkt im Energieausweis anzukreuzende Vorgaben vorhanden oder die Angaben sind durch dazugehörige Regelungen in der EnEV bzw. durch weitere Vorgaben konkret bestimmt (insbesondere durch amtliche Bekanntmachungen (bspw. BMWi/BMU 2015a/b; BMWi/BMU 2018a/b), Regelwerke, Auslegungsstaffeln der Länder etc.). Für letzteren Fall der freien Textform sollten zumindest allgemein anerkannte Begrifflichkeiten maßgebend sein, jedoch sind diese nicht genormt und könnten im schlechtesten Fall nicht hinreichend eindeutig interpretierbar sein. Hinweise und Orientierungshilfen zu solchen Angaben geben u. a. Leitfäden zum Erstellen von Energieausweisen (bspw. dena 2015a/b/c).

Vor diesem Hintergrund wird die potenzielle Datenqualität bzw. Aussagekraft der Energieausweisinhalte mithilfe einer fünfstufigen Skala (sehr hoch bis sehr gering) jeweils für die folgenden 6 Merkmale beurteilt:

- **Aktualität** – Es wird abgeschätzt, inwiefern die Angaben mit der derzeitigen (Jahr 2020) energetischen Ausprägung bzw. Ausstattung des Gebäudes noch übereinstimmen könnten.
- **Vollständigkeit** – Bewertet wird, wie umfassend (erfasst/nicht erfasst) und wie verbindlich (obligatorisch oder freiwillig) relevante Informationen zu den einzelnen Aspekten in den Energieausweisen vorliegen.
- **Detailgrad** – Beurteilt wird, wie detailliert Informationen und Daten innerhalb der einzelnen Aspekte vorliegen (bspw. Erzeugerleistung, Wirkungsgrade, Anteil EE-Einsatz, Bauteilflächen, U-Werte etc.).
- **Genauigkeit** – Es wird betrachtet, inwiefern die realen Ausprägungen der einzelnen Aspekte durch standardisierte Vorgaben in den Regelwerken oder erlaubte Vereinfachungen von den Angaben im Energieausweis abweichen könnten.
- **Konformität** – Dieses Merkmal zielt auf die Interpretierbarkeit und Eindeutigkeit der Angaben im Energieausweis ab. Vorgegebene Auswahlmöglichkeiten sowie genormte Angaben bedingen eine höhere Konformität als Informationen in freier Textform ohne definierte Vorgaben.
- **Verlässlichkeit** – Mit diesem Merkmal wird die Richtigkeit der Angaben im Energieausweis hinsichtlich der Fehleranfälligkeit bei der Datenerfassung sowie der Möglichkeiten und Umsetzung von Prüfungen bzw. Maßnahmen zur Qualitätssicherung beurteilt.

Die folgende zusammengefasste Darstellung mit qualitativer Beurteilung beschränkt sich auf wesentliche Informationen in Energieausweisen, welche als Datengrundlage für eine Beurteilung der energetischen Qualität des Gebäudebestandes von besonderer Bedeutung sein könnten. Der Fokus liegt dabei auf den Clustern 1 bis 4.

Der Aufbau und die meisten Inhalte bzw. Datenfelder der Energieausweise für Wohn- und Nichtwohngebäude sind innerhalb der einzelnen Ausweisgeneration sehr ähnlich. Unterschiede ergeben sich vor allem durch abweichende Bezugsgrößen (Gebäudenutzfläche vs. Nettogrundfläche) und durch die Berücksichtigung der Energieanwendungen „Klimatisierung und Kühlung“ sowie „Beleuchtung“ bei den Nichtwohngebäuden. Aus diesem Grund werden die Ausweisinhalte für Wohn- und Nichtwohngebäude differenziert erfasst.

Bei der Beurteilung der potenziellen Qualität der Angaben wird dagegen auf die Unterscheidung nach der Gebäudenutzungsart verzichtet. Der wesentliche Grund ist darin zu sehen, dass auf der Betrachtungsebene der potenziellen Qualität, d. h. ohne eine Überprüfung konkreter Ausweisinhalte für beide Nutzungsarten anhand repräsentativer Stichproben, eine entsprechende Differenzierung kaum sinnvoll möglich ist. Eine Einschätzung kann jedoch anhand des Ausstellungsanlasses sowie der Art der genutzten Informationen bzw.

Daten vorgenommen werden. Für die Beurteilung der potenziellen Qualität wird deshalb zwischen den Bedarfsausweisen für Neubauten, dem Bedarfsausweis für Bestandsbauten und dem Verbrauchsausweis unterschieden. Für die Bedarfsausweise der vierten Generation bei Wohngebäudeneubauten wird zusätzlich nach dem vereinfachten Modellgebäudeverfahren (EnEV-easy) und der Nachweisführung nach Norm differenziert.

3.4.1 Energieausweisinhalte zur Identifikation und Charakterisierung des Gebäudes bzw. Gebäudeteils

Jeder Energieausweis beinhaltet, unabhängig vom Ausstellungsanlass und der Ausweisgeneration, zunächst grundlegende Informationen zur Identifikation und zum Standort sowie eine Beschreibung des bewerteten Gebäudes oder Gebäudeteils. Die entsprechenden Angaben in den verschiedenen EA-Generationen sind in Tabelle 6 dargestellt.

Für den Gebäudetyp sollten im Bereich der Wohngebäude in der Regel allgemein geläufige Begrifflichkeiten zur groben Gebäudegröße – zumindest „Einfamilienhaus“ oder „Mehrfamilienhaus“ – in den Ausweisen verwendet werden. Gegebenenfalls sind aber auch konkretere Begrifflichkeiten wie bspw. „Zweifamilienhaus“ oder „Doppelhaushälfte“ in den Ausweisen vorzufinden. Eine Angabe zur Anzahl der Wohneinheiten ist nur in den Ausweisen der zweiten und ab der vierten Generation obligatorisch.

Bei den Nichtwohngebäuden sind aufgrund der Vielzahl möglicher Nutzungen, die gegebenenfalls auch nicht eindeutig für jeden Gebäudeteil voneinander abgrenzbar sind, die Gebäudekategorie bzw. die Hauptnutzungsart anzugeben (bspw. „Grundschule“, „Verwaltungsgebäude“, „Markthalle“ etc.). Eine verbindliche Vorgabe für Einträge in dieses Datenfeld existiert jedoch nicht. Bei getrennt betrachteten Gebäudeteilen – insbesondere bei einer gemischten Gebäudenutzung mit jeweils wesentlichen Flächenanteilen – ist im Datenfeld „Gebäudeteil“ zumindest „Wohngebäudeteil“ bzw. „Nichtwohngebäudeteil“ anzugeben. Eventuell liegt aber auch eine genauere Beschreibung des betroffenen Gebäudeteils vor (bspw. Vorder- oder Hinterhaus oder Wohnungen 2. bis 4. Etage etc.). Aufgrund der individuellen Gestaltungsmöglichkeiten von Gebäuden existieren auch hierfür keine verbindlichen Vorgaben.

In allen Ausweisgenerationen ist die Angabe zum Baualter bzw. Baujahr des Gebäudes vorhanden. Wurden nachträglich Anbauten bzw. Erweiterungen umgesetzt, können auch deren Baujahre vermerkt sein. Wann wesentliche bauliche Änderung in Form von Sanierungen bzw. Modernisierungen oder Bauteilergänzungen stattgefunden haben, ist nur in der ersten Ausweisgeneration zusammen mit den betroffenen Bauteilen explizit zu vermerken. Hinsichtlich des Zeitpunktes der Maßnahmenumsetzung hat diese bedingt obligatorische Angabe allerdings kaum einen nennenswerten Mehrwert, da sie nur mit der verpflichtenden Ausweiserstellung im Zusammenhang mit der Maßnahmenumsetzung und dem berechneten Nachweis zum Primärenergiebedarf einhergeht. Das Ausstellungsdatum des Ausweises sollte somit in der Regel auch nicht (wesentlich) vom Jahr der baulichen Änderung abweichen. Für die Fälle einer freiwilligen Ausweiserstellung oder einer verpflichtenden Erstellung bei Vermietung/Verkauf, welche nicht zwingend mit einer Maßnahmenumsetzung einhergehen, ist in keiner Ausweisgeneration eine Angabe zum Zeitpunkt und zur Art bereits durchgeführter Sanierungs- bzw. Modernisierungsmaßnahmen am Gebäude verpflichtend vorgesehen. Gegebenenfalls könnten jedoch Informationen dazu in den freiwilligen Anlagen zum Ausweis aufgeführt sein.

Angaben zur Geometrie bzw. zu Abmessungen des Gebäudes sind in den Energieausweisen nicht vorgesehen. Die erste Ausweisgeneration beinhaltet zumindest noch die obligatorischen Angaben zum beheizten Gebäudevolumen V_e sowie zur wärmeübertragenden Umfassungsfläche (A). Die Ausweise ab der zweiten Generation beschränken sich dagegen ausschließlich auf die Angabe der zentralen Bezugsgrößen zur Berechnung des flächenspezifischen Energiebedarfs bzw. -verbrauchs. Für Wohngebäude ist dies die Gebäudenutzfläche A_N und für Nichtwohngebäude die Nettogrundfläche (A_{NGF}).

Tabelle 6
Informationen zur Identifikation und Charakterisierung des Gebäudes bzw. Gebäudeteils in Energieausweisen

Wesentliche EA-Inhalte bzw. Datenfelder für Wohngebäude	Wesentliche EA-Inhalte bzw. Datenfelder für Nichtwohngebäude	G 1	G 2	G 3	G 4	G 4
		2002 – 2007	2007 – 2009	2009 – 2014	DIN ab 2014	Easy ab 2016
Gebäudetyp/Gebäudeteil (Freitext)	Hauptnutzung/Gebäudekategorie Gebäudeteil oder -zonen (Freitext)	o	o	o	o	o
Adresse und Baujahr	Adresse und Baujahr	o	o	o	o	o
Gebäudenutzfläche (A _N)	---	o	o	o	o	o
---	Nettogrundfläche (A _{NGF})	n. a.	o	o	o	---
Beheiztes Volumen (V _e), Wärmeübertragende Umfassungsfläche (A)	Beheiztes Volumen (V _e), Wärmeübertragende Umfassungsfläche (A)	o	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Anzahl der Wohnungen	---	n. a.	o	o	o	o
Qualitative Beurteilung der potenziellen Qualität nach Ausweisart	Kriterien	WG/ NWG	WG/ NWG	WG/ NWG	WG/ NWG	nur WG
Bedarfsausweis (Neubau)	Aktualität	mittel	hoch	hoch	hoch	hoch
	Vollständigkeit	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
	Detailgrad	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
	Genauigkeit	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
	Konformität	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
	Verlässlichkeit	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
Bedarfsausweis (Bestand) Ausstellungsanlässe: ■ Modernisierung (bzw. Änderung/ Erweiterung) mit Q _p -Nachweis ■ ggf. bei Aushangpflicht (NWG) oder Vermietung/Verkauf ■ freiwillig	Aktualität	hoch	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar
	Vollständigkeit	hoch	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar
	Detailgrad	hoch	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar
	Genauigkeit	hoch	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar
	Konformität	hoch	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar
	Verlässlichkeit	hoch	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar
Verbrauchsausweis (Bestand) Ausstellungsanlässe: ■ Vermietung/Verkauf ■ Aushangpflicht in NWG ■ freiwillig	Aktualität	nicht verfügbar	gering	mittel	hoch	nicht verfügbar
	Vollständigkeit	nicht verfügbar	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar
	Detailgrad	nicht verfügbar	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar
	Genauigkeit	nicht verfügbar	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar
	Konformität	nicht verfügbar	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar
	Verlässlichkeit	nicht verfügbar	hoch	hoch	hoch	nicht verfügbar

WG Wohngebäude NWG Nichtwohngebäude G 1 bis G 4 Energieausweisgeneration
o Angabe obligatorisch falls zutreffend bzw. gefordert für Neubau / Q_p-Nachweis (definierte Vorgaben, Freitext oder nur ja/nein)
f Angabe freiwillig (im EnEV-Ausweismuster als freiwillige Angabe explizit ausgewiesen)
n. a. Keine Angabe im EnEV-Ausweismuster vorgesehen (ggf. freiwillig in den zusätzlichen Informationen zum Ausweis bereitgestellt)

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy basierend auf den EnEV-Ausweismustern.

Die Qualität der Angaben zur Gebäudecharakterisierung ist grundsätzlich hoch einzuschätzen, da es sich hierbei um weitestgehend eindeutige, leicht erfassbare und überprüfbare Angaben handelt, die sich nur sehr selten (Gebäudetyp und -größe) bzw. gar nicht (Standort, Baualter) im Zeitverlauf ändern. Das Baualter – sofern nicht bekannt – kann in der Regel anhand charakteristischer Gebäudemerkmale verlässlich gut bestimmt werden. Für eine Kategorisierung in typische Baualterklassen eines Gebäudebestandes ist eine solche Abschätzung hinreichend genau.

Hinsichtlich der Gebäudegröße sollte im Wohngebäudebereich zumindest eine grobe Differenzierung nach „Einfamilienhaus“ oder „Mehrfamilienhaus“ für eine Kategorisierung möglich sein. Darüber hinaus kann für die Abschätzung der Gebäudegröße die Angabe zur Wohnungsanzahl und die ausgewiesene Gebäudenutzfläche herangezogen werden. Für NWG sollten hinreichend eindeutige Bezeichnungen für eine adäquate Kategorisierung der Gebäudenutzungsarten im Gebäudebestand verfügbar sein. Die Gebäudegröße kann anhand des beheizten Gebäudevolumens in G 1 bzw. anhand der Nettogrundfläche ab G 2 beurteilt werden, die alle nutzbaren konditionierten Räume des Gebäudes umfasst (Nutzflächen, technische Funktionsflächen und Verkehrsflächen). Sofern vorhanden, könnte für eine weiterführende Kategorisierung der Wohn- und Nichtwohngebäude auch das (freiwillige) Gebäudefoto herangezogen werden. Letzteres könnte u. a. Aufschluss zur Einordnung der Lage des Gebäudes (freistehend, einseitig/beidseitig angebaut) geben, falls dies nicht schon direkt aus der Angabe zum Gebäudetyp hervorgeht.

Die Aktualität relevanter Angaben zur Gebäudegröße kann im Falle nachträglicher Änderungen am Gebäude, welche nicht zwingend zur Ausstellung eines neuen Ausweises geführt haben müssen, eingeschränkt sein. So kann sich durch Anbauten, Dachausbau oder Dachaufstockung die Gebäudenutzfläche und Wohnungsanzahl bzw. die Nettogrundfläche bei NWG zumindest geringfügig geändert haben. Bis zur EnEV 2013 war für das Erfordernis der Ausstellung eines neuen Ausweises die Größe der erweiterten konditionierten Fläche ($> 50 \text{ m}^2$) relevant. Ab der EnEV 2013 ist auch maßgebend, ob im Zusammenhang mit der Erweiterung ein neuer Wärmeerzeuger installiert worden ist. Änderungen, die diese Kriterien nicht erfüllen, können über Einzelbauteilnachweise den EnEV-Anforderungen entsprechen. Die Aktualität dieser Angaben kann für ältere EA-Generationen somit tendenziell geringer sein. Dies gilt insbesondere für Verbrauchsausweise. Bei Bedarfsausweisen für Neubauten kann diese Situation ebenfalls anzutreffen sein, bspw. wenn der Ausbau des Dachgeschosses eines Wohngebäudes erst später vorgenommen wurde. Bei den Bedarfsausweisen im Bestand ist dagegen auch für ältere Ausweise eine hohe Qualität hinsichtlich dieser Angaben zu erwarten. In der Regel ist davon auszugehen, dass solche Erweiterungen im Zuge umfassender Sanierungen vorgenommen wurden bzw. selbst der Auslöser für die Erstellung des Energieausweises waren.

3.4.2 Energieausweisinhalte zur energierelevanten Anlagentechnik

In Tabelle 7 sind die EA-Inhalte zur energierelevanten Anlagentechnik in Wohn- und Nichtwohngebäuden aufgelistet. Dies betrifft alle Anlagen bzw. Maßnahmen zur Gewährleistung der thermischen Behaglichkeit, der Warmwasserbereitung und der Raumluftqualität im Gebäude. Entsprechende Angaben sind sowohl in Bedarfsausweisen als auch in Verbrauchsausweisen vorgesehen. Konkrete Informationen zur verwendeten Beleuchtungstechnik in NWG (bspw. Leuchtstoff, LED etc.) werden in den EnEV-Ausweismustern dagegen nicht berücksichtigt.

In den Ausweisen wird auf die Benennung der Energieträger zur Wärmeerzeugung fokussiert, welche auch für den Einsatz Erneuerbarer Energien ab der dritten EA-Generation obligatorisch erfasst werden. Ab der zweiten EA-Generation ist zusätzlich die Information zum Anlagenbaujahr obligatorisch. Darüber hinaus werden – mit Ausnahme der ersten EA-Generation, in der zumindest noch die Anlagenaufwandszahl anzugeben war – keine technische Kenngrößen der Anlagen (bspw. Leistung, Wirkungsgrade etc.) ausgewiesen. In der zweiten EA-Generation fällt der EE-Einsatz unter den Sammelbegriff „Alternative Energieversorgungssysteme“. Damit gemeint sind „[...] insbesondere dezentrale Energieversorgungssysteme auf der Grundlage von erneuerbaren Energieträgern, Kraft-Wärme-Kopplung, Fern- und Blockheizung, Fern- und Blockkühlung oder Wärmepumpen [...]“ (§ 5 EnEV 2007). Eine klare Differenzierung nach der Technologie ist hier nicht vorgesehen, lediglich die obligatorische Angabe, für welche Energieanwendung diese Systeme eingesetzt werden.

Tabelle 7
Informationen zur energierelevanten Anlagentechnik in Energieausweisen

Wesentliche EA-Inhalte bzw. Datenfelder für Wohngebäude	Wesentliche EA-Inhalte bzw. Datenfelder für Nichtwohngebäude	G 1	G 2	G 3	G 4	G 4
		2002	2007	2009	DIN ab	Easy ab
		-	-	-	2014	2016
		2007	2009	2014	2014	2016
Wärmeversorgung, Technologie bzw. Anlagentyp und techn. Energiekennwerte	Wärmeversorgung, Technologie bzw. Anlagentyp und techn. Energiekennwerte	o	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Wärmeversorgung, Anlagenbaujahr	Wärmeversorgung, Anlagenbaujahr	n. a.	o	o	o	o
Wärmeversorgung, eingesetzte Energieträger (Freitext)	Wärmeversorgung, eingesetzte Energieträger (Freitext)	o	o	o	o	o
Erneuerbare Energien, eingesetzte Technologie/Energieträger (Freitext)	Erneuerbare Energien, eingesetzte Technologie/Energieträger (Freitext)	o	n. a.	o	o	o
Lüftungsart (in G 3 Freitext)	Lüftungsart (in G 3 Freitext)	o	o	o	o	o
Anlage zur Kühlung (ja/nein)	---	n. a.	n. a.	n. a.	o	o
---	Anlage z. Kühlung (ja/nein) in G 1 u. G 4, Baujahr Klimaanlage in G 2 u. G 3	o	o	o	o	---
Qualitative Beurteilung der potenziellen Qualität nach Ausweisart	Kriterien	WG/ NWG	WG/ NWG	WG/ NWG	WG/ NWG	nur WG
Bedarfsausweis (Neubau)	Aktualität	mittel	hoch	mittel	mittel	mittel
	Detailgrad	gering	sehr gering	gering	mittel	mittel
	Konformität	hoch	gering	mittel	hoch	mittel
Bedarfsausweis (Bestand)	Aktualität	mittel	hoch	mittel	mittel	nicht verfügbar
	Ausstellungsanlässe: ■ Modernisierung (bzw. Änderung/ Erweiterung) mit Q _p -Nachweis ■ ggf. bei Aushangpflicht (NWG) oder Vermietung/Verkauf ■ freiwillig	mittel	gering	mittel	mittel	nicht verfügbar
	Detailgrad	gering	sehr gering	gering	gering	nicht verfügbar
Verbrauchsausweis (Bestand)	Aktualität	nicht verfügbar	gering	mittel	mittel	nicht verfügbar
	Ausstellungsanlässe: ■ Vermietung/Verkauf ■ Aushangpflicht in NWG ■ freiwillig	nicht verfügbar	gering	mittel	mittel	nicht verfügbar
	Detailgrad	nicht verfügbar	sehr gering	gering	gering	nicht verfügbar
	Konformität	nicht verfügbar	gering	mittel	hoch	nicht verfügbar

WG Wohngebäude NWG Nichtwohngebäude G 1 bis G 4 Energieausweisgeneration

o Angabe obligatorisch falls zutreffend bzw. gefordert für Neubau / Q_p-Nachweis (definierte Vorgaben, Freitext oder nur ja/nein)

f Angabe freiwillig (im EnEV-Ausweismuster als freiwillige Angabe explizit ausgewiesen)

n. a. Keine Angabe im EnEV-Ausweismuster vorgesehen (ggf. freiwillig in den zusätzlichen Informationen zum Ausweis bereitgestellt)

sehr hoch
 hoch
 mittel
 gering
 sehr gering
 nicht verfügbar

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy basierend auf den EnEV-Ausweismustern.

Die Lüftungsart (Fensterlüftung, Lüftungsanlage mit/ohne Wärmerückgewinnung etc.) ist durch entsprechende Vorgaben in allen EA-Generationen sehr gut dokumentiert. Ob das Gebäude gekühlt wird, ist erst seit der EnEV 2013 im allgemeinen Teil der Ausweise für Wohngebäude explizit angegeben. Für NWG ist diese Information bereits seit der zweiten EA-Generation obligatorisch.

Angaben zur Gestaltung des Wärmeversorgungssystems und zu den installierten Wärmetechnologien bzw. zum Anlagentyp sind in den Ausweisen nicht zwingend erfasst. Die ausgewiesenen Energieträger erlauben zumindest einen groben Rückschluss auf die eingesetzten Technologien. Sofern in den entsprechenden Freitextfeldern keine konkreteren Angaben verfügbar sind, ist eine detaillierte Aufschlüsselung der Technologien jedoch kaum möglich (bspw. bei Solarthermie die Differenzierung nach Flach- und Röhrenkollektor oder bei Gas der Einsatz von Niedertemperaturtechnik oder Brennwerttechnik). Energierrelevante technische Kenngrößen der installierten Wärmeversorgungsanlagen sind in den Ausweisen nicht erfasst. Auch zu den Lüftungs- bzw. Klimaanlage sind in keiner EA-Generation technische Daten vorhanden. Konkrete Angaben zur vorrangig eingesetzten Beleuchtungstechnik (bspw. Gasentladungslampen, LED etc.) im NWG-Bereich sind ebenfalls nicht verfügbar.

Der Detailgrad der verfügbaren Informationen zur Anlagentechnik ist somit insgesamt sehr gering. Eine Ausnahme bildet der seit 2016 mögliche EnEV-easy-Nachweis, welcher konkrete Anlagensysteme zumindest hinsichtlich der eingesetzten Technologien genau definiert und auch nur dann im Falle eines Neubaus angewandt werden darf, wenn diese Systeme in dieser Form eingesetzt werden. Zwar wird die genutzte Ausstattungsvariante nicht explizit im Ausweis benannt, jedoch werden für jede Variante klare Vorgaben gemacht, wie die Angaben dazu im Energieausweis zu erfolgen haben. Auf dieser Grundlage können gegebenenfalls Rückschlüsse auf die konkrete Ausstattungsvariante gezogen werden.

Die Aktualität der vorhandenen Angaben zur Technologie ist hier abhängig von nachträglich möglichen Änderungen an der Anlagentechnik (insbesondere alters- oder anforderungsbedingter Austausch des Wärmeerzeugers) oder Ergänzungen (bspw. die Installation einer Solarthermieanlage), welche nicht zwingend die Ausstellung eines neuen Ausweises bedingt haben müssen. Anhand des Anlagenbaujahres kann im Hinblick auf typische Anlagennutzungsdauern zumindest grob eingeschätzt werden, ob inzwischen ein Austausch des Wärmeerzeugers erfolgt sein könnte bzw. erfolgt sein sollte. Der Informationsgehalt älterer Ausweisgenerationen – insbesondere von Verbrauchsausweisen mit Ausstellungsanlass „Vermietung/Verkauf“ – könnte somit eher gering sein. Im Bereich der Neubauten sowie im Bereich der umfassenden Modernisierungen bzw. Bestandsänderungen, bei denen in der Regel auch der Austausch der Anlagentechnik erfolgt, ist aufgrund der typischen Anlagennutzungsdauern davon auszugehen, dass die Angaben zumindest ab der zweiten EA-Generationen mit hoher Wahrscheinlichkeit auch heute noch aktuell sind.

Die Vollständigkeit und die Konformität der verfügbaren Inhalte zur Anlagentechnik sind in den einzelnen EA-Generationen unterschiedlich zu beurteilen. Der Einsatz von EE-Technologien ist in der zweiten Generation nicht erfasst. Dafür wird sehr unbestimmt eine generelle ja/nein-Aussage zum Einsatz alternativer Energieversorgungssysteme getroffen, welche jedoch eine große Bandbreite von verschiedenen Technologien (EE, KWK, Fernwärme etc.) abdeckt. Ab der dritten EA-Generation wird explizit der Einsatz von EE-Technologien ausgewiesen. Ab der vierten Generation sind zusätzlich noch die Energieanwendungen zu benennen, für welche die Erneuerbaren Energien eingesetzt werden. Darüber hinaus sind im Falle eines Neubaus ab der vierten Generation noch die Anteile an der Pflichterfüllung gemäß den Anforderungen des EE-WärmeG (bzw. des GEG in der Folge) anzugeben, welche durch die zur Deckung des Wärme-/Kältebedarfs eingesetzten EE erfüllt werden.

Nicht zuletzt aufgrund ihres geringen Detailgrades, ist für die EA-Angaben zur Anlagentechnik eine hohe Qualität hinsichtlich ihrer Verlässlichkeit und Genauigkeit zu erwarten, unabhängig davon, ob die Informationen durch die EA-Austellenden mit fachlicher Expertise oder von Eigentümerinnen und Eigentümern erhoben wurden. Für einen Neubau liegen diese Informationen aus der Hand der Fachplanung vor und fließen in die Erstellung des Bedarfsausweises direkt ein.

3.4.3 Energieausweisinhalte zur energetischen Qualität der Gebäudehülle

Angaben zur energetischen Qualität der Gebäudehülle beinhalten ausschließlich Bedarfsausweise. Tabelle 8 zeigt wesentliche Inhalte der Bedarfsausweise, die diesem Cluster zuzuordnen sind. Aus den obligatorisch erfassten Daten in Verbrauchsausweisen ist – nicht zuletzt auch aufgrund des Einflusses des Nutzerverhaltens – keine verlässliche Abschätzung zur energetischen Qualität der Gebäudehülle möglich. Gegebenenfalls lassen sich jedoch Informationen zur Gebäudehülle aus den Modernisierungsempfehlungen ableiten, welche ab der zweiten EA-Generation anzugebenden sind. Diese Empfehlungen sind verpflichtend, sofern durch kostengünstige Maßnahmen die Energieeffizienz des Gebäudes verbessert werden kann.

Wesentliche Kenngröße in diesem Cluster ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche (A) bezogene Transmissionswärmeverlust bzw. Transmissionswärmetransferkoeffizient (H'_{T}). Dieser wird vor allem durch die energetisch relevante Charakteristik der einzelnen Bauteile der Hüllfläche beeinflusst (u. a. verwendete Materialien und der Schichtaufbau, Flächengrößen und -ausrichtungen etc.). Ausgewiesen werden der nach EnEV-Vorgaben bestimmte und zulässige Wert für das Gebäude. Dies gilt bei Wohngebäuden für alle EA-Generationen. Für NWG ist das nur bis zur zweiten Ausweisgeneration der Fall. Ab G 3 ist in den NWG-Ausweisen lediglich ein ja/nein-Vermerk vorgesehen, ob die Anforderungswerte zu den mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten (mittlere U-Werte) für einzelne Bauteilgruppen (u. a. für opake und transparente Außenbauteile) eingehalten werden.

Weitere Angaben in diesem Cluster betreffen die Berücksichtigung von Wärmebrücken bei den Nachweisverfahren (pauschal oder berechnet), ob eine Dichtheitsprüfung der Gebäudehülle vorgenommen wurde, welche gegebenenfalls einen reduzierten Luftwechsel belegt, und ob die Vorgaben zum sommerlichen Wärmeschutz eingehalten werden. Letzterer wird u. a. durch die Charakteristik von transparenten Flächen der Gebäudehülle beeinflusst. Generell bieten diese Informationen keinen nennenswerten Mehrwert (hinsichtlich konkreter Werte bzw. Kennzahlen) für eine Beurteilung der energetischen Hüllenqualität des Gebäudebestands.

Auf eine differenzierte Benennung einzelner Bauteilgruppen (bspw. Außenwände, Dach, Fenster) und deren energetischer Kennwerte (U-Werte etc.) bzw. Charakteristik (Flächen, Ausrichtung etc.) wird in den Ausweisen verzichtet. Falls der EnEV-easy-Nachweis für einen Neubau angewandt wurde, könnten zumindest die in den definierten Wärmeschutzvarianten einzuhaltenden U-Werte für einzelne Bauteilgruppen eine zusätzliche Informationsquelle darstellen. Mit Ausnahme der ersten EA-Generation existieren auch keine Angaben zum Ausmaß der wärmeübertragenden Flächen oder zum Jahr der letzten baulichen Änderung bei einem Bestandsgebäude.

Obwohl der ausgewiesene Kennwert zum Transmissionswärmeverlust allein keine Rückschlüsse auf die Beschaffenheit einzelner Bauteilgruppen zulässt, ist er hinsichtlich der Beurteilung der energetischen Hüllflächenqualität des Gebäudes eine sehr aussagekräftige Größe, welche durch die Normen in ihrer Bestimmung klar definiert ist (hohe Konformität). Da dieser Kennwert neben dem Primärenergiebedarf die zweite wesentliche obligatorische Angabe in Bedarfsausweisen ist, kann hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit in den Energieausweisen von einer hohen Vollständigkeit ausgegangen werden. Für NWG wird seit der dritten Ausweisgeneration kein Kennwert zum Transmissionswärmetransfer mehr ausgewiesen. Hier ermöglicht die Angabe zur Einhaltung der EnEV-Vorgaben zumindest die Erkenntnis, dass die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten für die einzelnen Bauteilgruppen mindestens den Grenzwerten entsprechen.

Hinsichtlich der Aktualität der vorhandenen Angaben zum Transmissionswärmeverlust ist wiederum zu berücksichtigen, dass gegebenenfalls nachträglich zur EA-Ausstellung Änderungen an einzelnen Bauteilen vorgenommen wurden, welche nicht zwingend zur Ausstellung eines neuen Ausweises geführt haben müssen. Die Aktualität älterer Bedarfsausweise kann somit eingeschränkt sein. Allerdings handelt es bei Änderungen der Gebäudehülle um sehr langlebige Maßnahmen, welche aufgrund des Aufwandes und der damit verbundenen Belastungen und Einschränkungen bei der Gebäudenutzung nur in sehr großen zeitlichen Abständen durchgeführt werden. Zumindest für die Ausstellungsanlässe „Neubau“ und „Modernisierung (bzw. Änderung/Erweiterung)“ ist deshalb auch für die älteren Ausweisgenerationen von einer recht hohen Aktualität auszugehen.

Tabelle 8
Informationen zur energetischen Qualität der Gebäudehülle

Wesentliche EA-Inhalte bzw. Datenfelder für Wohngebäude	Wesentliche EA-Inhalte bzw. Datenfelder für Nichtwohngebäude	G 1 2002 -2007	G 2 2007 -2009	G 3 2009 -2014	G 4 DIN ab 2014	G 4 Easy ab 2016
Transmissionswärmeverlust (H _T) (berechnet und zulässig)	G 1 u. G 2 Transmissionswärmetransferkoeffizient (H _T) (berechnet & zulässig), G 3 u. G 4 Einhaltung mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten (ja/nein)	o	o	o	o	o
Berücksichtigung von Wärmebrücken (Pauschalen/Nachweis)	Berücksichtigung von Wärmebrücken (Pauschalen/Nachweis)	o	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Dichtheit (ohne/mit Prüfung/Nachweis)	Dichtheit (ohne/mit Prüfung/Nachweis)	o	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Einhaltung sommerlicher Wärmeschutz (ja/nein)	Einhaltung sommerlicher Wärmeschutz (ja/nein)	o	n. a.	o	o	o
Qualitative Beurteilung der potenziellen Qualität nach Ausweisart	Kriterien	WG/ NWG	WG/ NWG	WG/ NWG	WG/ NWG	nur WG
Bedarfsausweis (Neubau)	Aktualität	hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
	Vollständigkeit	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
	Detailgrad	gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	mittel
	Genauigkeit	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
	Konformität	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
	Verlässlichkeit	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Bedarfsausweis (Bestand) Ausstellungsanlässe: ■ Modernisierung (bzw. Änderung/ Erweiterung) mit Q _p -Nachweis ■ ggf. bei Aushangpflicht in NWG oder Vermietung/Verkauf ■ freiwillig	Aktualität	hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	nicht verfügbar
	Vollständigkeit	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	nicht verfügbar
	Detailgrad	gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	nicht verfügbar
	Genauigkeit	mittel	mittel	mittel	mittel	nicht verfügbar
	Konformität	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	nicht verfügbar
	Verlässlichkeit	mittel	mittel	mittel	mittel	nicht verfügbar

WG Wohngebäude NWG Nichtwohngebäude G 1 bis G 4 Energieausweisgeneration
 o Angabe obligatorisch falls zutreffend bzw. gefordert für Neubau / Q_p-Nachweis (definierte Vorgaben, Freitext oder nur ja/nein)
 f Angabe freiwillig (im EnEV-Ausweismuster als freiwillige Angabe explizit ausgewiesen)
 n. a. Keine Angabe im EnEV-Ausweismuster vorgesehen (ggf. freiwillig in den zusätzlichen Informationen zum Ausweis bereitgestellt)

sehr hoch
 hoch
 mittel
 gering
 sehr gering
 nicht verfügbar

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy basierend auf den EnEV-Ausweismustern.

Bei der Genauigkeit können in Abhängigkeit des Ausstellungsanlasses durchaus unterschiedliche Qualitätsniveaus unterstellt werden. Für einen Neubau liegen exakte Informationen zum Aufbau der Gebäudehülle aus der Hand der Fachplanung vor. Bei einem Bestandsgebäude, insbesondere mit hohem Baualter, fehlen dagegen nicht selten entsprechende Daten. Eine detaillierte Erhebung ist aufgrund von Unzugänglichkeit teilweise nicht oder nur mit erhöhtem Aufwand (bspw. durch Kernbohrungen) möglich. Aus diesem Grund erlaubt die EnEV den vereinfachten Ansatz gesicherter Erfahrungswerte für Bauteile vergleichbarer Altersklassen. Ebenso können benötigte geometrische Abmessungen für die Normberechnungen durch ein vereinfachtes Flächenaufmaß vorgenommen werden. Beim EnEV-easy-Nachweis erfolgt keine detaillierte Berechnung mit den realen Kennwerten der Gebäudehülle, welche die Mindestanforderungen der EnEV-easy auch unterschreiten könnten. Allerdings sind die Vorgaben in verschiedene Anforderungsniveaus untergliedert, welche alle recht hoch sind. Die anzugebenden Pauschalwerte sollten somit nicht wesentlich von berechneten Werten mit Realdaten abweichen.

Des Weiteren ist hinsichtlich der Verlässlichkeit der Ergebnisse zum Transmissionswärmeverlust insbesondere im Bestand zu berücksichtigen, ob die Eingangsdaten für die Normberechnungen von den Gebäudeeigentümerinnen und Eigentümern oder von den EA-Ausstellenden mit fachlicher Expertise vor Ort selbst erhoben wurden. In der Regel werden zwar auch die Eigentümer und Eigentümerinnen bei der Datenerhebung auf vorhandene Gebäudedokumentationen zurückgreifen. Sollte diese fehlen, ist eine verlässliche Erfassung der relevanten Daten (Materialien, Schichtaufbau und -dicken, Wärmebrücken etc.) ohne fachliche Expertise jedoch mit höheren Unsicherheiten verbunden. EA-Ausstellende sind zwar verpflichtet, die bereitgestellten Daten auf Plausibilität zu überprüfen und im Zweifelsfall nicht zu verwenden, allerdings sind in der Regel nur grobe Unplausibilitäten feststellbar. Letztendlich sind gemäß der EnEV die Eigentümerinnen und Eigentümer für die Richtigkeit der bereitgestellten Daten verantwortlich. Mit dem GEG werden nun auch die EA-Ausstellenden stärker in die Pflicht genommen, indem sie ebenso für die Richtigkeit der erhobenen Eingangsdaten Sorge zu tragen haben.

3.4.4 Energieausweisinhalte zur Energienutzung und zu Emissionen

Im Folgenden werden die Inhalte von Gebäudeenergieausweisen zur Energienutzung und zu den damit verbundenen Emissionen betrachtet. Hierbei ist zwischen dem nach Norm berechneten Energiebedarf und dem gemessenen Energieverbrauch zu unterscheiden. Tabelle 9 zeigt zunächst wesentliche Angaben zur Energienutzung, die in Bedarfsausweisen für Wohn- und Nichtwohngebäude vorliegen. In Tabelle 10 sind die entsprechenden Angaben zur Energienutzung in Verbrauchsausweisen zusammengefasst.

Da der Fokus der Energieausweise auf den Informationen zum Energieeinsatz liegt, ist der Detaillierungsgrad der Daten in diesem Cluster grundsätzlich höher als in den Clustern zur Anlagentechnik und zur Gebäudehülle. In allen Generationen von Bedarfsausweisen ist der spezifische Endenergiebedarf und spezifische Primärenergiebedarf bezogen auf die Gebäudenutzfläche bei Wohngebäuden bzw. bezogen auf die Nettogrundfläche bei Nichtwohngebäuden angegeben. Bei den NWG-Ausweisen wird dieser Endenergiebedarf zusätzlich nach einzelnen Energieträgern und ab der zweiten EA-Generation auch nach den einzelnen Energieanwendungen aufgeschlüsselt. Berücksichtigt wird hier der Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Lüftung (nur Hilfsenergie) und Kühlung inklusive Befeuchtung.

Bei den Ausweisen für Wohngebäude findet sich eine entsprechende Aufschlüsselung nach der Energieanwendung nur in der zweiten und dritten EA-Generation. Hier wird der Endenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung und Hilfsgeräte inklusive Kühlung getrennt angegeben. In der vierten EA-Generation für Wohngebäude entfällt diese Differenzierung und es werden lediglich die wesentlichen Energieträger benannt, die für Heizung und Warmwasserbereitung eingesetzt werden. Für die Angaben in Bedarfsausweisen für WG-Neubauten, welche auf Grundlage des EnEV-easy-Nachweises erstellt wurden, ist zu beachten, dass keine berechneten Bedarfswerte abgegeben werden. Hier werden die festgelegten Kennwerte des entsprechenden Modellgebäudes mit der entsprechenden Ausstattungsvariante in den Ausweis übernommen. Ob der EnEV-easy-Nachweis genutzt wurde, ist in den Ausweisen anzugeben. Auch bei der Bedarfsberechnung nach Norm sind Angaben zu machen, welche zulässigen Verfahren bzw. Vereinfachungen bei der Nachweisführung angewendet wurden.

Erneuerbare Energiemengen, die vor Ort gewonnen werden, sind im Endenergiebedarf nicht enthalten. Dies gilt ab der EnEV 2009 insbesondere auch für selbstgenutzten Strom aus Photovoltaik-Anlagen, welche im räumlichen Zusammenhang zu dem Gebäude betrieben werden. In der ersten EA-Generation ist noch der EE-Deckungsanteil am Wärmebedarf direkt anzugeben. Ab der zweiten EA-Generation fehlen diese Informationen. Ab der vierten EA-Generation lassen sich zumindest im Falle eines Neubaus die EE-Deckungsanteile am Wärme- und Kältebedarf aus den obligatorischen Angaben zur anteiligen Pflichterfüllung gemäß EEWärmeG in Verbindung mit dem Gesetzestext indirekt ableiten. In der fünften EA-Generation sind die EE-Deckungsanteile am Wärme- und Kältebedarf neben der anteiligen Pflichterfüllung gemäß dem GEG-Text direkt mit anzugeben. Die aus dem Endenergiebedarf resultierenden CO₂-Emissionen können in den EA-Generationen G 1 bis G 4 freiwillig ausgewiesen werden. In der fünften EA-Generation ist die Angabe der CO₂-Emissionen laut GEG dagegen verpflichtend.

Tabelle 9
Informationen zum Energiebedarf und zu Emissionen in Energieausweisen

Wesentliche EA-Inhalte bzw. Datenfelder für Wohngebäude	Wesentliche EA-Inhalte bzw. Datenfelder für Nichtwohngebäude	G 1 2002 -2007	G 2 2007 -2009	G 3 2009 -2014	G 4 DIN ab 2014	G 4 Easy ab 2016
Primärenergiebedarf (A _N -spezifisch) zulässig und berechnet, in G 4 Easy übernommene Kennwerte	Primärenergiebedarf (A _{NGF} -spezifisch) zulässig und berechnet	o	o	o	o	o
Endenergiebedarf (A _N -spezifisch) G 1 bis G 3 pro Energieträger, G 2 bis G 3 pro Energieanwendung	Endenergiebedarf (A _{NGF} -spezifisch) G 1 bis G 4 pro Energieträger, G 2 bis G 4 pro Energieanwendung	o	o	o	o	o
Erneuerbare Energien, Anteil an Wärme- bzw. Kältebedarfsdeckung	Erneuerbare Energien, Anteil an Wärme- bzw. Kältebedarfsdeckung	o	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Emissionen	n. a.	f	f	f	f
Qualitative Beurteilung der potenziellen Qualität nach Ausweisart	Kriterien	WG/ NWG	WG/ NWG	WG/ NWG	WG/ NWG	nur WG
Bedarfsausweis (Neubau)	Aktualität	■	■	■	■	■
	Vollständigkeit	■	■	■	■	■
	Detailgrad	■	■	■	■	■
	Genauigkeit	■	■	■	■	■
	Konformität	■	■	■	■	■
	Verlässlichkeit	■	■	■	■	■
Bedarfsausweis (Bestand) Ausstellungsanlässe: ■ Modernisierung bzw. Änderung/ Erweiterung mit Q _p -Nachweis ■ ggf. bei Aushangpflicht (NWG) oder Vermietung/Verkauf ■ freiwillig	Aktualität	■	■	■	■	⊠
	Vollständigkeit	■	■	■	■	⊠
	Detailgrad	■	■	■	■	⊠
	Genauigkeit	■	■	■	■	⊠
	Konformität	■	■	■	■	⊠
	Verlässlichkeit	■	■	■	■	⊠

WG Wohngebäude NWG Nichtwohngebäude G 1 bis G 4 Energieausweisgeneration
o Angabe obligatorisch falls zutreffend bzw. gefordert für Neubau / Q_p-Nachweis (definierte Vorgaben, Freitext oder nur ja/nein)
f Angabe freiwillig (im EnEV-Ausweismuster als freiwillige Angabe explizit ausgewiesen)
n. a. Keine Angabe im EnEV-Ausweismuster vorgesehen (ggf. freiwillig in den zusätzlichen Informationen zum Ausweis bereitgestellt)

■ sehr hoch ■ hoch ■ mittel ■ gering ■ sehr gering ⊠ nicht verfügbar

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy basierend auf den EnEV-Ausweismustern.

In den Verbrauchsausweisen ab der EnEV 2007 (G 2) für Wohngebäude wird der aus den gemessenen Verbrauchsdaten bestimmte witterungsbereinigte spezifische Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser bezogen auf die Gebäudenutzfläche als Mittelwert der drei vorangegangenen Jahre ausgewiesen (siehe Tabelle 10). In den Ausweisen der zweiten und dritten Generation ist der Energieverbrauch für Warmwasser nur im Falle der zentralen Versorgung zu erfassen, was zu Lasten der Vollständigkeit geht. Um dies zu verdeutlichen, ist im Zusammenhang mit der Angabe des Energieverbrauchskennwertes eine zusätzliche verpflichtende Angabe verknüpft, ob der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung im Kennwert berücksichtigt ist oder nicht. Ab Generation G 4 ist der gesamte Energieverbrauch für Warmwasser zumindest durch einen pauschalen Zuschlag zwingend mit zu berücksichtigen. Dieser Zuschlag sowie angesetzte Zuschläge für Leerstände sind in den Daten zur Verbrauchserfassung explizit mit anzugeben. Inwieweit auch in

den Generationen G 2 und G 3 gegebenenfalls angesetzte Pauschalen für Warmwasser und Leerstände mit ausgewiesen sind, ist ungewiss. Energieverbräuche für die Kühlung werden grundsätzlich nur pauschal erfasst. Ab der vierten EA-Generation ist diese Pauschale auch im spezifischen Endenergieverbrauch mit enthalten, davor nicht.

Tabelle 10
Informationen zum Energieverbrauch in Energieausweisen

Wesentliche EA-Inhalte bzw. Datenfelder für Wohngebäude	Wesentliche EA-Inhalte bzw. Datenfelder für Nichtwohngebäude	G 1 2002 - 2007	G 2 2007 - 2009	G 3 2009 - 2014	G 4 DIN ab 2014	G 4 Easy ab 2016
∅ Primärenergieverbrauch (A _N -spezifisch, witterungsbereinigt)	∅ Primärenergieverbrauch (A _{NGF} -spezifisch, witterungsbereinigt)	---	n. a.	n. a.	o	o
∅ Endenergieverbrauch Wärme/Kühlung (A _N -spezifisch, witterungsbereinigt), G 2 u. G 3 pro Energieträger und Energieanwendung	∅ Endenergieverbrauch für Wärme (A _{NGF} -spezifisch, witterungsbereinigt) G 2 u. G 3 pro Energieträger und Energieanwendung	---	o	o	o	o
---	∅ Endenergieverbrauch Strom (A _{NGF} -spezifisch)	---	o	o	o	---
Erfasster Energieverbrauch für Wärme (absolut) pro Zeitraum und Energieträger	Erfasster Energieverbrauch für Wärme (absolut) pro Zeitraum und Energieträger	---	o	o	o	o
---	Erfasster Energieverbrauch für Strom (absolut) pro Zeitraum	---	o	o	o	---
Berücksichtigte Leerstandszuschläge	Berücksichtigte Leerstandszuschläge	---	f	f	o	o
Qualitative Beurteilung der potenziellen Qualität nach Ausweisart	Kriterien	WG/ NWG	WG/ NWG	WG/ NWG	WG/ NWG	nur WG
Verbrauchsausweis (Bestand) Ausstellungsanlässe: ■ Vermietung/Verkauf ■ Aushangpflicht (NWG) ■ freiwillig	Aktualität	⊗	■	■	■	⊗
	Vollständigkeit	⊗	■	■	■	⊗
	Detailgrad	⊗	■	■	■	⊗
	Genauigkeit	⊗	■	■	■	⊗
	Konformität	⊗	■	■	■	⊗
	Verlässlichkeit	⊗	■	■	■	⊗

WG Wohngebäude NWG Nichtwohngebäude G 1 bis G 4 Energieausweisgeneration
o Angabe obligatorisch falls zutreffend bzw. gefordert für Neubau / Q_p-Nachweis (definierte Vorgaben, Freitext oder nur ja/nein)
f Angabe freiwillig (im EnEV-Ausweismuster als freiwillige Angabe explizit ausgewiesen)
n. a. Keine Angabe im EnEV-Ausweismuster vorgesehen (ggf. freiwillig in den zusätzlichen Informationen zum Ausweis bereitgestellt)

■ sehr hoch ■ hoch ■ mittel ■ gering ■ sehr gering ⊗ nicht verfügbar

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy basierend auf den EnEV-Ausweismustern.

Neben dem witterungsbereinigten spezifischen Endenergieverbrauch für Wärme, ist in den Verbrauchsausweisen für Nichtwohngebäude auch der Endverbrauchskennwert für Strom erfasst. Beide Kennzahlen werden als spezifischer Verbrauchswert bezogen auf die Nettogrundfläche des Gebäudes bzw. Gebäudeteils ausgewiesen. Für den Strom-Endverbrauchskennwert ist zusätzlich anzugeben, welche Energieanwendungen berücksichtigt sind (Zusatzheizung, Warmwasser, Lüftung, Beleuchtung, Kühlung, Sonstiges).

Für beide Gebäudenutzungsarten sind die gemessenen Verbrauchsdaten in allen Ausweisgenerationen aufgeschlüsselt nach Energieträger und Anwendung (Heizung und Warmwasser) und bei Nichtwohngebäuden zusätzlich der Stromverbrauch pro betrachteten Zeitraum erfasst. Darüber hinaus ist ab der vierten EA-Generation ergänzend der spezifische Primärenergieverbrauch ausgewiesen, welcher aus dem witterungsbereinigten spezifischen Endenergieverbrauch unter Berücksichtigung der eingesetzten Energieträger resultiert.

Hinsichtlich der Beurteilung der potenziellen Qualität der Angaben zur Energienutzung in Bedarfs- und Verbrauchsausweisen ist festzustellen, dass die Aktualität der Energienutzungskennwerte durch ihre Abhängigkeit von der energetischen Gestaltung der Gebäudehülle und der eingesetzten Versorgungstechnik mit zunehmendem Energieausweisalter tendenziell abnimmt. Wesentliche Abweichungen sind jedoch nur bei umfangreichen Änderungen an der Gebäudehülle bzw. der Anlagentechnik und vor allem beim Wechsel der Energieträger zu erwarten. Für Neubauten und Bedarfsausweise, die für Bestandsgebäude erstellt wurden, kann somit auch für ältere Ausweise heute noch von einer relativ hohen Aktualität ausgegangen werden. Für Verbrauchsausweise besteht dahingehend eine größere Unsicherheit. Gegebenenfalls ließe sich der energetische Zustand des Gebäudes zum Zeitpunkt der Ausweiserstellung grob anhand der Modernisierungsempfehlungen beurteilen. Falls keine Empfehlungen gegeben wurden, sind wesentliche Änderungen am Gebäude nach der Ausweiserstellung zumindest unwahrscheinlicher.

Bei der Genauigkeit sollten die Daten aus Verbrauchsausweisen die reale Energieinanspruchnahme gegenüber der genormten Berechnung in Bedarfsausweisen exakter abbilden. Generell haben die Verbrauchskennwerte aufgrund des Einflusses des Nutzerverhaltens aber eine geringere Aussagekraft bezüglich einer Beurteilung der energetischen Qualität des Gebäudes als Daten aus Bedarfsausweisen.

Hinsichtlich der Konformität und Verlässlichkeit ist überwiegend ein hohes Qualitätsniveau zu erwarten. Dies gilt insbesondere für die Daten in den Verbrauchsausweisen, da entsprechende Unterlagen zur eindeutigen Bestimmung der Eingangsdaten von Energielieferanten vorliegen und durch die EA-Ausstellenden auch ohne eine Objektbegehung einfach nachprüfbar sind. Einschränkungen bei der Verlässlichkeit sind gegebenenfalls bei den Kennwerten in den Bedarfsausweisen bis zur vierten EA-Generation zu sehen, falls die erforderlichen Eingangsdaten für die Berechnungen – insbesondere die Daten zur Gebäudehülle – von den Eigentümern und Eigentümerinnen ohne eingehende Prüfung vor Ort durch die Ausweisausstellenden übernommen wurden. Bei Neubauten ist hier wiederum eine höhere Qualität als bei Bedarfsausweisen für geänderte Bestandsgebäude zu erwarten.

3.4.5 Angaben zur Erstellung der Energieausweise, Modernisierungsempfehlungen und weitere Informationen im Zusammenhang mit Energieausweisen

Die Angaben zur EA-Erstellung sind in allen Ausweisarten obligatorisch. Gleiches gilt für die Modernisierungsempfehlungen und die Angabe zur Gültigkeit des Ausweises ab der zweiten EA-Generation. Hinsichtlich ihrer Struktur und der zu erfassenden Informationen bestehen auch keine Unterschiede zwischen den Ausweisen für Wohn- und Nichtwohngebäude sowie für Bedarfs- und Verbrauchsausweise. Die Ausweisinhalte zur Erstellung und Gültigkeit des Energieausweises sind in Tabelle 16 im Anhang zusammengefasst.

In den Energieausweisen ab der zweiten Generation sind die verschiedenen verpflichtenden Ausstellungsanlässe bzw. die freiwillige Ausstellung explizit zum Ankreuzen vorgegeben. In der ersten EA-Generation sind Hinweise zum Ausstellungsanlass lediglich bei der freiwilligen Ausstellung sowie bei der verpflichtenden Ausstellung für geänderte Bestandswohngebäude mit Nachweis des Primärenergiebedarfs anzuführen. Im letzteren Fall sind ergänzend die betroffenen Bauteile zwingend zu benennen. Dementsprechend sollte es sich beim Fehlen dieser Angaben in einem Ausweis der ersten Generation um den Ausstellungsanlass „Neubau“ handeln. Die Differenzierung nach Neubau und Bestand könnte auch anhand der obligatorischen Angaben zum EA-Ausstellungsdatum sowie zum Baujahr und gegebenenfalls dem Jahr der baulichen Änderung des Gebäudes vorgenommen werden.

In der EnEV 2007 wird erstmals die Möglichkeit benannt, dass Eigentümerinnen und Eigentümer die relevanten Eingangsdaten und -informationen für die EA-Erstellung selbst erheben bzw. zusammenstellen und den EA-Ausstellenden zugänglich machen können. Die Vorgängerversionen der EnEV äußern sich nicht explizit zu

dieser Option.⁶ Die EA-Ausstellenden sind in diesem Fall lediglich verpflichtet, die bereitgestellten Daten auf Plausibilität zu überprüfen. Letztendlich haften sie mit ihrer Unterschrift für die Richtigkeit der Daten im Energieausweis. Eine Befristung der Gültigkeitsdauer für Energieausweise wurde erst ab der EnEV 2007 festgelegt. Diese gilt aber auch für die Ausweise der ersten Generation auf Grundlage der EnEV 2002 bzw. der EnEV 2004.

Seit dem 1. Mai 2014 ist die Ausstellung eines Energieausweises bei der EnEV-Registrierstelle beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) durch die zentrale Vergabe einer Ausweisnummer zu registrieren. Letztere ist auf dem Ausweis anzugeben. Auf die EnEV-Registrierstelle wird im Abschnitt 3.5 näher eingegangen.

Falls zum Zeitpunkt der EA-Ausstellung kostengünstige Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Qualität des Gebäudes möglich sind, haben seit der EnEV 2007 EA-Ausstellende eine Zusammenstellung entsprechender Modernisierungsempfehlungen dem Energieausweis als begleitende Empfehlungen beizufügen. Allerdings wird erst in der EnEV 2013 explizit festgelegt, dass die Modernisierungsempfehlungen Bestandteil des Energieausweises sind. Tabelle 17 im Anhang gibt einen Überblick zu den Informationen, die in den nach Inhalt und Aufbau verbindlichen EnEV-Ausweismustern für die Modernisierungsempfehlungen ab 2007 enthalten sind.

Zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität des Gebäudes können freiwillig erstellt werden. In der ersten EA-Generation war die Angabe zur Verfügbarkeit zusätzlicher Informationen noch verpflichtend, falls diese vorlagen. Ab der zweiten EA-Generation ist auch die Angabe zur Verfügbarkeit freiwillig. Aufgrund der Freiwilligkeit existieren keine konkreten verbindlichen Vorgaben zum Inhalt und zur Struktur dieser zusätzlichen Daten. Diesbezügliche Angaben eines Gebäudeeigentümers oder einer Eigentümerin werden auch nicht zwingend durch die EA-Ausstellenden überprüft. Insbesondere im Fall eines Verbrauchsausweises könnten darin beispielsweise Hinweise zu durchgeführten Sanierungen bzw. Modernisierungen oder Erweiterungen an einzelnen Bauteilen bzw. der Anlagentechnik des Gebäudes mit dem Umsetzungszeitpunkt der Maßnahmen erfasst sein. Des Weiteren kann es sich aber auch um zusätzliche Unterlagen zur Dokumentation der im Energieausweis angegebenen Werte oder sonstiger durchgeführter Maßnahmen (Dichtheitsprüfung, energetische Eigenschaften oder Einzelberechnungen zu Bauteilen oder der Anlagentechnik etc.) sowie Dokumente zu behördlich erteilten Ausnahmen und Befreiungen handeln. Für die erste EA-Generation zählen zu den zusätzlichen Informationen auch die allgemeinen Erläuterungen der Angaben im Energieausweis, welche ab der zweiten EA-Generation obligatorischer Bestandteil des Ausweises sind.

Für öffentlich zugängliche Gebäude (keine Baudenkmäler) mit starkem Publikums- bzw. Kundenverkehr auf einer bestimmten Mindestfläche regelt die EnEV ab 2007 eine EA-Aushangpflicht. Für entsprechende Nichtwohngebäude definiert die EnEV zusätzlich ein nach Inhalt und Aufbau verbindliches Aushangmuster, welches alternativ zum erstellten Energieausweis ausgehängt werden kann. Das Aushangmuster beschränkt sich auf wesentliche Kernaussagen des Energieausweises, die zur schnellen Erfassbarkeit graphisch aufbereitet sind. Tabelle 18 im Anhang gibt einen Überblick zu den erfassten Informationen in dieser Vorlage.

3.5 Die EnEV-Registrierstelle am DIBt

Der Fokus von IPEAD liegt auf der Beurteilung von Daten bzw. Informationen in Energieausweisen, die gemäß den nach Inhalt und Aufbau verbindlichen EnEV-Ausweismustern erstellt wurden. Ein entsprechender Energieausweis sollte Personen mit Gebäudeeigentum zumindest in Papierform vorliegen, wenn einer der rechtlich geregelten EA-Ausstellungsanlässe eingetreten ist. Seit dem 1. Mai 2014 besteht die Verpflichtung, jede EA-Ausstellung bei der EnEV-Registrierstelle⁷ am Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zu registrieren. Berechtigte EA-Ausstellende können hier ein Kontingent an Registriernummern erwerben, welches später für die Registrierung einzelner Energieausweise abrufbar ist. Für die Registrierung einer Ausweiserstellung sind die Ausweisart, der Gebäudetyp, das Bundesland und die Postleitzahl des Gebäudestandortes sowie das Ausstellungsdatum des Ausweises anzugeben. Zusätzlich wird abgefragt, ob es sich um einen Ausweis für einen

⁶ In der EnEV 2002 und der EnEV 2004 wird lediglich darauf hingewiesen, dass der durchschnittliche Energieverbrauchskennwert durch die Eigentümer und Eigentümerinnen bestimmt und Kaufinteressenten bzw. Gebäudenutzenden mitgeteilt werden kann.

⁷ Mit der Ablösung der EnEV durch das GEG ab November 2020 in GEG-Registrierstelle umbenannt.

Neubau handelt oder nicht (ja/nein-Angabe).⁸ Die EA-Registriernummer, welche im Ausweis anzugeben ist, wird erst im Zuge der Registrierung generiert und beinhaltet das Kürzel für das Bundesland, das Ausstellungsjahr sowie eine fortlaufende Nummer. Diese Registrierungsdaten werden laut Auskunft der EnEV-Registrierstelle am DIBt für die Gültigkeitsdauer des Energieausweises gespeichert.

Erstellte Energieausweise können im Rahmen zufälliger Stichproben nachträglich einer Prüfung unterzogen werden. Deshalb sind EA-Ausstellende gemäß § 26d Abs. 5 EnEV 2013 verpflichtet, eine Ausweiskopie sowie die zur EA-Erstellung verwendeten Daten und Unterlagen für mindestens 2 Jahre aufzubewahren. Im Auftrag der Landeskontrollstellen führt die EnEV-Registrierstelle die Stichprobenziehungen für die Prüfungen durch und fordert für die gezogenen Energieausweise einen Kontrolldatensatz im XML-Format bei dem EA-Aussteller oder der EA-Ausstellerin an. Die Aufteilung der Stichprobenziehungen richtet sich nach dem Königsteiner Schlüssel und ist dementsprechend nach Bundesland sowie nach Ausweisart (Bedarf/Verbrauch) und Ausstellungsanlass (Neubau/Bestand) festgelegt.

Der angeforderte XML-Kontrolldatensatz ist auf Grundlage eines durch die EnEV-Registrierstelle vordefinierten Schemas zu erstellen (DIBt 2016). Er beinhaltet detailliert und in elektronisch auswertbarer Form neben den wesentlichen Eingangsdaten für die EA-Erstellung auch die EA-Inhalte. Diese Informationen sind in zwei Blöcke untergliedert. Der erste Block „gebäudebezogene Daten“ beinhaltet alle freiwilligen (bspw. die CO₂-Emissionen des Gebäudes) oder dem Datenschutz unterliegenden Informationen (u. a. Gebäudeadresse und Angaben zum EA-Aussteller bzw. zur EA-Ausstellerin). Der zweite Block „anonyme EnEV-Daten“ beinhaltet alle sonstigen EA-Inhalte und weitere relevante Ausgangsdaten zur EA-Erstellung. Tabelle 11 gibt einen Überblick zu wesentlichen Datenfeldern in diesem Block. Zu erkennen ist, dass für Bedarfsausweise, die auf Grundlage der DIN-Berechnungsverfahren erstellt wurden, im Unterschied zu den EnEV-Energieausweismustern auch detaillierte energetische Kennwerte zur Anlagentechnik und zur Gebäudehülle enthalten sind.

Die Prüfung der stichprobenartig gezogenen Energieausweise besteht aus bis zu drei Kontrollstufen. In der **ersten Kontrollstufe** werden zunächst die anonymen EnEV-Daten des XML-Kontrolldatensatzes durch die EnEV-Registrierstelle automatisiert einer Prüfung auf Vollständigkeit und Plausibilität unterzogen. Hierbei können jedoch nur grobe Unstimmigkeiten identifiziert werden. Die weitere Nachverfolgung solcher Auffälligkeiten obliegt allein den jeweiligen Landeskontrollstellen. In Abhängigkeit von der jeweiligen landesrechtlichen Zuständigkeitsregelung handelt es sich dabei beispielsweise um die für die Bauordnung zuständigen Ämter bzw. Referate. Diese sind für die zweite und dritte Kontrollstufe verantwortlich.

Die Landeskontrollstelle fordert ergänzend zum XML-Kontrolldatensatz von der EnEV-Registrierstelle weitere Unterlagen direkt von den EA-Ausstellenden an (bspw. Pläne zum Gebäude etc.). Anhand der zusätzlichen Unterlagen werden die EA-Inhalte im Rahmen der **zweiten Kontrollstufe** eingehender auf Plausibilität geprüft. Die **dritte Kontrollstufe** beinhaltet die vollständige Prüfung der Unterlagen sowie gegebenenfalls eine Nachberechnung der EA-Inhalte. Vereinzelt wird auch einen Abgleich der Unterlagen mit den Gegebenheiten vor Ort durch die Inaugenscheinnahme des Gebäudes mit Zustimmung der Eigentümer und Eigentümerinnen vorgenommen.

Laut der EnEV-Registrierstelle wurden bis Mitte 2020 etwa 170.000 XML-Kontrolldateien zu erstellten Energieausweisen in der ersten Kontrollstufe geprüft. Dies entspricht einem Anteil von ca. 5 % aller seit Mai 2014 registrierten Ausweise. Kontrollen auf der zweiten und dritten Kontrollstufe werden durch die Landeskontrollstellen bislang in nur wenigen Fällen durchgeführt. So werden bspw. nach Angabe der Kontrollstelle in Hessen durchschnittlich 176 EA gemäß der zweiten Kontrollstufe und 28 EA in der dritten Kontrollstufe pro Jahr überprüft. In Sachsen durchlaufen pro Jahr durchschnittlich 110 EA die zweite Kontrollstufe und 10 EA die dritte Kontrollstufe.

⁸ Die Daten der EA-Ausstellenden (Name, Anschrift etc.) liegen im Rahmen der Registrierung ihres Accounts bereits vor und werden während des Registrierungsprozesses nicht erneut abgefragt.

Tabelle 11

Ausgewählte Datenfelder des Blocks „anonyme EnEV-Daten“ im XML-Kontrolldateischema

Datenfelder	Kommentar
Registriernummer und Ausstellungsdatum	Offizielle Registriernummer des Energieausweises
Bundesland und Postleitzahl	Bundesland, unter der das Gebäude des Energieausweises steht
Baujahr Gebäude / Altersklasse Gebäude	Altersklasse der ursprünglichen Errichtung des Gebäudes (Auswahl aus Vorgaben)
Baujahr Wärmeerzeuger / Altersklasse Wärmeerzeuger	Baujahr des/der Wärmeerzeuger(s) und ggf. Hinweise auf nachträgliche Veränderung, Altersklasse der ältesten der wesentlichsten Komponenten der Wärmeerzeugung
Wesentliche Energieträger, Erneuerbare Art, Erneuerbare Verwendung,	Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasserbereitung Art(en) der erneuerbaren Energie(n), die eingesetzt wird/werden oder "keine" Verwendung der erneuerbaren Energie(n), die eingesetzt wird/werden oder "keine"
Lüftungsart und Anlage zur Kühlung	Fensterlüftung, Schachtlüftung, Lüftungsanlage ohne WRG, Lüftungsanlage mit WRG, ob das Gebäude maschinell gekühlt ist oder nicht
Ausstellungsanlass	Anlass der Ausstellung (Neubau/Modernisierung/Vermietung/Verkauf/Aushangpflicht)
Datenerhebung	Teilweise oder ganz durch die EA-Ausstellenden oder durch die Eigentümer und Eigentümerinnen
WG / NWG	Auswahl Wohngebäude / Nichtwohngebäude
Modernisierungsempfehlungen	Modernisierungsempfehlungen nach Bauteilen und Versorgungsanlagen aufgelistet
Gebäudetyp (bei WG) oder Hauptnutzung bzw. Gebäudekategorie (bei NWG)	Auswahl aus Vorgaben: "Einfamilienhaus", "Zweifamilienhaus", "Mehrfamilienhaus", "Wohnteil gemischt genutztes Gebäude", "Sonstiges" etc.
Gebäudenutzfläche (bei WG) Nettogrundfläche (bei NWG)	
Verbrauchswerte Bedarfswerte-easy Bedarfswerte-4108-4701 Bedarfswerte-18599	Dieser Block enthält entweder Verbrauchsdaten oder Bedarfswerte; beim Bedarfsausweis können zusätzliche Verbrauchsangaben mit angeführt werden. Technische und energetische Daten mit vielen Vorgaben u. a.: <ul style="list-style-type: none"> ■ U-Werte/g-Werte nach Bauteil, Wärmebrücken(zuschlag) ■ Heizsystem/Trinkwarmwasser/Wärmeerzeuger (Baujahr, Nennleistung, Energieträger etc.) ■ Speicher und Wärmeverteilung (Speichergröße, Zirkulation etc.) ■ Wärmegewinne/Wärmesenken ■ spezifischer Transmissionswärmeflusskoeffizient ■ Endenergiebedarf (Wärme, Hilfsenergie etc.), Primärenergiebedarf ■ EEWärmeG-Nutzung/Deckungsanteil/Anrechnung EE-Strom

Quelle: Zusammenfassung basierend auf dem XML-Kontrolldateischema DIBt (2016).

Die von den EA-Ausstellenden angeforderten Daten und Unterlagen werden nach der Prüfung bzw. nach dem rechtskräftigen Abschluss eines durch die Landeskontrollstellen eingeleiteten Bußgeldverfahrens bei Verstößen aus Datenschutzgründen unverzüglich gelöscht bzw. vernichtet. Vor dem Hintergrund des § 26e EnEV, welcher die nicht personenbezogene, unbefristete Auswertung von Daten zur Verbesserung der Erfüllung von Aufgaben der Energieeinsparung regelt, wird der zweite Block der XML-Kontrolldateien mit den anonymen EnEV-Daten durch die EnEV-Registrierstelle auf unbestimmte Zeit gespeichert. Laut Aussage der EnEV-Registrierstelle werden die verfügbaren anonymisierten XML-Kontrolldatensätze bislang allerdings nicht weiterführend ausgewertet.

3.6 Beurteilung der potenziellen Verfügbarkeit von Energieausweisen

Vor 2014 wurde die Ausstellung von Energieausweisen nicht umfassend registriert und auch nur in Einzelfällen durch die Behörden kontrolliert. Abbildung 9 zeigt eine Abschätzung zur potenziellen Verfügbarkeit der verschiedenen Ausweisarten und -generationen innerhalb einzelner Gebäudesegmente. Die Abbildung erlaubt keinen Rückschluss auf die Anzahl von ausgestellten bzw. derzeit vorhandenen EA im Gebäudebestand. Auf der Grundlage qualitativer Überlegungen wird grob die Wahrscheinlichkeit beurteilt, ob und welche EA-Art bzw. EA-Generation für ein Gebäude innerhalb der dargestellten Segmente heute vorliegen könnte.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass vor allem für **Neubauten seit 2002** die geforderten Bedarfsausweise ausgestellt wurden. Zu unterstellen ist, dass insbesondere in den Anfangsjahren der EnEV aufgrund der Neuheit der Regelungen und der fehlenden bzw. nur sehr vereinzelt durchgeführten Kontrollen die Wahrscheinlichkeit der Errichtung eines Neubaus ohne Erstellung eines Ausweises höher war. Aufgrund der fortschreitenden Etablierung und Relevanz von Energieausweisen aber auch durch die zunehmende Bereitstellung von öffentlichen Fördermitteln, für deren Inanspruchnahme die Nachweise zur energetischen Qualität des Gebäudes zu erbringen waren, sollte die EA-Ausstellungsmoral bei den Neubauten in der Folgezeit deutlich gestiegen sein. Mit Einführung der verpflichtenden EA-Registrierung ist zu erwarten, dass der Anteil der Neubauten ohne einen EA inzwischen auf ein verschwindend geringes Niveau gefallen ist.

Bei frühen Neubauten seit 2002 in den Segmenten „Einfamilienhäuser“ und „private Wirtschaftsgebäude in Eigennutzung“ sind – trotz der inzwischen ausgelaufenen Gültigkeit – vermutlich noch sehr alte Bedarfsausweise vorhanden, die zusammen mit der Neubaudokumentation aufbewahrt werden. Mit einem heutigen Baualter von maximal 18 Jahren wäre eine zwischenzeitliche EA-Neuausstellung in der Regel nur für den Fall „Vermietung/Verkauf“ relevant. Wegen des hohen Eigenheim- bzw. Selbstnutzungsanteils mit langfristigen Verweildauern, ist dies jedoch eher unwahrscheinlich. Für Mehrfamilienhausneubauten und Neubauten von privaten Wirtschaftsgebäuden, die von vorherein für die Vermietung konzipiert wurden, ist aufgrund der Fluktuation von Mietparteien und auch aufgrund der potenziell höheren Fluktuation von Eigentümerinnen und Eigentümern (insbesondere bei Wohneigentumsgemeinschaften) die zwischenzeitliche Neuerstellung eines Ausweises aufgrund der auf 10 Jahre beschränkten Gültigkeit dagegen deutlich wahrscheinlicher. Hier sollte jedoch der Anteil von verbrauchsorientierten Ausweisen überwiegen. Gegebenenfalls wurden die inzwischen ungültigen Bedarfsausweise aus dem Neubaujahr nach der Erstellung eines neuen Verbrauchsausweises vernichtet.

Im Bereich der **seit 2002 umfassend energetisch sanierten/modernisierten Bestandsgebäude** ist eine geringere EA-Verfügbarkeit als bei den Neubauten zu erwarten. Durch die Einhaltung der bauteilspezifischen EnEV-Vorgaben kann die Erstellung eines Bedarfsausweises vermieden werden. Letzterer ist nur dann zwingend zu erstellen, falls die Einhaltung der EnEV-Vorgaben durch den Nachweis des Primärenergiebedarfs für das Gebäude belegt wird. Hierbei ist mit einer tendenziell geringeren Wahrscheinlichkeit der Ausweiserstellung in der frühen EnEV-Phase zu rechnen als in der Folge. Gleichzeitig dürfte der Anteil der Missachtung der EA-Ausstellungspflichten in diesem Untersegment – vor allem bei den Einfamilienhäusern – höher sein als bei den Neubauten, da nur selten eine offizielle Anmeldung und behördliche Genehmigung zur Umsetzung entsprechender Maßnahmen erforderlich ist. Auch in diesem Untersegment ist eine EA-Neuausstellung nach der Maßnahmenumsetzung mit Ausstellung eines Bedarfsausweises infolge der ausgelaufenen Ausweisgültigkeit nur im Falle der Neuvermietung oder des Verkaufs relevant. In diesen Fällen

wurden vermutlich vorrangig Verbrauchsausweise erstellt. Die Wahrscheinlichkeit der Verfügbarkeit eines Ausweises im Bereich der Einfamilienhäuser und privaten Wirtschaftsgebäude mit hoher Selbstnutzungsrate durch Eigentümer und Eigentümerinnen sollte auch in diesem Segment deutlich geringer sein als bei den Mehrfamilienhäusern und vermieteten privaten Wirtschaftsgebäuden mit tendenziell höherer Fluktuation von Eigentümerinnen und Eigentümern bzw. Mietparteien.

Abbildung 9
Abschätzung zur Wahrscheinlichkeit des Vorliegens eines Energieausweises nach Gebäudesegmenten

Gebäudesegment	Untersegment	Energieausweisart	G 1	G 2	G 3	G 4
			2002 - 2007	2007 - 2009	2009 - 2014	2014 - 2020
Einfamilienhäuser	Neubauten seit 2002	Bedarf	mittel	hoch	sehr hoch	sehr hoch
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	sehr gering	gering
	Bestandsgebäude, seit 2002 umfassend saniert/modernisiert	Bedarf	sehr gering	gering	mittel	mittel
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	gering	gering
	Bestandsgebäude, seit 2002 teilweise bzw. nicht saniert/modernisiert	Bedarf	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	gering	gering
Mehrfamilienhäuser	Neubauten seit 2002	Bedarf	mittel	gering	mittel	sehr hoch
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	mittel	sehr hoch
	Bestandsgebäude, seit 2002 umfassend saniert/modernisiert	Bedarf	gering	gering	mittel	sehr hoch
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	mittel	sehr hoch
	Bestandsgebäude, seit 2002 teilweise bzw. nicht saniert/modernisiert	Bedarf	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	mittel	sehr hoch
Öffentliche Gebäude (insb. mit Publikumsverkehr)	Neubauten seit 2002	Bedarf	mittel	mittel	hoch	sehr hoch
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	hoch	sehr hoch
	Bestandsgebäude, seit 2002 umfassend saniert/modernisiert	Bedarf	mittel	mittel	hoch	sehr hoch
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	hoch	sehr hoch
	Bestandsgebäude, seit 2002 teilweise bzw. nicht saniert/modernisiert	Bedarf	sehr gering	gering	gering	gering
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	hoch	sehr hoch
Private Wirtschaftsgebäude (Vermietung)	Neubauten seit 2002	Bedarf	mittel	gering	mittel	sehr hoch
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	mittel	sehr hoch
	Bestandsgebäude, seit 2002 teilweise bzw. nicht saniert/modernisiert	Bedarf	gering	gering	mittel	sehr hoch
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	mittel	sehr hoch
	Bestandsgebäude, teilweise bzw. nicht saniert/modernisiert seit 2002	Bedarf	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	mittel	sehr hoch
Private Wirtschaftsgebäude (Eigennutzung)	Neubauten seit 2002	Bedarf	mittel	hoch	sehr hoch	sehr hoch
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	sehr gering	gering
	Bestandsgebäude, seit 2002 umfassend saniert/modernisiert	Bedarf	sehr gering	gering	mittel	mittel
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	gering	gering
	Bestandsgebäude, seit 2002 teilweise bzw. nicht saniert/modernisiert	Bedarf	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering
		Verbrauch	nicht verfügbar	sehr gering	gering	gering

sehr hoch
 hoch
 mittel
 gering
 sehr gering
 nicht verfügbar

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy.

Für **Gebäude, die seit 2002 teilweise oder nicht saniert/modernisiert** wurden, ist die Verfügbarkeit eines Bedarfsausweis grundsätzlich sehr unwahrscheinlich. Kleinere Änderungen am Gebäude lösen aufgrund der möglichen Einhaltung der bauteilspezifischen EnEV-Vorgaben die EA-Ausstellungspflicht nicht zwingend aus. Eine freiwillige Ausstellung von Bedarfsausweisen dürfte aufgrund der damit verbundenen Kosten eher selten stattgefunden haben. Gegebenenfalls wurden jedoch im Rahmen von (geförderten) Energieberatungen entsprechende Ausweise erstellt. Der Anteil freiwillig ausgestellter Verbrauchsausweise ist noch geringer einzuschätzen, da der Informationsmehrwert eines solchen Ausweises für Eigentümer und Eigentümerinnen beschränkt ist. Unabhängig davon, ob sie Vermieten oder Selbstnutzende sind, ist ihnen der Energieverbrauch durch die Heizkostenabrechnungen bekannt. Sofern ein Energieausweis in diesem Untersegment vorhanden ist, wird vor allem der Anlass „Vermietung/Verkauf“ der Auslöser für die Erstellung gewesen sein. In diesen Fällen sollte es sich auch hier vorrangig um verbrauchsorientierte Ausweise handeln. Die Wahrscheinlichkeit für die Verfügbarkeit eines Energieausweises ist im Bereich der Mehrfamilienhäuser und vermieteten Wirtschaftsgebäuden wiederum höher einzuschätzen als im Selbstnutzungsbereich.

Eine grundsätzlich sehr hohe EA-Verfügbarkeit ist für das Segment der **öffentlichen Gebäude** zu unterstellen. Für Gebäude mit größeren Flächen für den öffentlichen Publikumsverkehr ist der Aushang eines Energieausweises verpflichtend.⁹ Aufgrund der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand, kann hier von regelkonformem Handeln und auch einer erhöhten Motivation beim Ersatz abgelaufener Ausweise ausgegangen werden. Somit sollte die Aktualität der verfügbaren Ausweise sehr hoch sein. Bei der Neuausstellung bzw. dem Ersatz von Ausweisen ohne umfassende Sanierungen werden auch in diesem Gebäudesegment vermutlich eher Verbrauchsausweise als Bedarfsausweise anzutreffen sein.

Eine quantitative Beurteilung der Energieausweisverfügbarkeit im Gebäudebestand ist im Rahmen dieses Projektes nicht vorgesehen. Eine belastbare Aussage dazu könnte nur im Rahmen einer repräsentativen Erhebung getroffen werden. Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse einer Anfrage zur Anzahl der bislang registrierten EA-Ausstellungen an die EnEV-Registrierstelle am DIBt. Verlässliche Rückschlüsse auf die verfügbare Gesamtanzahl von Energieausweisen im Gebäudebestand lassen sich auf Grundlage dieser Daten jedoch nicht ziehen.

Tabelle 12

Anzahl registrierter EA-Ausstellungen von Mai 2014 bis Dezember 2019

Nutzungsart	Neubau/ Bestand	Ausweisart	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Summe
Wohn- gebäude	Neubau	Bedarf	20.081	45.370	60.673	68.258	68.460	69.185	332.027
		Verbrauch	727	270	215	200	216	202	1.830
	Bestand	Bedarf	143.759	194.523	168.517	173.375	235.393	215.594	1.131.161
		Verbrauch	134.319	165.452	127.022	195.279	490.203	255.695	1.367.970
Nichtwohn- gebäude	Neubau	Bedarf	1.044	2.791	3.832	4.491	4.520	5.037	21.715
		Verbrauch	9	11	12	14	10	16	72
	Bestand	Bedarf	8.194	10.929	6.933	5.573	6.490	6.999	45.118
		Verbrauch	13.862	19.059	11.232	9.266	14.034	16.901	84.354
Summe Energieverbrauchsausweise			148.917	184.792	138.491	204.779	504.464	272.814	1.454.257
Summe Energiebedarfsausweise			173.078	253.613	239.981	251.724	314.860	296.815	1.530.071
Anzahl vergebener Registriernummern			323.181	441.244	382.266	460.819	823.594	572.415	3.003.519

Quelle: Auskunft der EnEV-Registrierstelle am DIBt vom 17.08.2020.

⁹ Für private Wirtschaftsgebäude mit Flächen für den Publikumsverkehr gilt diese Verpflichtung seit der EnEV 2013 nur, falls bereits ein Energieausweis vorliegt. Aus diesem Grund wird hierfür kein separates Gebäudesegment definiert.

4 Nutzbarkeit und potenzieller Mehrwert von Energieausweisdaten

In diesem Kapitel werden Nutzungsmöglichkeiten und der damit verbundene potenzielle Mehrwert von EA-Daten zur Verbesserung der Datenlage zum deutschen Gebäudebestand sowie zur Weiterentwicklung des politischen Instrumentariums im Gebäudesektor aufgezeigt. Hierfür wird Bezug auf die im Kapitel 2 eingeführten möglichen Konzepte zur Erfassung und Beschreibung der energetischen Qualität eines Gebäudebestandes genommen.

Für die Daten aus Bedarfsausweisen wird im Folgenden zwischen den EnEV-Ausweismustern (Papierformat) und den anonymisierten XML-Kontrolldateien unterschieden, da der Umfang und Detailgrad der relevanten Inhalte voneinander abweichen. Für Daten aus Verbrauchsausweisen ist dies dagegen nicht der Fall. Aus diesem Grund unterbleibt für die Verbrauchsausweise eine entsprechende Differenzierung. Grundsätzlich ist ein klarer Vorteil des XML-Formates gegenüber dem Papierformat darin zu sehen, dass die Daten bereits in einer standardisierten elektronisch auswertbaren Form vorliegen.

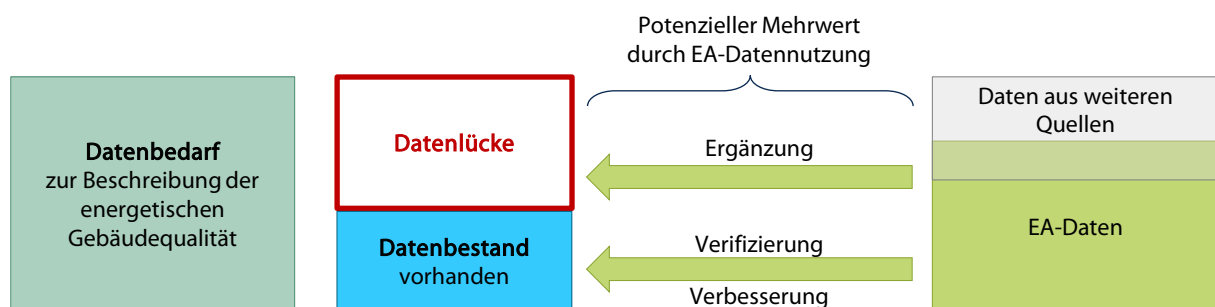
In den Abschnitten 4.1 (Mengengerüst) und 4.2 (energetische Gebäudequalität) werden der jeweilige Datenbedarf der Beschreibungskonzepte, die aktuelle Datenlage für den deutschen Gebäudebestand sowie die Inhalte der EnEV-Ausweismuster und anonymisierten XML-Kontrolldateien vergleichend gegenübergestellt. Auf dieser Grundlage wird der potenzielle Mehrwert einer Nutzung von EA-Daten zur Charakterisierung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestands aufgezeigt und diskutiert. Wie in Abbildung 10 illustriert, kann sich dieser Mehrwert insbesondere ergeben aus:

- dem möglichen Schließen von bestehenden Datenlücken,
- der möglichen Verifizierung und Verbesserung der Datenqualität von verfügbaren Datenbeständen und
- der möglichen Verknüpfung von Energieausweisdaten und weiteren Datenbeständen.

Wichtig bei der Beurteilung des potenziellen Mehrwerts von EA-Daten ist die Unterscheidung zwischen einzelnen Gebäudesegmenten, die sich aus den verschiedenen EA-Ausstellungsanlässen ergeben: Neubau, umfassende Sanierung/Modernisierung, Vermietung/Verkauf. Zu berücksichtigen ist, dass diese Segmente jeweils nur einen Teil und bei weitem nicht den gesamten Gebäudebestand abdecken.

Abbildung 10

Potenzieller Mehrwert von Energieausweisdaten zur Charakterisierung der energetischen Qualität des Gebäudebestands



Quelle: Eigene Darstellung TEP Energy und ESA².

Im Abschnitt 4.3 werden anschließend mögliche Ansätze zur Nutzung von EA-Daten für die Beurteilung von aktuellen und die Ausgestaltung von neuen Politikinstrumenten näher beleuchtet. Hierfür werden zwei verschiedene Blickwinkel eingenommen:

- die Nutzung von Energieausweisen als Informationsinstrument und
- die Nutzung von EA-Daten im Sinne eines Datenpools.

4.1 Nutzung von Energieausweisdaten zur Charakterisierung des Mengengerüsts

Der aktuell verfügbare Datenbestand hinsichtlich des Mengengerüsts (siehe Abschnitt 3.1) wird im Folgenden mit dem Datenbedarf für die unterschiedlichen Beschreibungskonzepte K1 bis K3 (siehe Abschnitt 2.3) verglichen. Dem gegenübergestellt werden die entsprechenden EA-Inhalte gemäß den EnEV-Ausweismustern und den anonymisierten XML-Kontrolldateien (siehe Abschnitte 3.4 und 3.5). Abbildung 11 fasst diese Gegenüberstellung zusammen. Grün eingefärbte Felder auf der Seite des Datenbedarfs sind für das jeweilige Beschreibungskonzept mindestens erforderlich. Können die benötigten Informationen nicht durch den aktuell verfügbaren Datenbestand abgedeckt werden, ergeben sich daraus Lücken, welche eventuell durch EA-Daten geschlossen werden könnten. Die Bewertung wird anhand einer qualitativen Skala zur Datenverfügbarkeit vorgenommen.

Abbildung 11

Mengengerüst – Gegenüberstellung des Datenbedarfs der Beschreibungskonzepte, des aktuell verfügbaren Datenbestandes und potenziell verfügbarer EA-Daten

Mengengerüst	Datenbedarf der Beschreibungskonzepte K1 bis K3 in Abhängigkeit der Erfassungsmethoden					Datenbestand (aus sonst. Quellen bereits verfügbar)		Daten aus Energieausweisen (potenziell verfügbar)		
	K1: EKZ		K2: ETKW		K3: BTB	WG	NWG	WG oder NWG		
	a) berechnet		b) ge- messen					Bedarfs- ausweise		Ver- brauchs- ausweise
	erho- ben	model- liert	erho- ben	erhoben oder modelliert	erho- ben	EnEV- Muster	XML	EnEV- Muster/ XML		
Statisch (Bestandgrößen)										
Anzahl Gebäude	a	a	a	a	a					
Gebäudegröße ^a	a	a	a	a	a			spez.	spez.	spez.
Fläche Gebäudebestand absolut	a	a	a	a	a					
Gebäudekategorie / Nutzung								spez.	spez.	spez.
Geometrische Verhältnisse										
Gebäudevolumen										
Baujahr / Baualtersklasse								spez.	spez.	spez.
Personenanzahl										
Dynamisch (Aktivitätsgrößen)										
Neubau- und Abrisstätigkeit								spez.	spez.	
Energetische Sanierungen Gebäudehülle ^b										
Energieträger (Anteile und Wechselraten)										
Energetische Sanierungen Gebäudetechnik ^b										

^a Anzahl Wohnungen oder spezifische Fläche

^b Anteil/Rate

- EKZ Energetische Kennzahlen
- ETKW Energetische Technische Kennwerte
- BTB Bautechnische Beschreibung
- WG Wohngebäude
- NWG Nichtwohngebäude

Datenbedarf

- erforderlich
- alternativ erforderlich (entweder...oder)
- Annäherung oder Berechnung möglich
- optional (für Ergebnisverbesserung)
- X nicht erforderlich / nicht relevant

Datenbestand

- sehr gut
- gut
- befriedigend
- eher unbefriedigend
- unbefriedigend

EA-Daten

- detailliert verfügbar
- grob verfügbar
- ggf. detailliert verfügbar
- ggf. grob verfügbar
- nicht verfügbar

Hinweis: Der Abdeckungsgrad der Ausweisdaten für den gesamten Gebäudebestand lässt sich aus dieser Übersicht nicht ableiten.

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy.

Für den **Wohngebäudebereich** ist in der Spalte „Datenbestand“ der Abbildung 11 zu erkennen, dass die wichtigsten Mengengerüstdaten wie Anzahl Gebäude und Flächen verfügbar sind. Allerdings werden die Daten aus dem Zensus, als wesentliche Datenquelle für das Mengengerüst, nur alle 10 Jahre erhoben und dazwischen fortgeschrieben. Die entsprechende Datenlage für den Wohngebäudebereich ist vor diesem Hintergrund dennoch als „gut“ einzuschätzen.

Für **Nichtwohngebäude** zeigt sich dagegen ein anderes Bild. Hinsichtlich des Mengengerüsts ist die Abdeckung des Datenbedarfs durch den aktuellen Datenbestand sehr gering. Bisherige Studien beschränkten sich für den NWG-Bereich auf grobe Abschätzungen. Durch die Ergebnisse des aktuell laufenden Projektes „Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude“ könnte sich die Datenlage allerdings erheblich verbessern. Inwieweit diese Datenbank durch Folgeerhebungen regelmäßig aktualisiert bzw. adäquat fortgeschrieben wird, bleibt abzuwarten. Für eine Fortschreibung des Mengengerüsts könnte bspw. auch auf Entwicklungsdaten von einzelnen Wirtschaftszweigen zurückgegriffen werden.

Energieausweise für **Wohn- und Nichtwohngebäude** beinhalten spezifische, d. h. auf das einzelne Gebäude bezogene Angaben zur Größe, zur Kategorie bzw. Nutzung sowie zum Baujahr. Damit ist eine sehr gute Einordnung des jeweiligen Gebäudes in ein Mengengerüst des deutschen Gebäudebestandes möglich. EA-Daten aus einer Erhebung können jedoch kaum einen Mehrwert für die Verbesserung der verfügbaren statischen Mengengerüstdaten zum gesamten Gebäudebestand leisten. Als wesentliches Hindernis ist die mutmaßlich mangelhafte Repräsentativität der generierten Daten aus einer EA-Erhebung zu benennen. Die tatsächliche EA-Abdeckung im deutschen Gebäudebestand ist unbekannt, da nicht für jedes Gebäude ein Energieausweis erstellt sein muss. Gleichzeitig sind große Unterschiede bei der EA-Abdeckung und EA-Aktualität innerhalb einzelner Gebäudesegmente zu unterstellen (siehe Abschnitt 3.6). Eine Ausnahme bilden die Segmente „Neubauten“ (insbesondere seit Einführung der EA-Registriernummern 2014) und „öffentliche Gebäude mit Publikumsverkehr“, für die eine sehr hohe EA-Abdeckung und EA-Aktualität zu unterstellen ist. Diese Segmente umfassen jedoch nur einen sehr kleinen Teil des gesamten Gebäudebestandes.

Kritisch ist auch der Mehrwert von EA-Daten zur Verbesserung dynamischer Mengengerüstdaten zu beurteilen. Neben der unklaren Repräsentativität für einen Großteil des Gebäudebestandes kommt hier erschwerend hinzu, dass in den EA-Daten keine Angaben zum Umfang und zum Zeitpunkt der letzten Sanierung vor der Ausweisausstellung enthalten sind. Ebenso könnten seit der EA-Ausstellung relevante Änderungen vorgenommen worden sein (bspw. Austausch Wärmezeuger ggf. inkl. Energieträgerwechsel), ohne dass ein neuer Ausweis ausgestellt wurde. Eine belastbare Ableitung von Sanierungsraten im Gebäudebestand ist auf dieser Grundlage nicht möglich.

Einen Ansatzpunkt zur Verbesserung dynamischer Mengengerüstdaten bietet das Neubausegment mit mutmaßlich hoher EA-Abdeckung. Da bei der EnEV-Registrierstelle für jeden Bedarfsausweis erfasst wird, ob es sich um einen Neubau handelt oder nicht, kann die registrierte EA-Anzahl für Neubauten zur Verifizierung der „Neubauaktivität“ direkt herangezogen werden. Für den Bereich der Nichtwohngebäude ließe sich dadurch die aktuelle Datenlage sogar deutlich verbessern. Für die Modernisierungstätigkeit im Gebäudebestand wäre eine äquivalente Vorgehensweise mit sehr großen Unsicherheiten verbunden. Hintergrund ist, dass hier ein Bedarfsausweis in der Regel nur dann ausgestellt wird, falls die Einhaltung der EnEV-Vorgaben durch den Nachweis des Primärenergiebedarfs für das Gebäude belegt werden soll. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass Bedarfsausweise auch für Vermietung/Verkauf oder freiwillig ausgestellt werden können, ohne dass Sanierungen vorgenommen wurden. Diese Unterscheidung wird in den EA-Registrierungsdaten, welche für jeden ausgestellten Bedarfsausweis zum Erstellen der Registriernummer erfasst werden, nicht berücksichtigt. Vermutlich ist der Anteil der Bedarfsausweise, die freiwillig oder mit dem Anlass „Vermietung/Verkauf“ erstellt wurden, aber eher gering. Somit ist zu unterstellen, dass registrierte Anzahl ausgestellter Bedarfsausweise für Bestandsgebäude die Sanierungs- bzw. Modernisierungstätigkeit tendenziell unterschätzt.

4.2 Nutzung von Energieausweisdaten zur Charakterisierung der energetischen Gebäudequalität

Äquivalent zur Vorgehensweise im vorangegangenen Abschnitt, werden im Folgenden die Nutzungsmöglichkeiten von EA-Daten zur Charakterisierung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes bewertet. In Abbildung 12 wird der Datenbedarf der Beschreibungskonzepte (siehe Abschnitt 2.3) dem Datenbestand zur energetischen Qualität (siehe Abschnitt 3.2) sowie den Inhalten der EnEV-Ausweismuster und der anonymisierten XML-Kontrolldateien (siehe Abschnitte 3.4 und 3.5) vergleichend gegenübergestellt. Aus dieser Gegenüberstellung wird der potenzielle Mehrwert von EA-Daten hinsichtlich der Aspekte „Verifizierung“, „Verbesserung“ und „Ergänzung bzw. Lückenschluss“ der aktuellen Datenlage ersichtlich. Die Bewertung wird wiederum anhand einer qualitativen Skala zur Datenverfügbarkeit vorgenommen.

Abbildung 12

Energetische Qualität – Gegenüberstellung des Datenbedarfs der Beschreibungskonzepte, des aktuell verfügbaren Datenbestandes und potenziell verfügbarer EA-Daten

Energetische Qualität	Datenbedarf der Beschreibungskonzepte K1 bis K3 in Abhängigkeit der Erfassungsmethoden					Datenbestand (aus sonst. Quellen bereits verfügbar)		Daten aus Energieausweisen (potenziell verfügbar)		
	K1: EKZ		K2: ETKW	K3: BTB	WG	NWG	WG oder NWG			
	a) berechnet	b) ge- messen					Bedarfs- ausweise	Ver- brauchs- ausweise		
	erho- ben	model- liert	erho- ben	erhoben oder modelliert	erho- ben	EnEV- Muster	XML	EnEV- Muster/ XML		
Energieverbrauch (spezifisch)			gG							
Energiebedarf (spezifisch)	gG	gG								
Transmissionswärmeverluste (spezifisch)										
Sanierungsgrad grob (ganz, teilweise etc.)					gG					
Sanierungsgrad differenziert ^c					gG					
Bauteilkennwerte ^d				gG						
Luftwechsel / Luftdichtigkeit Gebäudehülle										
Heizungsart (zentral / dezentral)					gG					
Energieträger Heizung				gG	gG					
Energieträger Warmwasser				gG	gG					
Wärmeerzeugerdaten Heizung				gG						
Wärmeerzeugerdaten Warmwasser				gG						
Lüftung / Kühlung / ggf. Beleuchtung					gG					

^c Bauteilbetrachtung

^d U-Werte, Dämmstoffdicken etc.

- EKZ Energetische Kennzahlen
- ETKW Energetische Technische Kennwerte
- BTB Bauteiltechnische Beschreibung
- WG Wohngebäude
- NWG Nichtwohngebäude

Datenbedarf

- erforderlich
- alternativ erforderlich (entweder...oder)
- Annäherung oder Berechnung möglich
- optional (für Ergebnisverbesserung)
- X nicht erforderlich / nicht relevant
- gG gesuchte Größe

Datenbestand

- sehr gut
- gut
- befriedigend
- eher unbefriedigend
- unbefriedigend

EA-Daten

- detailliert verfügbar
- grob verfügbar
- ggf. detailliert verfügbar
- ggf. grob verfügbar
- nicht verfügbar

Hinweis: Der Abdeckungsgrad der Ausweisdaten für den gesamten Gebäudebestand lässt sich aus dieser Übersicht nicht ableiten.
Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy.

4.2.1 Energieausweisdaten für Wohngebäude

In der Abbildung 12 ist für den Wohngebäudebereich ersichtlich, dass der Datenbedarf hinsichtlich der Attribute zur energetischen Qualität für das Beschreibungskonzept K1 (Energetische Kennzahlen) durch bestehende Datensammlungen und Studien bereits gut abgedeckt wird. Einschränkungen bestehen für das Konzept K1a bei der Erfassungsmethode „Modellierung“. Hierfür sind insbesondere differenzierte Angaben zu Bauteilen und Sanierungsgrad erforderlich. Diese Informationen werden zwar durch die Studien von Diefenbach et al. (2010) und Cischinsky/Diefenbach (2018) bereitgestellt, jedoch basieren diese Daten auf lediglich auf zwei Erhebungen im Abstand von 7 Jahren. Eine höhere Periodizität bei der Datenerhebung wäre hier zu empfehlen. Darauf verweisen auch die Autoren dieser Studien.

Für die Beschreibung der energetischen Qualität des Gebäudebestandes auf Grundlage des Konzepts K2 (Energietechnische Kennwerte) ist zumindest ein grober Sanierungsgrad erforderlich. Für Wohngebäude kann hierfür ebenfalls auf die Studien des IWU zurückgegriffen werden (Diefenbach et al. 2010; Cischinsky/Diefenbach 2018). Gewisse Größen (z. B. Energieträger) wurden auch direkt erhoben. Auch zu den Energieträgern liegen Daten für Wohngebäude vor.

Bezüglich des möglichen Einsatzes von EA-Daten für die energetischen Attribute der Beschreibungskonzepte zeigt Abbildung 12, dass in Energieausweisen für Wohngebäude die gesuchten Größen des Konzeptes K1 (flächenspezifischer Energiebedarf in K1a bzw. Energieverbrauch in K1b) direkt ausgewiesen werden. Darüber hinaus ist festzustellen, dass mit den EA-Daten auch eine sehr gute Abdeckung der erforderlichen Eingangsinformationen für das Konzept K1 erreicht werden kann. Eine Modellierung der gesuchten Größen für das Konzept 1a ist jedoch nur mit anonymisierten XML-Kontrolldateien möglich, da in den Papierausweisen die benötigten Kennwerte zur Gebäudehülle fehlen. Der erfasste Transmissionswärmeverlust in den Ausweisen ist ohne Kenntnis der Größe der wärmeumfassenden Hüllfläche hierfür nicht hinreichend.

Gleichzeitig bieten die EA-Daten das Potenzial zur Verifizierung und teilweise auch zur Verbesserung der bereits verfügbaren Datenbestände zu den erforderlichen und optionalen Eingangsdaten für das Konzept K1. Ein Mehrwert ist insbesondere in der möglichen Verifizierung der eingesetzten Energieträger für die Wärmeversorgung (Heizung und Warmwasserbereitung) zu sehen. Dies gilt sowohl für Verbrauchsausweise als auch für Bedarfsausweise. Mit anonymisierten XML-Kontrolldateien für Bedarfsausweise erweitern sich die Möglichkeiten zur Verifizierung und es bieten sich damit Ansatzpunkte zur Verbesserung der Datenlage zu Bauteilkennwerten und Wärmeerzeugerdaten hinsichtlich des Detailgrades. Des Weiteren kann mithilfe der Angaben zum spezifischen Energieverbrauch bzw. spezifischen Energiebedarf sowie zum spezifischen Transmissionswärmeverlust die Informationsgrundlage für diese Kennwerte im Gebäudebestand verbessert werden, sofern im ausreichenden Umfang entsprechende Energieausweise vorliegen.

Da für das Konzept K1a (berechnete Energiekennzahlen) Bedarfsausweise heranzuziehen sind, würden bei der Nutzung von EA-Daten vorrangig die Segmente Neubau und umfassende Sanierung/Modernisierung abgedeckt werden. Dies bedeutet, dass ein Großteil des Gebäudebestands durch die alleinige Nutzung dieser EA-Daten nicht erreicht werden kann. Beim Konzept K1b können Verbrauchsausweise verwendet werden. Ob damit ein größerer Anteil des Gebäudebestands aufgrund des Ausstellungsanlasses „Vermietung/ Verkauf“ abgedeckt werden kann, ist im Rahmen der vorliegenden Studie schwer einzuschätzen. Die Zahlen registrierter EA-Ausstellungen nach Ausweisart im Wohngebäudebereich seit 2014 deuten zumindest nicht darauf hin (siehe Tabelle 12).

Hinsichtlich der Abdeckung des Datenbedarfs durch EA-Daten für die anderen Beschreibungskonzepte zeigt Abbildung 12, dass das Konzept K2 für den Wohngebäudebereich nur mit anonymisierten XML-Kontrolldateien zu Bestandsausweisen verlässlich umsetzbar wäre. Mit diesen Daten ist eine direkte Erhebung der gesuchten Größen für das Konzept möglich. In den EnEV-Ausweismustern fehlen dagegen detailliertere Angaben zur Wärmeversorgungstechnik sowie die erforderlichen Bauteilkennwerte und Flächen zur Gebäudehülle oder zumindest eine Angabe zum Sanierungsgrad. Letzterer könnte gegebenenfalls sehr grob anhand der Angaben in Bedarfsausweisen zum spezifischen Transmissionswärmeverlust, in Verbindung mit typischen Vergleichswerten zur Baualtersklasse, abgeschätzt werden. Die Bedarfsausweisdaten aus den EnEV-Mustern erlauben im Rahmen des Konzeptes K2 zumindest eine Verifizierung des Datenbestandes zu den eingesetzten

Energieträgern. Ein Verbesserungspotenzial hinsichtlich des Detailgrades der Informationen ergibt sich wiederum nur bei der Nutzung anonymisierter XML-Kontrolldatensätze. Daten aus Verbrauchsausweisen sind für das Konzept K2 dagegen nicht hinreichend. Unabhängig von der Ausweisart gilt Gleiches hinsichtlich des Datenbedarfs für das Konzept K3. Für dieses Konzept fehlen für beide Ausweisarten sowohl in den EnEV-Mustern als auch in den anonymen XML-Kontrolldateien wesentliche Informationen zum Sanierungsgrad, die bei diesem Beschreibungskonzept als gesuchte Größen zu erheben sind.

4.2.2 Energieausweisdaten für Nichtwohngebäude

Für den Bereich der Nichtwohngebäude zeigt Abbildung 12, dass der Datenbedarf hinsichtlich der Attribute zur energetischen Qualität durch verfügbare Studien und Datensammlungen deutlich schlechter als für den Wohngebäudebereich abgedeckt wird. Für eine Beschreibung der energetischen Qualität des NWG-Bestands anhand des Konzeptes K1 (energetische Kennzahlen) ist die aktuelle Datenlage zu den eingesetzten Energieträgern nur als mittelmäßig einzuschätzen. Angaben zu Sanierungstätigkeiten sind in den Datenbeständen eher unbefriedigend erfasst. Differenzierte Sanierungsraten für verschiedene Bauteile für NWG fehlen gänzlich. Angaben zum Sanierungsstand und -fortschritt wären insbesondere für das Konzept K1a (berechnete Energiekennzahlen) mit der Erfassungsmethode „Modellierung“ erforderlich. Auch für die Beschreibung mittels der Konzepte K2 und K3 (energie- bzw. bautechnische Kennwerte) fehlen fundierte Daten zum Sanierungsgrad oder zu spezifischen Bauteilkennwerten. Für NWG wurden die gesuchten Größen für die verschiedenen Konzepte bislang nur unzureichend erhoben. Insgesamt kann der aktuelle Datenbestand zu den NWG als eher unbefriedigend eingestuft werden. Vor diesem Hintergrund sollte der potenzielle Mehrwert des Einsatzes von EA-Daten für den NWG-Bereich höher als bei den Wohngebäuden sein.

Grundsätzlich ist der Einsatz von EA-Daten zur Umsetzung der Konzepte K1 bis K3 für den NWG-Bereich äquivalent zu den Feststellungen für den Wohngebäudebereich im vorangegangenen Abschnitt zu beurteilen. Dies begründet sich durch den sehr ähnlichen Aufbau beider Ausweisarten (Bedarf und Verbrauch) für beide Nutzungstypen. Die bei den NWG zusätzlich erfassten Informationen zum Strombedarf bzw. -verbrauch (insbesondere auch für Beleuchtung und Klimatisierung) sind sowohl bei den EnEV-Mustern als auch in anonymisierten XML-Kontrolldatensätzen im gleichen Umfang und Detailgrad wie die Größen zur Wärmeversorgung erfasst.

Abbildung 12 zeigt, dass auch im NWG-Bereich für das Konzept K1 eine sehr gute Abdeckung der erforderlichen Eingangsinformationen durch EA-Daten erreicht wird. Eine Modellierung bzw. Nachberechnung der in K1a gesuchten Größe „spezifischer Endenergiebedarf“ kann wiederum nur mithilfe anonymisierter XML-Kontrolldateien erfolgen. Gleiches gilt für das Konzept K2 bezüglich der Erhebung der gesuchten Größen. Dagegen ist wie bei den Wohngebäuden auch für Nichtwohngebäude das Konzept K3 nicht allein auf der Grundlage von EA-Daten umsetzbar. Es fehlen wesentliche Informationen zum Sanierungsgrad, die bei diesem Beschreibungskonzept als gesuchte Größen zu erheben sind.

Ein erhöhtes Potenzial zur Verbesserung der aktuellen Datenlage bieten die EA-Daten hinsichtlich der flächenspezifischen Kenngrößen zum Energieverbrauch- bzw. zum Energiebedarf und zum Transmissionswärmeverlust von NWG im Bestand. Gleiches gilt für den Energieträgereinsatz. Des Weiteren ließe sich mithilfe anonymisierter XML-Kontrolldateien ein höherer Detailgrad bei den Informationen zur installierten energierelevanten Anlagentechnik erreichen. Eine Ergänzung bzw. ein Lückenschluss zu bislang kaum verfügbaren Informationen bietet sich vor allem im Bereich der angewandten Lüftungsarten bzw. -technologien sowie im Bereich der energetischen Kennwerte für die Gebäudehülle, sofern im ausreichenden Umfang entsprechende EA-Daten vorliegen.

Hinsichtlich der Repräsentativität einer EA-Datenerhebung ist auch für den NWG-Bereich zu berücksichtigen, dass durch die Nutzung von Daten aus Bedarfsausweisen vorrangig die Segmente „Neubau“ und „umfassende Sanierung/Modernisierung“ abgedeckt werden, welche lediglich einen Teil des gesamten NWG-Bestands darstellen. Durch die Nutzung von Daten aus Verbrauchsausweisen für das Konzept K1b könnte gegebenenfalls ein etwas größerer Anteil des NWG-Bestands erreicht werden (siehe Tabelle 12). Für die EA-Ausstellung vor Mai 2014 kann dies im Rahmen der vorliegenden Studie jedoch nur vermutet werden.

4.3 Nutzung von Energieausweisdaten für die Beurteilung von bestehenden und die Ausgestaltung von neuen Politikinstrumenten

Um die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen für Deutschland zu erreichen, werden sowohl markt-basierte als auch auf staatlichen Instrumenten beruhende (umweltpolitische) Regelungsmechanismen eingesetzt. Die staatlichen Instrumente (hoheitliche Instrumente) können beispielsweise nach Michaelis (1996) in ordnungsrechtliche (Gesetze, Verordnungen etc.), ökonomische (Fördermittel) und suasorische Instrumente (bspw. Aufklärung und Informationskampagnen) unterschieden werden. Für die Zielerreichung im Gebäudebereich werden in Deutschland Instrumente aus allen dieser drei Bereiche eingesetzt. Tabelle 13 gibt – ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit – einen Überblick über die wesentlichen klima- bzw. umweltpolitischen Instrumente, welche die Energienutzung in Gebäuden adressieren.

Tabelle 13

Klima- bzw. umweltpolitische Instrumente mit Fokus auf Energienutzung bzw. Reduktion von Treibhausgasen im deutschen Gebäudesektor

Kategorie	Bislang eingesetzte Instrumente auf Bundesebene (u. a.)
Ordnungsrechtliche Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> ■ Energieeinsparungsgesetz (EnEG), Energieeinsparverordnung (EnEV) und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (im November 2020 zum Gebäudeenergiegesetz (GEG) zusammengeführt) ■ Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) ■ Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und Durchführungsverordnungen (BImSchV) ■ Mietrechtsrahmen (u. a. Regelungen zu Modernisierungsumlagen etc.)
Ökonomische Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> ■ KfW-Förderprogramme (Kredite und Zuschüsse für Gebäudesanierung, EE-Anlagen, Energieberatung) ■ Investitionszuschüsse des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) insbesondere für EE-Technologien ■ Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energieträger (auf Grundlage des Erneuerbare-Energien-Gesetzes – EEG) ■ Förderung des Einsatzes von Kraft-Wärme-Kopplung (auf Grundlage des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes – KWKG) ■ CO₂-Bepreisung ab 2021 (auf Grundlage des Brennstoffemissionshandelsgesetzes - BEHG)
Suasorische Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> ■ Informationskampagnen (bspw. der Deutschen Energieagentur – dena) ■ Energieberatungen und Energieausweise als Informationsinstrumente (die Pflicht zur anlassbezogenen EA-Ausstellung ist Teil des Ordnungsrechts, verankert in der EnEV bzw. dem GEG)

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy.

Hinsichtlich der Nutzbarkeit von EA-Daten für die Beurteilung von bestehenden und die Ausgestaltung von neuen Politikinstrumenten wird im Folgenden zwischen den Inhalten eines einzelnen Energieausweises (siehe Abschnitt 4.3.1) und dem Datenpool unterschieden, der aus einer Stichprobe aller für den deutschen Gebäudebestand ausgedruckter Energieausweise generiert werden könnte (siehe Abschnitt 4.3.2).

4.3.1 Nutzung von Energieausweisen als Informationsinstrument

Im Folgenden wird zunächst der Zweck von Energieausweisen als Informationsinstrument für Personen mit Gebäudeeigentum bzw. Kauf- oder Mietinteresse sowie sonstigen Gebäudenutzenden vor dem Hintergrund der Inhalte der EnEV-Ausweismuster reflektiert. Darauf aufbauend werden mögliche Ansatzpunkte für die inhaltliche Anpassung bzw. Erweiterung der Energieausweise aufgezeigt. Diese Ansatzpunkte betreffen:

- die graphische Aufbereitung der Informationen zu den Treibhausgasemissionen,
- die Ausweisung des CO₂-Reduktionspotenzials,
- die Ausweisung der beanspruchten Förderprogramme sowie
- Angaben zum letzten Sanierungs-/Modernisierungsjahr der Gebäudehülle.

Ein Gebäudeenergieausweis ist den suasorischen Instrumenten zuzuordnen, wenngleich die anlassbezogene Pflicht zur Ausstellung und der inhaltliche Aufbau im Ordnungsrecht (EnEV bzw. neu im GEG) verankert ist. Sein vorrangiger Zweck besteht darin, die energierelevante Ausprägung und Qualität eines Gebäudes transparent darzustellen. Die EA-Inhalte richten sich an die Eigentümerinnen und Eigentümer oder Kaufinteressenten (als Selbstnutzer oder Vermietende) sowie Mietparteien einer Immobilie und gegebenenfalls auch an die Besucher bzw. Kunden der Gebäudenutzenden.

Die objektiven Informationen zum flächenspezifischen End- und Primärenergiebedarf bzw. -verbrauch sind im Energieausweis zahlenmäßig wiedergegeben. Gleichzeitig wird in leicht erfassbarer, bildlicher Form die energetische Qualität des Gebäudes anhand einer Farbskala zusammen mit einer Einordnung gegenüber standardisierten Vergleichsgebäuden beurteilt. Diese Einordnung bzw. Vergleichbarkeit zielt zum einen darauf ab, die Transparenz im Immobilienmarkt zu steigern. Zum anderen soll damit das Bewusstsein für die Energienutzung in Gebäuden und für Maßnahmen zu deren Reduktion in der Gesellschaft gestärkt werden. Gleichzeitig können die ausgewiesenen Daten bzw. Kennwerte in Bedarfsausweisen auf vorhandene energetische Schwachstellen an der Gebäudehülle und den Anlagen zur Wärmebereitstellung sowie gegebenenfalls bei den Energieanwendungen für Beleuchtung, Lüftung und Klimatisierung hinweisen. Im Falle eines Verbrauchsausweises ist dies aufgrund der fehlenden Informationen zur energetischen Qualität der Gebäudehülle sowie der Unkenntnis zum Einfluss des Nutzerverhaltens nur bedingt möglich. So können entsprechende Hinweise gegebenenfalls aus den Modernisierungsempfehlungen des Verbrauchsausweises abgeleitet werden.

Darüber hinaus zielen Energieausweise darauf ab, Modernisierungsimpulse in Form von konkreten Handlungsempfehlungen zu geben. Für selbstnutzende Gebäudeeigentümer und Eigentümerinnen sind diese Informationen in erster Linie Ansatzpunkte, um ihre Energiekosten gezielt senken zu können. Aber auch die Steigerung der Nutzungsqualität des Gebäudes (Wohnbehaglichkeit, Arbeitsplatzbedingungen etc.) sind entscheidungsrelevante Kriterien.

Für Mietparteien ist die energetische Qualität des Gebäudes vor allem hinsichtlich der Betriebskosten relevant, welche durch sie zu tragen sind. Ihnen bieten Energieausweise die Möglichkeit, verschiedene Angebote auf dem Immobilienmarkt schneller und leichter miteinander zu vergleichen. Für Mietparteien ist oftmals ein gesetztes monatliches Maximalbudget für die Gesamtmiete inklusive der Nebenkosten eine wesentliche Entscheidungsgröße. Somit ist zu unterstellen, dass sie für Flächen mit niedrigeren Betriebskosten tendenziell bereit sind, eine höhere Nettomiete zu zahlen. Vor diesem Hintergrund können Vermietende durch energetische Modernisierungsmaßnahmen die Vermietbarkeit und die erzielbaren Nettomieteinnahmen in der Regel steigern. Das Entscheidungskriterium „Energetische Qualität“ kann bei Mietinteressenten jedoch stark von anderen Faktoren (bspw. Lage, Umfeld oder Knappheit von Alternativen etc.) überlagert sein.

Nicht zuletzt sind die EA-Informationen auch für Käuferinnen und Käufer von Interesse, um verschiedene Angebote auf dem Immobilienmarkt besser vergleichen zu können. Die energetische Qualität eines Gebäudes beeinflusst dessen Wert. Gleichzeitig erhalten die Kaufinteressenten Hinweise auf mögliche oder erforderliche Sanierungsmaßnahmen. Auch beim Kauf können diese Kriterien jedoch mit anderen entscheidungsrelevanten Faktoren konkurrieren.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Angaben in den Ausweisen bislang vorrangig auf die aktuelle energetische Qualität des Gebäudes mit Kenngrößen zum Energieverbrauch oder zum Energiebedarf und der Gebäudehülle abzielen. Während ein Verbrauchsausweis im Wesentlichen auf die Information der Gebäudenutzenden ausgerichtet ist, orientieren sich der Aufbau und die Inhalte eines Bedarfsausweises derzeit stark an den Regelungen der EnEV bzw. des neuen GEG. Neben den schnell erfassbaren Kennwerten zur energetischen Qualität, bietet eine Reihe weiterer Angaben (bspw. zu den verwendeten Nachweisverfahren und zur Erfüllung spezifischer ordnungsrechtlicher Anforderungen) lediglich Experten bzw. den Kontrollstellen der Länder einen Informationsmehrwert. Für die beabsichtigten Dokumentationszwecke im Sinne eines Ausweises sind diese Angaben zwar gerechtfertigt, jedoch tragen sie kaum zur Nutzerfreundlichkeit im Sinne eines Informationsinstrumentes mit allgemein leicht verständlichen Angaben bei. Zu prüfen ist, ob durch eine Umstrukturierung der Ausweisinhalte insbesondere auf den ersten beiden Blättern mehr Raum für Informationen zum energetischen Status des Gebäudes, dessen Einordnung gegenüber vergleichbaren Gebäuden und dem energetischen Verbesserungspotenzial geschaffen werden könnte.

Für eine entsprechende Erweiterung bietet die **graphische Aufbereitung der Informationen zu den Treibhausgasemissionen** des Gebäudes einen ersten wesentlichen Ansatzpunkt. Die Treibhausgasemissionen sind als CO₂-Äquivalente gemäß den Vorgaben des GEG zukünftig verpflichtend als Zahlenwert auszuweisen. Da die Emissionsreduktion der eigentliche Treiber der Anstrengungen zur Verbesserung der energetischen Qualität im Gebäudesektor ist, sollte diesem Aspekt bereits rein optisch ein größeres Gewicht in den Ausweisen verliehen werden. So könnten die Emissionen zusammen mit entsprechenden Vergleichswerten für andere energetische Niveaus in ähnlich ansprechender Form und **durch eine Farbskala bildlich leicht erfassbar und vergleichbar** äquivalent zu den energetischen Kennzahlen dargestellt sein. Damit bietet sich die Möglichkeit, den Gebäudenutzenden die Auswirkungen ihres Konsums „Wohnen“ bzw. ihrer Nutzung von Nichtwohngebäuden mit Blick auf den Klimaschutz besser zu verdeutlichen.

Des Weiteren ist zu empfehlen, das **CO₂-Reduktionspotenzial für die vorgeschlagenen Modernisierungsmaßnahmen mit auszuweisen**. Hier wird nach wie vor ausschließlich auf rein ökonomische Aspekte der Energienutzung fokussiert. Die Modernisierungsempfehlungen dienen dazu, auf konkrete (Einzel-)Maßnahmen hinzuweisen, die auf Fortschritte bei der Sanierung abzielen und damit zur Erreichung der Klimaschutzziele im Gebäudebereich notwendig sind. Als Empfehlungen sind diese Angaben für die Gebäudeeigentümer und Eigentümerinnen nicht bindend und nur anzugeben, sofern entsprechende „kosteneffiziente“ Maßnahmen im Moment der EA-Ausstellung möglich sind. Die vorgesehenen Angaben zur geschätzten Amortisationszeit und den geschätzten Kosten pro eingesparte Kilowattstunde sind dabei grundsätzlich freiwillig.

Durch die Angabe des CO₂-Reduktionspotenzials zu den vorgeschlagenen Modernisierungsmaßnahmen könnten die **Gebäudeeigentümer und Eigentümerinnen stärker für ihren möglichen Beitrag zum Klimaschutz sensibilisiert** werden. Gleichzeitig wird ein **Informationsmehrwert für die Eigentümerinnen und Eigentümer geboten, die ihre Investitionsentscheidungen nicht ausschließlich an Kosten und Amortisationsdauern orientieren** möchten, bspw. aus Gründen des persönlichen Interesses und Engagements für den Klimaschutz oder im Falle eines Unternehmens aus Gründen des Images.

Hinzu kommt, dass sich durch die Anfang 2021 eingeführte CO₂-Bepreisung für den Gebäudesektor die Treibhausgasemissionen nun auch in den Kosten pro eingesparte Kilowattstunde und der davon abhängigen Amortisationsdauer widerspiegeln müssen. Die Ausweisung des CO₂-Reduktionspotenzials für die einzelnen Maßnahmen in den Modernisierungsempfehlungen trägt somit zur **Transparenz und Nachvollziehbarkeit der jeweiligen Kosteneinsparpotenziale vor dem Hintergrund der CO₂-Bepreisung** bei. Vor diesem Hintergrund könnte sich auch eine andere Priorisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen ergeben, welche sich stärker an der Vermeidung von Treibhausgasemissionen orientiert.

Nicht zuletzt sollte das CO₂-Reduktionspotenzial der Modernisierungsempfehlungen – möglichst getrennt nach kurzfristig umsetzbaren Einzelmaßnahmen und Maßnahmen im Rahmen umfassender Sanierungen – in der bereits erwähnten farblichen Darstellung zur Einordnung der CO₂-Emissionen des Gebäudes mit angegeben werden.

Einen weiteren Ansatzpunkt zur inhaltlichen Ausweiserweiterung bietet die **Angabe, welche öffentlichen Förderprogramme zur Verbesserung der energetischen Qualität des Gebäudes in Anspruch genommen wurden**. Diese Ergänzung ist unabhängig von der Ausweisart und dem Ausstellungsanlass zu empfehlen, auch wenn die Inanspruchnahme der Fördermittel, beispielsweise im Falle eines aktuell erstellten Ausweises für eine Neuvermietung oder einen Aushang, schon länger zurückliegt. **Die Angabe der beanspruchten Förderprogramme unterstützt die öffentliche Wahrnehmung der Förderanstrengungen des Staates**. Ein weiterer Vorteil dieser Informationen wird im folgenden Abschnitt zur Nutzbarkeit von EA-Daten im Sinne eines Datenpools erörtert. In diesem Zusammenhang sollte ergänzend zum Baujahr des Wärmeerzeugers auch das **Jahr der letzten umfassenderen Sanierung bzw. Modernisierung der Gebäudehülle** vor der Ausweiserstellung mit Angabe der betroffenen Bauteile (Fenster, Außenwand etc.) ausgewiesen werden. Letztere Angabe bietet gleichzeitig einen **dokumentierten Informationsmehrwert für Kauf- und Mietinteressenten von Bestandsgebäuden zum Sanierungszyklus**. Im Falle eines Bedarfsausweises für Neubauten ist diese Informationen natürlich obsolet.

4.3.2 Nutzung von Energieausweisdaten im Sinne eines Datenpools

Hinsichtlich der Nutzbarkeit von EA-Daten im Sinne eines Datenpools für die zielgerichtete Weiterentwicklung von Politikinstrumenten ist zunächst festzustellen, dass das Bündel der Klima- bzw. umweltpolitischen Instrumente mit Fokus auf die Energienutzung im deutschen Gebäudesektor bereits sehr breit aufgestellt ist (siehe Tabelle 13). Der Mehrwert eines EA-Datenpools ist deshalb vorrangig in dem Monitoring der bestehenden Instrumente zu sehen, um Wirkungsdefizite identifizieren zu können und sie bestmöglich aufeinander abzustimmen. Damit verbunden ist das Ziel, die Politikinstrumente stetig zu verbessern, um günstige Rahmenbedingungen zur Erreichung der gesteckten Klimaschutzziele für den Gebäudesektor zu schaffen. Zur Unterstützung dieses Ziels durch EA-Daten werden in diesem Abschnitt folgende Ansatzpunkte näher beleuchtet:

- Einfaches Monitoring emissionsrelevanter Trends
- Monitoring der Entwicklung des Gebäudebestandes im CO₂-Zielkorridor
- Zukünftige Änderungen des politischen Instrumentariums
- Beitrag zur Analyse von Mitnahmeeffekten
- Festlegung von ökologischen Kriterien bei Gebäudefinanzierungen

Dabei ist grundsätzlich die EA-Abdeckung bzw. die EA-Verfügbarkeit in den einzelnen Segmenten des Gebäudebestands zu berücksichtigen. Diese kann im Rahmen des vorliegenden Projektes nicht belastbar quantifiziert werden (siehe Abschnitt 3.6). Folgende Betrachtungen setzen deshalb voraus, dass erforderliche Daten und Informationen in einem ausreichenden Umfang verfügbar sind bzw. erhoben werden können (hierzu weiterführend siehe Abschnitt 5.2).

Ein **einfaches Monitoring emissionsrelevanter Trends** – zumindest innerhalb einzelner Gebäudesegmente – kann bereits allein auf Grundlage von EA-Daten erfolgen (siehe methodisches Konzept MK0 im Abschnitt 5.2). Aus den Daten lassen sich Trends zum eingesetzten Energieträgermix und, in Abhängigkeit der EA-Generation bzw. EA-Art, auch zu den Anteilen erneuerbarer Energieträger und zu den Kennzahlen der energetischen Qualität der Gebäudehülle ableiten. Gleiches gilt für die flächenspezifischen Treibhausgasemissionen, welche aus den Angaben errechnet werden können, sofern sie in den früheren EA-Generationen nicht direkt mit ausgewiesen sind.

Von Interesse ist hierbei die jährliche Entwicklung des Gebäudeanteils innerhalb der Segmente „Neubauten“ bzw. „Gebäudemodernisierungen“, der „nur“ die jeweils geltenden ordnungsrechtlichen Mindestanforderungen erfüllt, gegenüber dem Anteil, der die Mindestanforderungen übererfüllt. Bewegt sich der Trend auf dem Niveau der Mindestanforderungen, könnte dies einen Handlungsbedarf zur Anpassung der finanziellen Förderinstrumente aufzeigen, um insbesondere die Sanierungstiefe (Energieeffizienzniveau) im Gebäudebestand zu erhöhen. Hierfür ist eine eingehendere Betrachtung des eingesetzten Energieträgermix, der EE-Anteilen sowie der Kennzahlen der energetischen Gebäudehüllenqualität zu empfehlen, um eine möglichst

hohe Effektivität der Förderinstrumente zu gewährleisten. So könnten z. B. sehr hohe umgesetzte energetische Standards bei der Gebäudehülle ein Indiz für einen stärkeren Förderbedarf zum Einsatz von EE-Technologien sein und vice versa. Sofern anonymisierte XML-Kontolldatensätze für Bedarfsausweise vorliegen, kann diese Betrachtung bis auf die Ebene einzelner Bauteilkennwerte heruntergebrochen werden, um beispielsweise gezielt die Umsetzung höherer Wärmeschutzstandards bei Fenstern gegenüber anderen Dämmmaßnahmen zu fördern.

Zeigt der Trend bei den jährlichen Neubauten bzw. Modernisierungen dagegen einen zunehmenden Gebäudeanteil mit besseren energetischen Niveaus gegenüber den Mindestanforderungen, könnte hieraus ein Ansatzpunkt zur Anpassung des ordnungsrechtlichen Rahmens und der Fördermittel abgeleitet werden. Zunächst ist dies ein Indiz dafür, dass ambitioniertere Maßnahmen im Zusammenspiel mit dem Förderrahmen bereits ein höheres Maß an wirtschaftlicher Vertretbarkeit erreicht haben sollten. Anhand der Bandbreite und Verteilung der erreichten energetischen Niveaus könnte geprüft werden, inwieweit der ordnungsrechtliche Rahmen hinsichtlich einer Verschärfung der Mindestanforderungen nachgesteuert werden könnte. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass eine Erhöhung von Mindestanforderungen auch verzögernd auf die Umsetzung von Maßnahmen wirken kann. Dies gilt insbesondere für Gebäude, bei denen die bestehenden Mindestanforderungen bereits sehr ambitioniert und gegebenenfalls nur mit hohem finanziellem Aufwand einzuhalten sind (bedingt durch hohen technischen Aufwand bzw. hohe Ausführungsqualität). Vor diesem Hintergrund wäre auch der Förderrahmen gezielt nachzusteuern.

Abgesehen vom einfachen Monitoring emissionsrelevanter Trends ist das Informationspotenzial von EA-Daten allein hinsichtlich einer Weiterentwicklung von politischen Instrumenten jedoch recht eingeschränkt. Im Folgenden werden deshalb Ansatzpunkte zur Steigerung des Informationspotenzial von EA-Daten durch ihre Verknüpfung mit anderen Daten aufgegriffen (siehe hierzu weiterführend MK1-3 im Abschnitt 5.2).

Die Mindestvorgaben zur energetischen Qualität und zum Einsatz von erneuerbaren Energieträgern im ordnungsrechtlichen Rahmen sollen sicherstellen, dass Neubauten und sanierte Bestandsgebäude schrittweise an die langfristigen klimapolitischen Zielsetzungen für den Gebäudesektor herangeführt werden. Die Zielerreichung ist jedoch vor allem vom Fortschritt der Modernisierung im Bereich der Bestandsgebäude abhängig. Durch den Verschnitt von EA-Daten (insbesondere aus Bedarfsausweisen) mit Mengengerüstdaten zum Gebäudebestand kann die jährliche Sanierungsrate inklusive Sanierungstiefe (erreichtes Energieeffizienz-niveau) für einzelne Gebäudetypen, Gebäudesegmente oder Regionen bestimmt werden. Die so ermittelte Sanierungsrate kann zumindest als dokumentierte Untergrenze interpretiert werden, da nicht jede Sanierungstätigkeit auch die Ausstellung eines Bedarfsausweises bedingt. Durch den Vergleich des realen Fortschritts mit dem angepeilten Absenkpfad der CO₂-Emissionen kann frühzeitig geprüft werden, ob sich die energetische **Entwicklung des Gebäudebestandes im CO₂-Zielkorridor** bewegt oder ob durch Anpassung der Politikinstrumente bzw. ihres Zusammenspiels nachgesteuert werden muss. Insbesondere lassen sich Hotspots hinsichtlich Sanierungsstau oder sehr fortgeschrittener Modernisierungstätigkeit identifizieren. Diese Erkenntnisse bilden eine wichtige Grundlage für eine eingehendere Analyse der Ursachen, um darauf aufbauend die Rahmenbedingungen für alle Gebäudetypen, Gebäudesegmente oder Regionen zielgerichtet verbessern zu können.

In diesem Zusammenhang ermöglicht die Kombination von Mengengerüst- und EA-Daten auch eine Abschätzung zum Umfang und zum Zeitpunkt der Betroffenheit einzelner Gebäudesegmente durch **zukünftige Änderungen des politischen Instrumentariums** (bspw. durch die Erhöhung von Anforderungen an die Gebäudehülle oder durch das Verbot von einzelnen Energieträgern). Diese Erkenntnisse unterstützen somit die Planung und Festlegung von Schwellenwerten und gegebenenfalls möglichen Ausnahmen oder Ersatzmaßnahmen sowie die Abschätzung des Fördermittelbedarfs.

Für die Förderpolitik stellt sich die Frage, inwieweit Modernisierungsentscheidungen durch die Förderung beeinflusst werden und in welchem Umfang Mitnahmeeffekte bestehen, d. h. Fördermittel für Maßnahmen beansprucht werden, die auch ohne Förderung umgesetzt würden. EA-Daten können einen **Beitrag zur Analyse von Mitnahmeeffekten** leisten, um den Fördermitteleinsatz effizient zu gestalten. So kann mithilfe von EA-Daten untersucht werden, inwiefern förderfähige Maßnahmen auch mit Inanspruchnahme von Fördermitteln

zusammenfallen. Da Informationen zur Förderung in den Ausweisen bislang nicht erfasst sind, wäre hierfür ein Verschnitt von (nicht anonymen) EA-Daten und Fördermitteldaten erforderlich (bspw. von der KfW und vom BAFA, ab 2021 zusammengeführt zur Bundesförderung für effiziente Gebäude – BEG). Bereits eine sehr grobe Angabe in einem Energieausweis, ob oder ob keine Mittel aus Förderprogrammen beansprucht wurden, könnte diese Analyse erleichtern. Zeigt sich ein Trend, bei dem geförderte Maßnahmen verstärkt auch ohne die Inanspruchnahme von Fördermitteln umgesetzt werden, könnte dies ein Indiz für Mitnahmeeffekte sein. Aufgrund der Vielzahl möglicher individueller Entscheidungsfaktoren für eine Beanspruchung von Fördermitteln erfordert die Analyse von Mitnahmeeffekten jedoch weiterführende Untersuchungen. Diese könnten durch eine detailliertere Ausweisung der beanspruchten Fördermittelhöhen und -konditionen in anonymisierten XML-Kontrolldateien unterstützt werden. Dadurch kann der (nicht anonyme) Verschnitt mit Daten der fördermittelgebenden Stellen entfallen. Hinsichtlich eines solchen Detailgrades ist jedoch zu bedenken, dass die Preisgabe entsprechender Angaben – auch in anonymisierter Form – von den Gebäudeeigentümern und Eigentümerinnen als Hemmnis empfunden werden könnte, Fördermittel in Anspruch zu nehmen. Dies würde die Anstrengungen der Förderpolitik konterkarieren.

Nicht zuletzt könnten EA-Daten gegebenenfalls auch zur Erweiterung des politischen Instrumentariums in Deutschland beitragen, indem sie zur **Festlegung von ökologischen Kriterien bei Gebäudefinanzierungen** verwendet werden. Den Rahmen für solche Kriterien gibt die sogenannte EU Taxonomie-Verordnung, die am 18. Juni 2020 vom Europäischen Parlament beschlossen wurde.¹⁰ Ergänzend zu der EU-Taxonomie-Verordnung hat die Europäische Kommission einen sogenannten Delegierten Rechtsakt angenommen, mit dem technische Bewertungskriterien für Wirtschaftstätigkeiten festgelegt werden, mit denen ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz bzw. zur Anpassung an den Klimawandel geleistet werden kann. Auch für wirtschaftliche Tätigkeiten im Zusammenhang mit Gebäuden enthält der delegierte Rechtsakt technische Bewertungskriterien. In diesem Kontext können möglicherweise in gewissem Umfang auch Energieausweise eine Rolle spielen. Das Verfahren zu den delegierten Rechtsakten ist noch nicht abgeschlossen, so dass diese noch nicht in Kraft getreten sind.

¹⁰ Verordnung (EU) 2020/852 vom 18. Juni 2020. Damit schafft die Europäische Union ein neues gemeinsames Klassifizierungssystem mit einheitlichen Begrifflichkeiten, welches verwendet werden kann, um Projekte und Wirtschaftstätigkeiten bzgl. Klima- und Umweltauswirkungen zu charakterisieren. Die Taxonomie-Verordnung hat die folgenden sechs Ziele: 1. Klimaschutz, 2. Anpassung an den Klimawandel, 3. Nachhaltige Nutzung und Schutz von Wasser- und Meeresressourcen, 4. Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft, Abfallvermeidung und Recycling, 5. Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzung, 6. Schutz gesunder Ökosysteme.

5 Methoden zur Nutzung von Energieausweisdaten für die Charakterisierung des energetischen Gebäudezustands

Grundsätzlich sind verschiedene Methoden zur Nutzung von EA-Daten für die Charakterisierung des energetischen Gebäudezustands denkbar. Deren Umsetzbarkeit und vor allem auch die Aussagekraft von deren Ergebnis hängt entscheidend von der Datenlage ab. Deshalb wird vor der konzeptionellen Entwicklung von Methoden zur Nutzung von EA-Daten für die Charakterisierung des energetischen Gebäudezustands einleitend die aktuelle Datenlage zusammengefasst (siehe Abschnitt 5.1). Darauf aufbauend werden im Abschnitt 5.2 vier methodische Konzepte (MK0 bis MK3) grob vorgestellt und beurteilt, von denen eines im Abschnitt 5.3 weitergehend ausgearbeitet wird.

5.1 Zusammenfassung der Datenlage

Die Analyse in Kapitel 4 zeigt auf, dass je nach gesuchter Größe (Energiebedarf oder -verbrauch, bau- oder energietechnische Kennwerte) und Erfassungsmethodik (erhoben und ggf. hochgerechnet oder modelliert) EA-Daten potenziell eine gute Ergänzung zu weiteren Daten aus Statistiken, Registern und Studien darstellen können. Es ist jedoch wichtig festzuhalten, dass die zu erwartende Verfügbarkeit von EA-Daten und die aktuelle Datenlage der weiteren betrachteten Datenquellen zwischen einzelnen Gebäudesegmenten recht unterschiedlich sind (siehe Kapitel 3 und insbesondere Abschnitt 3.6).

Während im Bereich der Neubauten und bei den umfassend sanierten/modernisierten Gebäuden sowie bei verkauften bzw. vermieteten Gebäuden Energieausweise vorhanden sein sollten, liegt bei einem großen Teil des Gebäudebestands mutmaßlich kaum ein Energieausweis vor (siehe Tabelle 14). Zudem ist anzumerken, dass die EA-Ausstellungen Vermietung/Verkauf nicht direkt mit einem energetischen Zustand verknüpft oder korreliert werden können, d. h. diese beiden Anlässe sind bis zu einem gewissen Ausmaß unabhängig oder sogar orthogonal zur energetischen Sanierungstätigkeit zu sehen.

Tabelle 14

Zusammenfassung der Datenlage bei Wohn- und Nichtwohngebäuden

Gebäude segment	Untersegmente		EA-Art	Anteil am Gebäude-segment (geschätzt)	Andere Datenquellen: Grundgesamtheit, Mengengerüst absolut	EA-Daten: Mengengerüst spezifisch, Verknüpfungsgroße
Ein-familien-häuser	Neubau seit 2002	verkauft/ vermietet	BA (ggf. VA)	sehr gering	DESTATIS	Anzahl Gebäude
		Rest	BA	gering		
	Bestand seit 2002 umfas- send saniert/ modernisiert	verkauft/ vermietet	BA (ggf. VA)	sehr gering	DESTATIS, Zensus, Mikrozensus, amtl. Statistiken	<u>Gebäude:</u> Typ, Nutzfläche, Baujahr, Energieträger
		Rest	BA	eher gering		
	Bestand seit 2002 teil- weise oder nicht saniert/ modernisiert	verkauft/ vermietet	VA (ggf. BA)	eher gering	Stichproben- erhebungen (für Quantifizierung der Segmente)	<u>Standort:</u> Bundesland, PLZ, (ggf. Adresse*)
		Rest	Kaum BA/VA	sehr hoch		

Gebäude-segment	Untersegmente		EA-Art	Anteil am Gebäude-segment (geschätzt)	Andere Datenquellen: Grundgesamtheit, Mengengerüst absolut	EA-Daten: Mengengerüst spezifisch, Verknüpfungsgröße
Mehr-familien-häuser	Neubau seit 2002	verkauft/ vermietet	BA (ggf. VA)	gering	DESTATIS	Anzahl Gebäude
		Rest	BA	sehr gering		
	Bestand seit 2002 umfassend saniert/modernisiert	verkauft/ vermietet	BA (ggf. VA)	eher gering	DESTATIS, Zensus, Mikrozensus, amtl. Statistiken	Gebäude: Typ, Nutzfläche, Anzahl Wohneinheiten, Baujahr, Energieträger
		Rest	BA	sehr gering		
	Bestand seit 2002 teilweise oder nicht saniert/modernisiert	verkauft/ vermietet	VA (ggf. BA)	hoch	Stichprobenerhebungen (für Quantifizierung der Segmente)	Standort: Bundesland, PLZ, (ggf. Adresse*)
		Rest	Kaum BA/VA	sehr gering		
Private Wirtschafts-gebäude	Neubau seit 2002	verkauft/ vermietet	BA (ggf. VA)	gering	DESTATIS	Anzahl Gebäude
		Rest	BA	sehr gering		
	Bestand seit 2002 umfassend saniert/modernisiert	verkauft/ vermietet	BA (ggf. VA)	gering	Verschiedene Studien (BMVBS 2013; Clausnitzer et al. 2014; BMVBS 2011; Hörner et al. 2018)	Gebäude: Kategorie/Nutzung Baujahr, Energieträger, Nettogrundfläche
		Rest	BA	sehr gering		
	Bestand seit 2002 teilweise oder nicht saniert/modernisiert	verkauft/ vermietet	VA (ggf. BA)	sehr hoch	Stichprobenerhebungen (für „Echtzeit“ Quantifizierung der Segmente)	Standort: Bundesland, PLZ, (ggf. Adresse*), Hausumringungen**, ALKIS
		Rest	Kaum BA/BA	hoch		
Öffentliche Gebäude	Neubau seit 2002	Publikumsverkehr	BA (ggf. VA)	sehr gering	DESTATIS	Anzahl Gebäude
		verkauft/ vermietet	BA (ggf. VA)	sehr gering		
		Rest	BA	gering		
	Bestands seit 2002 umfassend saniert/modernisiert	Publikumsverkehr	BA (ggf. VA)	eher hoch	Verschiedene Studien (BMVBS 2013; Clausnitzer et al. 2014; BMVBS 2011; Hörner et al. 2018)	Gebäude: Kategorie/Nutzung Baujahr, Energieträger, Nettogrundfläche
		verkauft/ vermietet	VA (ggf. BA)	sehr gering		
		Rest	BA	eher gering		
	Bestand seit 2002 teilweise oder nicht saniert/modernisiert	Publikumsverkehr	VA (ggf. BA)	eher gering	Stichprobenerhebungen (für „Echtzeit“-Quantifizierung der Segmente)	Standort: Bundesland, PLZ, (ggf. Adresse*), Hausumringungen**, ALKIS
		verkauft/ vermietet	VA (ggf. BA)	sehr gering		
		Rest	ggf. BA/VA	sehr gering		

BA Bedarfsausweis
VA Verbrauchsausweis

NUTS3 Europäische Raumgliederung Stufe 3
ALKIS Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem

* Der Adressennutzung stehen datenschutzrechtliche Gründe entgegen. Eventuell mit Zustimmung der EA-Inhabenden möglich.

** Die amtlichen Hausumringe sind wie die amtlichen Hauskoordinaten ein Produkt des Liegenschaftskatasters. Sie beschreiben georeferenzierte Umringspolygone von Gebäudegrundrissen aus dem Liegenschaftskataster.

Quelle: Eigene Darstellung TEP Energy und ESA².

Diese Unterschiedlichkeit bei der Datenlage beeinflusst die methodischen Ansätze zur Nutzung von EA-Daten für die energetische Charakterisierung des Gebäudebestands bzw. die Aussagekraft, die sie ermöglichen. Je nach Ansatz sind für gewisse Segmente keine oder nur spezifische Aussagen möglich (jedoch keine aggregierten) oder es sind weitere, derzeit noch nicht verfügbare Datenquellen zu erschließen oder zu generieren (z. B. durch Stichprobenerhebungen). Letzteres betrifft vor allem das große Segment der seit 2002 nicht oder nur teilweise sanierten bzw. modernisierten Gebäude und das Monitoring der Energieträgerwechsel.

5.2 Mögliche methodische Konzepte zur Nutzung von Energieausweisdaten

Als Zwischenfazit aus der Analyse der Datenlage und des potenziellen Mehrwerts von EA-Daten kann also festgehalten werden, dass Energieausweise bzw. EA-Daten bzgl. Segment (nach Ausstellungsanlass) sowie energetischer Qualität und Energieträger im Vergleich zum gesamten Gebäudebestand verzerrt sind, nicht alle Segmente des Gebäudeparks abdecken und dass für aggregierte Aussagen zur energetischen Gebäudequalität Stichprobenerhebungen regelmäßige Zensus, Panels und/oder Modellierungen erforderlich sind.

Um die möglichen Zielsetzungen und Nutzen sowie Vor- und Nachteile möglicher Konzepte aufzeigen zu können, werden nachfolgend verschiedene methodische Konzepte skizziert. Ausgegangen wird von der Liste der in Abschnitt 2.2 eingeführten Methoden zur Erfassung der energetischen Qualität des Gebäudebestands, welche aufgrund der festgestellten Datenlage auf die folgenden vier methodischen Konzepte reduziert wird:

- Methodisches Konzept 0 (MK0): Alleinige Nutzung von Energieausweisen
- Methodisches Konzept 1 (MK1): Stichprobenerhebung, statistische Auswertung und Hochrechnung
- Methodisches Konzept 2 (MK2): Statistische Auswertung kombiniert mit Modellierung
- Methodisches Konzept 3 (MK3): Stichprobenerhebung, statistische Auswertung und Modellierung

Diese methodischen Konzepte werden nachfolgend beschrieben (Kap. 5.2.1 bis 5.2.4), wobei eines davon gemäß Zielsetzung des Auftraggebers detaillierter beschrieben wird (MK3).

5.2.1 Methodisches Konzept MK0: Alleinige Nutzung von Energieausweisen

Beim methodischen Konzept MK0 geht es darum, die erreichbare Zielsetzung einer alleinigen Nutzung von Energieausweisen aufzuzeigen. Gleichzeitig soll mit diesem Konzept, das bereits Vorliegende mit möglichst geringem Aufwand genutzt werden können.

MK0: Mögliche Zielsetzung und Output

Zielsetzung des MK0 ist es, für die Segmente im Gebäudebestand spezifische Aussagen zu treffen, für welche EA-Daten vorliegen. Dies betrifft zum einen die energetischen Fälle „Neubau“ und „umfassende Sanierung/Modernisierung“ und zum anderen die immobilienwirtschaftlichen Fälle „Verkauf“ und „Vermietung“. Je nach Segment sind entweder Aussagen zum Bedarf (Neubau, umfassende Sanierung/Modernisierung, ggf. Verkauf/Vermietung) oder zum spezifischen Verbrauch (Verkauf/Vermietung) möglich. Bei den Bedarfsausweisen sind grundsätzlich auch Aussagen zu energietechnischen Kennwerten möglich, z. B. zu erreichten U-Werten (v. a. durch die Nutzung anonymisierter XML-Kontrolldatensätze, wobei die Datenqualität durch ein Pilotprojekt zu prüfen wäre).

Beim methodischen Konzept MK0 steht typischerweise die Beantwortung von Forschungsfragen der folgenden Art im Vordergrund:

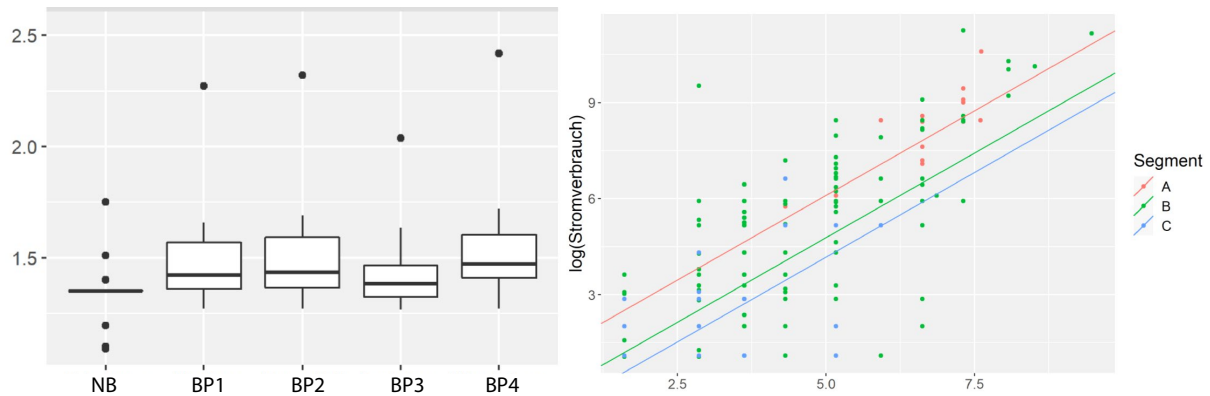
- Welche Bedarfswerte werden bei Neubauten erreicht und im welchen Verhältnis stehen diese Werte zu den geltenden Neubauvorschriften?
- In welchem Verhältnis stehen die spezifischen Bedarfswerte von Neubauten und umfassenden Sanierungen zueinander?

- Wie sieht die Häufigkeitsverteilung der U-Werte der verschiedenen Bauteile aus (z. B. bei Neubauten und Sanierungen)?
- Wie hoch ist der spezifische Verbrauch (kWh/m²) von verkauften und neu vermieten Gebäuden und welche Unterschiede bestehen zwischen verschiedenen Gebäudetypen (z. B. Ein- und Mehrfamilienhäuser)

Der mögliche Output des methodischen Konzepts MK0 ist in Abbildung 13 exemplarisch illustriert.

Abbildung 13

Exemplarische Darstellung von Methoden der deskriptiven Statistik (Boxplots, linke Abbildung) und der induktiven Statistik (graphische Darstellung der Ergebnisse eines Regressionsmodells, rechte Abbildung)



NB Neubau BP Bauperiode

Quelle: Eigene Darstellung TEP Energy und ESA².

MK0: Methodik

Der methodische Ansatz besteht darin, EA-Daten statistisch auszuwerten und bzgl. verschiedener Merkmale zu diskriminieren. Hierbei kommen Methoden der deskriptiven Statistik und der induktiven Statistik zur Anwendung. Um das bereits Vorliegende mit möglichst geringem Aufwand zu nutzen, liegt der Fokus auf anonymisierten XML-Kontrolldatensätzen als zu verwendende Datenquelle, d. h. auf eine Erhebung der in Papierform vorliegenden EA-Daten wird verzichtet.

- Deskriptive Statistik: Mittelwerte, Standardabweichungen, Mediane und Quantile sowie entsprechende graphische Darstellungen wie z. B. Boxplots, wobei jeweils zwischen verschiedenen Stufen von kategorialen Variablen unterschieden werden kann (also z. B. zwischen Neubau und Sanierung/Modernisierung oder zwischen verschiedenen Baualtersklassen oder zwischen Gebäudetypen etc.)
- Induktive Statistik: Regressionsmodelle, bei denen mehr als ein Einflussfaktor gleichzeitig betrachtet werden kann, also z. B. gleichzeitig der Einfluss von Gebäudekategorie, Baualtersklasse und Energieträger. Damit können Einflussfaktoren verlässlicher voneinander getrennt werden als mit Methoden der deskriptiven Statistik, bei denen in der Regel nur jeweils ein Einflussfaktor betrachtet werden kann.

MK0: Vorteile

Der Vorteil des methodischen Konzepts MK0 besteht vor allem in der Einfachheit des Ansatzes. Es ist mit eher geringem Aufwand umsetzbar. Es müssen keine Primärerhebungen durchgeführt werden und die anzuwendenden statistischen Methoden stehen zur Verfügung, d. h. es ist wenig methodischer Entwicklungsaufwand erforderlich. Auch aus datenschutztechnischer Sicht gestaltet sich das methodische Konzept MK0 einfach, da keine Verknüpfungen zu personenbezogenen Daten erforderlich sind.

MK0: Nachteile

Obenstehenden Vorteilen stehen im Wesentlichen folgende Nachteile gegenüber, wobei diese teilweise durch ein vorgelagertes Forschungsprojekt überwunden werden können:

- Es sind keine Aussagen zum Gebäudebestand als Ganzes möglich, sondern nur spezifisch zu einzelnen Segmenten (wobei die mengenmäßige Bedeutung dieser Segmente ggf. mittels weiterer Datenquellen charakterisiert werden könnte, z. B. durch die Anzahl registrierter EA-Ausstellungen gemäß Tabelle 12).
- Die Repräsentativität ist unter Umständen nicht bzw. nur bedingt gewährleistet. Dies betrifft z. B. die Frage, ob neu vermietete oder verkaufte Gebäude als repräsentativ für den nicht oder nur teilweise sanierten Gebäudebestand betrachtet werden können. Dieser Nachteil könnte durch ein vorgelagertes Forschungsprojekt überwunden werden, in dem untersucht wird, ob neu vermietete oder verkaufte Gebäude einen Querschnitt des sanierten und weniger sanierten Gebäudebestands abbilden. Ist dies der Fall, können Energieausweise (Bedarfs- oder Verbrauchsausweise) im Rahmen des MK0 ausgewertet werden.
- Ein substanzieller Anteil am Gesamtgebäudebestand kann durch MK0 nicht abgedeckt werden, da hierfür mutmaßlich kaum bzw. keine Energieausweise vorliegen und da bei den selbstgenutzten Gebäuden nicht a priori davon ausgegangen werden kann, dass der Sanierungsstand derselbe ist wie bei den nicht selbstgenutzten Gebäuden. Dies betrifft vor allem Einfamilienhäuser oder kleine Mehrfamilienhäuser mit nur selbstgenutzten Eigentumswohnungen sowie unvermietete, privatwirtschaftliche Nichtwohngebäude. Für diese Segmente ist somit eines der anderen methodischen Konzepte anzuwenden, wobei MK1 dem MK0 am nächsten kommt.

5.2.2 Methodisches Konzept MK1: Stichprobenerhebung, statistische Auswertung und Hochrechnung

Das methodische Konzept MK1 baut auf dem Konzept MK0 auf, wobei beim MK1 eine wesentlich höhere und vor allem repräsentative Abdeckung des deutschen Gebäudeparks erreicht werden soll.

MK1: Mögliche Zielsetzung und Output

Das Ziel des Konzeptes MK1 ist es, empirisch gestützte Aussagen zu den verschiedenen Segmenten des deutschen Gebäudeparks zu machen (je nach Segment zu Bedarf bzw. zu Verbrauch sowie zu energietechnischen Kennwerten (insbesondere durch Nutzung anonymisierter XML-Kontrolldatensätze). Über die quantitative Bedeutung dieser Segmente soll eine gewichtete Gesamtaussage für den Gebäudepark als Ganzes erzeugt werden. EA-Daten bilden so weit wie möglich bei den Segmenten, die sie abdecken, die empirische Grundlage. Bei den übrigen Segmenten wird die empirische Grundlage durch zusätzliche Erhebungen geschaffen. Auch beim MK1 sollen keine datenschutzrelevanten Verknüpfungen mit personenbezogenen Daten vorgenommen werden.

Ein Teil des Outputs von MK1 ist dem des methodischen Konzeptes MK0 identisch (tabellarische oder graphische Darstellungen von Ergebnissen deskriptiver und vor allem induktiver statistischer Methoden, wie in Abbildung 13 exemplarisch illustriert. Durch die vollständige Abdeckung sowie durch die angestrebte Repräsentativität bietet MK1 zusätzlich die Möglichkeit zum Monitoring, d. h. bei regelmäßiger Umsetzung kann die Charakterisierung des energetischen Gebäudezustands im Zeitablauf nachverfolgt werden.

MK1: Methodik

Die Methode der Stichprobe und Hochrechnung berechnet die erforderlichen Daten der Grundgesamtheit mittels Daten einer repräsentativen oder geschichteten Stichprobe und anschließender Hochrechnung. Die Methodik besteht aus den folgenden Schritten:

- 1) **Charakterisierung der Grundgesamtheit:** Als Grundgesamtheit dienen grundsätzlich alle Wohn- und Nichtwohngebäude. Diese Grundgesamtheit ist hinsichtlich verschiedener Merkmale wie z. B. Gebäudetyp bzw. Gebäudekategorie/-nutzung und Baualtersklasse charakterisiert. Die konkrete Erschließung der Grundgesamtheit für die Stichprobenziehung ist zu prüfen. Weil in Deutschland kein flächendeckendes Anschriften- und Gebäuderegister vorhanden ist, wäre bspw. die Nutzung von Adressdaten bei Befragungs- bzw. Telemarketing-Firmen oder Gebäudeversicherern denkbar.¹¹
- 2) **Bilden der geschichteten Stichprobe:** Beim MK1 ist es nicht erforderlich, alle verfügbaren Daten vollständig zu erfassen und auszuwerten. Stattdessen kommt dem Bilden von geeigneten Schichten und dem Ziehen von Stichproben eine hohe Bedeutung zu. Mit Verweis auf die Datenlage in Bezug auf das Mengengerüst können a priori, d. h. bei der Bildung der Schichten und Stichproben vor der Erhebung, nur zwei Schichten gebildet werden (Neubau und Bestand). Da beim MK1 keine datenschutzrelevanten Verknüpfungen vorgenommen werden sollen, können die übrigen Schichten erst nach dem Vorliegen der erhobenen Daten gebildet und mit der Grundgesamtheit verknüpft werden.
 - Zwei a priori Schichten: Neubauten (seit 2002) und Bestandsgebäude
 - Weitere a posteriori Schichten für Bestandsgebäude via Stichprobenerhebung (Befragung, z. B. online) von wenigen Datenpunkten bzgl. verschiedener Merkmale. Dies betrifft u. a.:
 - Gebäudegrunddaten wie Typ, Baujahr und zu anonymen Standortdaten (wie z. B. Postleitzahl, Kommumentyp)
 - EA-bezogene Daten: ob Segment „Neubau“, „Verkauf“ oder „Vermietung“, ob ein Energieausweis vorhanden ist (ja/nein), ggf. EA-Registriernummer (als freiwillige Angabe sofern vorhanden)
 - Energierrelevante Daten: bspw. Energieträger und Sanierungsstatus (umfassend vs. nicht-/teilsaniert)
- 3) **Durchführen der Datenerhebungen:** Je nach Datenlage und Zustimmung der Befragten sind unterschiedliche inhaltliche Daten und Verknüpfungsattribute zu erheben:
 - bei Gebäuden, bei denen ein Energieausweis vorliegt, werden (mit Einwilligung des Befragten) entsprechende Daten mit verfügbaren anonymisierten XML-Kontrolldatensätzen verknüpft (via der Registriernummer des Ausweises) bzw. aus den verfügbaren anonymisierten XML-Kontrolldatensätzen „gesampelt“ (im Fall von fehlender Zustimmung bzw. nicht erstellter XML-Kontrolldatei). Das heißt, dass die Befragten deutlich weniger beansprucht werden, wenn EA-Daten vorliegen.
 - bei Gebäuden ohne Energieausweise werden entsprechende Daten erhoben, um auch zu Segmenten ohne EA-Abdeckung eine Aussage treffen zu können.
- 4) **Statistische Auswertung** der EA-Daten sowie der weiteren erhobenen Daten durch Methoden der deskriptiven und der induktiven Statistik. Letztere hat im Hinblick auf die Hochrechnung eine besondere Bedeutung. Es geht darum, die statistische Signifikanz der verschiedenen Schichtattribute aufzuzeigen.
- 5) **Hochrechnung** durch Verknüpfung der Ergebnisse der induktiven Statistik mit dem Mengengerüst (Grundgesamtheit), wobei die Verknüpfung vornehmlich via a posteriori Schichten erfolgt, d. h. über die oben aufgeführten Attribute wie Gebäudegrund- und Standortdaten.

¹¹ Das für den Zensus 2011 aufgebaute Gebäuderegister inkl. Anschriften der Eigentümer und Eigentümerinnen wurde gemäß § 15 des ZensVorbG 2011 wieder gelöscht. Bzgl. der Eigentümeranschriften ist das auch für den Zensus 2022 der Fall (§ 16 ZensVorbG 2022). Eigentümeranschriften liegen zwar auch dezentral bei den jeweils zuständigen Grundsteuerstellen vor. Sie sind aber gemäß der Abgabenordnung nur für eng begrenzte Nutzungen im Rahmen definierter Verwaltungszwecke zugänglich und unterliegen dem Steuergeheimnis (§ 29 ff AO). Die Grundsteuerstellen sind hoheitlich auch nicht verpflichtet, Bundesinteressen zu unterstützen. Die genannten Optionen zur Erschließung der Grundgesamtheit sind hinsichtlich des Datenschutzes und weiterer rechtlicher Aspekte eingehender zu prüfen. Bei den Stichprobenerhebungen des IWU wurden Gebäudeadressdaten von Direkt-/Geomarketingunternehmen bezogen. Mittels des Adressmittlungsverfahrens konnten innerhalb dieses Gebäudeadressraums Eigentümeradressen zufallsbasiert durch die beteiligten Grundsteuerstellen ermittelt und kontaktiert werden, sodass die Daten den geschützten Steuerverwaltungsbereich nicht verlassen haben (Cischinsky, H. et al. 2018). Ebenfalls ohne direkten Kontakt zu den Eigentümern und Eigentümerinnen wurden in einem anderen Projekt die Fragebögen über Personen des Schornsteinfegerhandwerks verteilt (Diefenbach, N. et al. 2010).

MK1: Vorteile

Insbesondere im Vergleich zum MK0 bestehen beim MK1 folgende Vorteile:

- Aussagen zum Gebäudebestand als Ganzes möglich
- Repräsentativität kann gewährleistet werden
- Datenschutztechnisch eher einfach (Verknüpfung anonymisiert via a posteriori Schichten bzw. mittels Zustimmung der Befragten)

MK1: Nachteile

- Wesentlich höherer Aufwand im Vergleich zum methodischen Konzept MK0, weil Stichprobenerhebungen durchgeführt werden müssen.

5.2.3 Methodisches Konzept MK2: Statistische Auswertung kombiniert mit Modellierung

Hinsichtlich einer modellgestützten Erfassungsmethodik bieten sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten: Einerseits können gängige Bottom-up Modelle durch den Einbezug von EA-Datenauswertungen verbessert werden. Andererseits lässt sich die Aussagekraft von EA-Datenauswertungen mithilfe solcher Modelle erhöhen (ähnlich wie beim MK1). Das methodische Konzept MK2 fokussiert auf den ersten Fall.

MK2: Mögliche Zielsetzung und Output

Ziel des methodischen Konzeptes MK2 ist es, die empirische Fundierung gängiger Bottom-up Modelle durch den Einbezug von EA-Datenauswertungen zu verbessern. Damit können die Vorteile solcher Modelle (z. B. Modellierung des Energieverbrauchs des Gebäudebestands im Zeitablauf und Durchführung von sogenannten ex post Analysen und/oder von Szenariorechnungen) genutzt und gleichzeitig deren Nachteile überwunden werden, zumindest teilweise. Denn aufgrund mangelhafter oder fehlender Daten sind solche Modelle teilweise stark von Annahmen getrieben. Durch eine bessere empirische Abstützung mittels der Auswertung von EA-Daten kann dieser Nachteil in den Segmenten, die durch EA-Daten abgedeckt sind, gemindert werden.

Beim MK2 können je nach Segment Aussagen zum Energiebedarf oder -verbrauch sowie zu energietechnischen Kennwerten (insbesondere durch Nutzung anonymisierter XML-Kontrolldatensätze) getroffen werden. Darüber hinaus lassen sich Energieträgerwechsel- und Sanierungsraten sowie (aggregierte) Energieverbrauchs- und Emissionsentwicklungen im Zeitablauf darstellen. Je nach Modellansatz erlauben solche Modelle auch die Durchführung von ex post Analysen, bei denen die beobachtete Entwicklung auf ihre wichtigsten Einflussfaktoren zurückgeführt werden kann (siehe BFE 2020).

MK2: Methodik

Die Methodik des MK2 besteht aus den folgenden Schritten:

- 1) Konzipieren und Aufsetzen eines Bottom-up Modells, z. B. eines sog. Kohortenmodells (z. B. PtJ 2020), eines Repräsentantenmodells (z. B. Nägeli et al. 2020a) oder eines aktorsbasierten Modells (z. B. Stengel 2014), falls nicht bereits bestehend.¹²

¹² Als Vorbild kann hierbei das Gebäudeparkmodell dienen, welches im Rahmen des EIT Climate-KIC Projekts «Building Market Briefs» für Deutschland zur Anwendung kam und im Rahmen des MODEX-EnSAVES-Projekts mit weiteren Modellen verglichen wurde (PtJ 2020). Ein weiteres Beispiel ist das FORECAST Modell, welches für Deutschland (mit Fokus Stromnachfrage) auch in einer regionalisierten Version (pro Bundesland) verfügbar ist (Elsland et al. 2017).

2) Strukturieren der Grundgesamtheit

- Bilden von zwei a priori Hauptschichten: Neubauten (seit 2002) und Bestandsgebäude
- Bilden von verschiedenen Unterschichten, charakterisiert durch verschiedene Merkmale, welche auch in der Grundgesamtheit bzw. in Zensusdaten zur Verfügung stehen (u. a. Gebäudegrunddaten, grobe Standortdaten), Energieträger.

3) Statistische Auswertung von EA-Daten (deskriptive Statistik, ggf. induktive Statistik): Bedarfsausweise, Verbrauchsausweise, energie- und bautechnische Kennwerte, diskriminiert nach den gebildeten Haupt- und Unterschichten.

4) Verknüpfung des Bottom-up Modells mit EA-Auswertung via Haupt- und Unterschichten und Import von EA-Daten oder daraus abgeleiteten Daten in das Kohortenmodell.

5) Modellierung des Energiebedarfs und bei Bedarf weiterer Indikatoren durch eine Fortschreibung von wenigen Attributen der Zensusdaten mittels einfachem Kohortenmodell: Sanierungsstatus (umfassend vs. nicht-/teilsaniert), ggf. basierend auf bauteilbasierten Erneuerungsraten.

MK2: Vorteile

- Aussagen zum Gebäudebestand als Ganzes möglich, Repräsentativität kann annäherungsweise gewährleistet werden.
- Nutzung auch von Kennwerten
- Datenschutztechnisch einfach (da Verknüpfung anonymisiert via Unterschichten)
- Keine zusätzlichen Erhebungen erforderlich (wie beim MK1 der Fall ist)
- Möglichkeit zur Durchführung von sog. ex post Analysen, bei denen die vergangene energetische Entwicklung im Gebäudebereich mittels ursächlicher Einflussfaktoren erklärt wird.
- Möglichkeit für Projektionen und die Bewertung von Politikszenerarien, z. B. in Bezug auf die zu erwartende Wirkung von Politikinstrumenten bzgl. Energieverbrauch, Emissionen und ggf. anderer Indikatoren

MK2: Nachteile

- Verknüpfung weniger präzise als beim MK1
- Ohne weitere Erhebungen können Verzerrungen im Segment Bestand grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden
- Für gewisse Segmente ohne EA-Abdeckung (z. B. Einfamilienhäuser, selbstgenutzte NWG) nur modellierte Aussagen ohne bzw. mit nur geringer empirischer Evidenz möglich.

5.2.4 Methodisches Konzept MK3: Stichprobenerhebung, statistische Auswertung und Modellierung

Im methodischen Konzept MK3 wird die Nutzung von EA-Daten in einen umfassenden Ansatz eingebunden, welcher sich auf wesentliche Elemente der Konzepte MK0 bis MK2 stützt.

MK3: Mögliche Zielsetzung und Output

Das methodische Konzept MK3 verfolgt das Ziel, sowohl eine gute empirische Abstützung für ein Monitoring der energetischen Qualität des deutschen Gebäudeparks zu erreichen als auch verschiedene Indikatoren zu ermitteln und die festgestellten Entwicklungen auf verschiedene Einflussfaktoren (Determinanten) zurück zu führen (ähnlich der ex post Analysen des Bundesamts für Energie in der Schweiz oder des Building Stock

Observatory der EU). Methodisch gesehen besteht das Ziel darin, die Vorteile der obenstehenden Konzepte MK0 bis MK2 möglichst zu vereinen und deren spezifische Nachteile zu überwinden. Das zu erwartende Ergebnis bei der Umsetzung des MK3 besteht aus den folgenden Elementen:

- Je nach Segment werden Aussagen zum spezifischen Bedarf und zu energietechnischen Kennwerten (insbesondere durch Nutzung anonymisierter XML-Kontrolldatensätze) oder zum spezifischen Verbrauch direkt aus den EA-Daten abgeleitet (durch statistische Auswertungen) oder mit dem Modell berechnet bzw. validiert.
- Empirisch abgestütztes und validiertes Modell, mit dem aggregierte Energieverbrauchs- und Emissionsentwicklungen sowie spezifische Kenngrößen, z. B. zu Energieträgerwechsel sowie Sanierungsraten
- Zurückführen der ex post Entwicklungen auf ihre Determinanten

MK3: Methodik

Die Methodik des MK3 kombiniert Ergebnisse aus statistischen Auswertungen von bestehenden EA-Datenbeständen und aus spezifischen Stichprobenerhebungen mit einem Bottom-up Modell und besteht aus den folgenden Schritten:

- 1) **Konzipieren und Aufsetzen eines Bottom-up Modells**, z. B. eines sog. Kohortenmodells, falls nicht bereits bestehend.
- 2) **Strukturieren der Grundgesamtheit** (Grundgesamtheit grundsätzlich analog zum MK1)
 - Bilden von zwei a priori Hauptschichten: Neubauten (seit 2002) und Bestandsgebäude
 - Bilden von verschiedenen Unterschichten, charakterisiert durch verschiedene Merkmale, welche auch in der Grundgesamtheit bzw. in Zensusdaten zur Verfügung stehen (u. a. Gebäudegrunddaten, grobe Standortdaten), Energieträger.
- 3) **Stichprobenerhebung durch** Befragung, z. B. Online, von wenigen Datenpunkten (ergänzend zu Attributen der Zensusdaten): verschiedene Merkmale (u. a. zu Gebäudegrunddaten, grobe Standortdaten), Energieträger, Sanierungsstatus (umfassend vs. nicht-/teilsaniert bzw. der durchgeführten Maßnahmen pro Bauteil)
- 4) **Statistische Auswertung** von EA-Daten sowie der erhobenen Stichprobendaten mittels deskriptiver und induktiver Statistik, je nach Segment zu Bedarf oder Verbrauch sowie zu Kennwerten, diskriminiert nach den gebildeten Haupt- und Unterschichten.
- 5) **Verknüpfung** des Modells mit EA-Auswertung und mit erhobenen Daten über die Merkmale, welche die Unterschichten charakterisieren. Import in Modell, d. h. Ergänzen der Datenbasis des Bottom-up Modells mit Informationen aus EA-Daten mit Daten der Stichprobenerhebung (sowie der weiteren Datenquellen, falls nicht bereits im Modell bestehend).
- 6) **Modellierung** des Energiebedarfs und bei Bedarf weiterer Indikatoren. Determinanten oder Fortschreibung mittels einfachem Kohortenmodell auf der Basis von wenigen Attributen der Zensusdaten (Sanierungsstatus umfassend vs. nicht-/teilsaniert, ggf. basierend auf bauteilbasierten Erneuerungsraten).

MK3: Vorteile

- Aussagen zum Gebäudebestand als Ganzes möglich, Repräsentativität kann gewährleistet werden
- Mittels der Stichprobenerhebungen können Verzerrungen im Segment „Gebäudebestand“ eliminiert werden
- Datenschutztechnisch einfach (da Verknüpfung anonymisiert via Unterschichten)

- Nutzung auch von Kennwerten
- Mögliche Grundlage für ex post Analysen („Bestimmungsfaktoren“ und „Verwendungszwecke“, siehe BFE 2020 sowie für die Modellierung von Zukunftsszenarien siehe Jakob et al. 2020b; Nägeli 2019; Nägeli et al. 2020b)

MK3: Nachteile

- Aufwendig, da sowohl eine Stichprobenerhebung als auch eine Modellierung erforderlich ist.

5.3 Methodisches Konzept MK 3 im Detail

Das MK3 baut auf einer Stichprobenerhebung, statischen Analysen sowie einer Modellierung auf. Ziel dabei ist es, auf die Nutzung der EA-Daten zurückzugreifen und damit den energetischen Zustand des deutschen Gebäudebestands im Sinne eines Monitorings zu evaluieren. Der vorliegende Abschnitt erläutert die Konzeption eines Bottom-up Modells (Abschnitt 5.3.1), die Strukturierung der Grundgesamtheit (Abschnitt 5.3.2), die drei nötigen Hauptfaktoren (Mengengerüst, Energieträgeranteile und Energiekennzahl) zur Abschätzung des Energiebedarfs (siehe Abschnitte 5.3.3 bis 5.3.5) sowie die Eichung und Validierung (Abschnitt 5.3.6).

5.3.1 Konzeption eines Bottom-up Modells

Die energetische Qualität des Gebäudebestands kann durch folgende drei Hauptfaktoren, welche geeignet zu differenzieren sind, charakterisiert werden:

- Mengengerüst: Energiebezugsfläche (EBF) in m²
- Energiekennzahl (EKZ) in kWh/m² oder energie- und bautechnische Beschreibung
- Energieträgeranteile (ET) in %

Diese drei Hauptfaktoren stellen je für sich einen Wert dar und erlauben durch eine Verknüpfung in einem Bottom-Up Modell, differenziert nach verschiedenen Einflussfaktoren (i, j, k, siehe Tabelle 15 für typische Beispiele):

$$\text{Endenergie} = \sum_{ijk} (\text{Mengengerüst (EBF}_{ijk}) * \text{Energieträgermix (ET}_{ijk}) * \text{Energiekennzahl (EKZ}_{ijk}))$$

Damit können aggregierte Aussagen zum energetischen Zustand des Gebäudebestands, bspw. durch das Bilden von spezifischen Indikatoren, gegeben werden. Eine Bewertung erfolgt z. B. durch Quervergleiche zwischen Teilaggregaten, Bundesländern oder mit Normen und Standards oder durch die Darstellung von Zeitreihen.

Die drei Hauptfaktoren hängen von verschiedenen Einflussfaktoren ab. Auf die Bestimmung der verschiedenen Einflussfaktoren wird nachfolgend näher eingegangen. Im nachfolgenden Abschnitt wird zunächst das methodische Vorgehen in der Übersicht dargestellt. Damit wird auf einen Blick ersichtlich, bei welchen Bereichen welche Differenzierung zu erwarten ist (Deutschland, Bundesland, pro Gebäude) und welche Datenquellen zugrunde liegen.

Falls neben den Aussagen zum energetischen Zustand auch der durch den Gebäudepark verursachte Primärenergieverbrauch mitbeurteilt werden soll, ist dies mit einem einfachen Ansatz unter Einbezug von Primärenergiefaktoren (PEF) in kWh_{Primärenergie} pro kWh_{Endenergie} pro Energieträger möglich:

$$\text{Primärenergie} = \sum_{ijk} (\text{Mengengerüst (EBF}_{ijk}) * \text{Energieträgermix (ET}_{ijk}) * \text{Energiekennzahl (EKZ}_{ijk}) * \text{Primärenergiefaktor (PEF}_i))$$

Falls nebst den Aussagen zum energetischen Zustand auch die Klimaverträglichkeit des Gebäudeparks mitberurteilt werden soll, ist dies mit einem einfachen Ansatz unter Einbezug von Emissionsfaktoren (EF) pro Energieträger z. B. in t CO₂/MWh) möglich:

CO₂-Emissionen =

$$\sum_{ijk} (\text{Mengengerüst (EBF}_{ijk}) * \text{Energieträgermix (ET}_{ijk}) * \text{Energiekennzahl EKZ}_{ijk}) * \text{Emissionsfaktor (EF}_{ijk})$$

Die Energiekennzahlen und der Energieträgermix werden weitergehend empirisch abgestützt, indem die Erneuerungstätigkeit der vergangenen fünfzehn bis zwanzig Jahre erhoben wird (ähnlich wie durch Jakob/Jochem 2009), das Projekt DUREEE (Volland et al. 2020) sowie derzeit durch das laufende Projekt zu den kantonalen CO₂-Emissionen und Energiekennzahlen im Auftrag des Schweizerischen Bundesamts für Umwelt (BAFU) und der Kantone (Jakob et al. 2020a). Das methodische Vorgehen gliedert sich dabei in die weiter oben beschriebenen Elemente, welche nachfolgend weitergehend beschrieben werden.

Tabelle 15

Hauptsächliche Einflussgrößen zur Charakterisierung des energetischen Zustands des Gebäudeparks in Deutschland und Hinweise zu Datenquellen

Faktor	Einflussfaktoren und Datenquellen
Mengengerüst: Energiebezugsfläche (EBF)	Wohngebäude: Gebäudetypen, Baualtersklassen aus Zensus Nichtwohngebäude: Gebäudetypen oder Nutzungstypen (z. B. basierend auf Beschäftigtenzahlen und spezifischen Flächenkennwerten pro Wirtschaftszweig)
Energiekennzahl (EKZ)	Verhältnis Hüllfläche zu Energiebezugsfläche (A/EBF): Auswertung von 3D Modellen, strukturierte Annahmen U-Werte: Pro Baualtersklasse (im Erbauungszustand) und erneuerte Bauteilflächen aus Studien und wissenschaftlichen Artikeln sowie aus anonymisierten XML-Kontrolldatensätzen Erneuerte Bauteilflächen: Aus Stichprobenerhebungen, ergänzt durch strukturierte Annahmen (z. B. zur Lebensdauer von Bauelementen) (Jahres-)Nutzungsgrade Anlagentechnik: Annahmen, Studien, differenziert nach Typ und Gebäudeeffizienz (für die Beurteilung bei Brennwert- und Wärmepumpen-Anlagen) Personenbelegung für die Berechnung des Energiebedarfs für Warmwasser: Pro Bundesland, Gebäude- und/oder Siedlungstyp Witterung: Pro Referenzklimaregion, ggf. pro Bundesland
Energieträger (ET)	Basis Wohngebäude: Aus Stichprobenerhebung Basis Nichtwohngebäude: Aus Stichprobenerhebung
Eichung und Validierung	Gesamte Bandbreite der Veröffentlichungen zu Energiedaten für Deutschland (bspw. DESTATIS, AG Energiebilanzen e. V. (AGEB), BMWi etc.) Energieverbrauchserhebungen pro Branche (z. B. Schlomann et al. 2015), Energieabsatz pro Gemeinde

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy.

5.3.2 Strukturierung der Grundgesamtheit

Bei der Strukturierung der Grundgesamtheit wird zum einen zwischen den beiden Hauptschichten Neubauten (seit 2002) und Bestandsgebäude unterschieden. Zum anderen werden verschiedene Unterschichten gebildet, welche durch verschiedene Merkmale identifiziert werden. Diese Merkmale müssen auch in der Grundgesamtheit bzw. in Zensusdaten zur Verfügung stehen. Gemäß den in Kapitel 3 erarbeiteten Grundlagen betrifft dies Gebäudetypen, Baualtersklassen und Heizungsarten. Zu klären ist, in welcher Form weitere Größen wie Gebäudegröße abgeleitet werden können (z. B. durch eine Einteilung in Größenklassen) und in welcher Form die Information „Energieträger“ vorliegt (ggf. ist diese Information indirekt über die verfügbare Energiestatistiken zu erschließen).

5.3.3 Etablierung des Mengengerüst

Die Energiebezugsfläche (EBF) des **Bereichs Wohnen** wird grundsätzlich ausgehend von der Wohnfläche berechnet. Die Umrechnung von der Wohnfläche zur EBF erfolgt auf Basis von verfügbaren Studien, die das Verhältnis zwischen Wohnfläche und EBF bestimmen. Zudem sind Leerstandsquote und Ferienhäuser speziell zu berücksichtigen. Für die Bestandsaufnahme könnte auf den Zensus und den Mikrozensus sowie die beiden Studien des IWU (Diefenbach et al. 2010, Cischinsky/Diefenbach 2018) aufgebaut werden. Die Berücksichtigung zeitlicher Veränderungen könnten weiterhin auf die „Fortschreibung Gebäude und Wohnungsbestand“ (Destatis 2020) sowie auf das sozioökonomische Panel (Kantar Public 2018) abgestützt werden.

Bei den **Nichtwohngebäuden** muss hinsichtlich Mengengerüst auf frühere grobe Abschätzungen zurückgegriffen werden (BMVBS 2013; BMVBS 2011), welche ggf. durch Ergebnisse des laufenden Projektes „Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude“ (IWU 2020) ergänzt werden können. Für Nichtwohngebäude mit Wohnraum (Mischnutzung) kann ggf. auch auf Zensusdaten zurückgegriffen werden.

5.3.4 Bestimmen der Energiekennzahlen

Die Energiekennzahl (EKZ), also der spezifische Endenergieverbrauch pro m² Energiebezugsfläche (EBF), hängt von den folgenden Einflussfaktoren ab (Nägeli et al. 2018, Jakob et al. 2020a):

- U-Werte und g-Werte der opaken und transparenten Gebäudehülle
- Geometrische Verhältnisse ($A_{\text{Hüllfläche}}/\text{EBF}$ bzw. $A_{\text{Außenwand}}/\text{EBF}$, $A_{\text{Fenster}}/\text{EBF}$ etc.)
- Zeitpunkt und Umfang (Anteile) der erneuerten Bauteilflächen
- Luftwechselraten, bestimmt durch das Lüftungsverhalten via Fenster (v. a. bei Wohngebäuden) sowie das Vorhandensein und den Betrieb von Lüftungsanlagen (bei einem Teil der Nichtwohngebäude)
- Belegungsdichte (Anzahl Personen pro m²), relevant für den Warmwasserverbrauch und die inneren Wärmegewinne
- Weitere Parameter wie Dichtigkeit, Innenraumtemperatur, Verschattung, innere Wärme Geräte (v. a. wichtig bei Nichtwohngebäuden) etc.
- Witterung und Nutzungsgrad der Wärme- und Kälteerzeugungsanlagen/Klimaanlagen

Ein Teil dieser Einflussfaktoren hängt von Gebäudeattributen ab, zu welchen für Wohngebäude statistische Grundlagen vorliegen (z. B. Gebäudetyp, Bauperiode durch Zensus 2011). Bei den Nichtwohngebäuden kann ein Teil der Attribute durch Annahmen angenähert werden, welche von der Gebäudekategorie und/oder der Hauptnutzung der Gebäude abhängen, wobei letztere durch die Segmente der Wirtschaftszweige (NACE) charakterisiert werden kann.

Bei einem Teil dieser Faktoren ist davon auszugehen, dass wesentliche Unterschiede zwischen den Bundesländern bestehen. Diese sind zum einen struktureller Art (z. B. Gebäudetyp, Baualtersklasse, Belegungsdichte, Witterung) und zum anderen ein Ergebnis der Energie- und Förderpolitik der Länder.

Eine direkte empirische Erhebung der EKZ in Form von Messungen von Energieverbräuchen und den zugehörigen EBF wäre mit einem sehr großen (finanziellen) Aufwand verbunden, weil die Streubreite von solchen spezifischen Energieverbrauchswerten groß ist (siehe u. a. Brühlmann/Tochtermann 2000 zu kantonalen EKZ von Neubauten). Für bestehende Gebäude wäre die Streubreite aufgrund der Heterogenität (Energieeffizienz pro Baualtersklasse, teil- und vollsanierte Gebäude) noch größer. Entsprechend wäre eine große Zahl solcher Messungen erforderlich, was mit entsprechenden Kostenfolgen verbunden wäre. Deshalb wird vorgeschlagen:

- EA-Daten für die Segmente zu verwenden, für welche diese vorliegen,
- die EKZ aufgrund von erhebbaren Größen zu berechnen (in Anlehnung an die Schweizer Norm SIA 380/1 bzw. die entsprechende DIN-Norm), wobei Unterschiede zwischen Bundesländern bei den Eingangsgrößen der Berechnung zu berücksichtigen sind.

5.3.4.1 Erhebung des Erneuerungsverhaltens

Die Erhebung des Erneuerungsverhaltens kann durch einen bewährten, Fragebogen gestützten Ansatz erfolgen, der in der Schweiz seit 2001/2002 bereits in mehreren früheren Projekten in ähnlicher Form zur Anwendung kam, zuletzt durch die Universität Neuenburg zur Bestimmung der Lebensdauer von Bauteilen mit Fokus auf Gebäudehülle und Heizanlagen (Projekt DUREE, siehe Volland et al. 2020).

Der Ansatz besteht darin, eine Stichprobe von Personen mit Gebäudeeigentum zu ihren letzten und gegebenenfalls vorletzten Instandsetzungs- und energetischen Erneuerungsarbeiten zu befragen. Dies erfolgt für die wichtigsten Elemente der Gebäudehülle sowie für den Bereich der Heizanlagen. Den Befragten werden pro Element einige wenige Arten von Maßnahmen zur Auswahl gegeben (z. B. Fassadenanstrich, Fassadenwärmeeisolation, keine Maßnahmen). Für die durchgeführten Maßnahmen geben sie zudem an, wann die Arbeiten durchgeführt wurden, u. a. in Bezug auf vorgegebene Sanierungsperioden.

Der Fragebogen liegt als Webversion für den Schweizer Kontext weitgehend vor und kann auf die Verhältnisse in Deutschland angepasst werden. Die Beantwortung beansprucht insgesamt weniger als 10 Minuten. Bei Bedarf kann er individuell mit zusätzlichen Fragen ergänzt werden. Die Erhebung, welche in der Schweiz im vergangenen Jahr in 18 Kantonen durchgeführt wurde, zeigte, dass die Gebäudeeigentümer und Eigentümerinnen durchaus bereit sind, an der Erhebung teilzunehmen. Je nach Kanton und in Abhängigkeit der Adressdatenqualität ergaben sich Rücklaufquoten zwischen 25 % und 45 %.

Für rein gesamtdeutsche Aussagen zu den Einflussfaktoren auf das Erneuerungsverhalten wird eine Stichprobengröße von mindestens 1'200 bis 1'500 realisierten Fragebogenantworten benötigt. Um weitergehende Differenzierung zu ermöglichen, erhöht sich die Stichprobengröße, je nach Zielsetzung der Differenzierung ca. um den Faktor fünf bis zwanzig, d. h. auf 5'000 bis 30'000. In diesen Fall wird die Stichprobe geschichtet, typischerweise nach Gebäudetypen, Baualtersklassen und idealerweise auch nach Eigentümergruppen. Neben den Bundeslandunterscheidungen sind gegebenenfalls regionale Einflussgrößen (Siedlungsstruktur, ökonomische Lage der Region bzw. des Wohnungsmarkts) zu berücksichtigen. Je nach Anspruch an den Stichprobenfehler bzw. an das Vertrauensintervall resultiert pro Bundesland damit im Mittel eine Stichprobengröße von einigen wenigen hundert realisierten Antworten. Bei einer zu erwartenden mittleren Rücklaufquote von 25 % bis 45 % ergibt dies die zu versendende Anzahl an Fragebögen pro Bundesland.

5.3.4.2 Bestimmung von Instandsetzungs- und energetischen Erneuerungsraten

Die durch den Fragebogen erhobenen Daten werden zum einen mittels deskriptiver Statistik und zum anderen mittels eines Logit-Ansatzes ausgewertet:

- Bei der Auswertung mittels deskriptiver Statistik werden die Daten graphisch dargestellt und die Instandsetzungs- und Erneuerungsraten werden pro Sanierungsperiode (und ggf. pro Jahr) berechnet. Diese Raten werden für die verschiedenen Bauteile separat berechnet und sind definiert als Anzahl der Maßnahmen (am entsprechenden Bauteil) dividiert durch die Anzahl der Gebäude in der Stichprobe. Bezugnehmend auf die Erfahrung aus früheren Projekten dieser Art kann dies nach verschiedenen Merkmalen differenziert werden, typischerweise nach Gebäudetyp (EFH, MFH, andere) und nach Baualtersklassen. Analog zum DUREE-Projekt kann auch die Lebensdauer (service life) der entsprechenden Bauteile und Heizanlagen bestimmt werden. Bei den Heizanlagen werden zudem die Energieträgerwechsel im Vergleich zu Instandsetzungen und reinen „1 zu 1“-Ersatz ausgewertet.
- Bei der Auswertung mit dem Logit-Ansatz wird die Wahrscheinlichkeit, dass eine bestimmte Maßnahme durchgeführt wurde, als Funktion verschiedener Einflussfaktoren geschätzt. Letztere umfassen:
 - gebäudespezifische Merkmale (Gebäudetyp, Bauperiode, Art der Standortgemeinde),
 - spezifische Merkmale der Eigentümerinnen und Eigentümer (sozio-ökonomische Daten, z. B. Alter),
 - wirtschaftliche Faktoren wie Energiepreise und Zinsniveau und
 - länderspezifische Merkmale (Förderprogramme, weitere energiepolitische Maßnahmen, steuerliche Bestimmungen etc.).

Mit diesem Ansatz wird es möglich, Aussagen zu treffen, welche Merkmale einen statistisch relevanten Einfluss haben und welche nicht. Konkret kann damit eruiert werden, ob sich die energetischen (und nicht-energetischen) Erneuerungsraten zwischen den Bundesländern unterscheiden (und zwar bereinigt um alle anderen Einflussfaktoren).

5.3.4.3 Modellierung des Effektes der energetischen Erneuerungen

Die (aggregierte) energetische Wirkung von energetischen Erneuerungen hängt von den durchgeführten Maßnahmen sowie von den U-Werten und der Dämmstärke der opaken Bauteile bzw. den U- und g-Werten der transparenten Bauteile im Ausgangszustand vor der Erneuerung und nach der Maßnamenumsetzung ab. Aus diesen Daten kann der Nutzenergiebedarf für Raumwärme gemäß den in der EnEV vorgegebenen Verfahren berechnet werden. Hierbei wird der Nutzenergiebedarf für den Gebäudebestand ausgehend vom Nutzenergiebedarf zum Zeitpunkt des Neubaus bestimmt, indem der Effekt der durchgeführten Erneuerungsmaßnahmen vom Ausgangswert abgezogen wird.

Die energetische Wirkung der Erneuerungstätigkeit wirkt sich für einen bestimmten Gebäudetyp und eine bestimmte Renovationsperiode R vereinfacht und idealisiert ausgedrückt¹³ wie folgt auf den Nutzenergiebedarf des entsprechenden Teils des Gebäudebestands aus (siehe Jakob et al. 2020a):

$$Q_h \text{ nach Renovationsperiode}_R = Q_h \text{ vor der Renovationsperiode}_R * (1 - \text{Anteil erneuerte Gebäude}) + \text{Anteil erneuerte Gebäude} * (Q_h \text{ nach Erneuerung} - Q_h \text{ vor Erneuerung})$$

Die Energiekennzahlen für Raumwärme und Warmwasser auf Ebene Endenergie werden für kombinierte Heiz- und Warmwasseranlagen entsprechend der folgenden Formel berechnet

$$EKZ = (Q_h' + Q_{ww}') / JNG$$

wobei Q_h' den vereinfacht berechneten Raumwärmebedarf, Q_{ww}' den angepassten Warmwasserwärmebedarf und den Jahresnutzungsgrad (JNG) der entsprechenden Wärmeerzeugungsanlage darstellen. Die Vereinfachungen gegenüber den EnEV-Verfahren betreffen die Aspekte wie Balkon- und andere Verschattungen, Einflüsse wie den Energy Performance Gap (EPG) sowie weitere nutzungsspezifische Einflüsse. Für Anlagen mit getrennter Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser während des Winters oder während des ganzen Jahres erfolgt die Berechnung der EKZ ebenfalls getrennt, indem für Raumwärme und Warmwasser unterschiedliche JNG zur Anwendung kommen. Die Daten zum JNG werden auf vorliegende Messungen und/oder strukturierte Annahmen abgestützt, auch mit Bezug auf Alter und Art des Energieträgers (siehe nachfolgendes Kap. 5.3.5).

5.3.5 Energieträgeranteile und -wechsel

Da die Energieträgerangaben meist nur bei der Erfassung des Gebäudes bzw. bei der EA-Erstellung erhoben werden, eine Aktualisierung bei einem Energieträgerwechsel aber meist nicht erfolgt, ist:

- die Stichprobenerhebung in regelmäßigen Abständen zu wiederholen (z. B. alle zwei bis vier Jahre, gegebenenfalls als sogenanntes rollierendes Panel),
- ein gewisser Wechsel von Energieträgern (ab dem letzten Zeitpunkt von verlässlichen Angaben) zu modellieren. Diese Modellierung des Energieträgerwechsels erfolgt unter Einbezug der Ergebnisse der Umfrage zum Erneuerungsverhalten.

Aus den Stichprobenerhebungen können Erneuerungs- und Substitutionsraten abgeleitet werden, welche typischerweise in Kohortenmodellen zur Anwendung kommen. In Agenten- und Repräsentantenmodellen oder in hybriden Modellen können diese Raten mittels Modellierung der Entscheidungen von Personen mit Gebäudeeigentum in Bezug auf Instandsetzung, Erneuerung und Energieträgerwechsel abgebildet werden.

¹³ Tatsächlich unterscheiden sich die Renovationsanteile pro Renovationsperiode (d. h. die über die Renovationsperiode kumulierten jährlichen Renovationsraten) zwischen den verschiedenen Bauteilen. Der Berechnungsgang kann jedoch mittels der in Jakob et al. (2014) dargestellten Methodik auf diesen einfachen Ansatz zurückgeführt werden.

Die Entscheidungen werden pro Gebäude, Agent oder Repräsentant jeweils nach Ablauf der Instandsetzungszyklen der Heizanlagen evaluiert. Nebst den techno-ökonomischen Daten ist im Fall der Heizanlagen- und Energieträgerwahl die Verfügbarkeit der Energiequellen und der energetischen Infrastruktur von Bedeutung, ausgedrückt z. B. als Anteil versorgtes Siedlungsgebiet. Mit solchen Ansätzen kann der Datenalterung, welche gerade im Bereich Energieträger von nicht ganz vernachlässigbarer Bedeutung ist, begegnet werden.

5.3.6 Eichung und Validierung des Modells

Die Eichung der erwähnten Berechnungs- und Modellierungsverfahren kann je nach konkretem Modellansatz auf verschiedenen Ebenen erfolgen:

- Bei Modellen, welche die einzelnen Gebäude abbilden oder einen Agenten- oder Repräsentanten-Ansatz verfolgen (z. B. Nägeli et al. 2020a), können Modell(zwischen)ergebnisse mit EA-Daten oder weiteren Datenquellen mit Energieverbräuchen, wie z. B. von Energiemonitoringfirmen wie Ista oder Techem (siehe Techem 2019) oder von Energieversorgungsunternehmen, verglichen werden. Die statistische Analyse solcher Vergleiche ermöglicht es, gezielt Verbesserungen bei der Spezifikation von Modellparametern vorzunehmen.
- Bei allen Modellen werden aggregierte Modellergebnisse mit aggregierten Energiestatistikdaten verglichen, typischerweise pro Energieträger und für eine gewisse Zeitreihe. Auch solche Vergleiche ermöglichen Rückschlüsse, um unsichere Modellparameter und -annahmen besser einzugrenzen. Als Datengrundlagen auf Bundes- und Länderebene kommen in Frage:
 - Energiedaten des BMWi, der AG Energiebilanzen e. V. (AGEB) etc.
 - Erhebungen für den Bereich der Nichtwohngebäude (bspw. Schlomann et al. 2015)
 - Länderspezifische Energiestatistiken des Länderarbeitskreis Energiebilanzen (LAK)
 - Gas- und Fernwärmeverbräuche mittels Absatzstatistiken von Energielieferanten, je nach Datenverfügbarkeit.

Für die Eichung der Modelle, d. h. für die Anpassung von unsicheren Parametern oder die Festlegung von Annahmen aufgrund unsicherer oder fehlender Daten, stehen grundsätzlich verschiedene Daten zur Verfügung, die typischerweise unter dem Begriff Ausgleichsrechnung zusammengefasst werden können. Dazu gehören ingenieurwissenschaftliche Iterationsansätze, stochastische Ansätze oder Optimierungsalgorithmen (Somayeh et al. 2019). Der Thematik der Systemgrenzen und der Konsistenz der verfügbaren Statistiken sowie dem Detailgrad der Datengrundlagen ist hierbei die gebührende Aufmerksamkeit zu widmen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Methodik zur Evaluierung des möglichen Mehrwerts von EA-Daten zur Bewertung der energetischen Qualität des deutschen Gebäudebestandes	24
Abbildung 2	Spezifischer Datenbedarf für die verschiedenen Konzepte und Erfassungsmethoden zur Charakterisierung der energetischen Qualität des Gebäudebestands.....	30
Abbildung 3	Inhalt und Qualität von Studien bzw. Datensammlungen zum Mengengerüst des Gebäudebestandes in Deutschland	37
Abbildung 4	Dämmstoffdickenverteilung bei Wohngebäuden nach Baualtersklassen	39
Abbildung 5	Energieträgerverteilung bei Wohngebäuden in Abhängigkeit des Heizwärmebedarfs	40
Abbildung 6	Flächenspezifische Transmissionswärmeverluste nach Gebäudetyp und Baualtersklasse	40
Abbildung 7	Modernisierungsstandard von Nichtwohngebäuden nach Baualtersklasse	41
Abbildung 8	Inhalt und Qualität von Studien und Daten zur energetischen Qualität des Gebäudebestandes in Deutschland	42
Abbildung 9	Abschätzung zur Wahrscheinlichkeit des Vorliegens eines Energieausweises nach Gebäudesegmenten	64
Abbildung 10	Potenzieller Mehrwert von Energieausweisdaten zur Charakterisierung der energetischen Qualität des Gebäudebestands	66
Abbildung 11	Mengengerüst – Gegenüberstellung des Datenbedarfs der Beschreibungskonzepte, des aktuell verfügbaren Datenbestandes und potenziell verfügbarer EA-Daten	67
Abbildung 12	Energetische Qualität – Gegenüberstellung des Datenbedarfs der Beschreibungskonzepte, des aktuell verfügbaren Datenbestandes und potenziell verfügbarer EA-Daten	69
Abbildung 13	Exemplarische Darstellung von Methoden der deskriptiven Statistik und der induktiven Statistik	81

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht zu den vorgeschlagenen methodischen Konzepten (MK0 bis MK3).....	9
Tabelle 2	Konzepte zur Beschreibung der energetischen Qualität des Gebäudebestands	27
Tabelle 3	Mengengerüstdaten anhand der Gebäudetypologie des IWU.....	35
Tabelle 4	Energieausweisgenerationen und dazugehörige Rechtsgrundlagen.....	45
Tabelle 5	Entwicklung der Ausweisarten und der verpflichtenden Ausstellungsanlässe	46
Tabelle 6	Informationen zur Identifikation und Charakterisierung des Gebäudes bzw. Gebäudeteils in Energieausweisen.....	50
Tabelle 7	Informationen zur energierelevanten Anlagentechnik in Energieausweisen	52
Tabelle 8	Informationen zur energetischen Qualität der Gebäudehülle	55
Tabelle 9	Informationen zum Energiebedarf und zu Emissionen in Energieausweisen	57
Tabelle 10	Informationen zum Energieverbrauch in Energieausweisen.....	58
Tabelle 11	Ausgewählte Datenfelder des Blocks „anonyme EnEV-Daten“ im XML-Kontrolldateischema	62
Tabelle 12	Anzahl registrierter EA-Ausstellungen von Mai 2014 bis Dezember 2019	65
Tabelle 13	Klima- bzw. umweltpolitische Instrumente mit Fokus auf Energienutzung bzw. Reduktion von Treibhausgasen im deutschen Gebäudesektor	72
Tabelle 14	Zusammenfassung der Datenlage bei Wohn- und Nichtwohngebäuden	78
Tabelle 15	Hauptsächliche Einflussgrößen zur Charakterisierung des energetischen Zustands des Gebäudeparks in Deutschland und Hinweise zu Datenquellen	88
Tabelle 16	Angaben zur Erstellung und Gültigkeit eines Energieausweises	99
Tabelle 17	Modernisierungsempfehlungen im Energieausweis	99
Tabelle 18	Informationen im Aushang zu den Energieausweisen für Nichtwohngebäude	100

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BAFU	Bundesamt für Umwelt (Schweiz)
CBI	Climate Bond Initiative
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
EA	Energieausweis(e)
EBF	Energiebezugsfläche
EE	Erneuerbare Energie(n)
EFH	Einfamilienhaus
EKZ	Energiekennzahl
EnEV	Energieeinsparverordnung
EPC	energy performance certificate (Energieausweis)
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
GEG	Gebäudeenergiegesetz
IWU	Institut Wohnen und Umwelt GmbH
JNG	Jahresnutzungsgrad
KWK	Kraftwärmekopplung
LoD	Level of Detail (Detaillevel für 3D-Gebäudemodelle)
NWG	Nichtwohngebäude
MFH	Mehrfamilienhaus
MK	Methodisches Konzept
NRB	non-residential buildings (Nichtwohngebäude)
NUTS	Nomenclature des unités territoriales statistiques (Europäische Raumgliederungshierarchie)
NWG	Nichtwohngebäude
RB	residential buildings (Wohngebäude)
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
TRY	Test reference year (Testreferenzjahr)
WG	Wohngebäude
WW	Warmwasser

Quellenverzeichnis

AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland, 2020a: Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS). <http://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Liegenschaftskataster/ALKIS/> (29.06.2020).

AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland, 2020b: Die amtlichen 3D-Gebäudemodelle in den Ausprägungen LoD1 und LoD2. <http://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Weitere-Produkte/3D-Gebaedemodelle-LoD/> (29.06.2020).

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.), 2011: Struktur der Bestandsinvestitionen 2. BBSR-Berichte Kompakt 12/2011, Bonn.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.), 2016: Struktur der Bestandsinvestitionen 2014 - Investitionstätigkeit in den Wohnungs- und Nichtwohnungsbeständen. BBSR-Online-Publikation 03/2016, Bonn.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.), 2018: Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe – Berechnungen für das Jahr 2017. BBSR-Online-Publikation 09/2018, Bonn.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.), 2020: Bestandsinvestitionen 2018: Struktur der Investitionstätigkeit in den Wohnungs- und Nichtwohnungsbeständen. BBSR-Online-Publikation Nr. 07/2020, Bonn.

BFE – Bundesamt für Energie (Hrsg.), 2020: Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000–2019 nach Verwendungszwecken. Infras, Prognos, TEP im Auftrag des BFE – Bundesamt für Energie, Bern.

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.), 2011: Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude in Deutschland. BMVBS-Online-Publikation 16/2011, Bonn.

BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.), 2013: Systematische Datenanalyse im Bereich der Nichtwohngebäude – Erfassung und Quantifizierung von Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotenzialen. BMVBS-Online-Publikation 27/2013, Bonn.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.), 2014: Ein gutes Stück Arbeit. Mehr aus Energie machen. Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz. BMWi, Berlin.

BMWi und **BMU** – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015a: Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Wohngebäudebestand vom 7. April 2015, Berlin.

BMWi und **BMU** – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015b: Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte im Nichtwohngebäudebestand vom 7. April 2015, Berlin.

BMWi und **BMU** – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2018a: Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 8. Oktober 2020, Berlin.

BMWi und **BMU** – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2018b: Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand vom 8. Oktober 2020, Berlin.

Brühlmann, K., Tochtermann, D., 2000: Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen für Neubauten in 13 Kantonen. Wüest & Partner im Auftrag des BFE – Bundesamt für Energie, Zürich/Bern.

Cischinsky, H., Diefenbach, N., 2018: Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016. Datenerhebung zu den Energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten in Deutschen und Hessischen Wohngebäudebestand. IWU – Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt.

Clausnitzer, K.-D., Eikmeier, B., Janßen, K., Rhode, C., Steinbach, J., 2014: Datenquellen zur Erfassung Statistischer Basisdaten zum Nichtwohngebäudebestand. Fraunhofer IFAM, Bremen.

dena – Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), 2015a: Leitfaden Energieausweis. Teil 1 – Energiebedarfsausweis: Datenaufnahme Wohngebäude. Deutsche Energie-Agentur GmbH, Berlin.

dena – Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), 2015b: Leitfaden Energieausweis. Teil 2 – Modernisierungsempfehlungen für Wohngebäude. Deutsche Energie-Agentur GmbH, Berlin.

dena – Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), 2015c: Leitfaden Energieausweis. Teil 3 – Energieverbrauchsausweise für Wohn- und Nichtwohngebäude. Deutsche Energie-Agentur GmbH, Berlin.

dena – Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), 2016: Der dena-Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand. dena, Berlin.

- DIBt** – Deutsches Institut für Bautechnik, 2016: Muster XML-Kontrolldateien – Versionsstand: 2016-06-30 (10.03.2020).
- Diefenbach, N., Cischinsky, H., Rodenfels, M., Clausnitzer, K.-D., 2010:** Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. IWU – Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt.
- Diefenbach, N., 2013:** Basisdaten für Hochrechnungen mit der Deutschen Gebäudetypologie des IWU. Neufassung Oktober 2013, IWU – Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt.
- DIW** – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.), 2020: SOEP-Core. https://www.diw.de/de/diw_02.c.222516.de/datensaetze.html (07.07.2020).
- Destatis, 2020:** Genesis-Onlinedatenbank. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=themes&levelindex=0&levelid=1594824242848&code=31#abreadcrumb> (01.07.2020).
- Elstrand, R., Boßmann, T., Klingler, A.-L., Herbst, A., Klobasa, M., Wietschel, M., 2017:** Netzentwicklungsplan Strom – Entwicklung der regionalen Stromnachfrage und Lastprofile. Studie im Auftrag der Deutschen Übertragungsnetzbetreiber, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.
- Hörner, M., Schwarz, S., Busch, R., 2018:** Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude - Kurzbericht nach der Pilotphase. IWU – Institut für Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt.
- Hörner, M., Cischinsky, H., Rodenfels, M., 2020:** Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude - Ergebnisse aus dem Screening. IWU – Institut für Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt.
- IEA-EBC** – International Energy Agency Energy in Buildings and Communities: Annex 70 – Building Energy Epidemiology: Analysis of real building energy use at scale. <https://energyepidemiology.org> (01.07.2020).
- IWU** – Institut Wohnen und Umwelt GmbH (Hrsg.), 2020: Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude. <https://www.datanwg.de/home/projektbeschreibung> (01.07.2020).
- Jakob, M., Jochem, E., 2009:** Erneuerungsverhalten im Bereich Wohngebäude – eine quantitative Erhebung. Forschungsprojekt in Zusammenarbeit und im Auftrag des BFE – Bundesamt für Energie, Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen (EWG), Bundesamt für Wohnungswesen (BWO) und den Kantonen AG, BE, BL, TG, ZH.
- Jakob, M., Nägeli, C., Martius, G., Forster, R., Vogel, U., 2015:** Bestandsaufnahme Energie- und CO₂-Daten – Grundlagen für die Bestimmung von Energie- und CO₂-Daten des Gebäudeparks in den Kantonen. TEP Energy und Amstein + Walthert im Auftrag des BAFU – Bundesamt für Umwelt, Zürich (unveröffentlicht).
- Jakob, M., Catenazzi, G., Sunarjo, B., Müller, J., & Weinberg, L., 2020a:** Kantonale Energiekennzahlen und CO₂-Emissionen im Gebäudebereich. TEP Energy im Auftrag des BAFU – Bundesamt für Umwelt und Kantone vertreten durch KVV und EnFK. Zürich.
- Jakob, M., Reiter, U., Catenazzi, G., Sunarjo, B., Lienhard, L., Müller, A., Steinmann, S., Herbst, A., Nägeli, C., 2020b:** Erneuerbare- und CO₂-freie Wärmeversorgung Schweiz: Eine Studie zur Evaluation von Erfordernissen und Auswirkungen. TEP Energy und ECOPLAN im Auftrag von AEE SUISSE, Wärmeinitiative Schweiz (WIS), Zürich.
- Kantar Public, 2018:** SOEP-Core – 2017: Haushaltsfragebogen, Stichproben A-L3. SOEP Survey Papers 562: Series A. DIW/SOEP, Berlin.
- Kunze, R., 2016:** Techno-ökonomische Planung energetischer Wohngebäudemodernisierungen – Ein gemischt-ganzzahliges lineares Optimierungsmodell auf Basis einer vollständigen Finanzplanung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe. <https://doi.org/10.5445/KSP/1000054969>.
- Loga, T., Stein, B., Diefenbach, N., Born, R., 2015:** Deutsche Wohngebäudetypologie: Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. IWU – Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt.
- Loga, T., Diefenbach, N., Born, R., 2004:** Energetische Bewertung von Bestandsgebäuden. Arbeitshilfe für die Ausstellung von Energiepässen; Broschüre erstellt im Auftrag der Deutschen Energieagentur GmbH (dena), Darmstadt/Berlin.
- Michaelis, P., 1996:** Ökonomische Instrumente in der Umweltpolitik. Eine anwendungsorientierte Einführung, Physica, Heidelberg.
- Mikrozensus, 2018:** Mikrozensus - Zusatzerhebung zur Wohnsituation der Haushalte. http://www.gbe-bund.de/gbe10/abrechnung.prc_abr_test_logon?p_uid=gast&p_aid=0&p_knoten=FID&p_sprache=D&p_suchstring=1808 (29.06.2020).
- Nägeli, C., Camarasa, C., Jakob, M., Catenazzi, G., Ostermeyer, Y., 2018:** Synthetic building stocks as a way to assess the energy demand and greenhouse gas emissions of national building stocks. In: Energy and Buildings 173 (2018), S. 443-460. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.05.055>.

- Nägeli, C.**, 2019: Bottom-Up Modeling of Building Stock Dynamics - Investigating the Effect of Policy and Decisions on the Distribution of Energy and Climate Impacts in Building Stocks over Time. Doctoral thesis, Chalmers University.
- Nägeli, C., Jakob, M., Catenazzi, G., Ostermeyer, Y.**, 2020a: Towards agent-based building stock modeling: Bottom-up modeling of long-term stock dynamics affecting the energy and climate impact of building stocks. In: *Energy and Buildings* 211 (2020), 109763. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109763>.
- Nägeli, C., Jakob, M., Catenazzi, G., & Ostermeyer, Y.**, 2020b: Policies to decarbonize the Swiss residential building stock: An agent-based building stock modeling assessment. In: *Energy Policy* 146 (2020), 111814. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111814>.
- PtJ** – Projektträger Jülich (Hrsg.), 2020: MODEX - Modellexperimente für die Energiewende. <https://www.energiesystem-forschung.de/foerdern/modex> (30.11.2020).
- Somayeh A., Ehsan M., Djamel B., Madhavi I.**, 2019: Building energy model calibration using automated optimization-based algorithm. In: *Energy and Buildings* 198 (2019), S. 106-114. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.06.001>.
- Schlomann, B., Wohlfarth, K., Kleeberger, H., Hardi, L., Geiger, B., Pich, A., Gruber, E., Gerspacher, A., Holländer, E., Roser, A.**, 2015: Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013. Schlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Karlsruhe, München, Nürnberg.
- Statistische Ämter** des Bundes und der Länder, 2014: Zensusdatenbank des Zensus 2011. <https://ergebnisse.zensus2011.de> (29.06.2020).
- Stengel, J.**, 2014: Akteursbasierte Simulation der energetischen Modernisierung des Wohngebäudebestands in Deutschland. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe. <https://doi.org/10.5445/KSP/1000041854>.
- Techem**, 2019: Techem Energiekennwerte 2019: Erhebungen und Analysen zum Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser in deutschen Mehrfamilienhäusern. Techem Energy Services GmbH, Eschborn.
- UBA** – Umweltbundesamt (Hrsg.), 2020: Energiesparende Gebäude. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energie-sparende-gebaeude#gebaeude-wichtig-fur-den-klimaschutz>.
- Volland, B., Farsi, M., Lasvaux, S., Padey, P.**, 2020: Too little too late: An empirical study of renovation of building elements. IRENE – Institute of Economic Research, Working Papers 20-02, Neuchâtel.

Anhang

Tabelle 16

Angaben zur Erstellung und Gültigkeit eines Energieausweises

Wesentliche Inhalte bzw. Datenfelder für Wohn- und Nichtwohngebäude in den Energieausweisgenerationen G 1 bis G 4	G 1	G 2	G 3	G 4
	2002 – 2007	2007 2009	2009 – 2014	ab 2014
Ausweisaussteller/Ausweisausstellerin (Name, Anschrift und Unterschrift)	o	o	o	o
Ausstellungsdatum	o	o	o	o
Ausstellungsanlass	o	o	o	o
Datenerhebung durch EA-Ausstellende / Eigentümer und Eigentümerinnen	n. a.	o	o	o
Gültigkeitsdauer bzw. Ablaufdatum	---	o	o	o
Verwendete Berechnungsverfahren und/oder Vereinfachungen für die Energiebedarfsberechnung	o	n. a.	o	o
Registriernummer	---	---	---	o
Verfügbarkeit zusätzlicher Informationen zur energetischen Qualität als Anlage	o	f	f	f

o Angabe obligatorisch falls zutreffend bzw. gefordert für Neubau / Q_p-Nachweis (definierte Vorgaben, Freitext oder nur ja/nein)

f Angabe freiwillig (im EnEV-Ausweismuster als freiwillige Angabe explizit ausgewiesen)

n. a. Keine Angabe im EnEV-Ausweismuster vorgesehen (ggf. freiwillig in den zusätzlichen Informationen zum Ausweis bereitgestellt)

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy basierend auf den EnEV-Ausweismustern.

Tabelle 17

Modernisierungsempfehlungen im Energieausweis

Wesentliche Inhalte bzw. Datenfelder für Wohn- und Nichtwohngebäude in den Energieausweisgenerationen G 1 bis G 4	G 1	G 2	G 3	G 4
	2002 – 2007	2007 2009	2009 – 2014	ab 2014
Modernisierungsempfehlungen (Maßnahmenbeschreibung pro Bauteil oder Angabe, dass keine kostengünstigen Maßnahmen möglich sind)	n. a.	o	o	o
- Schätzung zur Amortisationszeit	n. a.	n. a.	n. a.	f
- Schätzung Kosten pro eingesparte kWh	n. a.	n. a.	n. a.	f
Vergleich beispielhafter Modernisierungsvarianten (Primärenergiebedarf / Endenergiebedarf / CO ₂ -Emissionen nach Modernisierung und Einsparung gegenüber Ist-Zustand)	n. a.	f	f	n. a.

o Angabe obligatorisch falls zutreffend bzw. gefordert für Neubau / Q_p-Nachweis (definierte Vorgaben, Freitext oder nur ja/nein)

f Angabe freiwillig (im EnEV-Ausweismuster als freiwillige Angabe explizit ausgewiesen)

n. a. Keine Angabe im EnEV-Ausweismuster vorgesehen (ggf. freiwillig in den zusätzlichen Informationen zum Ausweis bereitgestellt)

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy basierend auf den EnEV-Ausweismustern.

Tabelle 18

Informationen im Aushang zu den Energieausweisen für Nichtwohngebäude

Ausweisart	Wesentliche Inhalte bzw. Datenfelder	G 2 2007 – 2009	G 3 2009 – 2014	G 4 ab 2014
alle	Hauptnutzung / Gebäudekategorie	o	o	o
alle	Sonderzonen	o	o	n. a.
alle	Adresse	o	o	o
alle	Gebäudeteil	o	o	o
alle	Baujahr Gebäude	o	o	o
alle	Baujahr Wärmeerzeuger und Klimaanlage	o	o	n. a.
alle	Nettogrundfläche (A_{NGF})	o	o	o
alle	Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser	n. a.	n. a.	o
alle	Erneuerbare Energien (Art und Verwendung)	n. a.	n. a.	o
alle	Gebäudefoto	f	f	f
Bedarf	Primärenergiebedarf (A_{NGF} -spezifisch)	o	o	o
Bedarf	Aufteilung Energiebedarf (A_{NGF} -spezifisch) als Graphik ohne Einzelwertangabe nach Bilanzierungsgrenze (Nutz-/End-/ Primärenergie) pro Energieanwendung (Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Lüftung, Kühlung inkl. Befeuchtung)	o	o	o
Verbrauch	Primärenergieverbrauch (A_{NGF} -spezifisch)	n. a.	n. a.	o
Verbrauch	Endenergieverbrauch Wärme und Strom (A_{NGF} -spezifisch) mit Angabe, welche Energieanwendungen jeweils enthalten sind (Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Lüftung, Kühlung inkl. Befeuchtung)	n. a.	n. a.	o
Verbrauch	Energieverbrauchskennwerte für Heizung und Strom (A_{NGF} -spezifisch) mit Angabe, welche Energieanwendungen jeweils enthalten sind (Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Lüftung, Kühlung inkl. Befeuchtung, Sonstiges)	o	o	n. a.
alle	Ausweisaussteller/Ausweisausstellerin (Name, Anschrift und Unterschrift)	o	o	o
alle	Ausstellungsdatum	o	o	o

o Angabe obligatorisch falls zutreffend bzw. gefordert für Neubau / Q_p-Nachweis (definierte Vorgaben, Freitext oder nur ja/nein)

f Angabe freiwillig (im EnEV-Ausweismuster als freiwillige Angabe explizit ausgewiesen)

n. a. Keine Angabe im EnEV-Ausweismuster vorgesehen (ggf. freiwillig in den zusätzlichen Informationen zum Ausweis bereitgestellt)

Quelle: Eigene Darstellung ESA² und TEP Energy basierend auf den EnEV-Ausweismustern.