

IEA Energie in Gebäuden und Kommunen (EBC) Annex 70: Energie-Epidemiologie

Analyse des tatsächlichen Energieverbrauchs in Gebäuden

H. Warmuth, A. Knotzer,
L. Kranzl, S. Forthuber,
B. Pfefferer

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

14/2021

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

IEA Energie in Gebäuden und Kommunen (EBC) Annex 70: Energie-Epidemiologie

Analyse des tatsächlichen Energieverbrauchs in Gebäuden

Mag.(FH) Hannes Warmuth, Bianca Pfefferer, M.Sc
Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik

DI Armin Knotzer
AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Dr. Lukas Kranzl, Sebastian Forthuber
Technische Universität Wien – Energy Economics Group

Wien, Januar 2021

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage www.nachhaltigwirtschaften.at gewährleistet wird.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	7
2	Abstract	8
3	Ausgangslage	9
4	Projekthalt	11
5	Ergebnisse	16
	5.1. Umfrage zur Nutzung von Energieverbrauchsdaten in Gebäuden	16
	5.2. Bibliometrische Analyse.....	21
	5.3. Case Studies zur Verwendung gebäudebezogener Energiedaten	24
	5.4. Erfahrungen und Lernprozess von Open FTI Data Pionieren.....	26
	5.5. Datenklassifizierung in Gebäudebestandsmodellen.....	28
	5.6. Best Practices im Umgang mit Datenverfügbarkeit, Harmonisierung und Datensicherheit .	30
	5.7. Internationales Datenrepositorium gebäudebezogener Energiedaten und -modelle	31
	5.8. Analyse der Sensitivität und Unsicherheit von techno-sozio-ökonomischen Gebäudebestandsmodellen	32
6	Vernetzung und Ergebnistransfer	37
7	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen	40
8	Anhang	45

1 Kurzfassung

Ausgangssituation/Motivation

Der Gebäudebereich ist komplex und hat viele Stakeholder mit unterschiedlichen Interessen und Bedürfnissen. Zwischen Errichtung und Betrieb besteht häufig eine Trennung, da Entwickler und Bauherren in der Regel keine direkte Beziehung zu NutzerInnen (EigentümerInnen, BewohnerInnen) von Gebäuden haben. Die Fragmentierung ist insbesondere angesichts von Herausforderungen wie dem Klimawandel ein Problem, die ein gemeinsames Denken und Handeln erfordern würden. Mit der wissenschaftlichen Disziplin der „Building Energy Epidemiology“ wurde kürzlich eine Methode vorgestellt, welche in einem ganzheitlichen Ansatz Trends und kognitive Verhaltensmuster im Hinblick auf den Energieverbrauch in Gebäuden beschreibt und Einflussfaktoren, welche die Vorkommnisse sowie deren Verteilung und Häufigkeit bestimmen, untersucht.

Inhalte und Zielsetzungen

Vor diesem Hintergrund zielte der IEA EBC Annex darauf ab, das komplexe Zusammenspiel zwischen den (physischen) technischen Systemen, sozioökonomischen Rahmenbedingungen und individuellem Verbrauchsverhalten zu untersuchen. Im Rahmen des Annexes wurde der Versuch unternommen, Ursachen über Abweichungen errechneter Energieverbräuche von den tatsächlichen empirisch zu untersuchen und Anforderungen an die Datenqualität, -charakteristik und -sicherheit zu erarbeiten. Weiters wurden Empfehlungen hinsichtlich der Verwendung international einheitlicher Standards und Methoden der Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung entwickelt. Ein weiterer wesentlicher Pfeiler von Annex 70 bestand im Vergleich unterschiedlicher Ansätze zur Entwicklung von Gebäudebestandsmodellen, um darauf aufbauend Pfade und Szenarien zum Energiebedarf und damit verbundenen CO₂-Emissionen aus dem Gebäudebestand zu entwickeln.

Methodische Vorgehensweise

Zur Erhebung der Anforderungen an gebäudebezogene Energiedaten, deren Nutzungshäufigkeit sowie dem Datenzugang wurde eine Umfrage durchgeführt. In diesem Zusammenhang sollte die Frage geklärt werden, wie Daten genutzt werden und welche Daten aktuell nicht verfügbar sind. Für die Umfrage wurde ein standardisierter Online-Fragebogen entwickelt, Antworten anonymisiert erhoben und diese ausgewertet. In zwei Subtasks wurden nationale Case Studies zur Verwendung von gebäudebezogenen Energiedaten sowie bezüglich des Umgangs mit Datenverfügbarkeit, Harmonisierung und Datensicherheit aufbereitet und eingebracht. In Subtask C wurde eine Analyse der Sensitivität und Unsicherheit von techno-sozio-ökonomischen Gebäudebestandsmodellen vorgenommen und die Eingangsparameter mit dem größten Einfluss auf die Ergebnisse untersucht.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Eine systematische Datenerfassung und -verwaltung entlang des Lebenszyklus eines Gebäudes stellt derzeit eher eine Ausnahme als eine Regel dar. Um den Prozess zu unterstützen, wurde ein standardisiertes Protokoll, welches den Zugriff, die Speicherung, Aktualisierung und Übertragung von gebäudebezogenen Daten und Informationen in einem standardisierten Format entlang der Wertschöpfungskette erleichtert, anhand einer einheitlichen Klassifizierung von Daten/Informationen erstellt. Mit dem Daten-Repository des EBC Annex 70 wurde weiters ein Grundstein gelegt, eine zentrale Datenbank mit weltweit verfügbaren Datensätzen und -modellen zur Verfügung zu stellen.

2 Abstract

Starting point/Motivation

The built environment sector is complex and has many stakeholders with different interests and needs. There is often a disconnect between construction and operation as developers and builders may not have a direct relationship with end-users of buildings (owners and occupiers). This fragmentation can be seen as a problem, especially when faced with challenges such as climate change, which would require joined up thinking and action. By introducing a new approach which seeks to describe the drivers of the demand for energy, its sources and fuels, services and uses, practices and norms, across the interacting sectors and actors within the built environment, the emerging field of “building energy epidemiology” has been defined.

Contents and Objectives

However, to support the development, implementation and on-going evaluation of energy demand policy, a strong evidence base is needed to identify associations and establish underlying causes behind outcomes and variations in end-use energy demand within the population. IEA EBC Annex 70 focuses on the analyses of real building energy use at scale and the emerging field of building energy epidemiology, which seeks to develop robust approaches to such analyses. The purpose of the Annex is to support member countries in the task of developing realistic transition pathways to dramatic reductions in energy use and carbon emissions associated with their buildings. In order to identify lessons that can be learned, national approaches to develop building stock data sets and building stock models have been compared. Best practice in the methods used for gathering and analysing real building energy use data have been established and the scope for using real building energy use data at scale to inform policy making and industry in the development of low energy and low carbon solutions has been evaluated.

Methods

A survey was carried out as part of the research cooperation to collect the requirements and needs for building-related energy data, frequency of use and data access. In this context, the question of how data is used and which data is missing had to be clarified. A standardized online questionnaire was developed for the survey; answers were collected anonymously and evaluated. In two subtasks, national case studies on the use of building-related energy data and handling of data availability, harmonization and data security were prepared and introduced. In Subtask C, an analysis of the sensitivity and uncertainty of techno-socio-economic building stock models was carried out and the input parameters with the strongest impact on the results were investigated.

Results

Systematic data acquisition and management along the life cycle of a building is currently more an exception than a rule. To support this process, a universal, standardized system / protocol was created that enables the access, storage, updating and transmission of building-related data and facilitates information in a standardized format along the value chain, based on a uniform classification of data / information. With the data repository of the EBC Annex 70, a cornerstone to provide a central database with data sets and models has been laid.

3 Ausgangslage

Der Gebäudesektor bildet nach wie vor einen der zentralen Ansatzpunkte in Energie- und Klimaszenarien und weist angesichts internationaler Zielsetzungen großes Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz und der Reduktion treibhausgasrelevanter Emissionen auf. Innerhalb der Europäischen Union steht mittlerweile ein konsistentes Regelwerk zur Reduktion der Treibhausgase im Gebäudesektor zur Verfügung. Evaluierungen zeigen jedoch, dass die erzielten Wirkungen hinter den Erwartungen zurückbleiben. In RL (EU) 2018/844, die RL 2010/31/EU (Gebäuderichtlinie) abändert, wurde deshalb Art. 2a „Langfristige Renovierungsstrategie“ eingefügt, wonach detaillierte Zwischenziele zu formulieren sind und die Zielerreichung nachzuweisen ist. Das ist nur mit einer guten Datenbasis, elektronischer Unterstützung und gemeinsamen Anstrengungen im Bereich der Entwicklung wirtschaftlicher Sanierungsprojekte, der Forschung und der Entwicklung von neuen Produkten und Dienstleistungen möglich.

Im Rahmen ihrer Klima- und Energiepolitik **bis 2030**¹, die auf dem Klima- und Energiepaket² aufbaut, verfolgt die EU drei Hauptziele, die im Einklang mit den längerfristigen Zielen zum Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO₂-armen Wirtschaft bis 2050 und mit dem Energiefahrplan 2050³ stehen.

- Reduktion der **Treibhausgasemissionen** um (netto) mindestens 55 % (gegenüber 1990)
- Erhöhung des Anteils **erneuerbarer Energiequellen** auf mindestens 32 %
- Steigerung der **Energieeffizienz** um mindestens 32,5 %

Ungeachtet der Effektivität, mit der Verordnungen und Richtlinien die Gebäude-Energieeffizienz verbessern, stellt sich die Frage, inwieweit diese Instrumente tatsächlich zu einer Senkung des Energieverbrauchs führen. Ein Teil der Effizienz-Verbesserungen wird durch Verhaltensänderungen, wie etwa größere Sorglosigkeit beim Heizverhalten oder eine höhere Raumtemperatur nach einer thermisch-energetischen Sanierung zunichte gemacht, auch bekannt als **Rebound-Effekt**. Hinsichtlich des praktischen Ausmaßes von Rebound-Effekten kann festgestellt werden, dass es in der Literatur zwar eine Vielzahl von singulären Analysen gibt, jedoch keine umfassende Untersuchung auf Populationsebene (auf Gebäudebestandsebene) vorliegt. Mit der fortschreitenden Digitalisierung, dem rasant anwachsenden Datenvolumen (v.a. durch den Smart Meter Roll-out) und immer höherer Datenübertragungsgeschwindigkeiten nimmt die Bedeutung des Zugangs zu qualitativ zuverlässigen und validen Gebäudedaten ständig zu.

In der Fachliteratur^{4,5} wird beobachtet, dass Bestandsgebäude, sowohl Wohn- als auch Dienstleistungsgebäude, energetisch deutlich besser oder schlechter bilanzieren, als es die Energiebedarfsberechnungen prognostizieren. Der sogenannte „**Performance Gap**“ beschreibt die Differenz zwischen Planungszielgrößen und Messungen im Betrieb. Der Jahresenergieverbrauch des

¹ https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_de

² https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_de

³ https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_de

⁴ Vgl. Sunikka-Blank and Galvin (2012): Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption

⁵ Vgl. Bauer (2013): Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit, Investitions- und Nutzungskosten in Wohngebäuden gemeinnütziger Bauvereinigungen unter besonderer Berücksichtigung energetischer Aspekte. Österr. Verband Gemeinnütziger Bauvereinigungen

Gebäudekonzepts während der Planungsphase kann von dem des gebauten und genutzten Gebäudes erheblich abweichen. Die Bewertung des Performance Gap setzt dabei voraus, dass sowohl aus der Planungsphase als auch aus dem Betrieb ausreichend Informationen – dokumentierte Berechnungsgrundlagen, ein passendes Messkonzept und qualitativ hochwertige Messungen – vorliegen. Die **Datengrundlage** ist eine wesentliche Voraussetzung, um gezielte Aussagen über Auftreten und Umfang von Abweichungen treffen zu können. Dabei besteht die Möglichkeit, auf Basis von Monitoring-Daten konkreter Gebäude sowie aggregierter Daten Aussagen zum Performance Gap zu treffen, indem für eine bestimmte Region verfügbare Energiebilanzdaten mit bottom-up berechneten Energiebedarfswerten verglichen werden.

4 Projektinhalt

Vor diesem Hintergrund wurde mit dem **IEA EBC Annex 70** (Building Energy Epidemiology: Analysis of Real Building Energy Use at Scale) eine internationale Forschungskooperation initiiert, mit dem Ziel, das komplexe Zusammenspiel zwischen den (physischen) technischen Systemen, sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen und individuellem Verbrauchsverhalten zu untersuchen. Der Ursprung des Begriffs „Epidemiologie“ liegt in der klinischen Medizin und untersucht die Verbreitung sowie Ursachen und Folgen von gesundheitsbezogenen Zuständen und Ereignissen in Bevölkerungen und Populationen. In Analogie dazu wurde die junge Wissenschaftsdisziplin der „Energy Epidemiology“ als vielversprechende Methode in der Energieverbrauchsforschung vorgestellt (Hamilton et al 2013). Der ganzheitliche Ansatz soll Trends und kognitive Verhaltensmuster im Hinblick auf den Energieverbrauch beschreiben und Einflussfaktoren, welche die Vorkommnisse (z.B. Lebensstile) sowie deren Verteilung und Häufigkeit bestimmen, untersuchen. Dabei stützt sich die Methode auf empirische (evidenz-basierte) Daten und Interventionsstudien.

Im Rahmen des Annexes wurde untersucht, welche Ursachen über Abweichungen der errechneten von den tatsächlichen Energieverbräuchen empirisch auftreten, um Anforderungen an die Datenqualität, -charakteristik und -sicherheit zu erarbeiten. Weiters wurden Empfehlungen hinsichtlich der Verwendung international einheitlicher Standards und Methoden der Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung entwickelt. Ein weiterer Pfeiler von Annex 70 bestand im Vergleich unterschiedlicher Ansätze zur Entwicklung von Gebäudebestandsmodellen, um darauf aufbauend Pfade und Szenarien zum Energiebedarf und damit verbundenen CO₂-Emissionen aus dem Gebäudebestand zu entwickeln. Die Ergebnisse und der Erkenntnisgewinn richteten sich dabei primär an folgende vier Zielgruppen:

- **Policy makers (EntscheidungsträgerInnen):** Information zur Effizienz und Effektivität von Gebäudeförderungen (mit dem Fokus Sanierung), Entscheidungshilfen und Werkzeuge für die Raumplanung, Erstellung von Zielstrategien und Fahrplänen zur Gebäudeeffizienz 2050, Entwicklung einheitlicher Methoden zur (regelmäßigen) Erhebung und Analyse von der energetischen Performance von Gebäuden.
- **Technologie- und Komponentenentwickler:** Komponenten- und Technologiehersteller erhalten durch Referenzwerte und den internationalen Vergleich (Benchmarks) einen Indikator für ausländische Märkte und Anforderungen an die Gebäudeperformance. Diese Zielgruppe ist in den Prozess verstärkt einzubinden (z.B. durch regelmäßigen Austausch über Aktivitäten).
- **GebäudeeigentümerInnen/ NutzerInnen:** Durch aktives Energiemanagement, vor allem durch BetreiberInnen/ Facility ManagerInnen oder NutzerInnen von Dienstleistungsgebäuden ergeben sich große Einsparungspotenziale (Energie Audits).
- **(neue) Anbieter von Energiedienstleistungen:** durch den in vielen Ländern anstehenden oder bereits in Umsetzung befindlichen Smart Meter Roll-out eröffnen sich Anbietern innovativer Energiedienstleistungen neue Möglichkeiten, in den Markt einzutreten (Datenmanagement, -analyse, -optimierung). Rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen (Datenschutz) sind nach wie vor zu klären.

Entwicklungsschritte und Ablauf des Annexes unter Einbeziehung unterschiedlicher Zielgruppen sind in Abbildung 1 dargestellt.

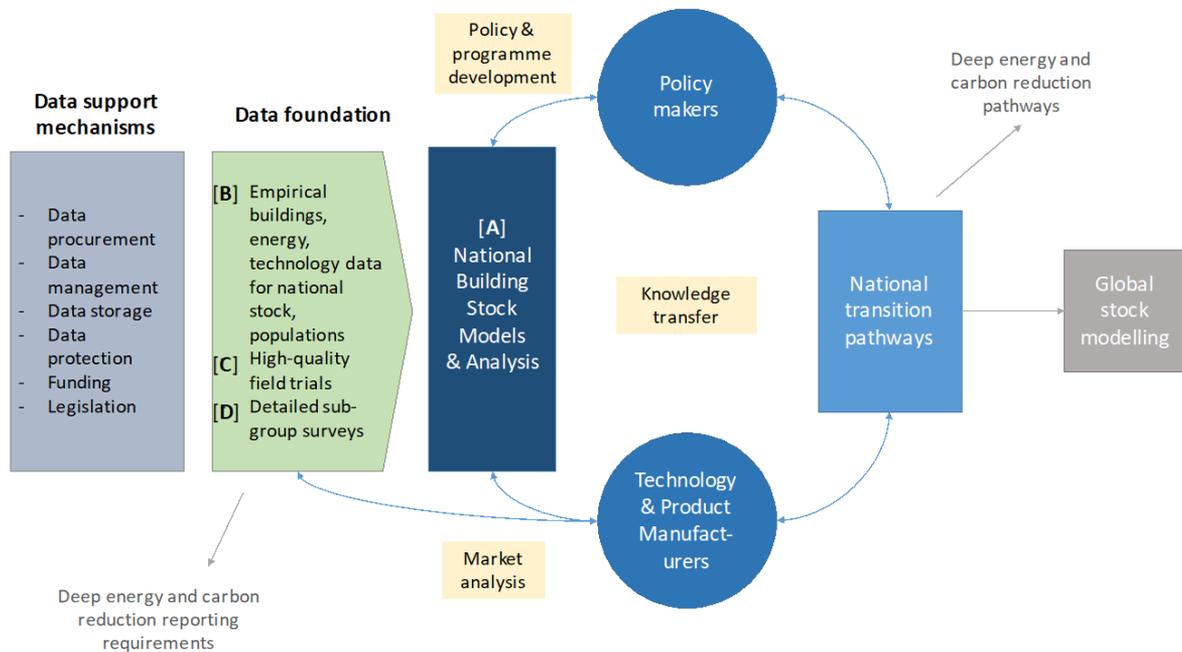


Abbildung 1: Anforderungen an nationale Gebäudebestandsmodelle und -analysen zur Entwicklung und Überprüfung von Zielkorridoren (transition pathways) im Gebäudebereich (Quelle: University College London)

Im Rahmen des IEA EBC Annex 70 „Building Energy Epidemiology“ wurde hinsichtlich der Erhebung, Beschreibung und Verwendung energiebezogener Gebäudeverbrauchsdaten Methoden und Datenbanken analysiert bzw. erarbeitet, um nationale Dekarbonisierungsagenden zu unterstützen. Mit der Absicht, die relativ junge Wissenschaftsdisziplin zu etablieren, wurden folgende Ergebnisse angestrebt:

- Identifikation von Bedarfslagen unterschiedlicher Zielgruppen (Politik, Industrie, Hersteller, Verbände), um Bedürfnisse von und Anforderungen an Datenerhebung und Informationsverarbeitung zu beschreiben
- Empirische Erhebung und Überprüfung der Validität von Gebäudedaten hinsichtlich des Performance Gap von Energieverbräuchen von Wohngebäuden und Dienstleistungsgebäuden
- Entwicklung von Best Practices in der Datenerhebung und -analyse von gebäudebezogenen Energieverbrauchsdaten, inklusive der Erstellung von Gebäudemodellen und Bestimmung von wesentlichen Einflussparametern bei Bedarf und Verbrauch
- Vergleich verschiedener Ansätze in der Entwicklung von Gebäudebestandsmodellen, um darauf aufbauend Pfade und Szenarien zum Energiebedarf und zu den damit verbundenen CO₂-Emissionen aus dem Gebäudebestand zu entwickeln.

Die im Projekt erarbeiteten Strategien, Standards und Empfehlungen richten sich primär an Entscheidungsträger im öffentlichen Bereich (Energiepolitik, Energieraumplanung), Hersteller von innovativen Gebäudekomponenten (Gebäudetechnik, Bauwirtschaft), Interessensvertretungen (FEEI, Technologieplattformen, OGD) und schließlich an GebäudenutzerInnen.

Mit dem umfassenden Monitoring von „Haus der Zukunft“-Demonstrationsprojekten wurde bereits früh ein bedeutender Beitrag zur nationalen und internationalen Vergleichbarkeit innovativer Bauwerke in Österreich geleistet und Anforderungen an die messtechnische Begleitung festgelegt (vgl. Wagner et al 2011). Aufbauend auf den für alle Bauten objektbezogenen Vorgaben für das Energieverbrauchsmonitoring wurden in Annex 70 **einheitliche Standards und Methoden** der Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung entwickelt, die in die internationale Forschungskoooperation eingebracht werden. Um auch auf internationaler Ebene die Vergleichbarkeit von Gebäuden unterschiedlicher Nutzungskategorien herstellen zu können, werden die Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Technologieprogramm „Haus / Stadt der Zukunft“ aktiv in die Erarbeitung von **Benchmarks** eingebracht.

Das nationale Konsortium bestand aus drei Partnern, der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT, Konsortialleiter), der AEE – Institut für nachhaltige Technologien (AEE INTEC) und der Technischen Universität Wien (Energy Economics Group). Das aktive Einbringen nationaler Forschungsergebnisse und Expertise (z.B. aus den Gebäudeforschungsprogrammen Haus und Stadt der Zukunft) sowie die umfangreichen internationalen Forschungsaktivitäten der Partner trugen wesentlich dazu bei, Schwerpunkte und Ziele der österreichischen FTI-Politik in die internationale Forschungskoooperation einzubringen und zu unterstützen.

EBC Annex 70 teilte sich in drei Subtasks, an denen österreichische Partner wie folgt involviert waren:

Subtask A: NutzerInneneinbindung

Im Rahmen dieses Subtasks wurden, ausgehend von der Identifikation relevanter Stakeholder und zukünftiger potenzieller Bedarfsträger, die unterschiedlichen Bedürfnisse und Interessenslagen erhoben. Gerade das Thema „Big Data“⁶ stellt AkteurInnen auf der Gebäude- und Quartiersebene vor unterschiedliche Herausforderungen, wobei auch festzustellen ist, dass sich daraus attraktive, neue Geschäftsfelder im Managen und Auswerten umfangreicher Datenbestände ergeben und sich innovativen Energiedienstleistungen (Smart Services) ein erster Markt bietet. Die vorherrschenden Bedürfnisse und Interessenslagen bildeten die Grundlage für die spätere Erarbeitung von internationalen Benchmarks, welche wesentlich einfacher umzusetzen sind, wenn Stakeholder bereits frühzeitig in die Aktivitäten eingebunden werden.

Im Detail wurden im österreichischen Beitrag folgende Aspekte bearbeitet:

- Durchführung einer Umfrage zur derzeitigen Nutzung von gebäudebezogenen Energiedaten, zu Vorteilen und Verbesserungspotenzialen bei nationalen BedarfsträgerInnen (insb. Verwaltung, Wissenschaft, Industrie)
- Ableitung von Empfehlungen und Konkretisierung der Anforderungen an Datenerhebung, -charakteristik und -zugang. Der inhaltliche Fokus wurde dabei verstärkt auf Bedürfnisse seitens der Energie(raum)planung hinsichtlich Sanierungsstrategien, verstärkter Integration erneuerbarer Energien auf Quartiers- und Stadtteilebene und veränderter gesellschaftlicher Entwicklungen ausgerichtet.

⁶ Mit dem Begriff „Big Data“ sind Technologien gemeint, die große Datenmengen erfassen, speichern, analysieren und die Ergebnisse in geeigneter Weise darstellen. Um die Datenmengen richtig auswerten zu können, muss man sie verstehen – d.h. man muss über das Wissen verfügen, wie Geräte und Anlagen funktionieren und mit welcher Sensorik und Messtechnik gemessen wird. Die Verknüpfung mit Gebäude- und NutzerInnen-bezogenen Metadaten liefert einen zusätzlichen Mehrwert.

- Aufbereitung nationaler Best Practices in der Nutzung gebäudebezogener Energiedaten
- Bibliometrische Analyse, um Bedürfnisse von NutzerInnen im Zusammenhang mit dem Energiebedarf in Gebäuden zu ermitteln und Best-Practice-Methoden und harmonisierte Ansätze für die Datenerfassung, -analyse und -modellierung zu etablieren

Subtask A: User engagement (needs and provision)

- Lead: Ian Hamilton, University College London, UK
- Co-Lead: Hannes Warmuth, ÖGUT, AT

Subtask B: Datengrundlagen und Datenzugang

In jedem teilnehmenden Land wurden Datenbestimmungen und Datengrundlagen identifiziert und analysiert. Dabei wurden Fragestellungen im Zusammenhang mit Datenbeschaffung, -management, -speicherung und -sicherheit bearbeitet. Ein zentraler Punkt, der geklärt werden sollte, war die Rolle der Gesetzgebung (Datenschutz, KonsumentInnenschutz) und Finanzierung (Datenbeschaffung und -verwaltung). Speziell bei der Erhebung und Bearbeitung personenbezogener Daten stellt sich die Frage, inwiefern Rückschlüsse auf ihre UrheberInnen gezogen werden können oder grundsätzlich, wem die Daten gehören.

Im Detail bestand der österreichische Beitrag aus folgenden Aktivitäten:

- Recherche und Beschreibung vorhandener Gebäudebestandsdaten, sowohl auf nationaler Ebene als auch bezüglich größerer, repräsentativer Samples unterschiedlicher Gebäudetypen. Die Daten wurden unter Verwendung einer vordefinierten Auswertungsmatrix, u.a. hinsichtlich Zugang, Umfang, Qualität und Metadaten, evaluiert und verglichen, unter Berücksichtigung der Datensicherheit und des Datenschutzes.
- Überprüfung bestehender Methoden und Praktiken der Datennutzung (Erhebung, Verarbeitung und Auswertung) und Untersuchung besonders innovativer Methoden der Datenaggregation, speziell für Daten auf kleinster administrativer Einheit (z.B. EFH, Eigentumswohnungen)
- Einbringen nationaler Ergebnisse aus Gebäudeforschungsprojekten⁷ zur Darstellung von Best Practices im Umgang mit Zugang, Harmonisierung, Anonymisierung und Schutz von Energie- und Gebäudedaten.
- Eingabe von energie- und gebäudebezogenen Datensätzen (national) in ein Datenrepositorium, welches im Rahmen des Annexes aufgesetzt wurde.

Subtask B: Data access and methods

- Lead: York Ostermeyer, Chalmers University, SE

⁷ Wie beispielsweise alle Demonstrationsprojekte im Rahmen von monitorPlus ([Link](#)), Projekt GEMA ([Link](#)), Monitoring Sonnenhaus Eferding ([Link](#)) oder Monitoringprojekt Einfamilienhaus H und F ([Link](#))

Subtask C: Modellierung und Analyse des Gebäudebestands

Basierend auf den Ergebnissen aus den Subtasks A und B wurden nationale Gebäudebestandsmodelle (weiter-)entwickelt und unter Berücksichtigung von Stakeholder-Bedürfnissen hinsichtlich der Umsetzung strategischer Vorgaben analysiert. Eine große Anzahl von Daten stellt für sich genommen noch keine aussagekräftige Information dar. In diesem Task wurden bestehende nationale Gebäudebestandsdatenbanken identifiziert und hinsichtlich ihrer Validität und Aussagekraft einer vergleichenden Untersuchung unterzogen. Insbesondere wurden Methoden zur Analyse der mit der Modellierung verbundenen Unsicherheit und der Sensitivität von Input-Daten weiterentwickelt und angewandt. Empfehlungen in einer einheitlichen Auswertungsmetrik und Kennzahlen bilden ein weiteres zentrales Ergebnis dieses abschließenden Tasks.

Im Detail wurden im österreichischen Beitrag folgende Aspekte bearbeitet:

- Vergleich verschiedener Ansätze und Methoden zur Entwicklung von Gebäudebestandsmodellen für ausgewählte Länder. Insbesondere wurde gemeinsam mit den Partnern eine Methodik entwickelt und angewandt, um eine umfassende Sensitivitätsanalyse für datenintensive Gebäudebestandsmodelle durchzuführen. Dabei flossen die Erfahrungen aus der Entwicklung und Anwendung des Modells Invert/EE-Lab ein, das in zahlreichen Anwendungen für Österreich und andere Länder, sowie für EU-27+ eingesetzt wurde (siehe www.invert.at).
- Mitarbeit an der Entwicklung einer Dokumentation von Gebäudebestandsmodellen, sowohl was Algorithmen als auch was Granularität und Datenlage angeht.
- Mitarbeit an der Entwicklung einheitlicher Auswertungsstandards (Performance-Indikatoren) nationaler Gebäudebestandsmodelle, um diese einem Ländervergleich zu unterziehen.

Subtask C: Building stock modelling and analysis

- Lead: Yelle Laverge, University of Ghent, Belgien
- Co-Lead: Martin Jakob, TEP Energy, Schweiz

5 Ergebnisse

5.1. Umfrage zur Nutzung von Energieverbrauchsdaten in Gebäuden

Ziel der Umfrage war es, Informationen über Anforderungen an gebäudebezogene Energiedaten (Bedürfnisse), Nutzungshäufigkeit und den Zugang zu erhalten. Dabei wurde erhoben, wie aus Sicht von AnwenderInnen Daten genutzt werden können und welche Daten fehlen. Die Fragen richteten sich an Personen, die sowohl eigene gebäudebezogenen Energiedaten erheben als auch auf Daten anderer zugreifen und diese nutzen, um z.B. Gebäude hinsichtlich der Energieperformance zu optimieren oder Gebäudestrategien und -programme zu entwickeln. Für die Umfrage wurde ein standardisierter Online-Fragebogen entwickelt. Alle Antworten wurden anonymisiert erhoben und ausgewertet.

Die Teilnehmer der Umfrage stammen aus unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen (siehe Abbildung 2). Den größten Anteil mit 22% machen „Ingenieurbüros“, knapp gefolgt von „Forschung“ und „Consulting“ mit jeweils 18% aus. Danach folgen „Energiedienstleister“ mit 9%, „Regierung / Behörden“ mit 8% und „Immobilienbesitzer / Immobilienagenturen“ mit 6%. Alle weiteren Teilnehmergruppen machen jeweils weniger als 5% und zusammen insgesamt ca. 20% der Gesamtanzahl aus. Von den befragten Unternehmen sind 43% national, 33% international, 19% subnational und 5% regional tätig. Ein Drittel der Unternehmen beschäftigt weniger als zehn Mitarbeiter, 28% mehr als 250 Mitarbeiter, 26% zwischen 10 und 49 Mitarbeiter und 13% zwischen 50 und 249 Mitarbeiter. 80% der Teilnehmer geben an, gleichzeitig Daten zu erheben und zu nutzen.

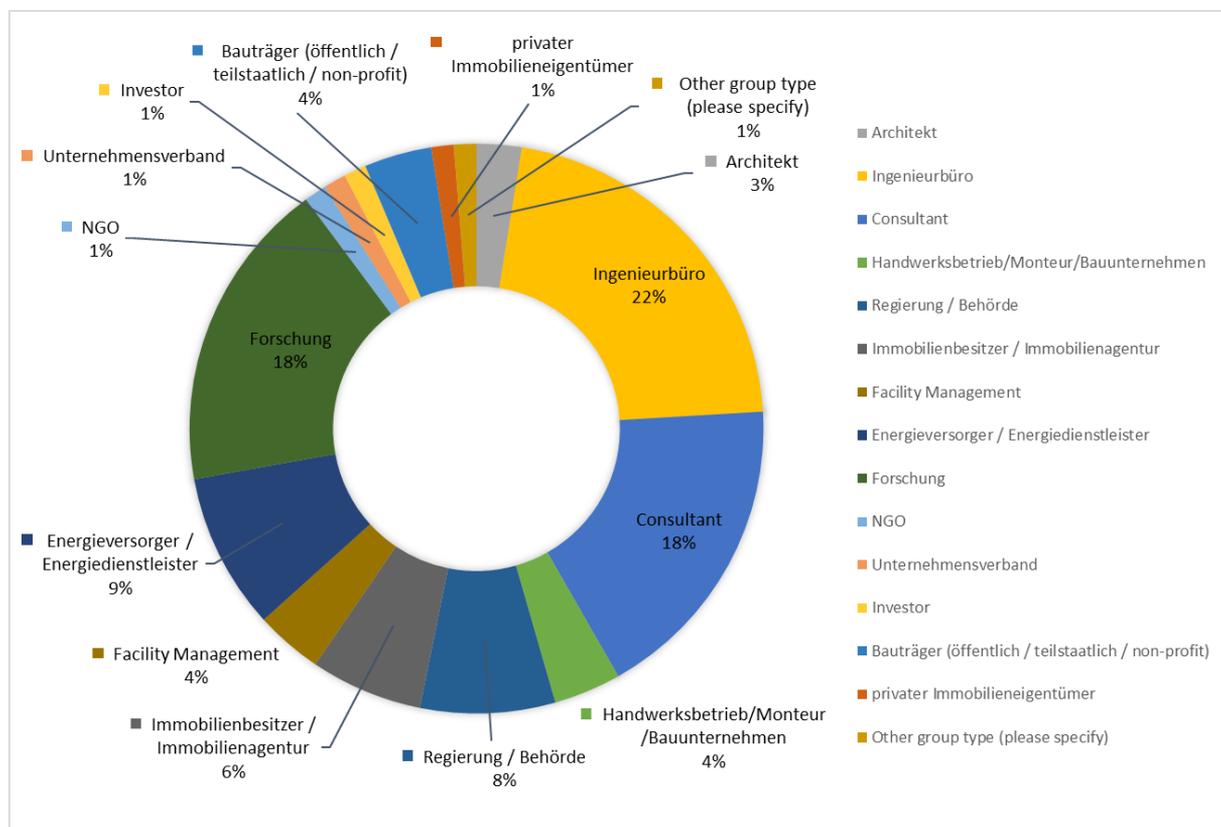


Abbildung 2: Zuordnung der an der Umfrage teilnehmenden Stakeholder-Gruppen nach Tätigkeitsfeld

Die Daten werden laut den Umfrageergebnissen von über 80% der befragten Unternehmen für die Analyse der Gebäudeperformance und das Erkennen von Mustern in Energieverbrauch und Energiekosten verwendet (siehe Abbildung 3). Die Evaluierung, das Messen und Verifizieren von Energieeinsparungen und Performance (Benchmarks) sowie das Kommunizieren von Energiemaßnahmen und -planung werden von 60-70% der Teilnehmer als Verwendungszweck angegeben. Die Durchführung von Energieaudits und die Entwicklung von Zielen und Strategien für das Gebäudeperformance-Management wird von mehr als 40% der befragten Unternehmen gewählt. Weitere Nutzungszwecke sind das offizielle Reporting oder Offenlegungspflichten, die Identifikation und Segmentierung von Endverbrauchern, die Entwicklung des Anlagenbestands, die Entwicklung von Marktpotenzialen und weitere.

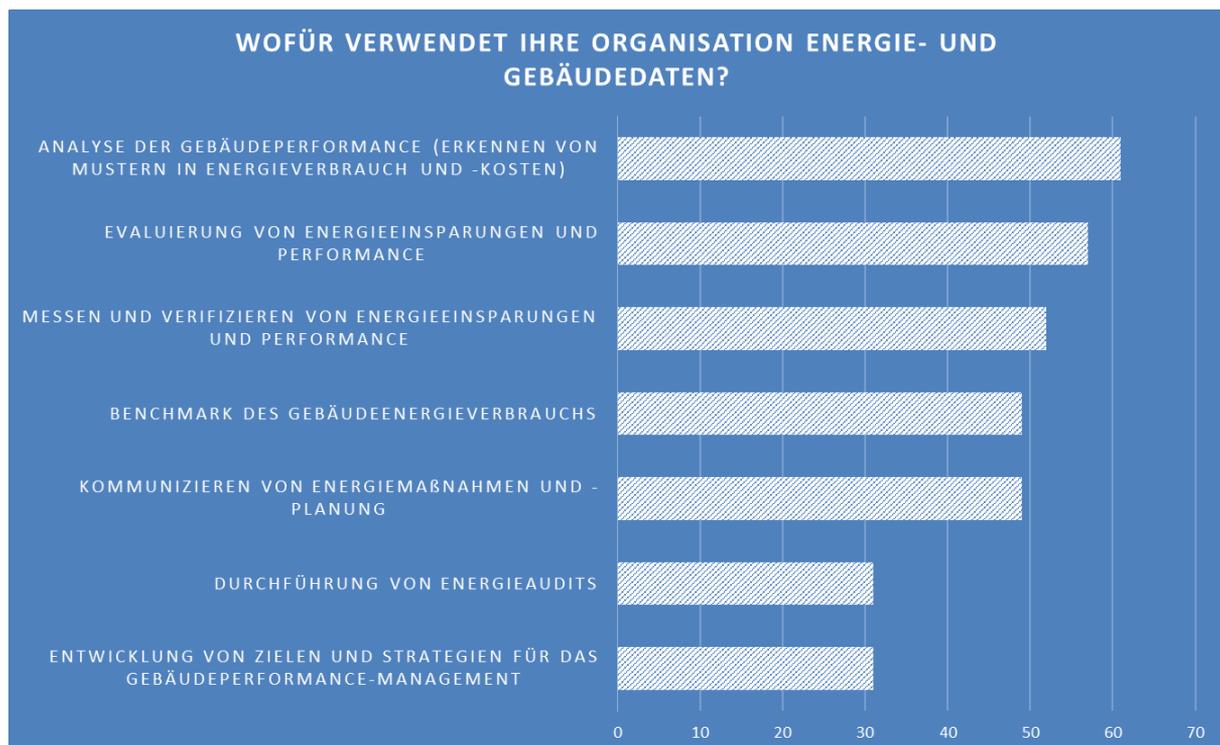


Abbildung 3: Umfrageergebnis bezüglich der Verwendung von Energie- und Gebäudedaten

Viele Marktteilnehmer sammeln regelmäßig Daten zu unterschiedlichen Zwecken. Ein Großteil dieser Daten wird anschließend verworfen, geht verloren oder das Datenformat ist nicht kompatibel mit anderen Datenbanken und Reporting-Anforderungen. In den meisten Fällen werden die Daten auch nicht geteilt. Dies untergräbt die Verwendbarkeit der Informationen für die Organisation selbst und andere Stakeholder. Das bedeutet, dass Grundlinien potenziell verzerrt werden, Zielvorgaben nicht festgelegt und Entwicklungen nicht überwacht werden können. Dadurch wird das Berichtswesen, das Setzen von Benchmarks und das Vergleichen erschwert.

Wie in Abbildung 4 dargestellt, gibt rund die Hälfte der Befragten an, durch den Zugang bzw. die Nutzung von Daten in Analysen und Forschungsaktivitäten profitieren zu können. Weiters erwartet man sich daraus eine Verbesserung der Effizienz von Energiedienstleistungen. Ein häufig genannter Vorteil (40%) ist der durch das Zusammenführen von Datensätzen erwartete Erkenntnisgewinn, detailliertere Auswertungen vornehmen zu können und ggf. Störungen früh zu erkennen. Gerade in der Energieraumplanung in Gemeinden sind die Verschneidung mehrerer Faktoren in der Planung und Auslegung (von beispielsweise Wärmenetzen) essenziell, um Dekarbonisierungs-Strategien

darauf ausrichten zu können. Immerhin noch 35% der Befragten erwarten sich eine Verbesserung der Qualität, Transparenz und Rechenschaftspflicht im Zugang bzw. in der verstärkten Nutzung von Daten. Personenbezogene Daten müssen dem Zweck nach angemessen (verhältnismäßig) und auf das für die Zwecke der Verarbeitung notwendige Maß beschränkt sein. Gemäß Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) sind Verantwortliche aufgefordert, Maßnahmen einzuführen, die das Anonymisieren und Pseudonymisieren personenbezogener Daten ermöglichen, was von Befragten als wesentliche Einschränkung genannt wurde, siehe Abbildung 5. Weiters sind Einschränkungen mittels Opt-in Verfahren, die Verwendung historischer Daten und die Verwendung für nicht-kommerzielle Zwecke angeführt.

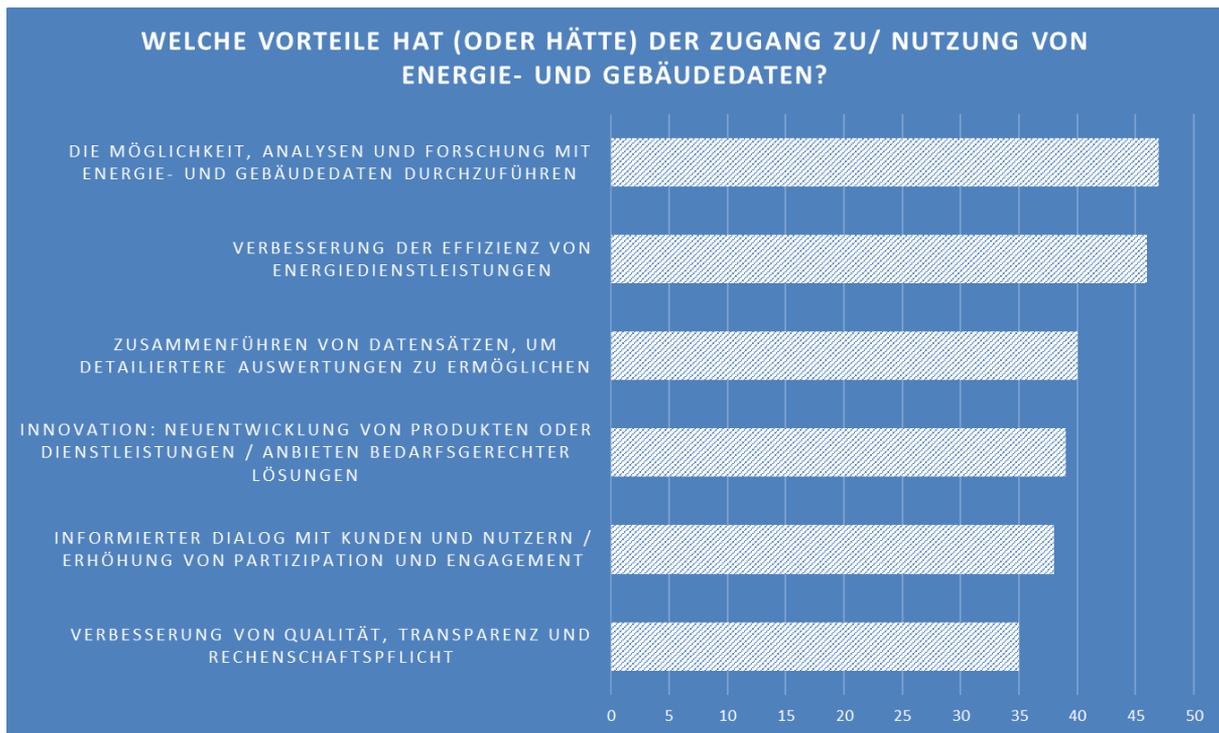


Abbildung 4: Vorteile im Zugang bzw. Nutzung von Energie- und Gebäudedaten

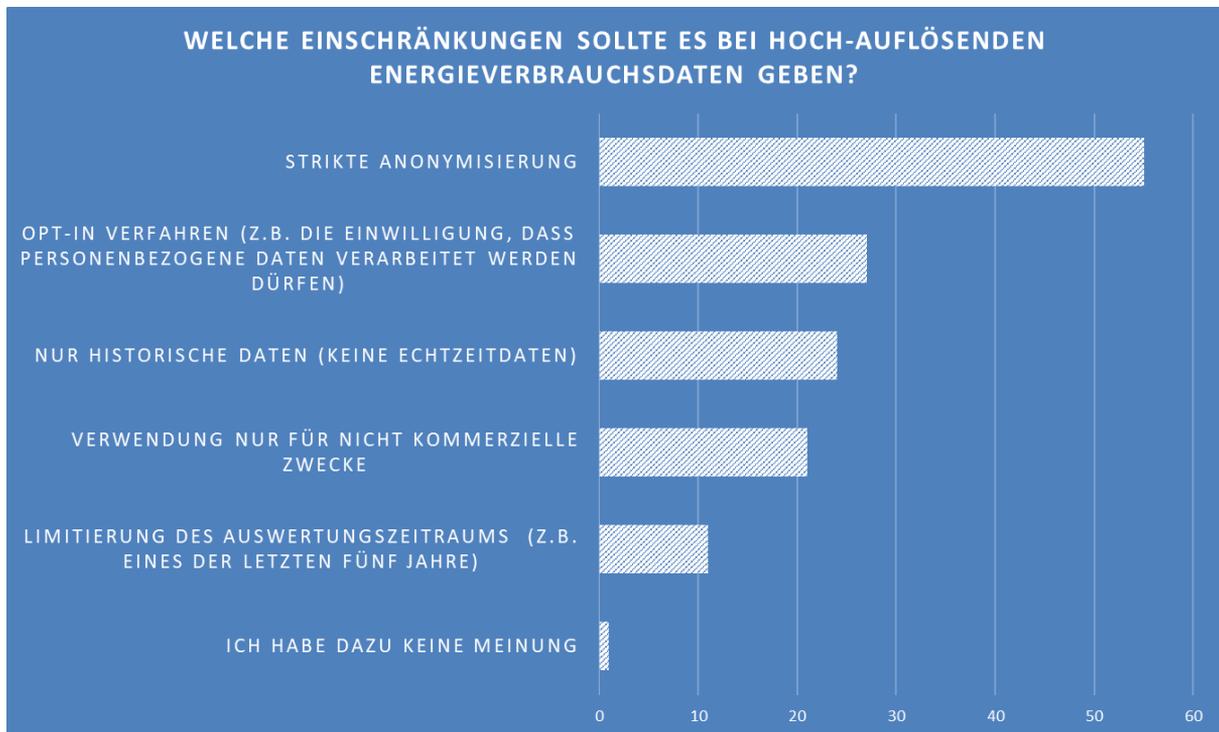


Abbildung 5: Einschränkungen in der Nutzung von Energie- und Gebäudedaten

Die überwiegende Mehrheit (70%) der Befragten gibt an, geltende Datenschutzgesetze zum Schutz sensibler Daten einzuhalten. Angesichts steigender Anforderungen an den Datenschutz und öffentlicher Diskussionen hinsichtlich ethischer Aspekte bleibt offen, wie die verbleibenden 30% den Schutz personenbezogener Daten gewährleisten. Weitere Schutzmechanismen sind regelmäßige Updates von Software und Hardware, eingeschränkte Zugriffsrechte auf sensible Daten innerhalb der Organisation, sowie datenschutzgerechte Lösungen bei IT und Geschäftsprozessen, abzulesen aus Abbildung 6. Die Meinung, dass regelmäßige und standesgemäße Sicherheitsmechanismen und Datenschutzpraktiken umgesetzt werden müssen, um Datenschutzprobleme zu lösen, wird geteilt.



Abbildung 6: Einhaltung des Schutzes sensibler Daten

Es stellt sich die Frage, welche Daten erhoben werden können und welche Eigentumsrechte vorliegen. Dies gilt insbesondere für personenbezogene Daten. Die rechtlichen Rahmenbedingungen in verschiedenen Ländern sowie die ethischen Aspekte, die im Gesetz nicht behandelt werden, verschärfen dieses Problem. Es ist daher angebracht, eine gemeinsame Referenz zu erstellen, die klar definiert, was private Daten sind, wer sie verwenden kann und zu welchem Zweck.

Zusammenfassend kann aus der breit angelegten Umfrage die Erkenntnis gewonnen werden, dass eine allgemeine Transparenzverpflichtung in bestimmten Fällen aus Sicht des öffentlichen Interesses als notwendige Vorgehensweise angesehen werden kann, beispielsweise, um die Wirksamkeit politischer Maßnahmen und staatlich finanzierter Subventionen und Anreize zu bewerten. Open Access ist mit mehreren Herausforderungen verbunden, wie Datenschutz, Wettbewerbsfähigkeit, Vertraulichkeit usw. Die schwierigste Frage ist, wer die Verantwortung für die Speicherung aller häufig sensiblen und privaten Informationen übernehmen sollte. Die Umfrageergebnisse zeigen, dass derzeit eine systematische Datenerfassung und -verwaltung entlang des Lebenszyklus eines Gebäudes eher eine Ausnahme als eine Regel darstellt. Darüber hinaus werden Daten und Informationen nicht angemessen von einem Stakeholder zum nächsten übertragen. Bei jeder Transaktion wird der Informationsfluss unterbrochen. Bisher gibt es kein universelles, standardisiertes System oder Protokoll, das den Zugriff, die Speicherung, Aktualisierung und Übertragung von gebäudebezogenen Daten und Informationen in einem standardisierten Format entlang der Wertschöpfungskette ermöglicht.

5.2. Bibliometrische Analyse

Um zu einem besseren Verständnis der wissenschaftlichen Basis im Bereich gebäudebezogener Energiedaten und der darin verwendeten Methoden beizutragen, wurde eine systematische Literaturrecherche wissenschaftlicher Papers vorgenommen. Dabei wurde eine bibliometrische Analyse durchgeführt, um die Verzerrung bei der Auswahl und Zuordnung der wissenschaftlichen Papers zu verringern. Die Bibliometrie ist ein quantitatives Instrument zur Erforschung von Wissensnetzwerken auf der Grundlage veröffentlichter Literatur und wird häufig zur Untersuchung der Struktur und Entwicklung verschiedener Forschungsbereiche verwendet. Die Methode umfasst die statistische Analyse veröffentlichter Artikel und Zitate, um deren Auswirkungen zu messen. Das resultierende Netzwerk, in dem Papiere Knoten bilden und Zitate diese verknüpfen, hilft dabei, den Zusammenhalt, die Qualität und die Abdeckung von Themen in der vorhandenen Literatur zu verstehen. Die bibliometrische Analyse erwies sich als der am besten geeignete Ansatz für die Prüfung, da sie es ermöglicht, eine vollständige quantitative Bewertung von Wissensstrukturen und Forschungstrends auf diesem Gebiet durchzuführen, ohne einen Titel für die Auswahl und Zuordnung oder Darstellung auswählen oder ablehnen zu müssen.

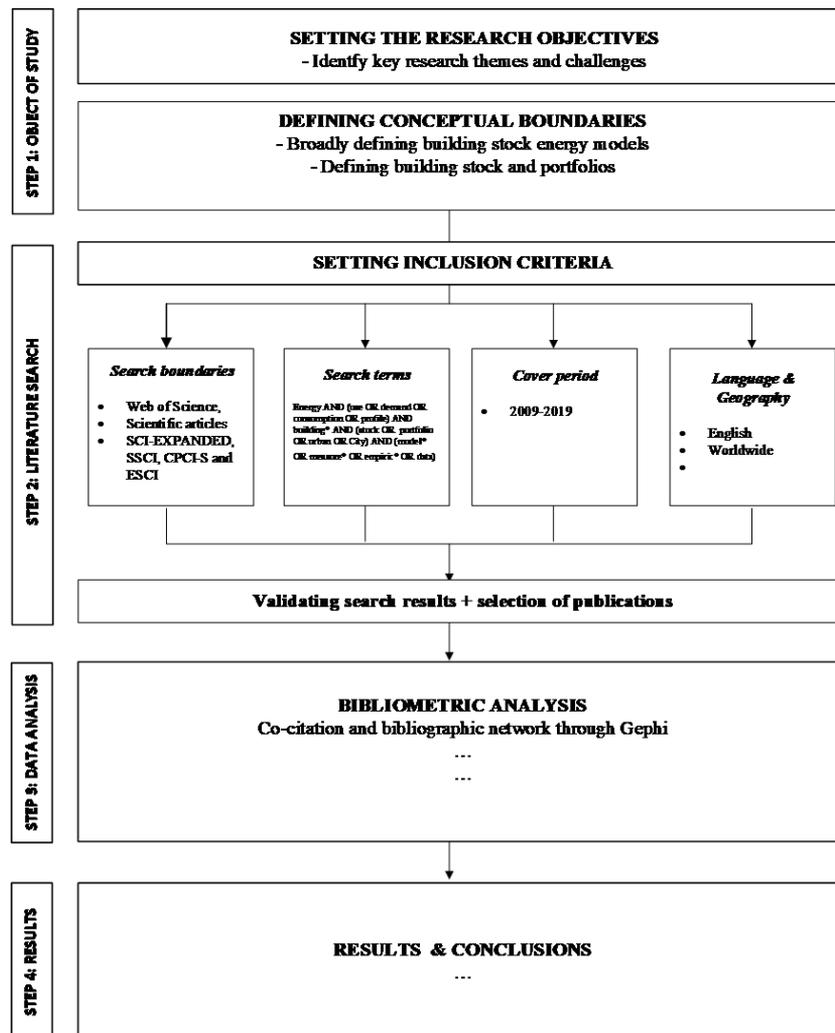


Abbildung 7: Methodischer Aufbau der bibliometrischen Literaturanalyse

Insgesamt konnten 4.786 Papers in der wissenschaftlichen Datenbank ‚Web of Science‘ identifiziert und abgegrenzt werden. Um herauszufinden, welche Beiträge zur Beantwortung der einzelnen

Forschungsfragen nützlich sein könnten, wurde daran anknüpfend eine Stichwortsuchmethode durchgeführt. Die daraus abgeleiteten Informationen wurden zur bibliometrischen Analyse verwendet. Die Visualisierung der Netzwerkanalyse wurde ursprünglich mit dem Programm Gephi⁸ (siehe Abbildung 8) durchgeführt, führte aber hinsichtlich der weiteren Vorgehensweise (aufgrund der limitierten Informationen zu AutorIn und Abstract) keine Anwendung.

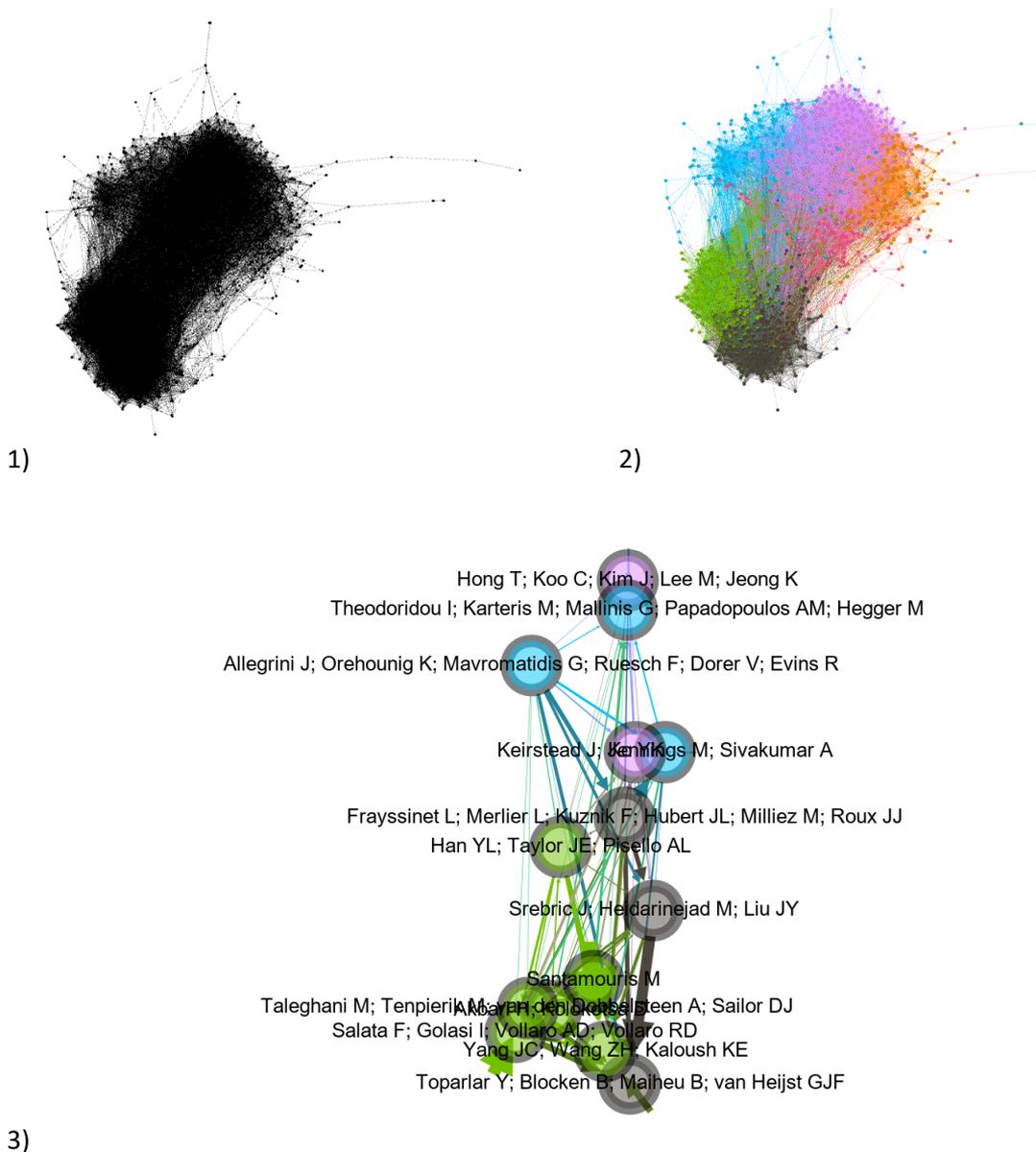


Abbildung 8: Netzwerkanalyse mittels Gephi.

1) Ursprungsverteilung des Netzwerks mittels Standard-Layout. Um eine zielgerichtete Netzwerkanalyse durchführen zu können, ist die Verwendung von Algorithmen (z.B. Yifan Hu, Fruchterman Reingold, Force Atlas) notwendig. 2) Die Größe der Nodes (Knoten) spiegelt den Grad der einkommenden Verbindungen wider, synonym für die Anzahl an ‚Citations‘ des Papers. Die Farben der Cluster repräsentieren thematische Bereiche oder eine bestimmte Verbindung 3) Vergrößerter Ausschnitt des Netzwerks, welches die Verbindungen zwischen Papers widerspiegelt, inklusive AutorInnen.

⁸ Gephi ist ein quelloffenes Softwarepaket zur Netzwerkanalyse und Visualisierung, das in der Programmiersprache Java geschrieben wurde.

Stattdessen wurden die Informationen aus der Literatursuche in die Software CiteSpace⁹ importiert. Es wurde als Werkzeug für die Visualisierung von Wissensdomänen entwickelt und konzentriert sich darauf, kritische Punkte in der Entwicklung eines Feldes oder einer Domäne zu finden, insbesondere intellektuelle Wende-, Dreh- und Angelpunkte (Bursts). Von Vorteil war auch, dass CiteSpace verschiedene Funktionen bietet, um das Verständnis und die Interpretation von Netzwerkmustern und historischen Mustern zu erleichtern, einschließlich der Identifizierung schnell wachsender Themenbereiche, der Suche nach Zitier-Hotspots, der Zerlegung eines Netzwerks in Sub-Cluster und der automatischen Kennzeichnung von Clustern mit Begriffen aus Artikeln. In CiteSpace wurde zunächst ein Netzwerk visualisiert, das auf mehreren Netzwerken basiert, innerhalb der Zeitspanne von 2008 bis 2018. Dieses Netzwerk charakterisiert die Entwicklung der Themenschwerpunkte und zeigt die wichtigsten Arbeiten verwandter Forschungsthemen. Wie in Abbildung 9 gezeigt wird, entsprechen die unterschiedlichen Farben der Kreise und Linien den verschiedenen Themen der knapp 5.000 Papers.

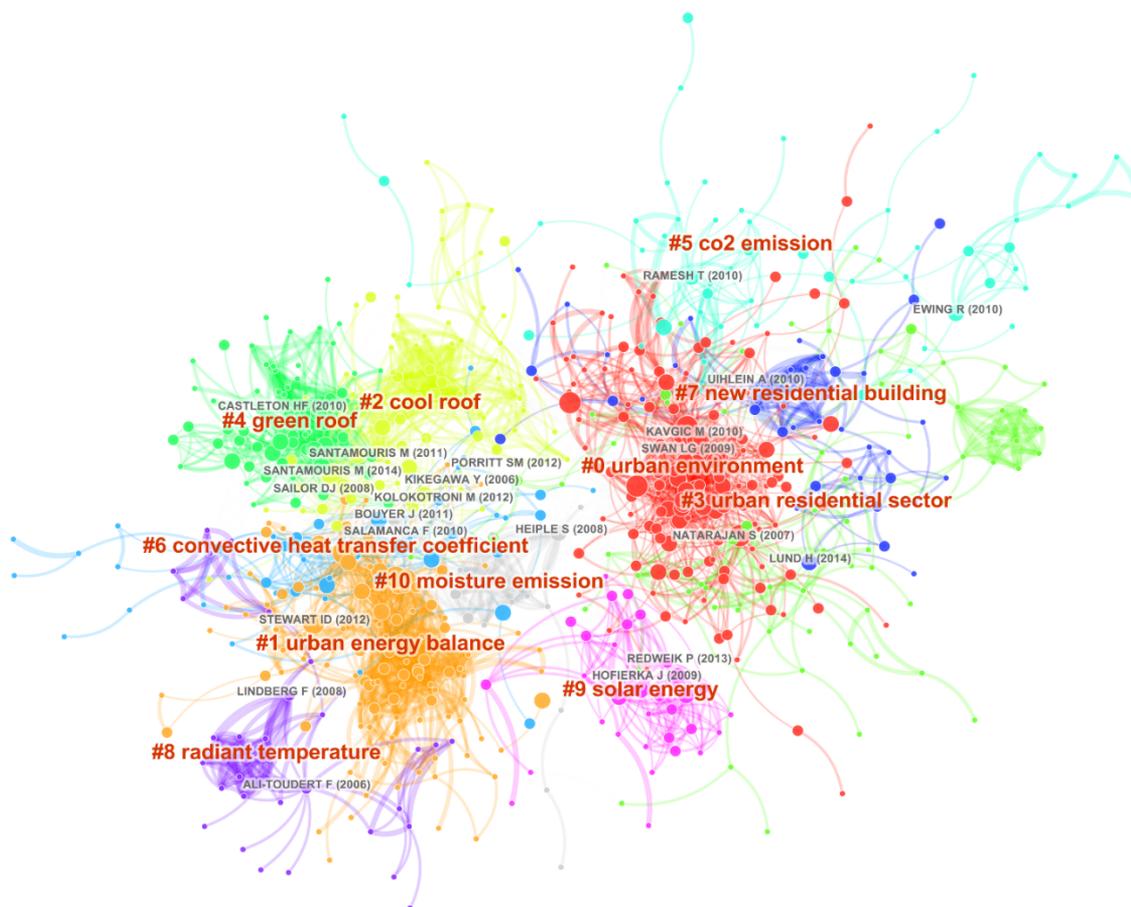


Abbildung 9: Co-Citation Analyse in CiteSpace

Bei der Analyse der Ergebnisse eines Co-Citation-Netzwerks lag der Fokus auf den Funktionen des gesamten Netzwerks, indem die Dichte des Netzwerks beschrieben wurde. Dabei wurden Strukturmerkmale durch die Benennung von Hauptclustern (Themen) innerhalb des Netzwerks und knotenbasierte Merkmale durch Analyse der Merkmale der Knoten (Papers) eingeordnet, in erster

⁹ CiteSpace v.5.5R2 wird als Tool zur Visualisierung und Analyse von Trends und Mustern in der wissenschaftlichen Literatur verwendet.

Linie hinsichtlich ihrer Zentralität. Zum besseren Verständnis können in einem Netzwerk drei Hauptbedingungen die Zentralität definieren: (i) Degree, d.h. die Anzahl der Beziehungen von jedem Knoten; (ii) Centrality, für die kürzesten Wege zwischen Knoten; und (iii) Betweenness; Knoten, die auf dem kürzesten Weg zwischen anderen Knoten liegen. Auf diese Weise wurde das Co-Citation-Netzwerk aufgebaut, um die Struktur des gesamten Paper-Sets zu charakterisieren. Anhand dieser Methode konnten die am häufigsten zitierten Artikel und Zitiermuster identifiziert werden. Anschließend wurden die Papers mit der höchsten „Betweenness“ und „Degree“ jedes Clusters ausgewählt und eingehend analysiert.

Insgesamt konnten 91 Cluster häufig zitierten Referenzen abgegrenzt werden, von denen die fünf relevantesten in Tabelle 1 angeführt sind.

Tabelle 1: Themencluster der statistisch relevantesten Papers anhand der ‚Web of Science‘ Datenbanksuche

Nummer #	Cluster (Themenbereiche)
0	Urban environment
1	Urban energy balance
2	Cool roof
3	Urban residential sector
4	Green roof

Die (am häufigsten zitierten) Referenzen sind entsprechend der Größe der Knoten dargestellt, welche auch auf eine große Anzahl von Querverweisen zwischen Autoren hinweisen. Die normalisierte Zwischen-Zentralität [0,1], welche misst, wie wichtig ein einzelner Knoten für andere Knoten im Netzwerk ist, zeigt eine recht geringe Verbindung zwischen den einzelnen Papieren und Clustern. Das relevanteste Papier ist Kavgić M (2010) mit einem Zentralitätswert von 0,15, gefolgt von Swan LG (2009) und Perez-Lombard L (2008) mit jeweils 0,09 (siehe auch Abbildung 9). Mit den im Rahmen der bibliometrischen Analyse ausgewerteten Daten wurde ein wissenschaftliches Paper vorbereitet, welches im Frühjahr 2021 finalisiert und eingereicht wird.

5.3. Case Studies zur Verwendung gebäudebezogener Energiedaten

Im Zuge des Kooperationsprojektes wurden zahlreiche Case Studies aus den teilnehmenden Ländern analysiert. In Subtask A bestand der Fokus der auszuwählenden Best Practices in der Erhebung bzw. Verwendung von gebäudebezogenen Energiedaten in angewandter Forschung. Kriterien, nach denen die Case Studies ausgewählt und beschrieben wurden, können wie folgt zusammengefasst werden:

- Hintergrundinformation/ Ausgangslage
- Skalierung/ Repräsentativität
- Beteiligte AkteureInnen
- Verwendete Daten(-sätze)
- Umsetzung/ Realisierung des Vorhabens
- Zugang zu Daten
- Stärken und Chancen
- Kernaussagen/ Technische Details

Die Ergebnisse wurden in standardisierten Vorlagen – Umfang ca. 2-6 Seiten – implementiert. Der österreichische Beitrag umfasste dabei ein Projekt aus der Programmlinie „Stadt der Zukunft“ sowie dem Programm „Data Pioneers“ des BMK. Die Case Studies liegen dem Anhang bei. Die aufbereiteten Case Studies wurden den beteiligten AkteurInnen in einer Feedback-Schleife zur Korrektur bzw. Freigabe vorgelegt und abgestimmt.

Case Study #1: Monitoringprojekt Gema - Messtechnische Untersuchung von energieeffizienten Demonstrationsgebäuden

Kurzfassung: Messtechnische Untersuchung und Analyse von Dienstleistungs- und Wohngebäuden in Österreich mit innovativen Technologien bzw. Gesamtkonzepten für die thermische Konditionierung und Gebäude-Energieversorgung. Die Ergebnisse dienen der Nutzung des Optimierungspotentials in energetischer, ökologischer und sozialer Hinsicht für künftige Bauvorhaben. Bei den meisten der neun Dienstleistungsgebäude zeigte sich in der Auswertung der messtechnischen Daten, dass die gemessenen End-Energieverbrauchswerte gut mit den im Voraus berechneten Planwerten übereinstimmen. Abweichungen gibt es naturgemäß dann, wenn die Nutzung oder auch das haustechnische Konzept in der Realität von der Planung deutlich abweichen. In den meisten Gebäuden konnten in der Betriebsführung der haustechnischen Anlagen Potentiale für Optimierungsmaßnahmen identifiziert werden. Insbesondere in den Gebäuden mit komplexeren haustechnischen Verbundanlagen bekamen die Gebäudebetreiber erstmals einen umfassenden Einblick in die Betriebsführung der Anlagen, was in zwei Gebäuden während der Projektlaufzeit zu Umbau- und Anpassungsmaßnahmen führte. Die Einstufung der Gebäude nach dem TQB-System mit Ergebnissen im Bereich größer 80% der maximal erreichbaren Punkte belegt ebenfalls die hohe Qualität und die nachhaltige Ausrichtung aller Gebäude. Die Empfehlungen an zukünftige GebäudeplanerInnen und -errichterInnen beziehen sich vor allem auf die Erkenntnisse zur Betriebsführung der haustechnischen Anlagen und zur messtechnischen Untersuchung an sich.

Link: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/gema-messtechnische-untersuchung-von-energieeffizienten-demonstrationsgebaeuden.php>

Case Study #2: Data Pioneers

Kurzfassung: Im Programm Data Pioneers wurden Unternehmen dabei begleitet, die Welt von Open Innovation und Open Data zu erkunden – und die daraus resultierenden Chancen zu nutzen. Dazu wurde ein Rahmen von vier ineinander greifenden Veranstaltungen und individuelle Betreuung im Zeitraum von sechs Monaten angeboten. Bei zwei Workshops für Unternehmen (Oktober und Dezember 2016) wurden Ideen entwickelt und Daten erkundet, die beim größten Event der Reihe, dem Data Pioneers Create Camp (Februar 2017), in die Community getragen wurden. Auf diese Weise konnte durch den Einsatz von Open Innovation Methoden das Potential für neue Möglichkeiten und Chancen in und mit österreichischen Unternehmen ausgeschöpft werden. Die Ergebnisse wurden in einer Medien-Kampagne präsentiert, um so das öffentliche Bewusstsein für offene Innovationsprozesse und offene Daten in Österreich nachhaltig zu fördern. Das Programm Data Pioneers ist ein Kooperationsprojekt des Open Data Portals Österreich und dem damaligen BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie).

Link: <https://www.opendataportal.at/data-pioneers/>

Annex 70 case study

Case study “Data Pioneers”

Setting / location: The pilot project “Data Pioneers” took place in Austria and consisted of four workshops in Vienna.

Scale / population: The data(sets) used within this hackathon like event is very diverse and comprises e.g. company specific data as well as climate scenarios or weather data. It contains different information on national level in Austria (company data, weather data, data of museum collections etc.) and also partly Europe-wide data (terrain models).

Who was involved: Project initiator has been the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology and the Open Data Portal Austria. Participating institutions were AEE INTEC – Institute for Sustainable Technologies, Die Johanniter Austria, UbiGo KG, VERBUND AG and Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), which provided open data and participated at workshops to develop innovative community-based concepts.

Summary: The project “Data Pioneers” brings together companies and creative “data artists” to initiate open innovation processes by using open data. During four workshops and meetings, open data was analyzed and ideas for potential fields of application were developed. The result of the workshops are seven project ideas e.g. an Open Data Assistant, a tool for the observation of wetlands close to Vienna and a widget for community websites, which shows alternative options of mobility in rural areas. The tools and concepts are as various as the provided open data and are useable by different user groups.

Datasets used: Open data is provided by participating companies. The data is very diverse, it comprises e.g. data of museum and library collections, data of company foundations, digital terrain models, data of climate scenarios, multi spectral data of clouds, member data of the Austrian Federal Economic Chamber, data of political parties or data of courses of the Vienna University of Economics and Business.

Implementation / Method: The analysis and structuring of the provided open data for further handling was done during the Open Data workshop together with five companies. During the Data Pioneers Create Camp companies, creative thinkers and entrepreneurs developed new ideas to connect and illustrate information, innovative apps or business concepts. The results were publicly presented and discussed at the Data Pioneers MeetUp. Finally, the results were collected and disseminated by a media campaign. Some of the project ideas are now under further development and implementation by the companies, who provided the data at the beginning of the process.

Accessibility: In the project, open data from participating companies was provided. All the datasets can be downloaded from the website <http://data.opendataportal.at/dataset>.

Strength and opportunities: The aim of the project is to introduce companies to the world of open data and to connect them with people of the community, which know how to use the data. New concepts and innovative ideas to connect and illustrate data shall be developed in accompanying workshops by companies and creative thinkers.

Technical facts: The provided open data sets are available in different data formats, according to the type of information they provide.



Figure 1: Workshop (Source: BMVIT)

Abbildung 10: Case Study Layout am Beispiel „Data Pioneers“

5.4. Erfahrungen und Lernprozess von Open FTI Data Pionieren

Innerhalb der Laufzeit des Annex 70 wurden auch Fragestellungen im Zusammenhang mit Open Innovation und Open FTI Daten behandelt. Vor dem Hintergrund, dass öffentlich verfügbare Ergebnisdaten weiteren AkteurlInnen neue Möglichkeiten eröffnen, mit diesen Daten zu arbeiten und zu weiteren Forschungserkenntnissen zu kommen, konzentrierte sich die Entwicklungen zu Open Data in Österreich bislang vor allem auf Aktivitäten im Bereich der Wissenschaften (Open Access) und der öffentlichen Verwaltung (Open Governmental Data). Erst vereinzelt findet das Thema Eingang in die Wirtschaft bzw. angewandte Forschung und Entwicklung¹⁰. Um auf Erfahrungen mit Datenmanagementplänen (DMP) und Open Data (OD) aufzubauen und daraus Richtlinien für die gute Praxis abzuleiten, wurde im Rahmen eines von der ÖGUT begleiteten Prozesses eine Gruppe von Projektdurchführenden („Open Data-Pioniere“) involviert. Ziel dabei war, Antworten im Umgang mit diesen relativ neuen Themen zu erlangen und erfolgreiche Fallbeispiele (auch in Hinsicht auf die Verwendung gebäudebezogener Energiedaten) der Open Data Pioniere zu generieren.

Ergebnisse aus diesem Prozess können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bislang gibt es, selbst bei Pionieren, wenig Erfahrungen zu Datenmanagementplänen (DMP) im Energie- und Gebäudereich (siehe Abbildung 11). Zwar werden DMP als nützlich in der Organisation von Forschungsdaten gesehen, der Aufwand wird jedoch als relativ hoch eingeschätzt.

¹⁰ Eine sehr ausführliche Beschreibung zum Stand des Wissens und allgemeine Einführung in das Thema liefert eine Studie des GFF, ZSI und AIT. „Open FTI Data Policy – Implikationen für die Open FTI-Governance“, Studie im Auftrag des BMVIT, August 2016.

- Teilweise ist der Nutzen (Business Case) der Bereitstellung und des Teilens von (Forschungs-) Daten nicht klar, die Wettbewerbssituationen zwischen Unternehmen (aber auch Forschungseinrichtungen) gilt als wesentliche Barriere.
- Weitere Barrieren: Datensicherheit, Datenschutz und Privatsphäre, Qualitätssicherung, fehlende Quellenangaben und mangelnde Kompatibilität der Bereitstellung von Daten mit Interventionslogik von FTI-Förderungen (wirtschaftliche Verwertung)

Haben Sie Erfahrungen mit Datenmanagementplänen (DMP)?

12 Antworten



Abbildung 11: Erfahrungen mit Datenmanagementplänen unter Open Data Pionieren (n=12)

Maßnahmen zum Aufbau einer offenen Datenkultur umfassen demnach den Aufbau einer gemeinsamen Wissensbasis, die Ansprache verwaltungsinterner AkteurInnen, einen standardisierten fachlichen Austausch, Regulierungsvorgaben und Weiterbildungsangebote. Höchste Priorität wird in der verständlichen und nachvollziehbaren Aufbereitung der Mehrwerte und des Nutzens offener Datenbestände gesehen. Benötigt werden Argumente, überzeugende Fallbeispiele und einleuchtende Visualisierungen, von denen sich der Nutzen einer Öffnung klar ableiten lässt. Es wird empfohlen, die Potentiale für Arbeits- und Personalreduktion sowie die finanziellen Einsparungsperspektiven durch offene Forschungsdaten überzeugend aufzuzeigen. Ergänzend zum volkswirtschaftlichen Nutzen einer Datenöffnung sind jene Zielgruppen explizit zu benennen, die besonders von offenen und frei zugänglichen Datenbeständen profitieren. Um die Mehrwerte und den Nutzen nachzuweisen, empfiehlt es sich, geeignete nachvollziehbare und quantifizierbare Indikatoren zu bestimmen. Wünschenswert sind auch Richtlinien hinsichtlich der Datenqualität, -form und -struktur. Gelten der anglo-amerikanische und skandinavische Raum als Vorreiter in punkto Datenoffenheit und Transparenz, gibt es hierzulande eine recht konservative Haltung und traditionelle Geschäftsmodelle bzw. ein mangelndes Bewusstsein für das Potenzial von Open Data und innovationsgetriebenen Geschäftsmodellen.

Hinsichtlich gebäudebezogener Energiedaten gelangte man zu dem Ergebnis, dass eine empirische Datenbasis eine notwendige Grundlage darstellt, um z.B. das Ausmaß zu erwartender Rebound-Effekte im Gebäudebereich bewerten zu können. Dazu stellt sich das Problem der international unterschiedlichen Systemgrenze, z.B. durch relativen Effizienzvorschriften (U-Werte je Bauteil, ausgedrückt in W/m^2K), welche noch keine absoluten Effekte sicherstellen. Um Rebound-Effekte nachhaltig zu mindern, wären beispielsweise progressive Effizienzvorschriften zielführend.

Schlussendlich bleibt festzuhalten, dass ohne die Einhaltung des Datenschutzes und der Gewährleistung von Sicherheit bei der Verarbeitung und Nutzung wie auch des Schutzes vor Verfälschung und Missbrauch der Daten, die erwarteten Vorteile nicht zu erreichen sein werden. Dazu gehört neben technischen Lösungen zur Einhaltung von Datenschutz und Sicherheit auch die Klärung rechtlicher Fragen, z. B. nach der Rolle des Urheberrechts und des „Besitzes“ von Daten.

5.5. Datenklassifizierung in Gebäudebestandsmodellen

Bisher gab es mehrere Versuche, Gebäude-/Energiemodelle zu klassifizieren. Zu den wichtigsten zählt die Einteilung von Swan und Ugursal aus dem Jahr 2009, in dem die wichtigsten Typologien zusammengefasst sind (Swan und Ugursal 2009). Die Bezeichnungen „Top-Down“-Modelle (beginnen mit einer systemischen Gesamtperspektive eines Systems) und „Bottom-Up“-Modelle (beginnen mit einer detaillierten Darstellung und aggregieren Systembestandteile bis zur Gesamtsystemebene) werden seit langem für viele Modellierungstypologien verwendet. Swan und Ugursal erweiterten bestehende Konzepte hinsichtlich der Modellierung der Energie in Wohngebäuden, um acht Haupttypen von Modellierungstechniken in den allgemeinen Kategorien von oben nach unten und von unten nach oben zu identifizieren.

In den letzten zehn Jahren wurden zunehmend Datenmengen gesammelt (z.B. Gebäudeeigenschaften, Geoinformationen, Energieverbräuche in hoher zeitlicher Auflösung, bis hin zu NutzerInnenverhalten). Diese verbesserten und in größerem Umfang verfügbaren Daten können genauere Gebäudebestandsmodelle mit weniger räumlichen Daten liefern. Zum Beispiel werden europäische Energieausweise zunehmend mit Daten zu Gebäudeeigenschaften und Energieeffizienz erhoben. Die Daten sind für die Entscheidungsfindung angesichts des voranschreitenden Klimawandels von wesentlicher Bedeutung. In Kalifornien können beispielsweise Universitäten im Rahmen von Geheimhaltungsvereinbarungen Energieverbrauchsdaten auf Adressebene abrufen. Kommunen können auch auf aggregierte Versorgungsdaten für kommunale Aufgaben zugreifen. Der Zugriff auf diese Daten ermöglicht Verknüpfungen, die durch Geokodierung mit Gebäudeattributen erstellt werden sollen, wodurch die Beziehungen zwischen diesen offengelegt werden. Die Verwendung derart detaillierter empirischer Energieverbrauchsdaten verbessert die räumliche Auflösung und Vorhersage erheblich. Einige Klassifizierungssysteme wurden bereits dahingehend erweitert, um den oben genannten Umständen Rechnung zu tragen, jedoch gibt es weitere Klassifizierungssysteme, die noch nicht um daten-getriebene Innovationen erweitert wurden.

Im Rahmen der Forschungskoooperation wurde der Versuch unternommen, einen Beitrag zur Klassifizierungsthematik zu leisten. Das in Abbildung 12 vorgeschlagene Schema schafft einen flexiblen Rahmen für die Klassifizierung von Modellen, welches: (a) auf bestehenden Klassifizierungs-Frameworks aufbaut und dabei neu entstehende simulationsbasierte, datengesteuerte, und hybride Modellierungstechniken integriert; (b) die potenziellen Unterebenen eines Gebäudebestandsmodells erkennt; und (c) die Beschreibung zusätzlicher Modelldimensionen, die von einer übergeordneten Klassifizierung nicht ohne weiteres erfasst werden können, erfordert.

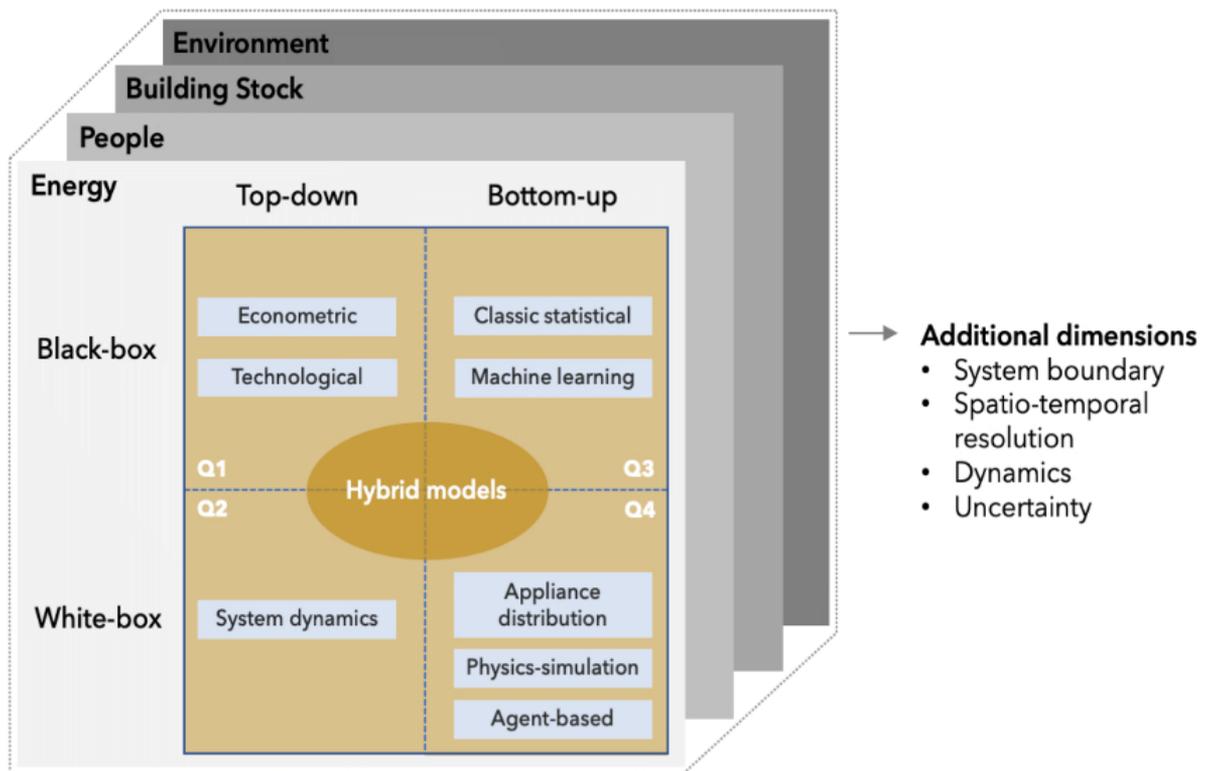


Abbildung 12: Aktualisiertes Klassifizierungsschema für Gebäudebestandsmodelle, welches im Rahmen der Forschungskoooperation erarbeitet wurde

Das Schema baut dabei auf bestehenden Klassifizierungsansätzen auf und liefert einen Beitrag zu folgenden Punkten:

- 1) Die Klassifizierung vermeidet eine hierarchische Struktur zugunsten einer flexibleren Organisation, Modelle werden in vier Quadranten gegliedert, je nachdem, ob es sich um Top-Down- oder Bottom-Up- bzw. Black-Box- oder White-Box-Quadranten handelt; Modelle sind durch ihre zutreffenden Quadrant(en) gekennzeichnet (Q1 für Top-Down / Black-Box, Q1 / Q4 für Hybrid usw.)
- 2) neue simulationsbasierte und datengetriebene Ansätze werden identifiziert (z.B. Systemdynamik, agentenbasierte Modelle, maschinelles Lernen)
- 3) Hybridmodelle, die Modellierungstechniken über Quadranten hinweg kombinieren
- 4) Sub-Kategorien, die wichtige Determinanten des Energieverbrauchs darstellen, sind dargestellt; Modellierungsansätze für jede dieser Determinanten könnten abgebildet werden
- 5) vier zusätzliche Modellierungsdimensionen, die parallel zur Abbildung eines Modells auf die Klassifizierungsquadranten zu beschreiben sind.

Das Paper kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Gebäudebestandsmodelle sind wesentliche Werkzeuge für die Entwicklung von FTI-Strategien.
- Im Rahmen der Forschungskoooperation wurde ein Mehr-Ebenen-Quadranten-Schema zur Klassifizierung von Gebäudebestandsmodellen erarbeitet.

- Das Schema integriert technologische Entwicklungen im Gebäudebereich und neue Möglichkeiten datengetriebener Innovationen.
- Das neue Klassifizierungsschema ermöglicht die Anwendung von Gebäudebestandsmodellen in der Energie- und Innovationspolitik.

Das Ergebnis der vorgeschlagenen Klassifizierung mündete während der Laufzeit des Annexes in ein Paper (Langevin et al 2020). Grundlegende Klassifizierungscharakteristika und vorbereitende Arbeiten wurden auch von Seiten der teilnehmenden österreichischen Partner AEE INTEC und ÖGUT eingebracht.

5.6. Best Practices im Umgang mit Datenverfügbarkeit, Harmonisierung und Datensicherheit

Im Zuge des Kooperationsprojektes wurden auch in Subtask B Case Studies aus den teilnehmenden Ländern vorgeschlagen und analysiert. Während der Fokus in Subtask A (siehe 5.3) auf der Erhebung bzw. Verwendung von gebäudebezogenen Energiedaten lag, wurden hier Methoden über Datenzugriff, die Harmonisierung, die Anonymisierung und Ansätze zur Behandlung des Datenschutzes im Zusammenhang mit Daten zu Energie- und Gebäudebeständen identifiziert. Kriterien, nach denen die Case Studies ausgewählt und beschrieben wurden, können wie folgt zusammengefasst werden:

- Hintergrundinformation/ Ausgangslage
- Verwendete Methoden
- Datenqualität
- Zusammenfassung und Begründung des Best Practice
- Nächste Schritte
- Verwendete Datensätze

Die Ergebnisse wurden in standardisierten Vorlagen – Umfang ca. 3-6 Seiten – implementiert. Der österreichische Beitrag umfasste dabei zwei Projekte aus der Programmlinie „Stadt der Zukunft“. Die aufbereiteten Case Studies wurden den beteiligten AkteurInnen in einer Feedback-Schleife zur Korrektur bzw. Freigabe vorgelegt und abgestimmt. Die Case Studies liegen dem Anhang bei.

Case Study #1: HOTSPOTS - Holistic thermographic screening of urban physical objects at transient scales

Kurzfassung: In HOTSPOTS wurde eine methodisch geschlossene Verfahrenskette von ineinandergreifenden Projektmodulen realisiert. Die Datengrundlage des Projektes bildet ein sogenannter 3D-Thermalkataster, welcher aus Luftbilddaten generiert wird. Aufgabe ist hierbei die flächendeckende Erfassung von Thermaldaten im Stadtgebiet. Die Einzelbilddaten werden zur einer holistischen stadtweiten Datenbasis verknüpft und in die dritte Dimension gehoben, indem 3D-Gebäudemodelle aus den Bilddaten abgeleitet werden. Im 3D-Thermalkataster werden dann "Critical Spots" identifiziert. Critical Spots in der Stadt definieren Infrastrukturzellen auf Distriktebene, die ein besonders großes Potential zur Optimierung aufweisen. Eine Detailanalyse dient der selektiven

Verbreiterung der Datenbasis innerhalb einer ausgewählten Infrastrukturzone. Dies umfasst eine mobile Datenaufnahme mit einem UAV, insbesondere zur detaillierteren thermischen Analyse und zur Generierung von 3D-Gebäudemodellen, aus welchen für Optimierungsmaßnahmen relevante geometrische Parameter abgeleitet werden können. Als weiterer Forschungsaspekt wird die punktuelle Erfassung und Verdichtung der Daten im Sinne eines dreidimensionalen Luftgasschichtenmodells untersucht. Zusätzlich wurde ein Decision Support Instrument für die interaktive Auswahl, Verortung von Energieeffizienzmaßnahmen und der Simulation der sich ergebenden Effekte mit der Berechnung von optimalen Maßnahmenkombinationen für Teilräume eingesetzt.

Link: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/hotspots-holistic-thermographic-screening-of-urban-physical-objects-at-transient-scales.php>

Case Study #2: Energiemosaik Austria - Österreichweite Modellierung und webbasierte Visualisierung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen auf Gemeindeebene (ursprünglich: EnCO2Web)

Kurzfassung: Das Energiemosaik Austria gibt einen detaillierten Einblick in die Struktur des Energieverbrauchs und der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen auf Gemeindeebene. Der raumrelevante Ansatz und die detaillierte Beschreibung der raumgebundenen Nutzungen auf Gemeindeebene stellen sicher, dass sich die Modellierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bestmöglich an die jeweils besondere Situation der österreichischen Städte und Gemeinden annähert. Abweichungen der modellierten von realen Werten sind unter Berücksichtigung der Schwankungsbreite zu interpretieren, die der Energieverbrauch von Jahr zu Jahr aufweist (meteorologische, konjunkturelle Schwankungen). Das Energiemosaik Austria stellt nicht nur eine unerlässliche, strategische Planungs- und Entscheidungsgrundlage dar. Vielmehr leistet es auch einen Beitrag zur Sensibilisierung von energie-, klima-, raum-, umwelt- und mobilitätsrelevanten Akteuren sowie der interessierten (Fach)-Öffentlichkeit.

Link: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/energiemosaik-austria.php>

5.7. Internationales Datenrepositorium gebäudebezogener Energiedaten und -modelle

Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass in Forschungsprojekten in großem Umfang Primärdaten gesammelt, mit Metainformationen erschlossen und ausgewertet werden, die Ergebnisse anschließend in Veröffentlichungen zur Verfügung gestellt werden, der Zugang zu Rohdaten dagegen meist verwehrt bleibt, wurde im Rahmen der Forschungskoooperation ein internationales Datenrepositorium für gebäudebezogene Energiedaten/-modelle geschaffen. Der Begriff Repositorium (engl. repository) bezeichnet ganz allgemein eine Verzeichnis- oder Datenbankstruktur für Programme, Datenmodelle, Verfahren oder Objekte. Mit dem Aufbau des Repositoriums wurde die technische Basis geschaffen, Forschungsdaten aus der Gebäude- und Energieforschung über den technologischen Wandel hinweg längerfristig zu sichern und für künftige wissenschaftliche Vorhaben bereitzustellen.



WELCOME...

Welcome to the Data and Model Registry for the International Energy Agency (IEA) for Energy in Buildings and Communities (EBC) Annex 70 – Building Energy Epidemiology: Analysis of real building energy use at scale. Please select from our building and energy related themes below or alternatively search from our extensive data and model registry using the search box.



Abbildung 13: Screenshot des Datenrepositoriums des EBC Annex 70

Das Repositorium erlaubt sowohl eine einfache Eingabe von thematischen Datensätzen (data registry) als auch Modellen (model registry) und liefert eine Übersicht über die veröffentlichenden Organisationen und Länder. Innerhalb des Projektzeitraums¹¹ konnten bereits 1.094 Datensätze und 11 Gebäudemodelle in das Repositorium aufgenommen werden. Neben Meta-Informationen zu den bestehenden Datensätzen werden mögliche Nutzungs- und Verwertungsrechte beschrieben.

Von Seiten der österreichischen Beteiligung an der Forschungskoooperation wurden 14 nationale Datensätze eingegeben, u.a. Open Data Austria, Statistik Austria, ZEUS Gebäudedatenbank oder die Gebäudedatenbank der AEE INTEC. Das Repositorium kann unter <http://www.iea.ierc.info/testing/index.php> abgerufen werden. Ein „How-to-Guide“ zur Anwendung des Repositoriums und Eingabe von Datensätzen/-modellen liegt dem Anhang bei.

5.8. Analyse der Sensitivität und Unsicherheit von techno-sozio-ökonomischen Gebäudebestandsmodellen

Für verschiedene planerische und politische Fragestellungen ist die Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Wärme- und Kältebedarfs von großer Bedeutung. Allerdings sind techno-sozio-ökonomische Gebäudestock-Energiemodelle, die für Energie- und Emissionsentwicklungsprognosen und politische Bewertungen verwendet werden, mit erheblichen Unsicherheiten behaftet.

¹¹ Stand 31.12.2020

Die zentrale Forschungsfrage dieses Teils von Subtask C war: Welches sind die Eingangsparameter, die den größten Einfluss auf die Ergebnisse in techno-sozio-ökonomischen Gebäudebestandsmodellen für die Entwicklung von Szenarien des zukünftigen Energiebedarfs und Technologieeinsatzes zeigen? Durch die Erarbeitung von Antworten auf diese Frage werden die Anwendbarkeit von globalen Sensitivitätsanalysen auf datenintensive techno-sozio-ökonomische Bottom-up-Gebäudebestandsmodelle analysiert und demonstriert.

Im Folgenden wird die Anwendung des entwickelten Konzepts auf das Gebäudebestandsmodell Invert/EE-Lab (www.invert.at) unter Verwendung der „Elementary Effects“ Methode als Sensitivitätsanalyse beschrieben, ein Ansatz, der dem Komplexitätsgrad des Modells angemessen ist. Exemplarische Ergebnisse für ausgewählte Parameter für Szenarien in ausgewählten Ländern werden dargestellt. Invert/EE-Lab ist ein dynamisches Bottom-up-Modell, das die Auswirkungen von wirtschaftlichen und regulatorischen Bedingungen auf die zukünftige Entwicklung des Gesamtenergiebedarfs, des Energieträger-Mixes, der CO₂-Emissionsreduktion und der Kosten bewertet. Das Modell baut auf einer disaggregierten Gebäudebestandsdatenbank auf Länderebene auf sowie auf Versorgungstechnologien, regionalen Klimadaten, Energiepreisen und Energieträgerpotenzialen, außerdem auf Verhaltensaspekten und Investitionsentscheidungskriterien. Der Kern des Tools ist ein myopischer, multinominaler Logit-Ansatz, der die Ziele der Agenten optimiert (www.invert.at). Diese Arbeit konzentrierte sich auf die Analyse des Einflusses relevanter Indikatoren wie Zinssätze, Kosten, Energiepreise, ausgewählter technischer Parameter und Verhaltensaspekte auf den Endenergiebedarf bzw. die damit verbundenen Energieträgeranteile oder installierten Kapazitäten.

Die Methode der Elementareffekte kann als ein randomisiertes "One-At-a-Time"-Design angesehen werden. Elementare Effekte für jeden Input werden von verschiedenen Punkten im Input-Raum aus berechnet. Diese führen zu Mittelwert und Standardabweichung der Output-Variablen, die als Maß für die Wichtigkeit einer bestimmten Input-Variablen und ihrer Wechselwirkungen mit anderen Inputs angesehen werden können. Als Methode zur Bewertung und zum Vergleich der Sensitivitäts-/Ungewissheitsanalyse wurden mehrere Varianten der Variablenvariation unter Verwendung der Methode der Elementareffekte von Morris (Campolongo et al., 2007) durchgeführt und Mittelwert und Standardabweichung der Elementareffekte berechnet. Die Analyse wurde in der SAFE Toolbox (MATLAB) implementiert, ergänzt durch in Python geschriebene Datenverwaltungsskripte (<https://www.safetoolbox.info/info-and-documentation/>). Für die ausgewählten Eingabeparameter wurde nach der Generierung der Eingabedatenstruktur auf Basis der Invert/EE-Lab-Daten die SAFE-Toolbox zur Generierung der Eingabedatenstichprobe verwendet, für die Latin Hypercube als Abtaststrategie gewählt wurde. Diese modifizierte Datenstichprobe wurde verwendet, um die Invert/EE-Lab-Eingangsdaten zu modifizieren, die mehrfach für die erstellten Eingangsdatenstichproben ausgeführt wurden. Für die resultierenden Ausgabeparameter wurden Indikatoren erstellt und visualisiert.

Die Anzahl der elementaren Effekte wurde mit $r = 20, 30, 40, 100$ variiert. Die endgültige Anzahl der Modellauswertungen ergibt sich aus $r \cdot (M+1)$. Aufgrund der Tatsache, dass Invert/EE-Lab ein gewisses stochastisches Verhalten zeigt (Müller 2015), wurden 3-5 Modellläufe pro Stichprobe durchgeführt und der mittlere Ausgangswert dieser Modellläufe berechnet. Insgesamt führte dies für den Fall Frankreich zu einer Anzahl von 20.400 Modellläufen. Als Ausgangsvariablen wurden folgende gewählt: installierte Leistung von Wärmepumpen im Jahr 2030, Anteil des Endenergieverbrauchs von Wärmepumpen (am gesamten Endenergieverbrauch für Raumheizung und Warmwasser,

einschließlich Umgebungswärme und Stromverbrauch) im Jahr 2030, Endenergieverbrauch von Gas für Raumheizung und Warmwasser im Jahr 2030.

Um die Anwendbarkeit der oben angegebenen Unsicherheitsmethode zu zeigen, wurden bestehende Szenarien für ausgewählte Länder herangezogen, die im Projekt SET-Nav entwickelt wurden. Die Szenario-Logik und Hintergrundscenario-Daten dieses "Referenzszenarios" sind in Hartner et al., (2018) und Crespo del Granado et al., (2020) näher beschrieben. Das gewählte Szenario zeigt die Auswirkungen der aktuellen Politik (Stand 2015) und steht damit im Gegensatz zu starken (oder sogar vollständigen) Dekarbonisierungs-Szenarien. Dennoch kommt es bis 2050 zu einigen signifikanten Änderungen im Technologiemarkt und der Energienachfrage. Aufgrund der Tatsache, dass die Hauptabsicht der Arbeit darin bestand, die Anwendbarkeit der globalen Sensitivitätsanalyse in dieser Art von Modell zu demonstrieren, werden die Ergebnisse nur für das Jahr 2030 gezeigt, um die Rechenzeit zu reduzieren.

Die folgenden Abbildungen zeigen beispielhafte Ergebnisse für die Output-Variablen Energieeinsatz für Wärmepumpen sowie für Erdgas in den Szenarien bis zum Jahr 2030 für den Fall von Schweden (Abbildung 14, links) und Spanien (Abbildung 14, rechts). Die Ergebnisgrafiken zeigen die Standardabweichung der elementaren Effekte über dem Mittelwert der jeweiligen elementaren Effekte. Da dies in jeder Abbildung für jeden der 10 ausgewählten Eingangsparameter geschieht, können die Parameter mit dem größten Einfluss auf die Standardabweichung und den Mittelwert des elementaren Effekts identifiziert werden.

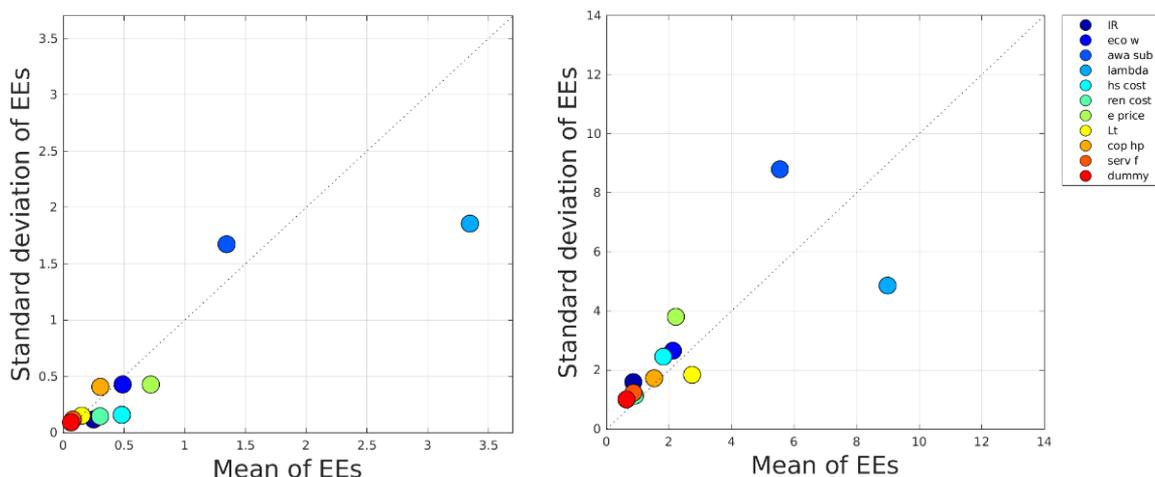


Abbildung 14: Beispielhaftes Ergebnis der Sensitivitätsanalyse des in Modellläufen im Jahr 2030 resultierenden Energieeinsatzes in Wärmepumpen in Schweden (links) und Spanien (rechts).

IR – Interest rate – Zinssatz; eco w – Gewicht des ökonomisch rationalen Kalküls in der Entscheidungsfindung bezüglich Gebäudesanierung und Heizsystemwahl; awa sub – subsidy awareness – Faktor, der den Bekanntheitsgrad von Förderinstrumenten bestimmt; lambda – Koeffizient im logit-Ansatz zur Bestimmung des Marktanteils von Technologien; hs cost – Heizsystem Kosten; ren cost – Sanierungskosten; e price – Energiepreis; Lt – Lebensdauer von Heizsystemen; cop hp – Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen; serv f – Servicefaktor, der bestimmt, zu welchem Anteil Gebäude beheizt werden; dummy – Dummy Parameter zu Test-Zwecken.

Im Fall des Energieeinsatzes in Wärmepumpen erweisen sich in beiden Ländern die beiden folgenden Variablen als die sensitivsten: (1) „eco w“ ist ein Faktor, der den Bekanntheitsgrad von Förderinstrumenten bestimmt. Naheliegender Weise stellt die Existenz eines Förderinstrumentes für Wärmepumpen, bzw. dessen Bekanntheit unter GebäudeeigentümerInnen einen wesentlichen Faktor dar. (2) Der Lambda-Wert stellt den Koeffizient im Logit-Ansatz des Modells dar, der die

Sensitivität von GebäudeeigentümerInnen im Entscheidungsverhalten hinsichtlich der Reaktion auf Unterschiede zwischen Heizsystem-Optionen beschreibt. Weisen zwei Heizsystem sehr ähnliche, aber geringfügig unterschiedliche Kosten (oder andere für die Nutzenfunktion relevante Eigenschaften) auf, so bestimmt der Lambda-Faktor, wie stark unterschiedlich Akteure auf diesen Unterschied bei der Wahl eines Heizsystems reagieren. Die hohe Sensitivität des Lambda-Faktors zeigt also, dass einige Heizsystems sehr ähnliche Kosten (bzw. andere für die Nutzenfunktion relevante Eigenschaften) aufweisen und dass es wichtig ist, die Modellergebnisse auch dahingehend zu interpretieren.

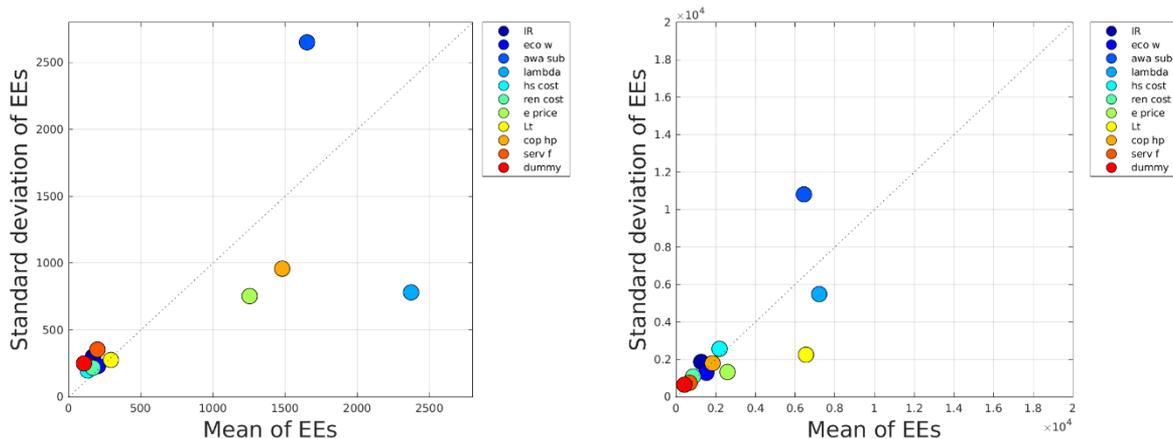


Abbildung 15: Beispielhaftes Ergebnis der Sensitivitätsanalyse des in Modellläufen im Jahr 2030 resultierenden Energieeinsatzes von Erdgas in Schweden (links) und Spanien (rechts).

IR – Interest rate – Zinssatz; eco w – Gewicht des ökonomisch rationalen Kalküls in der Entscheidungsfindung bezüglich Gebäudesanierung und Heizsystemwahl; awa sub – subsidy awareness – Faktor, der den Bekanntheitsgrad von Förderinstrumenten bestimmt; lambda – Koeffizient im logit-Ansatz zur Bestimmung des Marktanteils von Technologien; hs cost – Heizsystem Kosten; ren cost – Sanierungskosten; e price – Energiepreis; Lt – Lebensdauer von Heizsystemen; cop hp – Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen; serv f – Servicefaktor, der bestimmt, zu welchem Anteil Gebäude beheizt werden; dummy – Dummy Parameter zu Test-Zwecken.

Was den Erdgaseinsatz für Raumwärme- und Warmwasserbereitung angeht (Abbildung 15), stellen sich neben den zuvor genannten Input-Parametern folgende als sensitiv heraus: Im Fall von Schweden weist die Variation des Energiepreises sowie der Arbeitszahl von Wärmepumpen einen relativ hohen Effekt auf. Das liegt zum einen daran, dass das Energiepreis-Niveau aufgrund der Besteuerung bereits relativ hoch liegt (zumindest höher als in Spanien). Zum anderen zeigt die Bedeutung der Modell-Sensitivität gegenüber der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpen, dass Wärmepumpen in den Modellergebnissen eine relevante Konkurrenz zu Erdgas darstellen, wobei die Jahresarbeitszahl eine nicht unbedeutende Rolle dabei spielt, wie attraktiv Wärmepumpen im Vergleich zu Gaskesseln sind. Im Fall von Spanien ist es die Lebensdauer von Heizsystemen, die einen deutlich höheren Einfluss auf die Ergebnisse zeigt als die Variation anderer Eingangsparameter. Dies liegt daran, dass im Vergleich zu Schweden ein höherer Bestand an Gasheizungen besteht. Je nachdem, wann diese aufgrund des Erreichens der Lebensdauer zum Tausch anstehen, kommt es zu einem mehr oder weniger raschen Ersatz von Gaskesseln durch erneuerbare Heizsysteme.

Die im Annex gemeinsam erarbeiteten Methoden und Ergebnisse führten zu einem substanziell verbesserten Verständnis der Ergebnisse von Gebäudebestandsmodellen und deren Szenario-Ergebnissen für die kommenden Jahre und Jahrzehnte. Die neu gewonnenen Erkenntnisse werden dazu führen, dass einerseits Sensitivitäten verstärkt und automatisiert durchgeführt werden können

und dass die Modell-Ergebnisse hinsichtlich der identifizierten Sensitivitäten gegenüber verschiedenen Eingangsparametern besser interpretiert werden können.

6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Im Rahmen des Annexes wurde angestrebt, Ursachen über Abweichungen der errechneten von den tatsächlichen Energieverbräuchen empirisch zu untersuchen und Anforderungen an die Datenqualität, -charakteristik oder -sicherheit zu erarbeiten. Empfehlungen hinsichtlich der Verwendung international einheitlicher Standards und Methoden der Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung wurden dabei erarbeitet. Die Ergebnisse und der Erkenntnisgewinn richteten sich dabei primär an folgende vier Zielgruppen:

- **Policy makers (EntscheidungsträgerInnen):** Information zur Effizienz und Effektivität von Gebäudeförderungen (mit dem Fokus Sanierung), Entscheidungshilfen und Werkzeuge für die Raumplanung, Erstellung von Zielstrategien und Fahrplänen zur Gebäudeeffizienz 2050, Entwicklung einheitlicher Methoden zur (regelmäßigen) Erhebung und Analyse von der energetischen Performance von Gebäuden.
- **Technologie- und Komponentenentwickler:** Komponenten- und Technologiehersteller erhalten durch Referenzwerte und den internationalen Vergleich (Benchmarks) einen Indikator für ausländische Märkte und Anforderungen an die Gebäudeperformance. Diese Zielgruppe ist in den Prozess verstärkt einzubinden (z.B. durch regelmäßigen Austausch über Aktivitäten).
- **GebäudeeigentümerInnen/ NutzerInnen:** Durch aktives Energiemanagement, vor allem durch BetreiberInnen/ Facility ManagerInnen oder NutzerInnen von Dienstleistungsgebäuden ergeben sich große Einsparungspotenziale (Energie Audits).
- **(neue) Anbieter von Energiedienstleistungen:** durch den in vielen Ländern anstehenden oder bereits in Umsetzung befindlichen Smart Meter Roll-out eröffnen sich Anbietern innovativer Energiedienstleistungen neue Möglichkeiten, in den Markt einzutreten (Datenmanagement, -analyse, -optimierung). Rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen (Datenschutz) sind nach wie vor zu klären.

Ein zentrales Element der Einbindung nationaler Stakeholder stellte die Umfrage zur Erhebung und Verwendung gebäudebezogener Daten dar, welche im internationalen Vergleich eine überdurchschnittlich hohe Rücklaufquote aufwies. Die Ergebnisse daraus wurde sowohl in einem Stakeholder-Workshop am 19. November 2018 vorgestellt als auch bei dem Begleitprozess Open FTI Data eingebracht.

Tabelle 2: Verteilung der UmfrageteilnehmerInnen nach Berufsgruppen in ausgewählten Ländern

Which group best represents your organization?								
Answer Choices	Response	JPN	AT	CAN	EURx	USA	CH	Total
Technology or component manufacturer (HVAC, PV, etc.)	2%	7	5	0	0	0	7	19
Material or technology supplier	1%	0	0	0	0	0	6	6
Architect	5%	44	2	0	1	0	4	51
Engineer	8%	4	26	0	12	0	36	78
Consultant	15%	24	22	25	11	4	51	137
Craftsmen / installer / construction company	6%	42	4	1	0	0	9	56
Government / public authority	20%	8	11	46	13	7	104	189
Bank / other financial services	1%	0	0	0	1	0	12	13
Real estate / property agency	3%	0	5	1	0	0	22	28
Facility manager	2%	12	4	2	0	0	4	22
Energy supplier / service provider	8%	15	8	10	5	2	33	73
Research	14%	22	20	12	21	11	42	128
NGO	3%	1	1	10	1	6	7	26
Business association	2%	2	1	7	1	0	6	17
Media	0%	0	0	0	1	0	0	1
Investor	1%	0	1	0	0	0	5	6
Developer	1%	0	0	1	0	0	5	6
Housing company (for profit)	1%	5	0	0	0	0	2	7
Housing company or association (public / part-governmental / non-profit)	3%	0	4	6	1	0	17	28
Private landlord or building owner	0%	0	1	0	0	0	3	4
Tenant	0%	1	2	0	1	0	0	4
Other group type (please specify)	3%	5	4	0	1	1	19	30
	Answered	192	121	121	70	31	394	929

Am 16. Januar 2019 stellte Hannes Warmuth die vorläufigen Ergebnisse aus der internationalen Forschungskoooperation bei dem Themenworkshop „Urban Data Management“ im Architekturzentrum Wien vor. Der Fokus der Veranstaltung lag in der Nutzbarmachung von Daten und dem damit verbundenen Potential, die Lebensqualität von BewohnerInnen, die Ressourcen- und Energieeffizienz und die wirtschaftliche Attraktivität von Städten zu erhöhen. Aktuelle Ergebnisse aus Forschung und Technologieentwicklung in den Bereichen „Digitalisierung“ und „Energie- und ressourcenorientierte Stadtplanung“ wurden einem Publikum von insgesamt 80 Personen vorgestellt und mit ExpertInnen diskutiert.

Programm > Themenworkshop: Urban Data Management > 16.1.2019 > Architekturzentrum Wien

AB 09:30 VERNETZUNG BEI KAFFEE

Moderation: Erika Ganglberger, ÖGUT

10:00 Begrüßung

Michael Paula, BMVIT

10:10 Daten als entscheidender Faktor für Erfolg

Stefan Thurner, Complexity Science Hub Vienna

10:40 IntegrCity – Decision-support environment for planning and integrating multi-energy networks and low-carbon resources in cities

Jürgen Fluch, AEE Intec

11:00 Energiemosaik Austria – Österreichweite Modellierung und webbasierte Visualisierung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen auf Gemeindeebene

Lorè Abart-Herisz, Universität für Bodenkultur Wien

11:20 IEA EBC Annex 70 – Building Energy Epidemiology

Hannes Warmuth, ÖGUT

11:45 MITTAGSPAUSE

Moderation: Katrin Bolovich, FFG

12:30 Enerspired Cities – offene harmonisierte Informationsgrundlagen für die energieorientierte Stadtplanung

Markus Biberacher, Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH

12:50 DIM4Energy – Digitale Informationsmodelle für die Planung und Optimierung von Gebäuden und urbaner Energieinfrastruktur

Ralf-Roman Schmidt, Austrian Institute of Technology

13:10 SMART-FI – Die intelligente und lebenswerte Stadt à la SMART-FI

Schahram Dustdar, TU Wien

13:30 HotCity - Gamification als Möglichkeit für die Generierung von Daten zur energieorientierten Quartiersplanung

Ernst Gebetsroither-Geringer, Austrian Institute of Technology

13:50 Podiumsdiskussion

Moderation: Wilhelm Hantsch-Linhart, aws

> Ernst Gebetsroither-Geringer, AIT Austrian Institute of Technology

> Herbert Hemis, MA 20-Energieraumplanung, Stadt Wien

> Lore Abart-Herisz, BOKU

> Schahram Dustdar, TU Wien

AB 14:30 AUSKLANG UND VERNETZUNG

Ort	Zeit
Architekturzentrum Wien (AzW) Museumsplatz 1 im Museumsquartier 1070 Wien	Donnerstag 16. Jänner 2020 10:00 Uhr

3

Abbildung 16: Programm Themenworkshop „Urban Data Management“ mit EBC Annex 70

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Entscheidungen in allen Phasen des Gebäudelebenszyklus - von der Finanzierung über den Bau und Kauf bis hin zum Leasing und der Belegung von Vermögenswerten - hängen von der Verfügbarkeit, Zugänglichkeit und Zuverlässigkeit valider Daten ab. Daten sind auch für die Entwicklung effektiver politischer Instrumente und die Fähigkeit, überzeugende Argumente für den Bau energieeffizienter Gebäude zu liefern, von entscheidender Bedeutung. Gleichzeitig lässt sich feststellen, dass die Wertschöpfungskette im Gebäudesektor sehr komplex und fragmentiert ist. Einzelne Stakeholder, die in verschiedenen Phasen des Lebenszyklus tätig sind, haben häufig sehr unterschiedliche Interessen und Prioritäten und neigen dazu, in Silos zu denken und zu handeln. Die Mehrheit der AkteurInnen entlang der Wertschöpfungskette von Gebäuden sammelt aus verschiedensten Gründen routinemäßig Daten. Ein erheblicher Teil dieser Daten wird dann jedoch entweder verworfen, geht verloren, oder ihr Format ist nicht mit anderen Datenbanken und Berichtsanforderungen kompatibel. In den meisten Fällen werden Daten auch nicht gemeinsam genutzt. All dies untergräbt die Nützlichkeit der Informationen für die Organisation selbst und für andere Stakeholder. Selbst wenn Daten und Informationen gesammelt werden, besteht die größte Herausforderung darin, dass Gebäudedaten und -informationen nicht an einem zentralen Ort gespeichert werden, sondern über viele Abteilungen verteilt sind, die möglicherweise nicht immer den Gesamtwert der Informationen sehen. Es zeigt sich, dass einige Daten in verschiedenen Unternehmensabteilungen lagern, ohne dass Daten gemeinsam genutzt werden können, wodurch ein Datensiloeffekt entsteht. Dies schränkt nicht nur die Nutzung des Mehrwerts nachhaltigkeitsbezogener Informationen ein, sondern behindert auch ein tieferes Verständnis der Relevanz dieser Daten/Informationen für Investitions- und Managementprozesse.

Wie Ergebnisse des EBC Annex 70 zeigen, stellt eine systematische Datenerfassung und -verwaltung entlang des Lebenszyklus eines Gebäudes derzeit eher eine Ausnahme als eine Regel dar. Darüber hinaus werden Daten und Informationen nicht angemessen von einer/m AkteurIn im Lebenszyklus zum nächsten übertragen. Bei jeder Transaktion wird der Informationsfluss unterbrochen. Bisher gibt es kein universelles, standardisiertes System oder Protokoll, das den Zugriff, die Speicherung, Aktualisierung und Übertragung von gebäudebezogenen Daten und Informationen in einem standardisierten Format entlang der Wertschöpfungskette ermöglicht. Mit dem Vorschlag einer einheitlichen Klassifizierung von Daten/Informationen bis hin zu Gebäudebestandsmodellen wurde diesem Umstand begegnet und eine Lösung im internationalen Konsortium erarbeitet.

Während einige AkteurInnen möglicherweise bereit wären, ihre Daten zu teilen, wissen diese oftmals nicht, wo sie ihre Daten ablegen können, d.h. sie kennen keine öffentlichen Datenbanken oder Register. Mit dem internationalen Repository des EBC Annex 70 wurde ein Grundstein gelegt, eine zentrale Datenbank mit weltweit verfügbaren Datensätzen und -modellen zur Verfügung zu stellen. Angesichts der Notwendigkeit von Transparenz und Informationsaustausch sowie einer langfristigen Verwaltung dieser Informationen scheinen Datenaustausch und offener Datenzugriff im öffentlichen Bereich eine naheliegende Lösung zu sein. Während eine allgemeine Transparenzverpflichtung für Bauherren in bestimmten Fällen aus Sicht des öffentlichen Interesses als notwendige Vorgehensweise angesehen werden kann, beispielsweise, um die Wirksamkeit politischer

Maßnahmen und staatlich finanzierter Subventionen und Anreize zu bewerten, ist Open Access mit mehreren Herausforderungen verbunden. Datenschutz, Wettbewerbsfähigkeit, Vertraulichkeit usw. sind nur einige davon. Die schwierigste Frage ist, wer die Verantwortung haben sollte, alle - oft sensiblen und privaten - Informationen zu speichern. Daher (bzw. auch aus den Ergebnissen der Umfrage resultierend) sollte die Verantwortung für das Verwalten und im Falle eines Verkaufs auch für das Übertragen und Aktualisieren von gebäudebezogenen Informationen beim Bauherrn liegen. Auch wenn der Bauherr die Informationen derzeit möglicherweise nicht verwendet, kann er / sie oder ein potenzieller Eigentümer dies in Zukunft tun.

Bei der Erörterung der Vorteile eines Benchmarkings von Energieeffizienzdaten ist es wichtig, zuerst die Vergleichbarkeit anderer scheinbar grundlegenderer Daten zu untersuchen. Alle Versuche, komplexere Daten, Informationen und Fortschritte zu bewerten, werden ad absurdum geführt, wenn der Markt nicht in der Lage ist, die grundlegendsten Daten wie die Grundfläche zu vergleichen. Um die Grundfläche und andere Indikatoren zu berechnen, folgen Bewertungssysteme und entsprechende nationale Industriestandards nicht immer einem allgemein vereinbarten Messsystem, d.h. sie erschweren den Vergleich. Es gibt vielfältige Definitionen einer Grundfläche - selbst innerhalb einzelner Länder, und es besteht nur ein geringer Konsens darüber, wie die Grundfläche zu definieren ist oder welche Energielasten anschließend in die Gebäudebewertung einbezogen bzw. von dieser ausgeschlossen werden sollen. Diese Unstimmigkeiten können die Genauigkeit und Effektivität von Energieeffizienzberechnungen beeinträchtigen und möglicherweise das Benchmarking und die Vergleichbarkeit vieler Aspekte der Gebäudeleistung gefährden. Ein Risiko besteht darin, dass ohne eine einheitliche Basis die nationalen Energieeinsparungsziele in der Praxis möglicherweise nicht erreicht werden und die Berichterstattung verzerrt wird.

Aus Sicht der öffentlichen Verwaltung unterstützen verbesserte Daten und Informationen in erster Linie bessere Vorgaben und Richtlinien. Sie untermauern auch Anreizsysteme wie die Bereitstellung von Steueranreizen, Subventionen und Zuschüssen (z. B. für Energieeffizienzmaßnahmen). In diesen Fällen könnte die öffentliche Verwaltung Maßnahmen ergreifen, um sicherzustellen, dass Bauherren der Öffentlichkeit den Zugang zu Informationen ermöglichen, die zur Qualifizierung für eine solche Bevorzugung verwendet wurden.

Anhand der Aktivitäten in der internationalen Forschungskoooperation EBC Annex 70 können folgende Empfehlungen abgeleitet werden:

- Das Thema Harmonisierung und Standardisierung ist und bleibt eine der Hauptaufgaben des Sektors und der damit verbundenen Politikgestaltung in der Zukunft. Als Erheber und Bereitsteller von Daten kann die FTI-Politik die Erstellung von Standards für Datenberichte und Datenformate maßgeblich beeinflussen. Die Vorteile von aggregierten und offenen Datensätzen sollten standardmäßig berücksichtigt werden. UnternehmerInnen könnten dazu ermutigt werden, Anwendungen und Kommunikationsinstrumente zu erstellen, um VerbraucherInnen und BürgerInnen zu informieren. Dabei sollte jedoch auf neue, innovative Technologien und Betriebsmodelle geachtet werden, um sicherzustellen, dass aggregierte Daten, Best Practices und Benchmarks mit möglichst vielen Parteien geteilt werden können.
- Durch die Verknüpfung der physischen Charakteristika und Leistungsmerkmale von Gebäuden mit Transaktionsdaten in einer kombinierten Datenbank kann die finanzielle Leistung von energieeffizienten Gebäuden und / oder Energieeffizienzmerkmalen in einem

Gebäude und Portfolio verfolgt werden. Dies wird dazu beitragen, den Wert spezifischer Indikatoren zu ermitteln und einige der oben genannten Herausforderungen anzugehen.

- Darüber hinaus wäre ein sogenannter "Gebäudepass" oder eine "Gebäudeprotokolldatei", d.h. ein Datencontainer, in dem alle Bau- und / oder Renovierungs- und Gebäudeinstandhaltungsdaten eingegeben werden können und der während seines gesamten Lebenszyklus im Gebäude verbleibt, ein weiteres nützliches Tool, das einen besseren Informationsfluss und eine bessere Zugänglichkeit ermöglichen könnte.
- Gesetze und Richtlinien können die Wertschöpfung durch offene Datenhebel fördern, und Aufsichtsbehörden können derzeit fehlgeleitete Anreize neu ausrichten.
- Als Vorreiter bei der Bewusstseinsbildung anderer Interessengruppen über die Vorteile und Risiken von Open Data können Gesetzgeber und politische EntscheidungsträgerInnen Kampagnen zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit durchführen, insbesondere über Energiesparmöglichkeiten und wirtschaftliche Vorteile. Politische EntscheidungsträgerInnen sollten Untersuchungen anstoßen, um zu verstehen, was verschiedene Arten von VerbraucherInnen zum Energiesparen motiviert und welche Anreize wirksam sein könnten.
- Die öffentliche Hand spielt eine wesentliche Rolle bei der Abwägung von Vorteilen offener Daten und der Notwendigkeit, die Privatsphäre und die Eigentumsrechte zu schützen. Dabei müssen Vorschriften in Betracht gezogen werden, um die Erfassung, Speicherung, Verwendung und / oder Weitergabe von Daten zu kontrollieren und Regressmöglichkeiten für den Missbrauch von Daten festzulegen. Diese Regeln könnten die sekundäre Verwendung von Daten abdecken.
- In einigen Fällen könnte die öffentliche Hand die Veröffentlichung offener Daten fördern oder vorschreiben, wenn dies umfassenderen gesellschaftlichen Zielen dient oder zur Entscheidungsfindung von VerbraucherInnen beitragen könnte, z. B. zur Förderung der Transparenz über Preis, Herkunft und mögliche gesundheitliche Auswirkungen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anforderungen an nationale Gebäudebestandsmodelle und -analysen zur Entwicklung und Überprüfung von Zielkorridoren (transition pathways) im Gebäudebereich (Quelle: University College London).....	12
Abbildung 2: Zuordnung der an der Umfrage teilnehmenden Stakeholder-Gruppen nach Tätigkeitsfeld	16
Abbildung 3: Umfrageergebnis bezüglich der Verwendung von Energie- und Gebäudedaten.....	17
Abbildung 4: Vorteile im Zugang bzw. Nutzung von Energie- und Gebäudedaten	18
Abbildung 5: Einschränkungen in der Nutzung von Energie- und Gebäudedaten	19
Abbildung 6: Einhaltung des Schutzes sensibler Daten	20
Abbildung 7: Methodischer Aufbau der bibliometrischen Literaturanalyse	21
Abbildung 8: Netzwerkanalyse mittels Gephi.....	22
Abbildung 9: Co-Citation Analyse in CiteSpace.....	23
Abbildung 10: Case Study Layout am Beispiel „Data Pioneers“	26
Abbildung 11: Erfahrungen mit Datenmanagementplänen unter Open Data Pionieren (n=12)	27
Abbildung 12: Aktualisiertes Klassifizierungsschema für Gebäudebestandsmodelle, welches im Rahmen der Forschungskoooperation erarbeitet wurde.....	29
Abbildung 13: Screenshot des Datenrepositoriums des EBC Annex 70	32
Abbildung 14: Beispielhaftes Ergebnis der Sensitivitätsanalyse des in Modellläufen im Jahr 2030 resultierenden Energieeinsatzes in Wärmepumpen in Schweden (links) und Spanien (rechts).	34
Abbildung 15: Beispielhaftes Ergebnis der Sensitivitätsanalyse des in Modellläufen im Jahr 2030 resultierenden Energieeinsatzes von Erdgas in Schweden (links) und Spanien (rechts).	35
Abbildung 16: Programm Themenworkshop „Urban Data Management“ mit EBC Annex 70.....	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Themencluster der statistisch relevantesten Papers anhand der ‚Web of Science‘ Datenbanksuche.....	24
Tabelle 2: Verteilung der UmfrageteilnehmerInnen nach Berufsgruppen in ausgewählten Ländern .	38

Literaturverzeichnis

- Bauer, E. (2013): Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit, Investitions- und Nutzungskosten in Wohngebäuden gemeinnütziger Bauvereinigungen unter besonderer Berücksichtigung energetischer Aspekte. Österr. Verband Gemeinnütziger Bauvereinigungen
- Campolongo, F., Cariboni, J., Saltelli, A. (2007): An effective screening design for sensitivity analysis of large models. *Environmental Modelling & Software*, Volume 22, Issue 10
- Crespo del Granado, P., Resch, G., Holz, F., Welisch, M., Geipel, J., Hartner, M., Forthuber, S., Sensfuss, F., Olmos, L., Bernath, C., Lumbreras, S., Kranzl, L., Müller, A., Heitel, S., Herbst, A., Wilson, C., Ramos, A., 2020. Energy Transition Pathways to a Low-carbon Europe in 2050: The Degree of Cooperation and the Level of Decentralization. *Economics of Energy and Environmental Policy* 9.
- Hamilton, I. G., Summerfield, A. J., Lowe, R., Ruyssevelt, P., Elwell, C. A., & Oreszczyn, T. (2013). Energy epidemiology: a new approach to end-use energy demand research. *Building Research & Information*, 41, 482-497. doi:10.1080/09613218.2013.798142
- Hartner, M., Forthuber, S., Kranzl, L., Fritz, S., Müller, A., Bernath, C., Sensfuss, F., Maranon-Ledesma, H., 2018. Summary report on case study: Energy demand and supply in buildings and the role for RES market integration, A report compiled within the H2020 project SET-Nav.
- J. Langevin, J.L. Reyna, S. Ebrahimiagharehbaghi, N. Sandberg, P. Fennell, C. Nägeli, J. Laverge, M. Delghust, É. Mata, M. Van Hove, J. Webster, F. Federico, M. Jakob, C. Camarasa (2020): Developing a common approach for classifying building stock energy models, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 133, 2020.
- Müller, A., 2015. Energy Demand Assessment for Space Conditioning and Domestic Hot Water: A Case Study for the Austrian Building Stock (PhD-Thesis). Technische Universität Wien, Wien.
- Sunikka-Blank, M. & Galvin, R. (2012). Introducing the rebound effect: The gap between performance and actual energy consumption. *Building Research and Information - BUILDING RES INFORM*. 40. 260-273. 10.1080/09613218.2012.690952.
- Swan, L. G., Ugursal, V. I., (2009): Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques. *Renewable and sustainable energy reviews* 13 (8), 1819–1835
- Wagner, W. & Spörk-Dür, M. (2011): Ergebnisse der messtechnischen Begleituntersuchungen von „Haus der Zukunft“ – Demonstrationsbauten. Verfügbar unter: https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz_pdf/messprojekt_leitfaden.pdf?m=1469659444& (abgerufen am 26.01.2021)

8 Anhang

- Case Studies Subtask A
- Case Studies Subtask B
- PPT Themenworkshop
- How-to-Guide Data Repository

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)