

DIKOMO-BERICHT

# Intelligente Gebäudetechnik: Systeme, Kunden, Markt

Severin Beucker

Stefanie Schramm



# IMPRESSUM

## KURZTITEL

INTELLIGENTE GEBÄUDETECHNIK: SYSTEME, KUNDEN, MARKT

## AUTORINNEN UND AUTOREN

Severin Beucker (Borderstep Institut)

**M** [beucker@borderstep.de](mailto:beucker@borderstep.de)

Stefanie Schramm (Borderstep Institut)

**M** [schramm@borderstep.de](mailto:schramm@borderstep.de)

## VERLAG

Eigenverlag: © DiKoMo-Konsortium

## KONSORTIALFÜHRUNG

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH, Dr. Severin Beucker

Clayallee 323 | 14169 Berlin | +49 (0)30 306 45 100-2 | [www.borderstep.de](http://www.borderstep.de)

## PROJEKTPARTNER

Berliner Institut für Sozialforschung GmbH | Brandenburgische Straße 16 | 10707 Berlin

## ZITIERVORSCHLAG

Beucker, S. & Schramm, S. (2022). Intelligente Gebäudetechnik: Systeme, Kunden, Markt. DiKoMo-Bericht AP 1.1. Berlin: Borderstep Institut.

## TITELBILD

© Frank Boston - AdobeStock

## FÖRDERMITTELGEBER

Das Projekt DiKoMo wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# INHALTSVERZEICHNIS

Impressum.....	II
Inhaltsverzeichnis .....	III
Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis .....	IV
Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Summary .....	1
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Gebäudeautomation: Begriffe und Hintergrund .....</b>	<b>6</b>
2.1 Begriffe der intelligenten Gebäudetechnik und Gebäudeautomation .....	6
2.2 Aufbau und Funktionsweise von Gebäudeautomation.....	7
2.3 Fazit .....	9
<b>3 Produkte und Produkt-Service-Angebote der Gebäudeautomation .....</b>	<b>12</b>
3.1 Beispielhafte Angebote und Produkte von Gebäudeautomation .....	12
3.1.1 Stand der Technik.....	12
3.1.2 Kommunikationsstandards und Protokolle.....	13
3.1.3 Beispielhafte GA- und Smart Home-/ Smart Building-Systeme .....	14
<b>4 Kunden, Geschäftsmodelle und Markt digitaler Gebäudetechnologien.....</b>	<b>20</b>
4.1 Kundengruppen und Kundenbeziehungen.....	20
4.2 Geschäftsmodelle und -strategien .....	21
4.3 Markt- und CO <sub>2</sub> -Minderungspotenziale von intelligenter Gebäudetechnik .....	22
<b>5 Fazit .....</b>	<b>25</b>
<b>Quellen.....</b>	<b>26</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Struktur von GA-Systemen gemäß DIN EN ISO 16484-2.....	8
Abbildung 2: Protokolle und Standards im Bereich intelligenter Gebäudetechnik .....	14

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: GA-Effizienz-Gesamtfaktoren $f_{BAC,th}$ für den Bedarf an thermischer Energie je nach Automationsklasse für Wohn- und Nicht-Wohngebäude gemäß DIN EN 15232 .....	7
--	---

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AAL	Ambient Assisted Living
DIN	Deutsches Institut für Normung
GA	Gebäudeautomation
GEG	Gebäudeenergiegesetz
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
KI	Künstliche Intelligenz
Mio.	Millionen
PJ	Petajoule
SRI	Smart Readiness Indicator
t	Tonne

### SUMMARY

Dieser Bericht ist im Rahmen des Vorhabens DiKoMo<sup>1</sup> entstanden, das gemeinsam mit Wohnungsunternehmen und Mietenden die Ursachen für den zögerlichen Einsatz von intelligenter Gebäudetechnik untersucht und Diffusions- und Kommunikationsstrategien für eine bessere Verbreitung von Produkten und Dienstleistungen der Technik entwickelt.

Ziel dieses Berichts ist, zunächst den Begriff der intelligenten Gebäudetechnik genauer zu definieren und das Technikumfeld besser zu verstehen. Dafür wird zuerst eine Beschreibung des Analysefelds der intelligenten Gebäudetechnik vorgenommen und es werden wichtige Begriffe im Themenfeld definiert. Es ist deutlich geworden, dass das Themenfeld der intelligenten Gebäudetechnik zahlreiche Ansätze und Begriffe umfasst. Es erfolgt daher eine Eingrenzung auf den Begriff der Gebäudeautomation, da für diese Technik in der Norm DIN EN 15232 nachvollziehbare und reproduzierbare Effizienzklassen definiert sind, die bei einer energetischen Einstufung und Sanierung von Gebäuden angerechnet werden können.

In dem Bericht werden außerdem exemplarische Produkte und Dienstleistungen beschrieben und wesentliche Unterschiede von Geschäftsmodellen, Kunden und Marktzugängen erläutert. Dabei wird deutlich, dass sich das Umfeld der Technik in den letzten Jahrzehnten und die Anreize für ihren Einsatz stark verändert und ausdifferenziert haben. Diese veränderten Strukturen sollen im Vorhaben DiKoMo genauer untersucht werden.

---

<sup>1</sup> Das Vorhaben „DiKoMo: Entwicklung von Diffusions- und Kommunikationsstrategien für intelligente Gebäudetechnik“ wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Es wird gemeinsam von den Forschungspartnern Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit und dem Berliner Institut für Sozialforschung (BIS) bearbeitet. Assoziierte Partner sind zudem der Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen (GdW) e.V. sowie das Deutsche Energieberater-Netzwerk (DEN) e.V. Daneben nehmen mehrere Wohnungsunternehmen sowie Verbände und Netzwerkpartner an dem Vorhaben teil.

# 1 Einleitung

# 1 Einleitung

Der Gebäudesektor in Deutschland ist mit 2.956 Petajoule (PJ) für rund ein Drittel des Endenergiebedarfs verantwortlich. Für die Erreichung der Klimaschutzziele ist es daher entscheidend, den Energieverbrauch in Gebäuden deutlich zu senken. Im Jahr 2018 verursachte der Gebäudesektor mit 187 Mio. t CO<sub>2</sub> (BMW, 2020) rund 22 Prozent der Treibhausgasemissionen von 856 Mio. t. CO<sub>2</sub>eq<sup>2</sup> (UBA, 2021) von Deutschland. Gebäude besitzen damit eine größere Bedeutung für die Erreichung der Klimaschutzziele als die Industrie (ca. 63 Mio. t. CO<sub>2</sub>eq) und die Landwirtschaft (62 Mio. t CO<sub>2</sub>eq) zusammen (UBA, 2021).

Von dem gebäudebezogenen Endenergiebedarf (2.956 PJ) werden ein Drittel von Nicht-Wohngebäuden und zwei Drittel von Wohngebäuden verursacht. Der größte Anteil (über 90 Prozent) dieses Energiebedarfs für Raumwärme- und Warmwassererzeugung benötigt (BMW, 2020) und aus fossiler Primärenergie (Gas und Öl) erzeugt.

Wohngebäude sind folglich für den mengenmäßig größten Anteil des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudesektor verantwortlich. Hinzu kommt, dass Deutschland über einen sehr großen Bestand an Gebäuden verfügt, der in der Nachkriegszeit errichtet wurde, und daher keine ausreichende Wärmdämmung bzw. nur ein geringes Wärmespeichervermögen besitzt. Da diese Gebäude zudem einen sehr langen Lebenszyklus haben (Jahrzehnte bis Jahrhunderte), kommt dem Energieverbrauch in der Nutzungsphase eine entscheidende Bedeutung zu.

Durch die Verschärfung der deutschen Klimaschutzziele im Jahr 2021 und das Vorziehen des Ziels der Klimaneutralität vom Jahr 2050 auf das Jahr 2045<sup>3</sup>, haben sich die Anforderungen an den Gebäudesektor nochmals erhöht. Um einen weitestgehend emissionsfreien Gebäudebestand bis zum Jahr 2045 erreichen zu können, müssen parallel eine Vielzahl von Maßnahmen, wie die bauliche Sanierung (Dämmung, Tausch von Fenstern, etc.), die Modernisierung von Anlagen (z.B. Ersatz von Heizkesseln durch Wärmepumpen) und die Dekarbonisierung von Energieträgern (z.B. Ersatz von Erdgas durch regenerativen Strom oder grüne Gase) ergriffen werden. Ein wesentliches Ziel ist auch, die Effizienz der Wärme- und Warmwasserzeugung deutlich zu steigern, denn unabhängig davon, ob die benötigte thermische Energie fossil oder regenerativ erzeugt wird, gilt: Vermiedene Energieerzeugung ist ressourcen- und energieeffizient und senkt bzw. stabilisiert Heiz- und Betriebskosten.

Neben den genannten Maßnahmen für einen effizienteren Einsatz von Energie, bietet intelligente Gebäudetechnik und insbesondere das Energiemanagement über Gebäudeautomation (GA) einen wichtigen Ansatzpunkt. Unter Gebäudeautomation wird dabei Technik und Software zur automatischen Steuerung, Regelung und Überwachung von Gebäuden verstanden (siehe DIN EN 15232, 2017). Das Energiemanagement wiederum stellt eine zentrale Funktion der Gebäudeautomation dar, die auf eine effiziente Nutzung von Energie in Gebäuden abzielt (siehe ebenda).

Die Ursprünge der Gebäudeautomation liegen in der Mess-, Steuer und Regeltechnik für komplexe Heiz-, Belüftungs- und Klimatisierungsaufgaben (Aschendorf, 2014). Mit den Fortschritten im Bereich der Mikroelektronik sowie der Software hat sich die Technik in den letzten Jahrzehnten jedoch stark verändert. Leistungsumfang, Funktionen und graphische Bedienoberflächen orientieren sich heute an mobilen Endgeräten (Smartphones, Tablets, etc.).

---

<sup>2</sup> Um Klimawirkungen der Sektoren zu vergleichen, die hohe Mengen anderer Klimagase wie z.B. Methan und Lachgas emittieren, wird deren Klimawirkung auf CO<sub>2</sub>-Äquivalente normiert (t CO<sub>2</sub>eq). Im weiteren Verlauf der Studie werden ausschließlich energie-/verbrennungsbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen betrachtet, weshalb die Einheit dort auf t CO<sub>2</sub> vereinfacht wird.

<sup>3</sup> Siehe <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-deutsche-klimaschutzpolitik.html> (Abruf Januar 2022)

## INTELLIGENTE GEBÄUDETECHNIK: SYSTEME, KUNDEN, MARKT

Obwohl das grundlegende Potenzial der Technik zur Erreichung der Klimaschutzziele bereits in zahlreichen Untersuchungen ermittelt wurde (Beucker, Bergesen, & Gibon, 2016; Beucker & Hinterholzer, 2021b; Hintemann, Clausen, Beucker, & Hinterholzer, 2021; Waide, 2019) und auch gut dokumentierte Anwendungsbeispiele vorliegen (Beucker & Hinterholzer, 2021a), führt die Gebäudeautomation nach wie vor ein Nischendasein.

- ▶ Was sind die Gründe für die zögerliche Verbreitung der Technik?
- ▶ Welche Hemmnisse verhindern bisher eine stärkere Nutzung der Technik?
- ▶ Welche Strategien können die Verbreitung der Technik unterstützen?

Diesen Fragen geht das Forschungsprojekt DiKoMo (Diffusions- und Kommunikationsstrategien für die energetische Modernisierung von Wohngebäuden am Beispiel des Technologiefelds der intelligenten Gebäudetechnik) nach. Dabei geht das Forschungsteam davon aus, dass:

- ▶ Die Innovations- und Diffusionsforschung geeignete Modelle bereithält, die es ermöglichen, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse für eine Etablierung von Produkten und Dienstleistungen der Gebäudeautomation zu erfassen und zu erklären. Diese Modelle können sowohl auf der Ebene des Innovationssystems als auch auf der von Akteuren ansetzen.
- ▶ Durch die an der Diffusion beteiligten Akteure sowie ihrer Einschätzungen, gezielt Kommunikationsstrategien und -instrumente entwickelt werden können, die die Verbreitung und den Einsatz der Technik unterstützen.

Im vorliegenden Bericht wird zunächst das Analysefeld der intelligenten Gebäudetechnik und der Gebäudeautomation über die Definition von Begriffen eingegrenzt (Kapitel 2). Darauf aufbauend werden exemplarische Produkte und Dienstleistungen (Kapitel 3) beschrieben, um einen Eindruck über Vielfalt und Unterschiede zwischen den verfügbaren Systemen zu erlangen. Schließlich werden grundlegende Erkenntnisse zu Kunden, Geschäftsmodelle und dem Markt der vorgestellten Systeme zusammengefasst (Kapitel 4) und Fazit für das weitere Vorgehen (Kapitel 5) gezogen.

Ziel des Berichts ist es damit, das Innovations- und Diffusionssystem von der intelligenten Gebäudetechnik bzw. Gebäudeautomation für das Vorhaben weiter einzugrenzen und zu definieren.



## **2 Gebäudeautomation: Begriffe und Hintergrund**

## 2 Gebäudeautomation: Begriffe und Hintergrund

### 2.1 Begriffe der intelligenten Gebäudetechnik und Gebäudeautomation

Unter dem Begriff der intelligenten Gebäudetechnik wird eine Vielzahl von technischen Konzepten verstanden. Diese reichen von der automatisierten Steuerung von Beleuchtung, Verschattung sowie Heizung über Sicherheits- und Unterhaltungstechnik in Gebäuden. Bisher gibt es für den Begriff keine eindeutige Definition. Abhängig vom Schwerpunkt und Marktzugang werden auch die Begriffe Smart Home (Schwerpunkt auf Endkunden, Business-to-Consumer) sowie Smart Building (Schwerpunkt auf gewerbl. Kunden, Business-to-Consumer) genutzt, wobei auch diese Konzepte oft nicht eindeutig voneinander abgegrenzt werden.

Klarer definiert ist in der Fachliteratur dagegen die Gebäudeautomation (GA). Sie hat ihren Ursprung in der Mess-, Steuer und Regeltechnik für komplexere Heiz-, Belüftungs- und Klimatisierungsaufgaben. Seit den späten 1980er Jahren wurde darunter vor allem Technik zur Steuerung, Regelung des Energieverbrauchs sowie der Überwachung von Gebäuden verstanden (Aschendorf, 2014). Heutige GA-Systeme orientieren sich an modernen, verteilten Soft- und Hardwarearchitekturen und nutzen Prinzipien der künstlichen Intelligenz (KI) zur kontinuierlichen Analyse und Optimierung von Steuerungsaufgaben wie dem Energiemanagement.

Die aktuell gültige Norm DIN EN 15232 „Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 1: Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement“ stammt aus dem Jahr 2017. In ihr wird Gebäudeautomation beschrieben als: „Einrichtungen, Software, Dienstleistungen für die automatische Steuerung und Regelung (...) der technischen Gebäudeausrüstung“ (siehe ebd.). Das Energiemanagement ist gemäß dieser Norm eine von mehreren Funktionen der Gebäudeautomation, die auf die Optimierung der Energieverwendung und eine Verringerung der Betriebskosten abzielt.

In der Norm wird beschrieben, wie Einspareffekte aus Gebäudeautomation ermittelt werden können und welche Automationsgrade erfüllt sein müssen, um die in der Norm definierten Effizienzklassen (A, B, C und D) zu erreichen. Prinzip der Effizienzklassen ist, dass mit steigendem Umfang der Regelung und des Automationsgrads mehr Energie eingespart werden kann.

Die höchste in der Norm beschriebene GA-Effizienzkategorie wird demnach mit einem System der Klasse A erreicht. Diese umfasst z.B. eine in das technische Gebäudemanagement integrierte, bedarfsgeführte Einzelraumregelung sowie eine Präsenzerkennung, die mit der zentralen Heizungssteuerung im Gebäude kommuniziert. Ein System der Klasse B verfügt z.B. über eine adaptive Einzelraumregelung, die mit einem Gebäudeautomationssystem kommuniziert. Ein Standardsystem (Klasse C) verfügt dagegen über eine Regelung auf Raum- und Gebäudeebene ohne Vernetzung, und Klasse D bedeutet keine automatische Regelung.

In der Norm werden für die Effizienzklassen weitere Funktionen definiert (z.B. Regelung der Warmwassererzeugung und der Umwälzpumpen), die ebenfalls Einfluss auf die Energieeffizienz im Gebäude nehmen. Für die Erreichung einer Effizienzkategorie können verschiedene Kombinationen der Funktionen einer Klasse umgesetzt werden. Die GA-Effizienzkategorien sind zudem für die energetische Gebäudeplanung und -sanierung von Bedeutung, denn §25 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) verweist auf die DIN 18599-11: 2018-09<sup>4</sup> „Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des

---

<sup>4</sup> Das Bewertungsverfahren der DIN EN 18599-11:2018-09 orientiert sich an dem Faktorverfahren nach DIN EN 15232. Es ist allerdings an das Bewertungsverfahren der Normenreihe DIN V 18599 ausgerichtet und angepasst.

Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 11: Gebäudeautomation“, die wiederum das Faktorverfahren der DIN EN 15232 zugrunde legt. Die Einsparwirkung einer Gebäudeautomation darf damit laut Gebäudeenergiegesetz bei der Ermittlung des Energiebedarfs von Gebäuden berücksichtigt und auf den Energieausweis angerechnet werden (Bundesregierung, 2020). Damit stellt sie neben den baulichen Maßnahmen (Dämmung, Tausch von Fenstern, etc.) sowie der Dekarbonisierung der Energieträger eine weitere Option zur Effizienzsteigerung und Erreichung von Klimaneutralität in Gebäuden dar.

In der DIN EN 15232 werden zudem GA-Effizienzklassen für verschiedene Gebäudetypen (Wohngebäude, Nicht-Wohngebäude) beschrieben. Für Nicht-Wohngebäude gelten andere Funktionen und damit je nach Nutzung (z.B. Büro, Schule, Sportstätte) auch individuelle GA-Effizienzklassen (siehe Tabelle 1). Bei großen Effizienzsteigerungen (Faktoren <0,7) in Nicht-Wohngebäuden, die mit Systemen der GA-Effizienzklasse A erreicht werden, hängen die Einsparungen zum Teil stark von dem Heizwärme- und Kühlbedarf der Lüftung ab.

**Tabelle 1: GA-Effizienz-Gesamtfaktoren  $f_{BAC,th}$  für den Bedarf an thermischer Energie je nach Automationsklasse für Wohn- und Nicht-Wohngebäude gemäß DIN EN 15232**

<b>GA-Energieeffizienzklassen und Faktor für den Bedarf an Wärmeenergie</b>				
<b>Wohngebäude</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
	Hohe Effizienz	Erhöhte Effizienz	Standard	Nicht effizient
Faktor $f_{BAC,th}^5$	0,81	0,88	1	1,10
<b>Nicht-Wohngebäude</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
	Hohe Effizienz	Erhöhte Effizienz	Standard	Nicht effizient
Faktor $f_{BAC,th}^{13}$	0,5 - 0,86	0,73 - 0,91	1	1,2 - 1,56

Quelle: DIN EN 15232, Eigene Darstellung Borderstep Institut

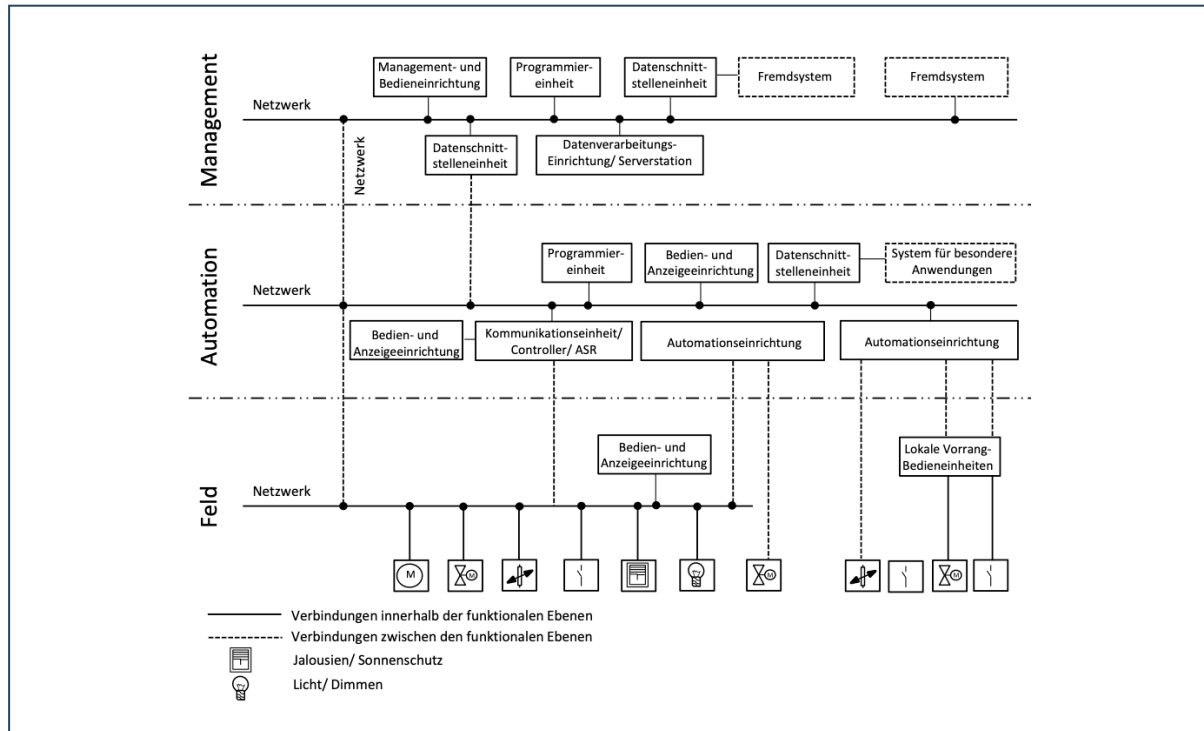
## 2.2 Aufbau und Funktionsweise von Gebäudeautomation

Traditionell besitzen GA-Systeme einen hierarchisch strukturierten Aufbau, bei dem Mess- und Steuerungssignale über mehrere Ebenen hinweg verarbeitet werden. Gemäß DIN EN ISO 16484-2, die die Architektur von Gebäudeautomationssystemen beschreibt, wird dabei in eine Management-, eine Automations- und eine Feldebene unterschieden (DIN EN ISO 16484, 2004, S. 16). Während die Managementebene die Bedieneinrichtung und Benutzerschnittstelle zur Programmierung und Steuerung der Gebäudeautomation umfasst, stellt die Automationsebene die eigentliche Kommunikations- und Informationstechnik (Controller, Steuerungseinheiten) zur Messung und der auf der Feldebene befindlichen Sensoren und Aktoren dar (siehe Abbildung 1) Eine zentrale Eigenschaft der

<sup>5</sup> Der Faktor  $f_{BAC,th}$  beschreibt den Energieverbrauch der Bereiche Heizen, Trinkwarmwasser und Kühlung eines Gebäudes mit Gebäudeautomation einer Klasse gegenüber einem Gebäude gegenüber Standardfunktionalität (Klasse C). Ein Faktor von 0,81 entspricht einer Einsparung von 19 Prozent.

Gebäudeautomation ist zudem, dass die technischen Geräte bzw. Einheiten über die drei Ebenen hinweg vernetzt sind.

Abbildung 1: Struktur von GA-Systemen gemäß DIN EN ISO 16484-2



Quelle: DIN EN ISO 16484-2

Diese Darstellung entspricht der Struktur vieler GA-Systeme. Durch den bereits in Kapitel 1 beschriebenen technischen Fortschritt, wird diese Architektur jedoch zunehmend durch dezentralere Hard- und Softwarestrukturen ergänzt oder abgelöst. So werden die Funktionen der Managementebene heute z.B. auch in Form von Apps auf verschiedenen Endgeräten (Tablets, Smartphones, etc.) umgesetzt, während die Hardware der Automationsebene nicht nur im Haus, sondern auch in virtuelle Server- oder Cloudstrukturen verortet sein kann. Da nahezu alle intelligenten Gebäudetechniken personenbezogene Daten erheben und nutzen, stellt der Schritt der Virtualisierung von Datenhaltung und -speicherung ein sensibles Thema dar. Während in traditionellen GA-Systemen die Daten meist im Gebäude verbleiben und damit auch stärkerer Kontrolle und Schutz unterliegen, sollte bei Systemen, die auf Cloudstrukturen setzen, ein besonderes Augenmerk auf Datenschutz und Datensicherheit liegen.

Damit gewinnt neben der funktionellen Ebene von GA-Architekturen die aufgabenorientierte Gliederung in örtliche und übergeordnete Funktionen an Bedeutung (AMEV, 2019). Die Aufgaben der GA können somit teilweise sowohl im Gebäude als auch außerhalb erledigt werden. Die Vernetzung bleibt als zentrales Element erhalten, wobei sich auch diese durch die technologische Entwicklung verändert hat. Während in der Vergangenheit v.a. gebäudebezogene Bussysteme (LON, EIB, KNX, etc.) und Protokolle (z.B. BACnet) eingesetzt wurden, so kommen heute zunehmend offene, internetbasierte Protokolle (Ethernet, TCP/IP, etc.) für die draht- oder funkbasierte Übermittlung zum Einsatz.

Ein weiterer wichtiger Faktor, der Einfluss auf die Entwicklung von Gebäudeautomation hat, ist das sich rasch verändernde Technologiefeld der Smart Home und Smart Building Systeme. Dieses hat sich parallel zu der Einführung von Internettechnologien und (mobilen) Endgeräten entwickelt. Durch den Marktdurchbruch von Smartphones und Tablets seit dem Beginn des Jahrtausends wurde die Vernetzung von zahlreichen Lebensbereichen in Haushalten und Gebäuden durch Forschung und Unternehmen vorangetrieben. Zunächst wurde unter dem Konzept des Ambient Assisted Living (AAL) die Verknüpfung von altersgerechten (z.T. auch analogen) Assistenzsystemen verstanden. In etwa seit dem Jahr 2002 hat sich zudem der Begriff Smart Living verbreitet, unter dem die Verknüpfung zahlreicher intelligenter Funktionen, Komponenten und Geräte in der Wohnumgebung und darüber hinaus verstanden wird (Heimer, Köhler, Schidlack, & Strese, 2020). Damit hat sich auch das Verständnis dessen, was eine intelligente Vernetzung und digitale Techniken in Gebäuden leisten können soll, deutlich verändert.

Während die Gebäudeautomation einen Schwerpunkt auf die Steuerung technischer Gebäudefunktionen wie Heizung, Lüftung, Beleuchtung und Verschattung legt, haben mit den Smart Home und Smart Living Ansätzen weitere Themen wie Sicherheit, Gesundheit, Unterhaltung und Komfort an Bedeutung gewonnen. Da sich die Themenfelder des Smart Living jedoch nicht ausschließlich auf das Wohnumfeld beziehen, sondern fließende Übergänge zur (intelligenten) Umwelt und Infrastruktur (z.B. Smart City, Smart Mobility, Smart Work) besitzen, wächst auch die Komplexität der zu vernetzenden Funktionen, Komponenten und Geräte. Ebenso richten sich die damit verbundenen Produkte und Dienstleistungen an andere Kunden bzw. adressieren andere Märkte (siehe Kapitel 3).

### 2.3 Fazit

Die Analyse macht deutlich, dass das Themenfeld der intelligenten Gebäudetechnik zahlreiche Ansätze und Begriffe umfasst. Intelligente Gebäudetechnik ist ein nicht eindeutig definierter Sammelbegriff, der zahlreiche digitale Ansätze und Techniken (Hardware und Software) vereint, die zu verschiedenen Zwecken in Gebäuden eingesetzt werden.

Vergleichbar offen und vielfältig werden die Begriffe Smart Home und Smart Building genutzt. Auch sie sind meist nicht mit eindeutigen Definitionen von Steuerungs- oder Optimierungsfunktionen verbunden, sondern umfassen mehrere Anwendungsfelder des Smart Living (z.B. Sicherheit, Gesundheit, Unterhaltung und Komfort). Während unter dem Begriff Smart Home oft Angebote für Endkunden (Mieterinnen und Mieter, Eigentümerinnen und Eigentümer) verstanden werden, so richten sich Smart Building Angebote eher an Vermieterinnen und Vermieter, die die Technik in größeren Immobilien (Wohn- sowie Nicht-Wohngebäude) einsetzen. Die Unterteilung in Smart Home und Smart Building dient somit weniger einer eindeutigen Abgrenzung der Technik, sondern vielmehr der Strukturierung von Märkten und Kundenbeziehungen.

Im Gegensatz dazu beschreibt die Norm DIN EN 15232 eindeutige Steuerungs- und Optimierungsfunktionen der Gebäudeautomation. Sie definiert für Kombinationen dieser Funktionen sogenannte Effizienzklassen, die bei einer energetischen Einstufung und Sanierung von Gebäuden angerechnet werden dürfen. So können die Effizienzklassen z.B. bei der Bestimmung des Energiebedarfs und des Gebäudestandards sowie bei der Ermittlung von Energieausweisen gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) angerechnet werden. Die GA-Effizienzklassen sind somit das einzige normierte Rahmenwerk zur Beurteilung von energetischen Einsparungen aus der technischen Gebäudesteuerung. Sie sind

## **INTELLIGENTE GEBÄUDETECHNIK: SYSTEME, KUNDEN, MARKT**

das Ergebnis eines Konsultations- und Abstimmungsprozesses zwischen Forschung und Wirtschaft in den Normungsausschüssen des Deutschen Instituts für Normung (DIN).

Die weitere Analyse in dem Vorhaben DiKoMo fokussiert daher auf die Gebäudeautomation, da dieses Technologiefeld mit kalkulierbaren energetischen Einsparungen einhergeht und folglich auch ein nachvollziehbarer Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs sowie zur Minderung von Treibhausgasen im Gebäudesektor ermittelt werden kann.

# **3 Produkte und Produkt- Service-Angebote der Ge- bäudeautomation**

## 3 Produkte und Produkt-Service-Angebote der Gebäudeautomation

In Kapitel 2.1 wurde Gebäudeautomation unter Verweis auf die DIN EN 15232 als Einrichtungen, Software, Dienstleistungen für die automatische Steuerung und Regelung technischer Gebäudeausrüstung beschrieben. Diese Definition bezieht sich auf die technischen Funktionen von Gebäudeautomation. Sie erlaubt jedoch keine Rückschlüsse auf die damit verbundenen konkreten Angebote in Form von Produkten oder Dienstleistungen, die für ein Verständnis der mit der Technik verbundenen Innovations- und Diffusionsprozesse sowie die daraus resultierenden Akteurssysteme notwendig sind. Um diese besser zu verstehen, sollen zunächst am Markt verfügbare Produkte und Produkt-Service-Systeme<sup>6</sup> der Gebäudeautomation sowie darauf aufbauende Strategien beschrieben werden.

### 3.1 Beispielhafte Angebote und Produkte von Gebäudeautomation

#### 3.1.1 Stand der Technik

Gebäudeautomation besteht im Minimum aus zentralen technischen Komponenten (Sensoren, Aktoren und Controllern), die miteinander vernetzt werden (siehe auch Kapitel 2.2). Je nach Steuerungs- oder Optimierungsziel können dies z.B. sein:

- ▶ Sensoren zur Messung von Temperatur, Rauminnenluft (z.B. CO<sub>2</sub>-Anteil, Luftfeuchtigkeit), Helligkeit oder Anwesenheit (z.B. Bewegungsmelder)
- ▶ **Sonstige vernetzbare Messeinrichtungen bzw. Sensoren** (z.B. intelligente Zähler für Strom und Wärmemengen oder Warm- und Kaltwasser)
- ▶ **Aktoren** zur Steuerung von Wärmeströmen (z.B. Stellantriebe, Ventile, Drosseln oder Pumpen) sowie steuerbare Schalter und Antriebe zur Steuerung von Luftströmen (z.B. Belüftung, Klimatisierung), Verschattungsvorrichtungen (z.B. Jalousien, Lamellen) oder auch Schaltvorrichtungen für Stromverbraucher
- ▶ **Steuergeräte oder -einheiten** (auch Controller genannt), die auf unterschiedlichen Ebenen eines Gebäudes (Wohnung, Gebäude, Quartier) Steuerungs- und Optimierungsaufgaben übernehmen. Dabei handelt es sich um integrierte Schaltkreise, die programmierte (z.T. selbstlernende) Algorithmen oder Optimierungsfunktionen ausführen.
- ▶ **Anzeigeeinrichtungen**, über die die Steuergeräte bzw. -einheiten bedient werden und auf denen Auswertungen oder Feedbacks der Systeme ausgegeben werden können. Je nach Anbieter werden die Anzeigeeinrichtungen auch in Form von Softwareapplikationen (Apps) über verschiedene Endgeräte (Smartphones, Tablets, etc.) umgesetzt. Neben der Anzeigeeinrichtung als zentralem User-Interface gilt auch zunehmend die Sprachsteuerung als eine wichtige zukünftige Bedienschnittstelle.

Wichtiges Merkmal der Gebäudeautomation ist zudem, dass die genannten Komponenten draht- oder funkgebunden miteinander vernetzt sind (siehe Abbildung 1). Dabei werden unterschiedliche Kommunikationsstrukturen (Stern, Kette, Kreis) genutzt und die Daten/ Informationen über

---

<sup>6</sup> Ein Produkt-Service-System (auch als hybrides Leistungsbündel bezeichnet) kombiniert (materielle) Produkte und (immaterielle) Dienstleistungen, um spezifische Kundenbedürfnisse zu erfüllen. (siehe: <https://www.ressource-deutschland.de/themen/ps/>, Abruf Februar 2022)



verschiedene Ebenen (Wohnung, Gebäude, Quartier) hierarchisch aggregiert. Durch die Aggregation werden die Daten zum einen anonymisiert und zum anderen nur aggregierte Werte weitergegeben. Dadurch wird die Menge der kommunizierten Daten erheblich vermindert, was zur Stabilität der Systeme und einem geringeren Eigenenergieverbrauch beiträgt.

Ein deutlicher Unterschied von Gebäudeautomationssystemen zu Smart Home-Angeboten liegt in der Fähigkeit der verarbeitbaren Mess- und Steuerdaten. Während in einer Wohnung die Anzahl der zu berücksichtigenden Datenpunkte aus Sensoren und Aktoren im Bereich von einigen Dutzend Werten pro Minute oder Viertelstunde liegen, so umfassen diese in großen Wohnimmobilien oder Quartieren leicht einige Tausend zu berücksichtigende Werte. Smart Home-Systeme sind selten für die Erfassung und Auswertung solcher Datenmengen ausgelegt.

Mit der starken Verbreitung von cloudbasierten Speicher- und Rechenkonzepten werden von einigen Anbietenden die Aufgaben der Steuergeräte oder -einheiten in die Cloud bzw. das Internet und Rechenzentren verlagert. Ob sich dieser Ansatz durchsetzen wird, kann noch nicht bewertet werden, denn im Gegensatz zur aggregierten Datenverarbeitung und -haltung in Wohnungen und Gebäuden sind die cloudbasierten Modelle mit einem höheren Aufwand für Datenübertragung verbunden. Zudem müssen bei Transport, Verarbeitung und Speicherung der Daten geltende Vorgaben des Datenschutzes und der Datensicherheit (z.B. Datenschutzgrundverordnung) berücksichtigt werden. Schließlich muss sichergestellt werden, dass bei einem Ausfall der (Daten-)Kommunikation alle wichtigen Funktionen der Gebäudeautomation autonom funktionieren. Das führt meist dazu, dass im Gebäude doch rudimentäre Steuergeräte oder -einheiten vorhanden sein müssen.

### 3.1.2 Kommunikationsstandards und Protokolle

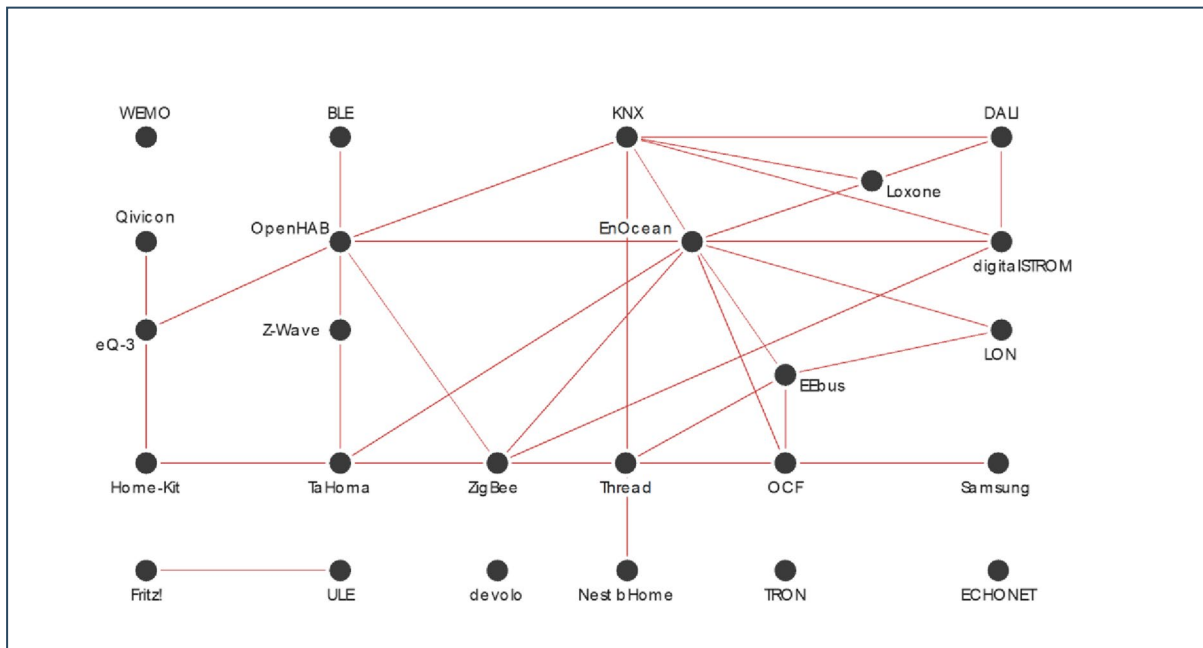
Die Ursprünge der Gebäudeautomation reichen, wie bereits erwähnt, in die 1980er Jahre zurück (siehe Kapitel 2.1). Die damals entwickelten teils analogen teils digitalen Steuerungsansätze und Systemarchitekturen wurden inzwischen durch technologische Umbrüche (IKT, Internet, mobile Kommunikation, etc.) mehrfach grundlegend verändert. So ist zu erklären, dass heute, je nach Branche und Zugang, im Bereich der intelligenten Gebäudetechnik unterschiedlichste Software-Protokolle sowie Vernetzungs- und Kommunikationsstandards verwendet werden (siehe Abbildung 2). Zwischen den proprietären und offenen Standards gibt es zudem zahlreiche Bezüge und Schnittstellen. Die Protokolle und Standards werden teilweise durch die herstellenden Unternehmen vorgegeben (proprietäre Standards) oder sind offen zugänglich (offene Standards). Damit verbinden sich auch sehr unterschiedlich Markt- und Technologiestrategien der herstellenden Unternehmen. Während die Produkte und Technik der Gebäudeautomation traditionell auf Feldbus-Systemen (z.B. KNX, LON, DALI) aufbauen, sind speziell mit Smart Home- und Smart Building-Systemen zahlreiche neue Standards und Protokolle hinzugekommen. Mehrere Anbieterinnen und Anbieter haben sich zu internationalen Allianzen (z.B. ehemalige Zigbee Alliance heute Matter<sup>7</sup>) zusammengeschlossen, um eine grundlegende Interoperabilität von Smart Home-Geräten über IP-Protokolle sicherzustellen und zu fördern.

Die Vielzahl der genutzten Standards und Protokolle verdeutlicht zudem, dass die in der Theorie vorgenommene Abgrenzung zwischen Gebäudeautomation sowie Smart Home- und Smart Building-Systemen in der Praxis nicht praktikabel und nicht immer eine klare Zuordnung einzelner Produkte zu den Systemebenen möglich ist.

---

<sup>7</sup> Siehe: <https://buildwithmatter.com> (Abruf August 2021)

Abbildung 2: Protokolle und Standards im Bereich intelligenter Gebäudetechnik



Quelle: Überarbeitete Darstellung Borderstep Institut (2021) nach Heimer et al. (2020)

Für die intelligente Vernetzung von Gebäuden ist schließlich die im Jahr 2018 novellierte EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie wichtig, mit der erstmals der Begriff des „Smart Readiness Indicator“ (SRI) eingeführt wurde<sup>8</sup>. Dieser soll bewerten, inwieweit ein Gebäude mit seinen Nutzenden und dem Umfeld interagieren und seinen Betrieb energieeffizient regeln kann. Der SRI und seine Übernahme in nationale Gesetzgebungen sind noch nicht abschließend geklärt.

### 3.1.3 Beispielhafte GA- und Smart Home-/ Smart Building-Systeme

Ein Marktüberblick über Systeme der Gebäudeautomation ist schwer zu erlangen. Insbesondere wenn man berücksichtigt, dass nicht immer eine scharfe Abgrenzung zu Smart Home- und Smart Building-Systemen getroffen werden kann und sich mit den Technologien und Standards der Markt rasch verändert. Hinzu kommt, dass Anbieterinnen und Anbieter ihre Systeme oft selber nicht nach Normen klassifizieren und eine Zuordnung z.B. zu den GA-Klassen der DIN EN 15232 eigene Recherchen erfordert. In den nachfolgenden Abschnitten werden daher auch nur beispielhafte GA-Systeme sowie Smart Home- und Smart Building-Systeme vorgestellt. Sie sollen einen Eindruck über die am Markt erhältlichen Systeme vermitteln.

<sup>8</sup> Siehe <https://smartreadinessindicator.eu> (Abruf Februar 2022)

en:key/ Kieback&Peter

**Name des Systems / Anbieter:**

en:key / Kieback&Peter GmbH & Co. KG

**Erläuterung:**

Energiemanagementsystem (Heizung) für Wohngebäude bestehend aus:

- ▶ Steuerungsgerät/ Raumcontroller mit Bildschirm, Sensorik (RPW-4x4-FTL für Temperatur und Anwesenheit (optional auch Feuchte)) und autonomer Energieversorgung (Kombination aus Solarzelle und Akku)
- ▶ Elek. Thermostatventile/ Stellantriebe für Heizkörper (MD-15-CFL), bis zu vier Stellantriebe (Heizung) in einer Wohnung steuerbar
- ▶ Kommunikation der Komponenten über EnOcean-Funkstandard innerhalb der Wohnung

**Steuerungs- und Optimierungsfunktionen des Systems:**

- ▶ Einstell- und begrenzbare Sollwertvorgabe sowie Absenktiefen von Wärmezuführung/ Temperatur (Abwesenheit/Urlaub)
- ▶ Adaptive Einzelraumregelung mit selbstlernender Anpassung von Nutzzeiten (Profilgenerator für Wochentage), Abgleich von Anwesenheit sowie Optimierung von Heizzeiten und dynamischen Aufheizschwellen
- ▶ Erkennung von offenen Fenstern und automatische Absenkung
- ▶ Energiemanagement innerhalb der Wohnung, keine Vernetzung im Gesamtgebäude, keine Steuerung/ Beeinflussung des Heizkessels oder der Gebäudetechnik (Pumpen, etc.)

**Angebote Produkte und Dienstleistungen:**

- ▶ Wohngebäude: Produkt besteht aus einem Raumcontroller mit integrierter Sensorik und bis zu vier Stellantrieben je Wohnung
- ▶ Nicht-Wohngebäude: Laut Anbieter gibt es eine Produktvariante für Nicht-Wohngebäude, die die Steuerung von mehr Stellantriebe je Controller sowie die Weitergaben von Daten an die Steuerung des Heizkessels ermöglicht
- ▶ Keine Dienstleistungen bekannt

**Einordnung GA-Effizienzklasse:**

B (ggf. A, wenn Steuerung des Heizkessels umgesetzt), mehrgeschossiger Wohnungsbau sowie Nicht-Wohngebäude

**Abbildung:**



## RIEcon/ Riedel Automatisierungstechnik

### Name des Systems/ Anbieter:

Riedel (ehemals Dr. Riedel Automatisierungstechnik heute Kieback&Peter GmbH & Co. KG)

### Erläuterung:

Energiemanagementsystem (Heizung) für Wohngebäude bestehend aus:

- ▶ Hierarchisch vernetzte Steuerungsgeräte (Embedded PC) RIEcon WohnungsManager (mit Bildschirm) in Wohnungen. RIEcon GebäudeManager (mit Bildschirm) je Gebäude bzw. Heizzentrale sowie ggf. RIEcon QuartiersManager als Leitzentrale für die Steuerung/ Optimierung von Quartieren
- ▶ Elek. Thermostatventile/ Stellantriebe (RIEcon) für Heizkörper, mehrere je Wohnung/ Haus integrierbar
- ▶ Sensorik für Temperatur und Anwesenheit, Raumweise Soll- / Ist-Werterfassung
- ▶ Intelligente Zähler für Wärmemengen, Strom, Wasser integrierbar (Multi-Metering)
- ▶ Weitere Sensoren (Rauchwarnmelder, Fensterkontakt, etc.) und Aktoren (Lüftung, etc.) verfügbar und integrierbar
- ▶ Hierarchische Kommunikation der Komponenten über Enocean-Funkstandard und Gebäude-Bussystem (Kabel oder Funk) in der Wohnung bzw. im Gebäude

### Steuerungs- und Optimierungsfunktionen des Systems

#### Wohnung

- ▶ Einstell- und begrenzbare Sollwertvorgabe sowie Absenktiefen von Wärmezuführung/ Temperatur (Wochenplan mit Anwesenheit, Abwesenheit/Urlaub)
- ▶ Adaptive und selbstlernende Einzelraumregelung, Anpassung von Nutzzeiten durch Abgleich mit Anwesenheit, selbstlernende Optimierung von Heizzeiten und Aufheizschwellen
- ▶ Erkennung von offenen Fenstern und automatische Absenkung, kontrollierte Belüftung integrierbar
- ▶ Energiemanagement innerhalb der Wohnung, hierarchische Vernetzung im Gesamtgebäude und Weitergabe von Wärmebedarf der Wohnung an Gebäudemanager

#### Gebäude

- ▶ Aggregation von Bedarfen der Wohnungen im GebäudeManager
- ▶ Bedarfsgerechte Steuerung der Energieerzeugung/ Beeinflussung des Heizkessels unter Einbeziehung zahlreicher Parameter (Bedarfe aus Wohnungen, Wetterprognose, Parametern aus Gebäudetechnik (Pumpen, Speichern, etc.) sowie zusätzlichen Energiequellen und -speichern sowie Lastspitzenmanagement/ Schnittstellen zum Energiehandel möglich
- ▶ Vernetzung von intelligenten Zählern (Multimetering) möglich
- ▶ Online-Anlagenmonitoring

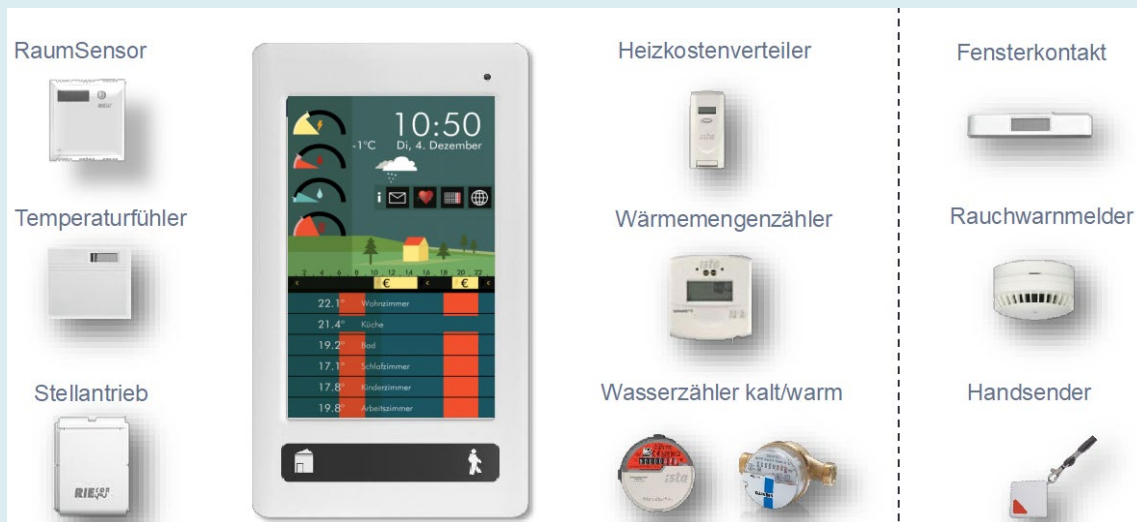
**Angeborene Produkte und Dienstleistungen:**

- ▶ Wohngebäude: Produkt besteht je Wohnung aus einem WohnungsManager, Sensorik und Stellantrieben sowie einem GebäudeManager sowie weiteren Sensoren und Aktoren für die Einbindung von Gebäudetechnik sowie Energiequellen und -speichern
- ▶ Nicht-Wohngebäude: vergleichbare Konfiguration für Nicht-Wohngebäude
- ▶ Verschiedene Dienstleistungen (Abrechnung/ Multimetering von Wärme, Strom, Kalt- und Warmwasser, Mieter-Vermieter-Kommunikation, weitere Dienstleistungen)

**Einordnung GA-Effizienzklasse und Anwendungsfeld:**

A, mehrgeschossiger Wohnungsbau sowie Nicht-Wohngebäude

**Abbildung:**



**Danfoss Ally/ Danfoss GmbH**

**Name des Systems/ Anbieter:**

Danfoss Ally/ Danfoss GmbH

**Erläuterung:**

Energiemanagementsystem (Heizung) für Wohngebäude bestehend aus:

- ▶ Smart Home Gateway (Danfoss Ally Gateway ohne Bildschirm) zur Steuerung von Heizkörpern/ Fußbodenheizungen, steuert Stellantriebe und bildet über Router Schnittstelle zu Clouddiensten z.B. Smartphone- App und Sprachsteuerung
- ▶ Elek. Thermostatventile/ Stellantriebe (Danfoss Ally Elektronischer Heizkörperthermostat) oder Danfoss Icon für Fußbodenheizung, mehrere je Wohnung/ Haus integrierbar
- ▶ Sensoren für Temperatur (Danfoss Ally Room Sensor) für Abgleich mit Thermostatventilen/ Stellantrieben
- ▶ Vernetzung über Zigbee, dafür sind z.T. weitere Zigbee-Module und Repeater notwendig

**Steuerungs- und Optimierungsfunktionen des Systems:**

- ▶ Temperaturgeführte Steuerung von elek. Thermostatventilen/ Stellantrieben über Smart Home Gateway, App und Sprachsteuerung (im Haus sowie von unterwegs)
- ▶ Automatischer hydraulischer Abgleich
- ▶ Wartungsdiagnose von Heizung (nicht weiter spezifiziert)

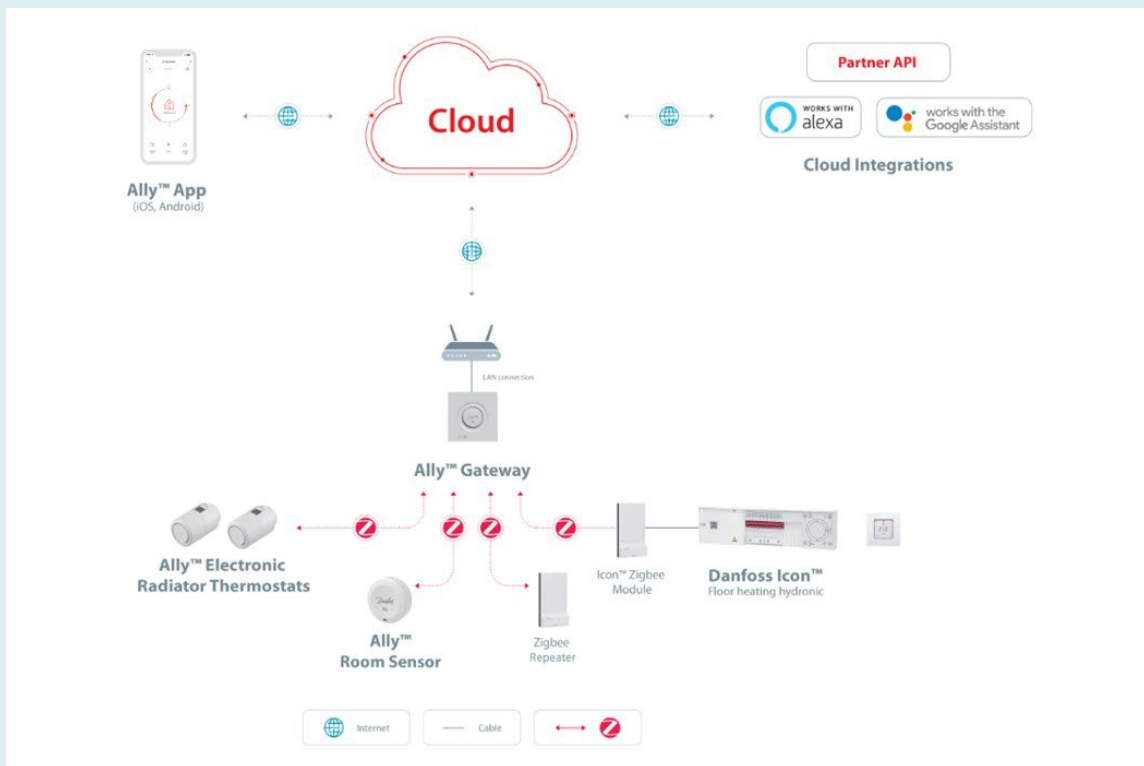
**Angebote Produkte und Dienstleistungen:**

- ▶ Smart Home System Danfoss Ally bestehend aus Gateway, Stellantrieben, Sensoren, etc.
- ▶ Dienstleistungen, Apps nicht weiter spezifiziert

**Zuordnung GA-Effizienzklassen:**

B, Ein- und Zweifamilienhäuser

**Abbildung:**



# **4 Kunden, Geschäftsmodelle und Markt digitaler Gebäudetechnologien**

## 4 Kunden, Geschäftsmodelle und Markt digitaler Gebäudetechnologien

Der Überblick in Kapitel 3 hat die große Spannweite unterschiedlicher Ansätze und den Wandel von Produkten und Produkt-Service-Angeboten der Gebäudeautomation verdeutlicht. Dementsprechend haben sich Kunden und Marktzugänge für intelligenter Gebäudetechnik in den letzten Jahrzehnten stark verändert. Dies betrifft v.a. Produkte der Gebäudeautomation mit ihrem Ursprung in der Mess-, Steuer- und Regeltechnik, die sich heute mikroelektronik- und softwarebasierter Technik orientieren (siehe Kapitel 3). Dabei haben sich nicht nur neue Begriffe und Konzepte (z.B. Smart Home und Smart Building), sondern auch neue Geschäftsmodelle etabliert. Die damit einhergehenden Veränderungen werden in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

### 4.1 Kundengruppen und Kundenbeziehungen

In Kapitel 3 wurde erläutert, dass es zwei Kundengruppen von intelligenter Gebäudetechnik gibt. Diese sind auch prägend für die Vermarktung der Technik. Demnach lassen sich folgende Gruppen unterscheiden:

- ▶ Private Endkunden (Mietende, Wohnungs- oder Hausbesitzende, etc.), die aus unterschiedlichen Motiven Smart Home- und Smart Building-Produkte kaufen. Das Energiemanagement (von Wärme und Strom) in Wohnungen bzw. Gebäuden ist dabei nur eines von mehreren Zielen. Viele der Produkte erfüllen weitere Smart Living-Funktionen wie Sicherheit, Gesundheit, Unterhaltung und Komfort. Das Angebot an Smart Home-Produkten ist entsprechend vielfältig und heterogen, da die Systeme von unterschiedlichen Branchen (Heizungs- und Solarindustrie, Telekommunikation, Energieversorger, etc.) in den Markt gebracht werden. Oft handelt es sich um Paketlösungen (Smart Home-Starterkits), die nur begrenzt erweiterbar sind. Der Vertrieb der Systeme erfolgt meist über den Handel direkt an die Endkundinnen und Endkunden (Business-to-Consumer). Das Geschäftsmodell besteht in vielen Fällen aus dem Verkauf der Technik bzw. Produkten. Die Systeme werden von den Endkundinnen und Endkunden meist selber installiert und in Betrieb genommen.
- ▶ Gewerbliche Kunden (Vermietende, Immobilienbesitzende, etc.), die sich ebenfalls aus verschiedenen Gründen (betriebswirtschaftliche, umweltpolitische, rechtliche, etc.) für ein System oder Angebot entscheiden und dies zur effizienteren Bewirtschaftung oder Organisation in ihren Wohnungsbeständen einsetzen. Diese Systeme stammen eher aus dem Bereich der Gebäudeautomation und die angebotenen Produkte sind stärker auf Kompatibilität, Erweiterbarkeit und Langlebigkeit ausgelegt. Auch hier gibt es eine große Vielfalt von Techniken, Ansätzen und Geschäftsmodellen. In vielen Fällen sind die Systeme auch mit Dienstleistungen verbunden. Diese umfassen z.B. die Installation der Systeme, Abrechnungsdienste (z.B. für Wärme oder Strom) oder auch die Kommunikation mit Softwaresystemen der Wohnungswirtschaft. Dementsprechend handelt es sich oft um Produkt-Service-Kombinationen. Der Vertrieb der Systeme erfolgt in diesen Fällen vom Anbietenden direkt an die Wohnungswirtschaft (Business-to-Business). Installiert und in Betrieb genommen werden die Systeme in der Regel durch Handwerkerinnen und Handwerker bzw. Fachfirmen.

Die Kundengruppe und Kundenbeziehung ist mit rechtlichen und wirtschaftlichen Folgeeffekten verbunden (siehe auch Kap. 4.2), die wiederum Einfluss auf die angebotenen Produkte haben. Kauft ein



Endkunde beispielsweise ein Smart Home-System, so geht er mit dem Herstellenden ein Vertragsverhältnis ein. Erwirbt dagegen ein gewerblicher Kunde (z.B. Wohnungsunternehmen/ Vermietender) ein System und setzt dieses in einer vermieteten Wohnung ein, so ist er der Inverkehrbringende der Technik und besitzt damit eine (rechtliche) Sorgfaltspflicht gegenüber dem Mietenden. Dies hat Auswirkungen auf den Umgang mit Daten aus der Sensorik und Aktorik in den Wohnungen. Da es sich dabei um personenbezogene Daten handeln kann, unterliegt der Umgang mit ihnen dem Recht zum Datenschutz und der Datensicherheit<sup>9</sup>. Möchte der Vermietende Energieverbrauchswerte außerhalb der Wohnung nutzen und speichern, z.B. für Steuerungs- oder Abrechnungszwecke, so muss er sich dafür die explizite Zustimmung der Mietenden einholen.

Die Grundsätze des Datenschutzes und der Datensicherheit gelten zwar auch für Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen und Privatpersonen. In diesem Fall werden Fragen der Datennutzung jedoch über den Kaufvertrag und entsprechende Geschäftsbedingungen geregelt. Ein Beispiel hierfür sind Mobilfunkverträge und die Nutzung von Social Media-Plattformen, die den Anbietenden meist umfangreiche Auswertungen personenbezogener Daten einräumen.

Ob und in welcher Form die rechtlichen Rahmenbedingungen, die Nutzung bzw. Inverkehrbringung der Technik fördern oder verhindern, hängt von der technischen Umsetzung in den Systemen (z.B. Speicherort und -intervall der Daten) bzw. den verfolgten Geschäftsmodellen (siehe Kap. 4.2) ab und soll im Verlauf des Vorhabens weiter untersucht werden. Die am Markt angebotenen Systeme, insbesondere für gewerbliche Kundinnen und Kunden, haben Lösungen als Antwort auf diese Herausforderungen gefunden. So verbleiben in einigen Gebäudeautomationssystemen personenbezogene Daten in der Wohnung bzw. im Gebäude oder werden nur für vertraglich vereinbarte Zwecke (z.B. Abrechnung oder Energiemanagement) genutzt.

Die Kundenbeziehung hat schließlich auch Auswirkungen auf die Preisgestaltung und die Refinanzierbarkeit der Technik bzw. Produkte. Während die Entscheidung für ein Smart Home-System nur von der Endkundin oder dem Endkunden getroffen wird, so ist der Kauf von Smart Building- und GA-Systemen komplexer. Je nach Art des Kunden bzw. Wohnungsunternehmens (gewerblich, kommunal, genossenschaftlich) gelten andere Investitions- oder Entscheidungslogiken (siehe auch Kap. 4.2). So ist für die Beschaffung eines GA-Systems z.B. wichtig, ob sie als niedriginvestive Maßnahme gilt. In diesem Fall kann das Unternehmen relativ frei über die Investition entscheiden. Wird die Beschaffung jedoch als Modernisierung eingestuft, können die Kosten im Rahmen einer gesetzlich geregelten Modernisierungsumlage auf die Miete angerechnet werden.

## 4.2 Geschäftsmodelle und -strategien

Da sich die Produkte intelligenter Gebäudetechnik an unterschiedliche Kundengruppen richten, unterscheiden sich die Zugänge bzw. Vertriebskanäle grundlegend. Darüber hinaus haben sich, bedingt durch den Aufbau und die Funktionen der Systeme, verschiedene Geschäftsmodelle und -strategien für intelligente Gebäudetechnik herausgebildet. Insbesondere durch neue technologische Ansätze (Smart Home, Smart Building, Smart Living) sowie die damit verbundenen Vertriebs- und Plattformkonzepte (Software, Mobilfunk, etc.) halten andere Geschäftsmodelle Einzug in die intelligente Gebäudetechnik. Stark vereinfacht betrachtet können drei Typen unterschieden werden:

---

<sup>9</sup> Dies ist derzeit die Europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO), die strenge Regeln für den Umgang mit personenbezogenen Daten definiert (siehe <https://www.datenschutz-grundverordnung.eu>, Abruf März 2022).

- ▶ **Technologie- und produktbasierte Modelle:** Dies sind Modelle, die technikbasierte Produkte (z.B. Smart Home-Kits oder GA-Systeme) in den Mittelpunkt stellen. Meist handelt es sich um Systeme, die auf proprietären oder offenen Feldbussen (KNX, LON, DALI, etc.) aufsetzen. Da der Ertrag allein über die Produkte erwirtschaftet wird, besitzen die Systeme oft höhere Preise und sind erweiterbar. Beispiele hierfür sind die Systeme der Unternehmen Gira, Hager, Siemens, Kieback&Peter, Riedel AT, etc. Es existieren sowohl Produkte für den vermieteten, mehrgeschossigen Wohnungsbau als auch für Einfamilienhäuser.
- ▶ **Dienstleistungsorientierte Modelle:** Dazu zählen Systeme bzw. Produkte, die meist in Verbindung mit einer Dienstleistung (z.B. Energiemanagement oder -abrechnung) angeboten werden. Der Unterschied zu rein technologie- oder produktbasierten Modellen ist, dass der Ertrag aus mehreren Quellen (Produkt und Dienstleistung) erwirtschaftet werden kann. Ein Beispiel für ein solches Modell sind Versorgungs- und Managementdienstleistungen für erneuerbare Energien in Haushalten oder Gebäuden wie sie von den Firmen Lichtblick, SMA, Sonnen, etc. angeboten werden. Sie verbinden eine technische Lösung für die Speicherung von Energie mit Energiemanagementservices und Stromtarifen. Die Modelle werden sowohl für Endkunden als auch für gewerbliche Kunden angeboten.
- ▶ **Plattform- und datenbasierte Modelle:** Diese bestehen aus technikbasierten Produkten und/oder Dienstleistungen, die jedoch darauf ausgelegt sind, in Verbindung mit weiteren Softwareapplikation (Apps) und/oder vernetzten Produkten bzw. Diensten zu interagieren. Hintergrund für die Modelle bilden häufig Plattformen, über die Softwaredienste und Apps angeboten werden. Die Plattformen und Dienste nutzen teilweise offene Schnittstellen und Protokolle, um untereinander kompatibel zu sein.<sup>10</sup> Der Ertrag solcher Modelle kann sich aus mehreren Quellen (Produkte, Apps, Dienste, Daten, etc.) speisen. Ein wichtiger Nebeneffekt ist, durch die Plattformen Kundenbindungen zu schaffen und über die Nutzung der Dienste bzw. Apps Kundendaten und Informationen zu gewinnen, die durch das Unternehmen genutzt oder vermarktet werden können. Bekannte Anbietende bzw. Systeme sind Google Nest, Apple Home Kit, etc.

In der Praxis treten diese Modelle meist in Kombinationen auf, wodurch komplexe Produkt-Dienstleistungssysteme entstehen können. Zudem entwickeln sich die Modelle weiter und unterliegen starken Umbrüchen, da sich Erwartungen bzgl. erzielbarer Erlöse oder der raschen Skalierbarkeit der Modelle nicht immer erfüllen.

### 4.3 Markt- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale von intelligenter Gebäudetechnik

Zur Verbreitung von intelligenter Gebäudetechnik gibt es wenig belastbare Zahlen. Anders als im Fall von Konsumelektronik (Fernseher, Telefone, etc.) werden keine Verkaufsstatistiken für die Technik geführt und die Abschätzung von Marktpotenzialen ist mit großen Unsicherheiten verbunden. Dies liegt auch daran, dass durch unterschiedliche Definitionen (Smart Home, Smart Building, GA) und Anwendungsfelder der Technik (siehe Kapitel 2.1) die Grenzen für eine Marktabschätzung nicht einfach und eindeutig gezogen werden können.

---

<sup>10</sup> Siehe dazu z.B. den neuen Smart Home Standard Matter unter <https://matter-smarthome.de> (Abruf März 2022)

Trotz sehr optimistischer Marktprognosen in den letzten Jahren (BITKOM, 2008; Bitkom, 2018; Bitkom & Deloitte, 2014) haben sich die Erwartungen an einen Massenmarkt für Smart Home- und Smart Building-Produkte nur bedingt erfüllt. Grund hierfür kann sein, dass die Prognosen auf Basis von Smart Living-Anwendungen getroffen wurden. Legt man Anwendungen aus den Bereichen Sicherheit, Gesundheit, Unterhaltung, etc. zugrunde, so können daraus hohe Marktpotenziale für Smart Home ermittelt werden. Bisher haben sich diese Anwendungen und ihre Nutzenversprechen jedoch nur begrenzt durchsetzen können.

Auch die Verbreitung der spezifischeren und komplexeren Gebäudeautomation, die durch das Energiemanagement, Effizienz- und Kosteneinsparungen sowie klimapolitische Effekte nachweisen kann, bleibt bisher hinter den Erwartungen zurück. Befragungen von Herstellenden lassen darauf schließen, dass es sich, gemessen an der Gesamtzahl der Wohnungen und Haushalte in Deutschland, um Nischenanwendungen handelt.

Im Gegensatz dazu lassen sich vor allem für die Gebäudeautomation, aufgrund der bestehenden Normen und GA-Effizienzklassen (siehe Kapitel 2.2), die erzielbaren Effizienz- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale gut abschätzen. Nach einer aktuellen Studie (Beucker & Hinterholzer, 2021b) können durch den Einsatz von Gebäudeautomation in Wohn- und Nicht-Wohngebäuden kurz- bis mittelfristig (2030) bis zu 14,7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudesektor eingespart werden. Dafür müssen jährlich rund vier Prozent des Gebäudesektors mit GA der Effizienzklasse A ausgestattet werden. Das ist zwar ein ambitioniertes aber kein unerreichbares Szenario. Die dadurch erzielten Einsparungen entsprechen fast 30 Prozent des im Klimaschutzgesetz formulierten Reduktionsziels von 51 Mio. t für den Gebäudesektor (UBA, 2021).

Schwieriger abschätzbar sind die Effizienz- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale aus Smart Home- und Smart Building-Technik. Da in den Systemen verschiedene Energiemanagementfunktionen umgesetzt sind, deren Funktionen und Kompatibilität mit den Normen zur Gebäudeautomation nicht klar ist, können die Einspareffekte nicht in jedem Fall verlässlich nachvollzogen und ermittelt werden.

# 5 Fazit

### 5 Fazit

Die Analyse macht deutlich, dass das Themenfeld der intelligenten Gebäudetechnik zahlreiche Ansätze und Begriffe umfasst. Intelligente Gebäudetechnik ist ein nicht eindeutig definierter Sammelbegriff, der mehrere digitale Ansätze und Techniken (Hardware und Software) vereint, die zu verschiedenen Zwecken in Gebäuden eingesetzt werden.

Auch die Begriffe Smart Home und Smart Building sind meist nicht mit klaren Definitionen von Steuerungs- oder Optimierungsfunktionen verbunden, sondern umfassen mehrere Anwendungsfelder des Smart Living (z.B. Sicherheit, Gesundheit, Unterhaltung und Komfort). Während unter dem Begriff Smart Home meist Produkte für Endkundinnen und Endkunden (Mietende, Eigentümer) verstanden werden, so richten sich Smart Building-Angebote eher an Vermietende, die die Technik in größeren Immobilien (Wohn- sowie Nicht-Wohngebäuden) einsetzen. Die Unterteilung in Smart-Home und Smart Building dient somit weniger einer eindeutigen Abgrenzung der Technik als vielmehr der Strukturierung von Märkten und Kundenbeziehungen.

Im Gegensatz dazu beschreibt die Norm DIN EN 15232 eindeutige Steuerungs- und Optimierungsfunktionen der Gebäudeautomation. Sie definiert für Kombinationen dieser Funktionen sogenannte Effizienzklassen, die bei einer energetischen Einstufung und Sanierung von Gebäuden angerechnet werden dürfen. So können die Effizienzklassen z.B. bei der Bestimmung des Energiebedarfs und des Gebäudestandards sowie bei der Ermittlung von Energieausweisen gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) angerechnet werden. Die GA-Effizienzklassen sind somit das einzige derzeit verfügbare normierte Rahmenwerk zur Beurteilung von energetischen Einsparungen aus intelligenter Gebäudetechnik. Die Norm und die darin beschriebenen Effizienzklassen sind zudem das Ergebnis eines Konsultations- und Abstimmungsprozesses zwischen Forschung und Wirtschaft in den Normungsausschüssen des Deutschen Instituts für Normung (DIN).

Die weitere Analyse im Vorhaben DiKoMo fokussiert auf Gebäudeautomation, da für dieses Technologiefeld eindeutige Definitionen und nachvollziehbare energetische Einsparungen vorliegen. Dies ist Voraussetzung, um einen verlässlichen Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs sowie zur Minderung von Treibhausgasen im Gebäudesektor ermitteln zu können. Alternativ kann im Vorhaben der Begriff Smart Building verwendet werden, um die Anwendung der Technik in größeren Immobilien (Wohn- sowie Nicht-Wohngebäuden) hervorzuheben.

Die Analyse des Umfelds der Technik zeigt zudem, dass sich Kunden und Marktzugänge in den letzten Jahrzehnten stark verändert haben. Nicht nur die Begriffe und Konzepte für intelligente Gebäudetechnik haben sich ausdifferenziert (z.B. Gebäudeautomation, Smart Home und Smart Building). Es haben sich neue Geschäftsmodelle und mit ihnen neue Marktakteure etabliert. Damit sind wiederum andere Diffusions- und Kommunikationsstrategien notwendig. Diese Strukturen sollen durch die nachfolgenden Arbeiten in DiKoMo untersucht werden.

## QUELLEN

- AMEV. (2019). *Hinweise für Planung, Ausführung und Betrieb der Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden Gebäudeautomation 2019* [Broschüre]. Berlin: Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunArbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen. Abgerufen von Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunArbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen website: [https://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Plänen/Gebaeudeautomation/GA%202019/AMEV\\_GA2019\\_2019-03-29.pdf](https://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Plänen/Gebaeudeautomation/GA%202019/AMEV_GA2019_2019-03-29.pdf)
- Aschendorf, B. (2014). *Energiemanagement durch Gebäudeautomation: Grundlagen, Technologien, Anwendungen*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Beucker, S., Bergesen, J. D., & Gibon, T. (2016). Building Energy Management Systems: Global Potentials and Environmental Implications of Deployment. *Journal of Industrial Ecology*, 20(2), 223–233. <https://doi.org/10.1111/jiec.12378>
- Beucker, S., & Hinterholzer, S. (2021a). *Energiesparen durch Gebäudeautomation: Ausgewählte Fallbeispiele*. Berlin: Wirtschaftsinitiative Smart Living. Abgerufen von Wirtschaftsinitiative Smart Living website: [https://www.smart-living-germany.de/SL/Redaktion/DE/Meldungen/2021/2021\\_06\\_03\\_Studie-Gebaeudeautomation-mit-Fallbeispielen.html](https://www.smart-living-germany.de/SL/Redaktion/DE/Meldungen/2021/2021_06_03_Studie-Gebaeudeautomation-mit-Fallbeispielen.html)
- Beucker, S., & Hinterholzer, S. (2021b). *Klimaschutz und Energieeffizienz durch digitale Gebäudetechnologien*. Berlin: Bitkom e.V. Abgerufen von Bitkom e.V. website: [https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-11/211111\\_st\\_klimaschutz-und-energieeffizienz.pdf](https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-11/211111_st_klimaschutz-und-energieeffizienz.pdf)
- BITKOM. (2008). *Konsumentennutzen und persönlicher Komfort, Band 1 Studienreihe zur Heimvernetzung, Ergebnisse der Arbeitsgruppe 8 „Service- und verbraucherfreundliche IT“ zum dritten nationalen IT-Gipfel 2008*. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. Abgerufen von Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. website: [www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Studie-Konsumentennutzen.pdf](http://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Studie-Konsumentennutzen.pdf)
- Bitkom. (2018). *Home Smart Home*. BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. Abgerufen von BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V website: <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Bitkom-Praesentation-Home-Smart-Home.pdf>
- Bitkom, & Deloitte. (2014). *Vor dem Boom—Marktaussichten für Smart Home*. Abgerufen von <https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2014/Studien/Marktaussichten-fuer-Smart-Home/141023-Marktaussichten-SmartHome.pdf>
- BMWi. (2020). *Energieeffizienz in Zahlen 2020*. Abgerufen von [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2020.pdf?\\_\\_blob=publication-File&v=20](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2020.pdf?__blob=publication-File&v=20)
- Bundesregierung. (2020). *Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze (Gebäudeenergiegesetz—GEG)*. Abgerufen von [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger\\_BGBL&bk=Bundesanzeiger\\_BGBL&start=//\\*\[@attr\\_id=%27bgbl107s1519.pdf%27\]#\\_\\_bgbl\\_\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl120s1728.pdf%27%5D\\_\\_1603811241858](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&bk=Bundesanzeiger_BGBL&start=//*[@attr_id=%27bgbl107s1519.pdf%27]#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl120s1728.pdf%27%5D__1603811241858)
- DIN EN 15232. (2017). *DIN EN 15232-1:2017-12 Energieeffizienz von Gebäuden—Teil 1: Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement*. Berlin: Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag.

## INTELLIGENTE GEBÄUDETECHNIK: SYSTEME, KUNDEN, MARKT

- DIN EN ISO 16484. (2004). *DIN EN ISO 16484-2: Systeme der Gebäudeautomation (GA)—Teil 2: Hardware*. Berlin: Beuth Verlag.
- Fichter, K., & Clausen, J. (2013). *Erfolg und Scheitern „grüner“ Innovationen*. Marburg: Metropolis.
- Heimer, T., Köhler, T., Schidlack, M., & Strese, H. (2020). *SmartLiving2Market 2020, Eine Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)*. Frankfurt am Main: technopolis Deutschland GmbH. Abgerufen von technopolis Deutschland GmbH website: [https://www.smart-living-germany.de/SL/Redaktion/DE/Publikationen/2020\\_10\\_19\\_Smart-Living2Market2020\\_Studie.html](https://www.smart-living-germany.de/SL/Redaktion/DE/Publikationen/2020_10_19_Smart-Living2Market2020_Studie.html)
- Hintemann, R., Clausen, J., Beucker, S., & Hinterholzer, S. (2021). *Studie zu Nachhaltigkeitspotenzialen in und durch Digitalisierung in Hessen* [Studie für Hessen Trade & Invest GmbH im Auftrag der Hessischen Staatskanzlei, Hessische Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung]. Wiesbaden: Hessische Staatskanzlei, Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung.
- UBA. (2021). Treibhausgas-Emissionen in Deutschland [Text]. Abgerufen 17. September 2021, von Umweltbundesamt website: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland>
- Waide, P. (2019). *The impact of the revision of the EPBD on energy savings from the use of building automation and controls*. Manchester: Waide strategic efficiency limited. Abgerufen von Waide strategic efficiency limited website: [https://www.buildup.eu/sites/default/files/content/epbd\\_impacts\\_from\\_building\\_automation\\_controls.pdf](https://www.buildup.eu/sites/default/files/content/epbd_impacts_from_building_automation_controls.pdf)