



Smart Buildings

Erfolgskritische Trends und Anwendungsfälle
für Gebäudeplanung und Betrieb

INHALT

1 Danksagung	3
2 Vorwort BVDW	4
3 Executive Summary	5
4 Ausgangslage: Was sind Smart Buildings und wie lassen sie sich klassifizieren?	7
4.1 Die digitale Transformation schreitet auch in der Immobilienwirtschaft voran	7
4.2 Die Anwendungsfelder für Smart Buildings leiten sich von der technischen Ausrüstung eines Gebäudes ab	9
4.3 Die Entwicklung eines Reifegradmodells für Smart Buildings ermöglicht eine bessere Einordnung der „Smartness“ von Gebäuden und ihrer TGA	13
4.4 Smart Buildings sind nicht nur eine Zukunftsvision	16
5 Trends & Potenziale: Wie smart sind Gebäude tatsächlich und welche Trends fördern „Smartness“?	17
5.1 Megatrends haben einen großen Einfluss auf die Immobilienwirtschaft	17
5.2 Die Analyse der wichtigsten Trends der Gebäudewirtschaft und ihre Player	18
5.2.1 Urban Smart & Green City	19
5.2.2 Smart & Green Building	21
5.2.3 Smart Living & Working	21
5.2.4 Technological Ecosystems	23
5.3 Bewertung der Trends für die Marktentwicklung von Smart Buildings	24
5.4 Status quo: Blick der Gewerke auf die aktuelle „Smartness“ des Gebäudes	25
5.5 Herausforderungen und Hemmnisse smarter Gebäude	28
5.6 Erkenntnisse und Schlussfolgerung	30
6 Ausblick: Wohin geht die Reise im Smart-Building-Sektor?	32
7 Gastbeitrag: Wenn Technologie, Digitalisierung und Smart Everything die Antwort ist, was war dann die Frage?	36
8 Anhang	38
8.1 Methodik	38
8.2 Glossar	40
Literaturverzeichnis	42
Die AutorInnen, die SponsorInnen und der Herausgeber	46
Endnoten	50

1 DANKSAGUNG

Unser Dank gilt den ExpertInnen für ihre Teilnahme an den Experteninterviews. Mit ihrem Wissen und fachlichen Rat haben sie einen entscheidenden Beitrag dazu geleistet, einen fundierten und übergreifenden Blick auf die Landschaft im Bereich Smart Building in Deutschland zu werfen – sowohl in Bezug auf das Branchenumfeld als auch auf die unterschiedlichen Bereiche der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) im Bauwesen:

Dr. Niels Bartels

GOLDBECK GmbH, Bielefeld | Innovationsmanager

Prof. Dipl.-Ing. M. Arch. Ulrich Blum

Lehrgebiet Digitales Entwerfen und Konstruieren (Leitung)
MSA | Münster School of Architecture, FH Münster

Prof. Dr. Vanessa Carlow

Technische Universität Braunschweig |
Institute for Sustainable Urbanism (Leitung)

Jörg Franzen

GESOBAU AG, Berlin | Vorsitzender des Vorstandes

Karel J. Golta

INDEED Innovation GmbH, Hamburg | CEO und Gründer

Dipl.-Ing. Architekt BDA Sebastian Helm

HPP Architekten GmbH | Partner und Leiter des Standorts Leipzig

Dr. Michael Lange

Apleona GmbH, Neu-Isenburg | Chief Digital Officer

Karsten Nölling

KIWI.KI GmbH, Berlin | Geschäftsführer

Dr. Martin Schaffer

SGS Société Générale de Surveillance SA, Genf |
Global Head of Cybersecurity Services

Gunar Schmidt

Stadtwerke Jena Netze GmbH, Jena | Geschäftsführer
jENERGIE GmbH | Geschäftsführer

Dipl.-Inf. Bw. (VWA) Stefan Truthän

hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH, Berlin |
Geschäftsführender Gesellschafter

Dipl.-Ing. Gerhard Weilandt

GOLDBECK GmbH, Bielefeld | Innovationsmanager

Dipl.-Ing. (FH) Architekt Tobias Wolfrum

jenawohnen GmbH | Geschäftsführer
jENERGIE GmbH | Geschäftsführer

2 VORWORT

Liebe Leserinnen und Leser,

Fortschritte bei der intelligenten Vernetzung von Gebäuden sind zentrale Entwicklungsschritte Richtung Smart City von morgen. Die Digitalisierung einer solch grundlegenden Infrastruktur birgt eine Vielzahl von Chancen. Sie reichen von effizienten Energielösungen über nachhaltige und ressourcenschonende Bauweisen bis hin zur Anbindung an die sich digitalisierende Lebenswelt, insbesondere vernetzte Mobilitätsangebote.

Die vorliegende Studie fasst den aktuellen Stand zur Smartness von Gebäuden zusammen, identifiziert Chancen und Hemmnisse bei der Weiterentwicklung und stellt konstruktive Lösungen für die Zukunft vor. Diese Lösungsansätze erleichtern es allen Stakeholdern der Gebäudewirtschaft, das erforderliche Digital Know-how für Smart Buildings zu kartieren. Neben der Bedeutung von Kooperationen und dem Austausch zwischen Herstellern zu interoperablen Schnittstellen hebt die Studie als kritische Erfolgsfaktoren eine zukunftsgerichtete Perspektive und Weitblick hervor. Gebäude stehen zwischen 50 und 150 Jahre, was langfristiges Denken ganz offensichtlich einfordert. Zudem ermöglicht der Blick in die Zukunft eine nachhaltige Verzahnung mit Smart-City-Konzepten.



Organisatorisch ist die Studie im BVDW-Ressort Smart World, das sich mit dem Leben und Wirtschaften der intelligent vernetzten Welt von morgen auseinandersetzt, verankert. Dabei widmen wir uns u. a. den Fragen: Wie gestalten wir den digitalen Wandel hin zu Smart Cities, die mit neuen Mobilitätskonzepten Stadt und Land verbinden? Wie können wir unser Leben und Arbeiten sowie unsere Produktions- und Recyclingprozesse in Industrie und Agrikultur effizient und umweltfreundlich gestalten? Welche Weichen müssen gestellt werden, um die Potenziale digitaler Gesundheitsversorgung zu entfalten? Welche neuen Geschäftsmodelle ergeben sich durch die Digitalisierung unseres Alltags? Kurzum: Wie sieht kluger Plattform-Urbanismus aus, der Innovation beflügelt und wettbewerbsfähige Digitalwirtschaft in Deutschland und Europa ermöglicht?

Ich danke allen an dieser Studie beteiligten Mitgliedern des BVDW für die Mitarbeit, ganz besonders dem federführenden Autorenteam Julia Exner (Otis), David B. Hofmann und Dr. Katharina Mattes (mm1 Consulting), Tanja Kruse Brandao (Digital Connection) sowie meinen Kolleginnen Dr. Florina Speth und Dr. Anna Dietrich, die diese Studie seitens der BVDW-Geschäftsstelle begleitet haben.

Ich lade Sie ein, das Spektrum der Digitalisierungspotenziale der uns umgebenden vier Wände kennenzulernen, und wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre.

Mit besten Grüßen

Marco Junk

Geschäftsführer Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e.V.

3 EXECUTIVE SUMMARY

Beim Thema Smart Building handelt es sich keinesfalls nur um eine Vision für Immobilien der Zukunft. Weltweit gibt es bereits „smarte“ Gebäude, die sowohl mit ihrem futuristischen Design als auch mit einer Reihe fortschrittlicher Funktionen für Aufsehen sorgen, beispielsweise „The Edge“ in Amsterdam und der „cube berlin“ in Berlin. So fragmentiert und heterogen die zugehörigen Wirtschaftssektoren sind, so unterschiedlich sind die Definitionen eines Smart Buildings. Zudem gibt es in Deutschland keine Bestandsaufnahme der „Smartness“ von Bestands- und Neubauten, geschweige denn ein Modell für die Bestimmung der unterschiedlichen Reifegrade.

Vor diesem Hintergrund haben sich die AutorInnen dieser Studie das Ziel gesetzt, den Status quo im Bereich „Smart Building“ zu ermitteln, ein einheitliches Reifegradmodell für „Smartness“ in Gebäuden zu definieren und auf Grundlage von Expertengesprächen Trends und Hemmnisse in diesem Kontext zu ermitteln. Mit diesem Überblick soll eine Diskussionsgrundlage geschaffen werden, die einerseits Impulse liefert und andererseits die Ableitung konkreter Handlungsempfehlungen ermöglicht.

Die Studie startet in Kapitel 4 mit einer Definition eines smarten Gebäudes und seiner Bedeutung für die Stadtentwicklung, um dann ein Smartness-Reifegradmodell für Smart Buildings zu skizzieren. Kapitel 5 wirft einen Blick auf relevante Trends, benennt die positiven Treiber für die Entwicklung des smarten Gebäudes sowie kritische Herausforderungen, die eine schnelle und einfache digitale Entwicklung erschweren. Abschließend wagen die AutorInnen in Kapitel 6 und 7 einen Blick in die Zukunft und umreißen wesentliche Handlungsfelder. Die wesentlichen Erkenntnisse dieser Studie werden im Folgenden kurz zusammengefasst:

„Smart Building“ prägt die nachhaltig geplante Stadt

Die Expertengespräche zeichnen ein klares Bild, d. h. das „Smart Building“ hat große Bedeutung für die nachhaltig geplante Stadt von heute und morgen. Es gibt allerdings unterschiedliche Verständnisse des Begriffs „Smart Building“ sowie einen sehr heterogenen digitalen Reifegrad der unterschiedlichen Anwendungsfelder, was offensichtlich die Entwicklung und Bereitstellung „smarter“ Gebäude erschwert. Das von den AutorInnen skizzierte Reifegradmodell wurde daher von den befragten ExpertInnen bereits positiv bewertet und konnte im Rahmen einer repräsentativen Umfrage unter MarktteilnehmerInnen validiert werden.

Die Untersuchung der vier Megatrendcluster „Urban Smart & Green City“, „Smart & Green Building“, „Smart Living & Working“ und „Technological Ecosystems“ zeigt, dass der Trend zur nachhaltigen Energie- und Ressourcennutzung als größter Treiber für das Smart Building – Planung, Bau und Betreiben – gesehen wird. An zweiter Stelle stehen in puncto Relevanz die drei Trends „verbesserte Usability durch digitale Assistenzsysteme“, „Integration in ein Smart-City-Ökosystem“ sowie „Plattformökonomie“. Von geringerer Bedeutung für die Verbreitung von Smart Buildings sind die beiden Trends „flexible, ineinandergreifende Lebens- und Arbeitswelten“ und „Sharing Economy“. Die Trends „Urbanisierung“ und „Silver Society“ haben laut den ExpertInnen die geringste Bedeutung, was den smarten Neubau bzw. die smarte Modernisierung von Gebäuden betrifft.

Digitalisierung im Gebäudebereich steht erst am Anfang

Im Rahmen der Marktforschung wurden die ExpertInnen auch nach dem Smartness-Level von Neubauten und Vorhaben zur Modernisierung von Bestandsbauten befragt, um den Status quo zu beleuchten. Insgesamt ergibt sich ein homogenes Bild über alle sieben betrachteten Anwendungsbereiche hinweg: Die Digitalisierung im Gebäudebereich steckt noch in den Kinderschuhen. Gleichwohl lassen sich Unterschiede zwischen einzelnen Anwendungsbereichen erkennen. Während die Bereiche Wasserversorgung und Beleuchtung den unteren Reifegradstufen zugeordnet, also als „am wenigsten smart“ eingeschätzt wurden, sind die Bereiche Gebäudesicherheit und Brandschutz fortgeschrittener. Den beiden höchsten Stufen des sechs-stufigen Reifegradmodells lassen sich hingegen nur wenige Gebäude zuordnen.

Bei der Analyse der Ursachen für diese Befunde wird über alle Anwendungsbereiche hinweg ein nicht vorteilhaftes Kosten-Nutzen-Verhältnis als Grund genannt, dass die nächste Smartness-Stufe nicht erreicht wird. Im Vergleich dazu wurde das Hemmnis fehlendes Know-how in Bezug auf die einzusetzende Technologie in Planung, Implementierung und Betrieb als weniger relevant, jedoch trotzdem bedeutend bewertet. Eine fehlende technologische Reife sowie ein unklarer Nutzen für Betreiber und Anwender wurden als eher weniger relevant eingestuft.

Herausforderungen in Angriff nehmen

Diesen genannten Herausforderungen gilt es zu begegnen. Hierbei kann zwischen fehlenden Planungsvoraussetzungen für den Smart-Building-Neubau und Hürden, die den Ausbau zum nächsten Reifegrad behindern, unterschieden werden. Für den Neubau ist die frühzeitige Berücksichtigung der notwendigen Technologien in der Gebäudeplanung essenziell (u. a. Building Information Modeling, Digital Twins). Darüber hinaus fehlt es sowohl an starken Allianzen und Partnerschaften als auch an einer grundlegenden Bereitschaft, in Zukunftsfähigkeit zu investieren. Einzelne Experten machten darauf aufmerksam, dass die Industrie noch nicht übergeordnet, sondern nur in Teilbereichen über Smartness nachdenkt. Die Elektrofachplanung wird beispielsweise von Elektrofachfirmen gemacht und nicht von der technischen Gebäudeausrüstung (TGA). Um gemeinsam die Herausforderungen der Zukunft adressieren zu können (u. a. Cyber Security Risks), braucht es daher ein Umdenken aller Beteiligten und gleichzeitig die Bereitschaft, in die notwendigen technischen Voraussetzungen (z. B. standardisierte offene Schnittstellen) für interoperable Anwendungsfälle zu investieren.

Weitere Schlüsselthemen für das Gelingen des Smart Buildings sind der Datenschutz und das Schnittstellenmanagement. Die Beschaffung und das Management von Daten sind Voraussetzung für das Smart Building und die Smart City. Doch die Gebäudewirtschaft und ihre Player stehen vor einer großen Herausforderung, da ein umfassendes rechtliches und gesellschaftliches Regelwerk, das einen einfachen, schnellen und vor allem sicheren Zugang liefert, bislang nicht existiert.

4 AUSGANGSLAGE: WAS SIND SMART BUILDINGS UND WIE LASSEN SIE SICH KLASSIFIZIEREN?

4.1 Die digitale Transformation schreitet auch in der Immobilienwirtschaft voran

Die digitale Transformation hat in vielen Industrien und Branchen Einzug gehalten und verspricht vor allem Effizienz-, Komfort- und Qualitätssteigerungen mithilfe von KI-gesteuerter Automatisierung. Die Digitalisierung ist auch bei Planung, Bau und Betrieb von Gebäuden inzwischen nicht mehr wegzudenken. Hierbei ist der Haupttreiber der Entwicklung die immer stärker werdende Forderung nach Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Kostensenkungen. Gebäude bilden einen wichtigen Baustein für die nachhaltige und zukunftsweisende Entwicklung des gesamten urbanen Raums, denn Gebäude machen in der EU etwa 40 Prozent des Endenergieverbrauchs und 36 Prozent der Treibhausgasemissionen aus.² Im Jahr 2019 standen in Deutschland insgesamt 22 Millionen Gebäude, davon ca. 19 Millionen Wohngebäude und ca. 3 Millionen Nichtwohngebäude.³ An diesen Zahlen allein lässt sich bereits das enorme Potenzial von Smart Buildings für die nachhaltige Stadtentwicklung ablesen.

Die digitale Steuerung, Vernetzung, Kontrolle und intelligente Automatisierung der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) sowie die damit verbundene Datensammlung werden mit dem Begriff intelligentes Gebäude bzw. Smart Building umschrieben.⁴ Die Vernetzung ermöglicht es hierbei, dass zuvor unabhängig arbeitende Bereiche der technischen Gebäudeausrüstung, wie beispielsweise Gebäudesicherheit, Beleuchtung und Klimatisierung, miteinander kommunizieren und automatisiert interagieren können. Zudem tragen die Automatisierung und Vernetzung der Gebäudetechnik dazu bei, dass ihre permanente Überwachung und Steuerung auch aus der Ferne erfolgen kann.⁵

Dieses ganzheitliche und aufeinander abgestimmte Zusammenspiel der einzelnen TGA-Gewerke bietet zahlreiche Vorteile.⁶ Smarte Gebäude können einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende leisten, indem sie durch Vernetzung und eine intelligente Steuerung der verschiedenen Anwendungen noch energiesparender betrieben werden können. So können die für den Gebäudebetrieb verwendeten Ressourcen wie Elektrizität, Gas und Wasser genau auf den tatsächlichen Bedarf reduziert werden. Dadurch lassen sich Kosteneinsparungen für Gebäudebetreiber erzielen, die Klimaziele erreichen und gleichzeitig langfristig die Lebensqualität in Städten verbessern.

Ein weiteres Merkmal smarter Gebäude ist: Mithilfe unterschiedlicher Sensoren lassen sich die Zustands- und Nutzungsdaten von Gebäuden, wie zum Beispiel Raumtemperaturen, Anzahl von Personen im Raum oder Luftqualität, erfassen und auswerten, um damit das gesamte Gebäudemanagement zu optimieren. Hierbei kommen künstliche Intelligenz (KI) und auf maschinellem Lernen basierende, selbstlernende Algorithmen zum Einsatz. Zusätzlich bieten diese Daten die Möglichkeit, neue Anwendungen, Services und Geschäftsmodelle zu entwickeln.

Doch das Thema Smart Building geht noch einen Schritt weiter. Es geht nicht nur darum, einzelne Gebäude zu optimieren, sondern auch um die Vernetzung intelligenter Gebäude und ihrer technischen Ausrüstungen zu einem größeren System.

Doch das Thema Smart Building geht noch einen Schritt weiter: Es geht nicht nur darum, einzelne Gebäude zu optimieren, sondern auch um die Vernetzung intelligenter Gebäude und ihrer technischen Ausrüstungen zu einem größeren

System. Beispielsweise bekommen Gebäude durch „Smart Metering“ (intelligente und vernetzte Verbrauchszähler) und die Vernetzung im „Smart Grid“ (intelligente Stromnetze) neben dem optimierten Eigenverbrauch die Möglichkeit, selbst zu Stromproduzenten zu werden und ihre Energieüberschüsse ins Netz einzuspeisen.⁷

Allerdings stehen GebäudeplanerInnen, ArchitektInnen und BetreiberInnen von Gebäuden aufgrund einer Vielzahl technischer Innovationen, konkurrierender Systeme und Lösungsanbieter vor großen Herausforderungen. Oft besteht Unklarheit bezüglich der Bedeutung von Smartness in Gebäuden, da eine einheitliche Definition bzw. ein einheitliches Referenzsystem zur Orientierung im Markt fehlen. Daraus resultiert, dass AnbieterInnen und KundInnen kein gemeinsames Verständnis von Smartness von Gebäuden haben, was zukünftige Vorhaben erheblich erschwert. Die Digitalisierung erfordert neue Prozesse und Abstimmungsbedarfe von ArchitektInnen, PlanerInnen und GebäudemanagerInnen bei der Erstellung, aber auch für ein nachhaltiges und zukunftsfähiges Betreiben von Gebäuden. Um das zu erlangen, müssen grundlegende Herausforderungen schnellstmöglich bewältigt und Unklarheiten beseitigt werden.

4.2 Die Anwendungsfelder für Smart Buildings leiten sich von der technischen Ausrüstung eines Gebäudes ab

Im Gegensatz zu Smart Home umfasst Smart Building die Digitalisierung des gesamten Gebäudes. Das Ziel von Smart Buildings ist es, mithilfe von Vernetzung, Fernsteuerung und intelligenter Automatisierung der technischen Ausrüstung des Gebäudes die Effizienz und den Komfort für den Betrieb und die Nutzer zu erhöhen. Die Anwendungsbereiche von Smart Buildings sind daher von den Teilbereichen von typischen technischen Gebäudeausrüstungen abgeleitet.⁸ Für die weiteren Untersuchungen im Rahmen dieser Studie dient uns die Einteilung des IBM Institute for Business Value als Grundlage. Die neun dort betrachteten Anwendungsbereiche sind in Abbildung 1 dargestellt.

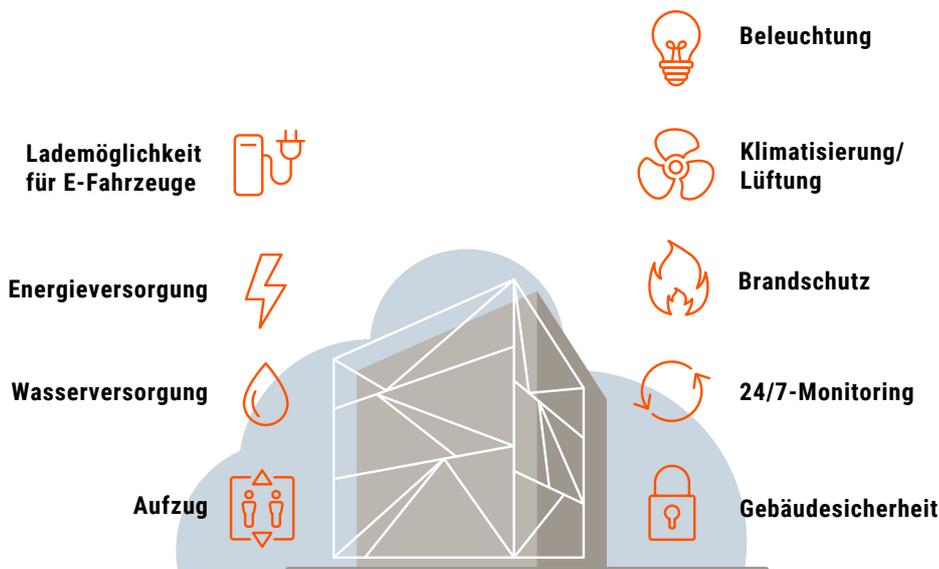


Abbildung 1: Neun technische Anwendungsbereiche für Smart Buildings⁹

Wir haben hier jedoch aus praktischen Gründen und zur Vereinfachung zwei Anpassungen vorgenommen. Die Bereiche „Lademöglichkeit für E-Fahrzeuge“ und „24/7-Monitoring“ werden nicht als eigenständige Anwendungsfelder betrachtet, sondern den Bereichen „Energieversorgung“ bzw. „Aufzug“ als exemplarische Anwendungsfälle zugeordnet.

Im Folgenden wollen wir die sieben verbleibenden Anwendungsbereiche kurz erläutern und jeweils mithilfe von Beispielen aufzeigen, wie smarte Anwendungen in diesen Bereichen gestaltet werden können und welche Ziele jeweils verfolgt werden.



Energieversorgung:

Die intelligente Erzeugung, Überwachung und Verteilung von elektrischer Energie innerhalb von Gebäuden soll die Energieeffizienz steigern und Kosten senken. Maßgeblich sind dabei beispielsweise Technologien wie „Smart Meter“, d. h. intelligente Verbrauchszähler, sowie die Vernetzung mit anderen TGA-Teilbereichen, um den Energieverbrauch je nach Bedarf in Echtzeit zu kontrollieren. Dementsprechend nimmt dieser Anwendungsbereich eine übergeordnete Rolle im Smart Building ein.¹⁰ Beispielsweise wurde das Amsterdamer Smart Building „The Edge“ in 2016 zum nachhaltigsten Gebäude der Welt gekürt, da es dank smarter Gebäudetechnologien einen Großteil seiner Energieeinsparpotenziale ausschöpfen kann.¹¹ Ein weiterer Anwendungsfall, der zunehmend an Relevanz gewinnt, betrifft die Installation und Energieversorgung von Ladeinfrastruktur für Hybrid- und E-Fahrzeuge direkt am Gebäude.¹²

Beispiele:

- (1) Die Apleona Group bietet innovative und softwarebasierte Mess- und Monitoring-Systeme an, um Energieeinsparpotenziale automatisiert zu identifizieren und die Energieversorgung durch maschinelles Lernen zu optimieren und bedarfsgerecht anzupassen.¹³
- (2) „The Edge“ verfügt über E-Ladesäulen, die direkt vor Ort mit eigenerzeugter Energie versorgt werden. Durch die Vernetzung lassen sich Ladeströme optimieren, ohne das Stromnetz hierbei zu überlasten.¹⁴



Beleuchtung:

Intelligente Lichtsysteme steigern die Energieeffizienz von Gebäuden und den Komfort für ihre NutzerInnen. Anwesenheitssensoren und die Vernetzung mit anderen Bereichen der TGA tragen dazu bei, dass sich das Lichtniveau je nach Bedarf und Zeit automatisiert anpasst.¹⁵ Mittels Fenstersensoren und Bewegungsmeldern lässt sich eine automatisierte Lichtsteuerung realisieren.¹⁶

Beispiel:

- (1) „The Edge“ und der „cube berlin“¹⁷ verfügen über ein intelligentes Beleuchtungssystem, das sich automatisiert je nach Bedarf anpasst.¹⁸



Brandschutz:

Intelligente Brandmeldesysteme steigern die Sicherheit der GebäudenutzerInnen. Brandherde können so frühzeitig erkannt und automatisch an die Notfallzentrale weitergeleitet werden. Zudem werden Funktionalitätsprüfungen des Brandmeldesystems automatisiert durchgeführt und so der Wartungsaufwand reduziert.¹⁹

Beispiele:

- (1) Viele Brandmeldesysteme sind bereits heutzutage vernetzt und können z. B. im Alarmfall einen Brand lokalisieren und die entsprechenden Informationen den Einsatz- und Rettungskräften weiterleiten.²⁰
- (2) Der Ingenieurdienstleister für Brandschutz hhpberlin betreibt eine digitale Plattform, auf der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben auf Daten und Erkenntnisse unterschiedlicher PartnerInnen rund um den vorbeugenden Brandschutz zugreifen können. Dies reicht von Geodaten über BIM bis hin zu Simulationsmodellen.



Wasserversorgung:

Mittels Sensoren und smarten Messeinrichtungen lässt sich der Wasserverbrauch gezielt steuern und so der Ressourcenverbrauch effizienter gestalten. Dieser Anwendungsbereich trägt zu einem effizienten und nachhaltigen Ressourcenverbrauch von Gebäuden bei.²¹

Beispiel:

- (1) Im Londoner Smart Building „Crystal“ wird eine Abwasserrecyclinganlage sowie ein intelligentes Entwässerungssystem genutzt, um die Wasserversorgung so effizient wie möglich zu gestalten.²²



Klimatisierung/Lüftung:

Smarte HVAC-Systeme²³ umfassen die Steuerung von Heizung, Lüftung und Klimatechnik. Die Gebäude sind mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet, mit deren Hilfe die Betriebszustände der Systeme automatisiert und in Echtzeit an tatsächliche Bedarfe sowie Umweltbedingungen angepasst werden können. Der Fokus liegt hierbei auf Energieeffizienz, Komfortsteigerung und Senkung der Betriebskosten von Gebäuden.²⁴

Beispiele:

- (1) Die Apleona Group bietet sowohl Monitoring Systeme an, um Energieflüsse im Gebäude transparent zu machen als auch selbstlernende Systeme zur vollautomatisierte Regelung von HLK-Systemen.²⁵
- (2) Der „cube berlin“ und „The Edge“ haben eine intelligente Klimatisierung, die sich nach Bedarf automatisch anpasst und zusätzlich von allen NutzerInnen individuell per App gesteuert werden kann.²⁶



Aufzug:

Intelligente Aufzüge verbessern den Komfort und die Sicherheit für GebäudenutzerInnen. Durch Vernetzung und die im Aufzug verbaute Sensorik werden Daten in Echtzeit erfasst und an ein Backend weitergeleitet, wodurch die Wartung der Aufzüge optimiert und effizienter gestaltet werden kann.²⁷

Beispiel:

- (1) Bei der Deutschen Bahn sind bereits 2.100 vernetzte Aufzüge und 1.000 vernetzte Fahrtreppen an DB-Bahnhöfen im Einsatz. Sie melden in Echtzeit ihren Status, wodurch Fehler früher erkannt und Reparaturen schneller veranlasst werden können.²⁸



Gebäudesicherheit:

Im Fokus steht hierbei die Sicherheit der Menschen im Gebäude. Eine sichere Zugangskontrolle kann autorisierte Personen am Eingang authentifizieren, jegliches unbefugtes Eindringen erkennen und bei Bedarf einen Notruf absetzen. Intelligente Kamera- und Türsysteme bilden hierfür die Grundlage.²⁹ Zur Sicherheit trägt auch die Steuerung der Anfahrt von Fahrzeugen bei. Via App erhalten Mitarbeitende schon während der Anfahrt Informationen zur Parkplatzsituation im Haus, um beispielsweise frühzeitig einen Ausweichparkplatz aufsuchen zu können.

Beispiele:

- (1) Im Innovationscenter openBerlin wird die „Face Recognition Solution“ von der Firma Stonelock zur optimierten Zugangskontrolle genutzt.³⁰
- (2) The Edge: Integration der Parkplatzinformationen in die App für die Mitarbeitenden.³¹

4.3 Die Entwicklung eines Reifegradmodells für Smart Buildings ermöglicht eine bessere Einordnung der „Smartness“ von Gebäuden und ihrer TGA

Im zweiten Teil dieser Studie werden wir der Frage nachgehen, welchen Grad von Smartness bzw. technologischen Reifegrad neu erstellte, sich im Bau befindliche bzw. modernisierte Gebäude in Deutschland derzeit haben. Da es jedoch bisher keine einheitliche Definition für die Smartness von Gebäuden gibt, haben wir hierfür zunächst ein Modell zur Einstufung der Reifegrade entwickelt. Dieses dient als Grundgerüst für die durchgeführte Befragung zur Klassifizierung der Gebäude. Dieses Reifegradmodell für Smart Buildings ist eine Synthese aus zwei anerkannten Modellen im Industrie-4.0 Umfeld.

- Der Ansatz der Forschungsorganisation FIR e. V. gliedert den technologischen Reifegrad von Industrie 4.0 in sechs Stufen: Computerisierung, Konnektivität, Sichtbarkeit, Transparenz, Prognosefähigkeit und Adaptierbarkeit. Diese Entwicklungsphasen haben wir genutzt, um die Etablierung der Grundvoraussetzungen für Smart Buildings (Stufe 1) bis hin zur vollständigen Umsetzung (Stufe 6) abzubilden.³²
- Porter und Heppelmann (2014) beschreiben die Transformation von autarken Produkten hin zu smarten Systemen, die sich letztendlich zum „System aus Systemen“ entwickeln. Demnach differenzieren Porter und Heppelmann zwischen den fünf Produkt-Entwicklungsstufen: „Product“, „Smart Product“, „Smart & Connected Product“, „Product System“ und „System of Systems“.³³

Die in Abbildung 2 aufgeführte Darstellung definiert die Kriterien je Stufe.

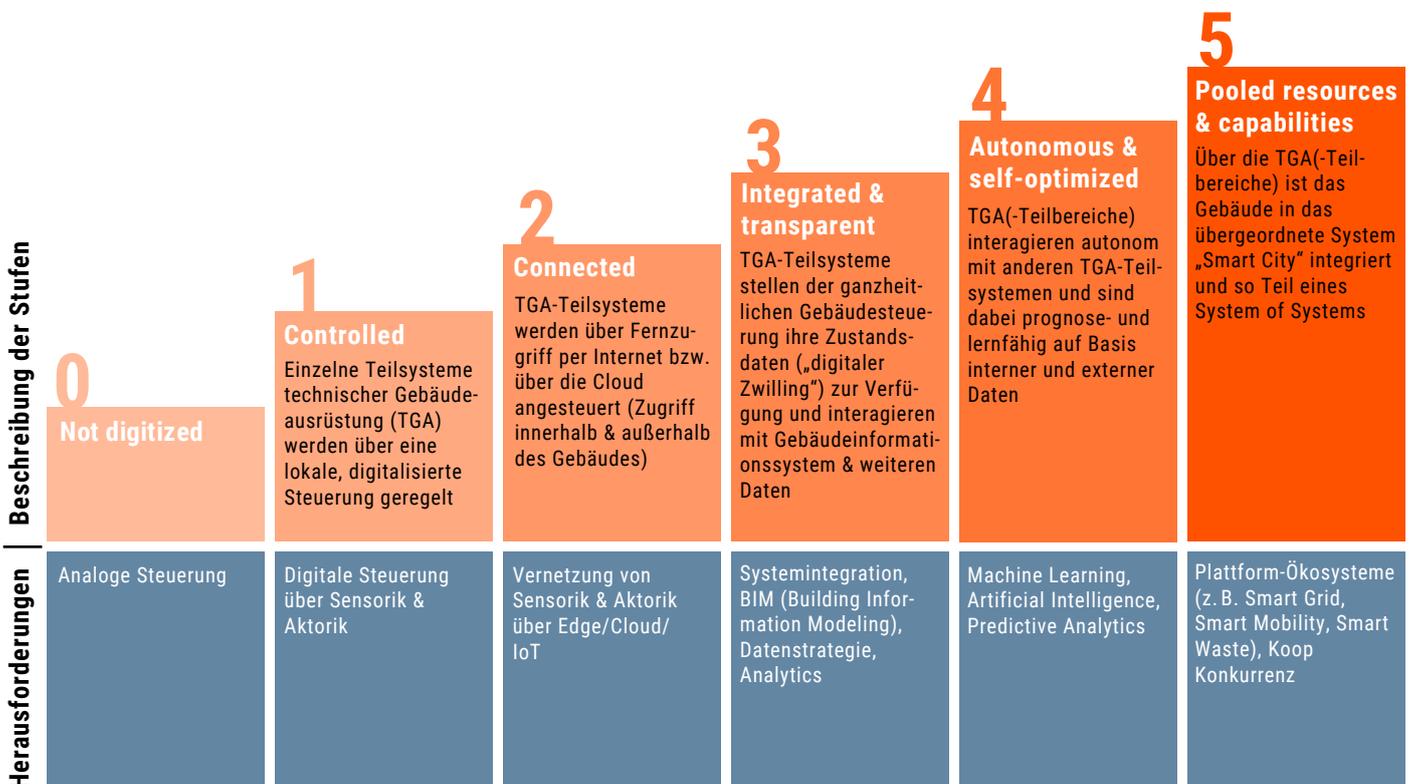


Abbildung 2: Smartness-Reifegradmodell für Smart Buildings³⁴

Stufe 0, Not digitized:

Auf dieser Stufe befindet sich ein technisches System, das nur über eine analoge, d. h. nicht digitalisierte Steuerung verfügt. Zudem sind die einzelnen TGA-Teilsysteme technisch nicht miteinander verbunden, wodurch weder Vernetzung oder Integration noch ein übergreifendes Monitoring möglich sind.

Stufe 1, Controlled:

Diese Stufe stellt mit der digitalisierten Steuerung eines technischen Systems letztlich eine Grundvoraussetzung für Smart Buildings dar. Einzelne Funktionen der TGA werden mithilfe von digitalen Sensoren und Aktoren sowie einer digitalen Steuereinheit geregelt. Die TGA ist jedoch nicht mit anderen Systemen vernetzt, sodass eine automatisierte Steuerung nur lokal und isoliert für das TGA-Teilsystem möglich ist.

Stufe 2, Connected:

TGA-Teilsysteme in dieser Stufe verfügen über Konnektivität, also eine Verbindung zu einem anderen System oder einer übergeordneten Steuereinheit, mit deren Hilfe ein Fernzugriff auf die Funktionen wie Monitoring und Steuerung ermöglicht wird. Eine vollständige Integration in eine übergreifende Steuereinheit ist allerdings noch nicht vorhanden.

Stufe 3, Integrated & transparent:

Die TGA-Teilsysteme sind auf dieser Stufe in ein Gesamtsystem zur Steuerung und Überwachung des Gebäudes integriert. Dies kann beispielsweise ein Gebäude- oder Facility-Management-System oder auch ein Building Information Modeling System³⁵ (BIM) sein. Solch ein System ermöglicht die redundanzfreie Modellierung eines digitalen Zwillinges des Gebäudes sowie die Anzeige und Überwachung der Gebäudedaten in Echtzeit, wodurch sich Wirkungszusammenhänge analysieren lassen, um die Steuerung zu optimieren.

Stufe 4, Autonomous & self-optimized:

In dieser Stufe wird die in ein Gesamtsystem integrierte einzelne TGA auf Basis interner und zusätzlicher externer Datenpunkte (wie z. B. Wetterdaten, Verkehrsdaten) prognosefähig. Predictive Analytics und Machine Learning ermöglichen die Auswertung von Gebäudedaten sowie die Ableitung von möglichen Zukunftsszenarien und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten in Echtzeit. Auf dieser Basis können eigenständig Entscheidungen getroffen und somit Wartung und Betrieb des Gebäudes optimiert werden. Erst ab dieser Stufe kann von einem Smart Building gesprochen werden, da das Gebäude ab dieser Stufe intelligent und selbstoptimierend agiert. Die drei vorhergehenden Stufen sind jedoch essenziell auf dem Weg zu einem Smart Building.

Stufe 5, Pooled resources & capabilities:

In der letzten Stufe des Smartness-Reifegradmodells ist das Gesamtsystem oder einzelne Teilbereiche des Gebäudes mit einem übergeordneten System wie z. B. „Smart City“ verbunden und interagiert eigenständig. Prozesse innerhalb des Smart Buildings sind mit der externen Infrastruktur automatisiert abgestimmt. Das daraus resultierende „System of Systems“ ist in der Lage, sich in seiner Gesamtheit selbst zu steuern und zu optimieren.

Zum besseren Verständnis der einzelnen Reifegradstufen projizieren wir in Abbildung 3 beispielhaft die drei TGA-Anwendungsbereiche Klimatisierung, Brandschutz und Aufzug auf das vorher beschriebene Smartness-Reifegradmodell und stellen deren Entwicklung über die verschiedenen Stufen dar.

	0	1	2	3	4	5
	Not digitized	Controlled	Connected	Integrated & transparent	Autonomous & self-optimized	Pooled resources & capabilities
Klimatisierung	Klimaanlage mit analoger thermostatischer bzw. manueller Steuerung	Digitalisierte Steuerung mithilfe von digitalen, lokalen Sensoren (Innen- und Außentemperatur, Luftfeuchtigkeit)	Die Funktion der Klimaanlage kann remote gesteuert und überwacht werden	Integration in ein Gebäudeinformationssystem, angeschlossen und interagiert mit anderen Systemen und Daten wie z. B. Beschattung, Wetter, Anwesenheit	Klimatisierung passt sich selbststeuernd an erwartete Besucherströme an	Nutzung der Abwärme im Smart-City-Bereich (Smart Grid), z. B. über Schwimmbäder
Brandschutz	Sprenkieranlage	Rauchwarnmelder mit integriertem digitalen Sensor	Rauchwarnmelder sind untereinander vernetzt und können eine Warnmeldung innerhalb des Gebäudes oder nach außen weitergeben	Brandmeldeanlage ist integriert in die Gebäudesteuerung und interagiert bspw. mit Brandschutztüren, Notfallbeleuchtung, Aufzügen, Lösch- und Schließsystemen	System erkennt eigenständig die Art und das Ausmaß des Brandes und optimiert daraufhin die Maßnahmen (z. B. Löschmaßnahmen, Informationen für Rettungskräfte und Evakuierung)	Anbindung an Smart City: Koordination der Informations- und Rettungsmaßnahmen, Steuerung der zentralen Rettungs- und Fluchtwege für Rettungskräfte, Besucher und Bewohner
Aufzug	Der Aufzug verfügt über eine analoge Steuerung	Der Aufzug verfügt über eine digitale Steuerung	Der Aufzug ist ausgestattet mit einem Remote Monitoring System: Leistungsdaten, Fehlermeldungen, Entstörung, Personenbefreiung sind per Fernzugriff verfügbar	Daten der Aufzugsanlage werden über API-Schnittstellen für das ganzheitliche Gebäudemanagement zur Verfügung gestellt bzw. integriert	Kombinierte Daten der Aufzugsanlage werden per Machine Learning ausgewertet und bilden die Grundlage für prädiktive Wartung sowie weitere Service-Elemente	Aufzugsanlagen und Fahrtreppen sind mit Smart-City-Systemen im Bereich der urbanen Mobilität verbunden

Abbildung 3: Exemplarische Anwendungsbereiche im Smartness-Reifegradmodell für Smart Buildings

4.4 Smart Buildings sind nicht nur eine Zukunftsvision

Bei den Smart Buildings handelt es sich keinesfalls nur um eine Vision für Immobilien der Zukunft. Sie sind bereits zum Teil Realität geworden. Auch in Europa gibt es bereits fortschrittliche Smart Buildings, die mit ihrem futuristischen Hightech-Design für Aufsehen in der Fachpresse gesorgt haben. Zwei der prominentesten Smart Buildings in Europa sind „The Edge“ in Amsterdam und der „cube berlin“ in Berlin.

„The Edge“ wird oft als intelligentestes Bürogebäude der Welt bezeichnet.³⁶ Mit ca. 28.000 verbauten Sensoren werden kontinuierlich Daten zur Gebäudenutzung und zum Gebäudezustand gemessen und analysiert. Dementsprechend wird z. B. der optimale Energiebedarf in Echtzeit automatisiert berechnet und angepasst. Jeder Gebäudenutzer ist über eine App in der Lage, mit dem Gebäude zu interagieren, um beispielsweise das Licht und die Temperatur in seinem Umfeld individuell an die eigenen Bedürfnisse anzupassen. Zukunftsweisend ist zudem, dass „The Edge“ durch Solarzellen mehr Energie produziert, als es verbraucht. Überschüssige Energie wird so der umliegenden Infrastruktur zur Verfügung gestellt.³⁷ Aber nicht nur die Energieeffizienz steht im „The Edge“ im Fokus, auch weitere Anwendungen wie beispielsweise die optimierte Anfahrt unter Einbeziehung interner und externer Parkplätze oder die bedarfsgerechte Nutzung durch die Angestellten und die damit in Verbindung stehende Versorgung und Reinigung durch externe Dienstleister.

Im „cube berlin“ sorgen 3.750 Sensoren, 750 Beacons und 140 Mobilfunkantennen für die ganzheitliche Vernetzung und vollumfängliche Erhebung der Gebäudedaten.

Technik sorgt für ganzheitliche Vernetzung

Unter dem Namen „cube berlin“ wurde 2020 ein weiteres smartes Bürogebäude in Berlin eröffnet. Im „cube berlin“ sorgen 3.750 Sensoren, 750 Beacons und 140 Mobilfunkantennen für die ganzheitliche Vernetzung und vollumfängliche Erhebung der Gebäudedaten. Im zentralen und in das Gebäude integrierten Analyse- und Steuerungszentrum, genannt „Brain“, werden das Nutzerverhalten und der Gebäudezustand durch KI analysiert und ausgewertet, wodurch sich das Gebäude automatisiert selbst steuert und optimiert. Ähnlich wie in „The Edge“ können GebäudenutzerInnen via App auf die Intelligenz des „cube berlin“ zugreifen und so beispielsweise Licht, Temperatur und Facility Management koordinieren und bedarfsgerecht anpassen.³⁸

Neben „The Edge“ und dem „cube berlin“ gibt es einige weitere eindrucksvolle Smart Buildings, wie z. B. „Karvesvingen 5“ in Oslo sowie das „Crystal“ und das „Tottenham Hotspur Stadium“ in London.³⁹ Darüber hinaus entsteht in Berlin momentan ein Büroquartier unter dem Namen „DSTRCT.Berlin“, das mehrere Bürogebäude zu einem intelligenten Gesamtsystem verknüpft.⁴⁰

5 Trends & Potenziale: Wie smart sind Gebäude tatsächlich und welche Trends fördern „Smartness“?

5.1 Megatrends haben einen großen Einfluss auf die Immobilienwirtschaft

Trends sind Instrumente zur Beschreibung von Veränderungen und Strömungen in allen Bereichen der Gesellschaft. Somit sind sie auch ein Indikator für das Umdenken, Hinterfragen von Bestehendem und auch für die Neuausrichtung. Wer die Entwicklung der Gebäudewirtschaft und insbesondere der Smart Buildings betrachtet, sollte den Blick auch auf Trends und zukünftige Entwicklungen richten. Das ermöglicht neben der Ermittlung des Status quo auch zu verstehen, wohin sich die Gebäudewirtschaft und ihre einzelnen Gewerke entwickeln und welche Abhängigkeiten sich dabei für ArchitektInnen, PlanerInnen und BetreiberInnen eines Gebäudes ergeben.

Die Digitalisierung ist zweifelsohne der Megatrend, der viele andere Trends beeinflusst. Sie hat auch Auswirkungen auf die Gebäudewirtschaft und treibt die Entwicklung des Smart Buildings voran. In Bezug auf den Kontext des Gebäudes und seine Bedeutung für die Stadtentwicklung – und überhaupt unseren gesamten Lebensraum von heute und von morgen – ist ein Blick auf Trends und Entwicklungen im sozialen, technologischen, ökonomischen, ökologischen sowie politischen Umfeld wichtig. Denn sie wirken sich auch auf die Digitalisierung und damit das Smart Building aus.

Trends im Cluster-Überblick

Als Ergebnis der Experteninterviews, die wir im Rahmen der Studie geführt haben, gibt es vier große Megatrendcluster – Urban Smart & Green City, Smart & Green Building, Smart Living & Working und Technological Ecosystems –, die sich gegenseitig beeinflussen und zusammenspielen. In sich vereinen sie einzelne Trends, die wir im Folgenden näher erläutern.

Es wird viel über die Digitalisierung im Gebäude berichtet und über das Smart Building per se gesprochen. Die Frage angesichts der Trends und der Entwicklung der Digitalisierung des Gebäudes und ihrer Möglichkeiten ist jedoch: Wo stehen wir heute und von welchem digitalen Reifegrad startet die Reise?

Das Gebäude besteht aus einer Vielzahl von Gewerken, wie im vorhergehenden Kapitel beschrieben, die eigene Bereiche für sich darstellen und eigene Regelwerke und Normen besitzen.

Die Digitalisierung eines Gebäudes forciert eine stärkere Vernetzung der einzelnen Gewerke und ein besseres Zusammenspiel. Um jedoch ein gutes Vernetzen und Zusammenspiel zu ermöglichen, ist es wichtig, dass ein bestimmter Reifegrad der Digitalisierung des Gewerks erreicht ist.

Die Studienergebnisse zeigen, dass im Hinblick auf den Status quo ein sehr unterschiedlicher Reifegrad der einzelnen Gewerke existiert.

5.2 Die Analyse der wichtigsten Trends der Gebäudewirtschaft und ihre Player

Vor dem Hintergrund verschiedener weltweiter Trends im sozialen, technologischen, ökonomischen, ökologischen sowie politischen Umfeld ergeben sich vier Cluster, die direkt oder indirekt, mittelbar oder unmittelbar Einfluss auf die Gebäudewirtschaft haben (vgl. Abbildung 4):

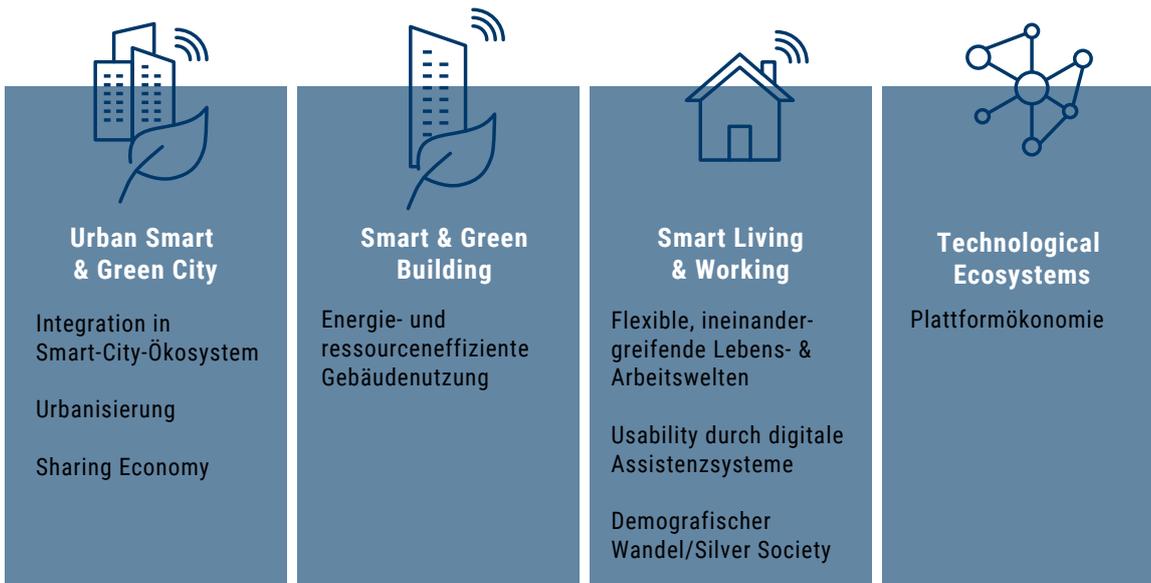


Abbildung 4: Diese vier näher betrachteten Megatrends haben große Auswirkungen auf Smart Buildings

5.2.1 Urban Smart & Green City

Das Trend-Cluster **Urban Smart & Green City** umfasst städtische Entwicklungskonzepte, die unter anderem durch Digitalisierung und technologische Innovationen effizienter und nachhaltiger gestaltet werden sollen. Innerhalb dieses Clusters wurden drei relevante Trends identifiziert.

Integration in ein Smart-City-Ökosystem: Durch technologische Fortschritte und ein steigendes Nachhaltigkeitsbewusstsein verwandeln sich Städte zunehmend in „Smart Cities“. ⁴¹ Um ein ganzheitliches und effizientes Smart-City-Ökosystem zu etablieren, ist auch die Integration von Gebäuden erforderlich. Die Grundvoraussetzung zur Realisierung einer solchen Integration sind intelligente Gebäude, die über Schnittstellen verfügen, um Informationen an die Umwelt zu kommunizieren und selbst Daten zu verarbeiten. Als Resultat wird die Effizienz des Gesamtsystems „Smart City“ gesteigert und so die städtische Nachhaltigkeit, Lebensqualität und Mobilität optimiert. ⁴² Die Integration und die Interaktion werden dabei durch die technologische Entwicklung der Digitalisierung getrieben, erklärt Stefan Truthän, Geschäftsführer von hhpberlin.

Er weist darauf hin, dass Smart-Building-Features bald zu einem Wettbewerbsvorteil werden könnten, wenn sich smarte Gebäude von Gebäuden abheben, die nicht smart sind.

Urbanisierung: Durch das natürliche Bevölkerungswachstum sowie die gleichzeitige Zuwanderung von Menschen aus ländlichen in städtische Gebiete leben immer mehr von ihnen in urbanen Regionen. Laut einem Bericht der Vereinten Nationen werden im Jahr 2050 zwei Drittel der Weltbevölkerung in Städten leben. 2030 wird es weltweit 43 Städte mit mehr als zehn Millionen EinwohnerInnen geben. Als Resultat daraus steigt der Bedarf an einer nachhaltigen, effizienten und sozialen Städteplanung, welche Smart-City-Konzepte erfordert. Im Zusammenhang damit stellen Smart Buildings notwendige Teilsysteme dar, um den Herausforderungen von Urbanisierung zu begegnen und die Smart City zu komplementieren. ⁴³ Es gelte, die richtige Balance zwischen Wachstum, Lebensqualität und Klimaschutz mithilfe von intelligenten, vernetzten Lösungen zu finden, betont Jörg Franzen, Vorsitzender des Vorstands der GESOBAU AG.

Angesichts der Stadtentwicklung und des Wegs zur Smart City werde es zudem Zwischenschritte geben, z. B. Stadtteile oder Neubausiedlungen, die smarte Nachbarschaften entstehen lassen, ergänzt Prof. Dipl.-Ing. Ulrich Blum von der an der Fachhochschule Münster angesiedelten Münster School of Architecture. In Jena gibt es ein Leuchtturm-Projekt, das genau diesen Quartieransatz verfolgt und in einem eigenen Stadtteil ein ganz neues digitales Quartier entstehen lässt.

Im Bereich der Stadtentwicklung ist dabei aus Sicht von Gunar Schmidt neues Denken gefragt – weg vom einzelnen Gebäude oder von der ganzen Stadt hin zum Quartier. Das Denken in Quartieren sei ein Trend, so der Geschäftsführer der Stadtwerke Jena Netze GmbH.

Die Stadt als „Urban Factory“: Neben dem Gebäude und seiner smarten Integration in die Stadt stelle sich außerdem stadtplanerisch die Frage, wie man die Stadt wieder zum Produktionsstandort machen könnte, Stichwort „Urban Factory“. Hier bedürfe es neuer Konzepte und Ansätze, um Fabriken zu entwickeln, die bildhaft gesagt weder stinken noch dreckig sind, also in eine Stadt integriert werden können, und die Synergien mit Quartieren und anderen Lebensbereichen der Stadt entstehen lassen, sodass nebeneinander gelebt und gearbeitet werde, ergänzt Prof. Dr. Vanessa Carlow.

Im Rahmen der Steuerung von Urbanisierung müsse zudem auch das Umland mit in die Betrachtung einbezogen werden. Nur auf Smart Buildings und Smart Cities zu schauen, reiche nicht aus. Zukünftig müsse, weil z. B. immer mehr Menschen ins Umland von Städten ausweichen, viel stärker über die Stadt-Umland-Beziehung nachgedacht, die Vernetzung gefördert und neue Mobilitätskonzepte entwickelt werden, fordert Prof. Carlow.

Letzteres bestätigt Architekt Sebastian Helm, Partner der HPP Architekten GmbH, und fügt hinzu, dass schon heute bei der Gebäudeplanung das Thema Mobilität einen wichtigen Platz einnehme. ArchitektInnen würden immer häufiger gefordert, Mobilitätskonzepte für den Entwurf zu entwickeln, die es smart mit der Stadt verbinden. Während früher Mobilität einfach gesagt mit der Planung der Tiefgarage gleichgesetzt werden konnte, reiche dies heute bei Weitem nicht mehr aus, so Helm.

Sharing Economy: Der Gedanke der „Sharing Economy“ gewinnt in nahezu allen gesellschaftlichen Bereichen immer mehr an Bedeutung. In Städten wird dies beispielsweise durch das steigende Angebot von Sharing Mobility deutlich bemerkbar. Momentan besteht eine sehr große Chance für die Stadt, mit ihren BürgerInnen über smarte Tools zu kommunizieren. Die weltweite COVID-19-Pandemie multipliziert diesen Trend. Wir leben jetzt gerade in einer Zeit, in der das Lokale wieder wichtiger wird, Nachbarschaft und Community. Die lokale Community könne durch solche smarten Tools besser vernetzt werden und miteinander kommunizieren. Auch könnten die Ziele einer Community über smarte Technologien erfasst, sichtbar gemacht und belohnt werden. Wenn eine Stadt beispielsweise mehr Energie spare, könnte darauf eingegangen werden und mehr Bäume gepflanzt werden. Es gehe auch darum, Erfolge sichtbar zu machen und diese zu belohnen, führt Prof. Blum aus. Dieses Prinzip des „Teilens“ wird auch im Konzept eines Smart Buildings aufgegriffen und unterstützt, sodass sich etwa überflüssige Energie über ein intelligentes Stromnetz mit umliegender Infrastruktur teilen lässt.⁴⁴

5.2.2 Smart & Green Building

Das zweite Trendcluster, **Smart & Green Building**, umfasst die intelligente Vernetzung von Gebäuden zum Zweck der Effizienzsteigerung. Innerhalb dieses Clusters wird vor allem ein Trend als relevant erachtet.

Energie- und ressourceneffiziente Gebäudenutzung: Der Klimawandel und die zunehmende Ressourcenknappheit steigern die Notwendigkeit, Ressourcen und Energie nachhaltig und effizient zu nutzen. Da Gebäude zu den größten Energieverbrauchern gehören, wird die energieeffiziente Gebäudenutzung im Kontext des steigenden Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsbewusstseins zunehmend relevanter. Durch die systematische Vernetzung von Smart Buildings können Abläufe und Teilsysteme innerhalb der Gebäude, wie z. B. HVAC-Systeme, perfekt aufeinander abgestimmt und je nach Bedarf reguliert werden. Als Resultat wird so der Energieverbrauch drastisch reduziert.⁴⁵ Zudem bieten Smart Grids die Möglichkeit, die Energieeffizienz zu steigern. Dabei lassen sich Smart Buildings mit einem intelligenten Stromnetz verbinden, um Energie je nach Bedarf problemlos und effizient mit der umliegenden städtischen Infrastruktur auszutauschen.⁴⁶ In diesem Zusammenhang weisen Gerhard Weilandt und Niels Bartels von der Goldbeck GmbH jedoch darauf hin, dass ein energiesparendes Haus nicht per se smart sei. Erst wenn ein Gebäude von Grund auf so geplant sei, dass Gewerke miteinander vernetzt sind und daraus ein Mehrwert entsteht, könne es als smart bezeichnet werden. Ergänzt wird dies durch Sebastian Helm, darüber hinaus sollte ein smartes Gebäude seinen Nutzern die Möglichkeit der Interaktion geben. Entscheidend sei aber am Ende, so Dr. Michael Lange, CDO von Apleona, der konkrete Anwendungsfall. Vernetzung dürfe nie reiner Selbstzweck sein, sondern müsse am Ende einen spürbaren und sichtbaren Mehrwert entfalten.

Effizienz beispielhaft

„The Edge“ ist durch die digitale Vernetzung enorm effizient und ressourcensparsam gestaltet und produziert sogar mehr Energie, als es verbraucht. Aus diesem Grund wurde es als nachhaltigstes Gebäude der Welt mit dem höchsten BREEAM-Niveau ausgezeichnet. Im Londoner „Crystal“ sorgt die erzeugte Intelligenz dafür, dass das Gebäude nach Angaben seines Betreibers Siemens 70 Prozent weniger CO₂ ausstößt als vergleichbare Bürogebäude in Großbritannien.

Das Messen und Bewerten von Verkehrsströmen über Sensorik und algorithmische Prädiktionsmodelle in einem Gebäude kann optimal für das Gebäudemanagement genutzt werden. So lassen sich in Phasen hoher Auslastung Aufzüge, Licht- und Heizsysteme und sogar die Gebäudereinigung optimal aufeinander abstimmen. Das funktioniert, indem einzelne Systeme ineinandergreifen und Daten gemeinschaftlich genutzt werden.

Im Londoner „Crystal“ sorgt die erzeugte Intelligenz dafür, dass das Gebäude nach Angaben seines Betreibers Siemens 70 Prozent weniger CO₂ ausstößt als vergleichbare Bürogebäude in Großbritannien.

5.2.3 Smart Living & Working

Das dritte Trendcluster, „Smart Living & Working“, beinhaltet das Bedürfnis der Menschen, den Komfort und die Lebensqualität sowohl im Privatleben als auch am Arbeitsplatz zu steigern. Innerhalb dieses Clusters haben wir drei relevante Trends identifiziert.

Flexible, ineinandergreifende Lebens- und Arbeitswelten: Die Lebens- und Arbeitswelten verändern sich hin zu flexiblen, ineinandergreifenden Modellen, bei denen individuelle Bedürfnisse im Vordergrund stehen und die Möglichkeit

zur Nutzung von Homeoffice immer beliebter wird. Hierbei geht es um einen nahtlosen „Work-Life-Flow“. Die COVID-19-Pandemie multipliziert hier ebenfalls einen Trend und erfordert ein rasches Umdenken und Handeln aus der Situation heraus. Im Hinblick auf Mobile-Working-Modelle hieße das, dass man nicht mehr täglich im Büro sei. Daraus könne abgeleitet werden, wozu das Büro noch benötigt werde. Nicht jeder benötige einen festen Arbeitsplatz, um Leerstand zu vermeiden. Der Arbeitsplatz könnte sich zu einer Begegnungsstätte zur Förderung des Sozialen und der Kultur entwickeln. Mitarbeitende müssten stärker mitgenommen werden, beispielsweise durch smarte Partizipationsmöglichkeiten zur Verbesserung der Arbeitsumgebung, bringt Prof. Blum zum Ausdruck.

Für eine effiziente und transparente Arbeitsplatzbelegung in Büros können Smart Buildings darüber hinaus dazu beitragen, die Gebäudeauslastung vorherzusagen.⁴⁷ Im Sinne einer smarten Raumnutzung und Arbeitsplatzbelegung kann beispielsweise mittels Sensoren die Anwesenheit und Anzahl der Personen gemessen und somit eine optimale Auslastung der Räume realisiert werden.⁴⁸

Bei der Workplace Experience für Mitarbeitende tragen zunehmend digitale Lösungen zum Wohlfühlen und positiven Erlebnis bei, stellt Dr. Michael Lange dar. Die App-Lösung von Apleona im Gebäudemanagementbereich hilft den Beschäftigten bei der Office- und Gebäudenutzung und adressiert Bedarfe rund um den Büroalltag, wie zum Beispiel: Wo ist der nächste freie Arbeitsplatz? Wie kann ich den Hausmeister erreichen? Was ist Nummer des Notdienstes? Darüber hinaus erlaubt die App das einfache Absetzen von Störmeldungen (z. B. defekte Tür, fehlendes Flipchart) und Vorschlägen bzw. Wünschen durch die BüroarbeiterInnen.

Wichtig sei aus Sicht von Prof. Blum, einen Dialog zu erzeugen und beispielsweise mithilfe von integrierten Feedbackmechanismen Menschen zu fragen, wie z. B. die Arbeitsatmosphäre oder Umgebung wahrgenommen wird. Die Anpassungen des Gebäudes würden dann Lebensqualität und Mitarbeiterzufriedenheit schaffen. Die Smartness müsse also vom Menschen aus gesehen werden, sodass der Mensch mit dem Gebäude interagieren kann. Idealerweise erlaubt ein Gebäude den Nutzern ihre Bedürfnisse zum Beispiel via Smartphone, skizziert Blum.

Verbesserte Usability durch digitale Assistenzsysteme: Dieser Trend zielt auf eine verbesserte Nutzungs- bzw. Bedienungsfreundlichkeit von technologiebasierten Anwendungen und Aufgaben des Facility Managements durch die Nutzung von digitalen Assistenzsystemen ab. Dadurch werden Effizienzsteigerungen erreicht. Assistenzsysteme können beispielsweise im Bereich der Gebäudesicherheit zum Einsatz kommen und diese erheblich steigern. Mit automatisierten Zugangskontrollen lassen sich Authentifizierungen vereinfacht durchführen und unbefugte Personen identifizieren, um notwendige Sicherheitsanforderungen zu gewährleisten. Schon heute könne das gesamte Zugangs-Schlüsselmanagement per App erfolgen, fasst Karsten Nöling, Geschäftsführer von KIWI, zusammen. Ebenso können im Rahmen des Brandschutzes Brandherde frühzeitig erkannt und an die entsprechende Notfallzentrale gemeldet werden.⁴⁹ Darüber hinaus ermöglichen digitale Assistenzsysteme ein effizientes Gebäudemanagement, beispielsweise über kontinuierliches Monitoring der Anwendungsbereiche in Echtzeit. Raummonitoring ist für die intelligente Steuerung von Reinigungsplänen einsetzbar.⁵⁰ Predictive Maintenance kann mit den ermittelten Zustandsdaten und entsprechenden Datenanalysen durchgeführt werden.⁵¹ Die Interoperabilität zwischen den zu vernetzenden Anwendungen der Gebäudetechnik ist eine Voraussetzung und entscheidender Erfolgsfaktor, damit die Kommunikation und Interaktion gelingt und sich Mehrwertpotenziale voll ausschöpfen lassen. Die Grundvoraussetzung hierfür besteht in der Standardisierung der Internet-Protokolle, sodass der Daten-

austausch zwischen Feldgerät-, Automations- und Managementebene sowie externen Systemen barrierefrei gewährleistet werden kann. Aus diesem Grund entstehen immer mehr herstellerübergreifende Kooperationen und Allianzen.⁵² Otis bietet zum Beispiel schon heute einen sensorbasierten Aufzugsservice an, der es KundInnen und GebäudemanagerInnen erlaubt, Verfügbarkeit des Aufzugs, Wartungsarbeiten und Status quo in Echtzeit über ein Kundenportal einzusehen.

Demografischer Wandel/Silver Society: Der wachsende gesellschaftliche Anteil der älteren Menschen über 60, der sogenannten Silver Society, erfordert Möglichkeiten, Ältere und Pflegebedürftige subtil, aber zielorientiert im Alltag zu unterstützen. Dabei stehen die Lebensqualität und die Möglichkeit zur Selbstentfaltung der Gebäudenutzer im Fokus. Smarte Gebäudesysteme können den Herausforderungen einer alternden Bevölkerung entgegenwirken, wie z. B. durch Barrierefreiheit, sensorische Fußböden und integrierte Notrufsysteme.⁵³

Technologien, die dabei helfen, dass ältere Menschen länger in ihrer Wohnung bleiben wollen und können, würden an Bedeutung gewinnen, erklärt Tobias Wolfrum, Geschäftsführer der jenawohnen GmbH. Auch die Kommunikation würde dabei eine große Rolle spielen – nicht nur zwischen Vermieter und Mieter, sondern auch mit Angehörigen und Freunden. Wolfrum verfolgt das Ziel, dass Kinder und Enkel mit ihren Angehörigen kommunizieren können, wann immer sie es wollen oder die Eltern oder Großeltern Fragen haben oder Hilfe brauchen. Das Stichwort lautet AAL – Ambient Assistance Living. Das sei ein riesiger Themenkomplex, aus seiner Sicht einer der Megatrends, so der Geschäftsführer.

Der wachsende gesellschaftliche Anteil der älteren Menschen über 60, der sogenannten Silver Society, erfordert Möglichkeiten, Ältere und Pflegebedürftige subtil, aber zielorientiert im Alltag zu unterstützen.

5.2.4 Technological Ecosystems

Das vierte und damit letzte Cluster, „Technological Ecosystems“, beinhaltet die zunehmende Entstehung von technologischen und digitalen Ökosystemen. Innerhalb dieses Clusters wird vor allem ein Trend als relevant erachtet.

Plattformökonomie: Die Plattformökonomie beschreibt ein Geschäftsmodell, das Menschen, Unternehmen und Ressourcen mittels Technologie zu einem interaktiven Ökosystem verbindet, in dem über Skaleneffekte erstaunliche Mengen an Werten erzeugt und ausgetauscht werden können. Es ist ein Geschäftsmodell, das darauf beruht, dass wertschöpfende Interaktionen zwischen externen AnbieterInnen/ErzeugerInnen und KundInnen ermöglicht werden. Die Plattform stellt Infrastruktur für Interaktion bereit und legt die Rahmenbedingungen und die Regeln fest. Airbnb, Uber, Alibaba und Facebook sind nur vier Beispiele auf der Liste sogenannter disruptiver Plattformen. Eine Plattform ist zwar ein einfach klingendes, aber dennoch transformierendes Konzept, das Unternehmen, Wirtschaft und die Gesellschaft als Ganzes radikal verändert.⁵⁴

Dieser disruptive Plattformgedanke lässt sich auf diverse Branchen und Bereiche übertragen. Der übergreifende Plattformgedanke – gemeinsame Infrastruktur und Interaktion – kann auch für das smarte Gebäude und seine Gewerke eine spannende und dynamische Veränderung bedeuten, bedingt durch die Digitalisierung.

5.3 Bewertung der Trends für die Marktentwicklung von Smart Buildings

Im Rahmen einer Marktforschung⁵⁵ haben wir gefragt, inwiefern diese acht Trends einen Einfluss auf den Bau bzw. den Betrieb von Smart Buildings haben. Hierzu wurden ExpertInnen aus dem Bereich Planung und Bau, wie ArchitektInnen und TGA-FachplanerInnen, Technik- und Technologie-ZuliefererInnen sowie GebäudetreiberInnen, d. h. Verantwortliche von Wohnungsbaugesellschaften bzw. technischen DienstleisterInnen, befragt.

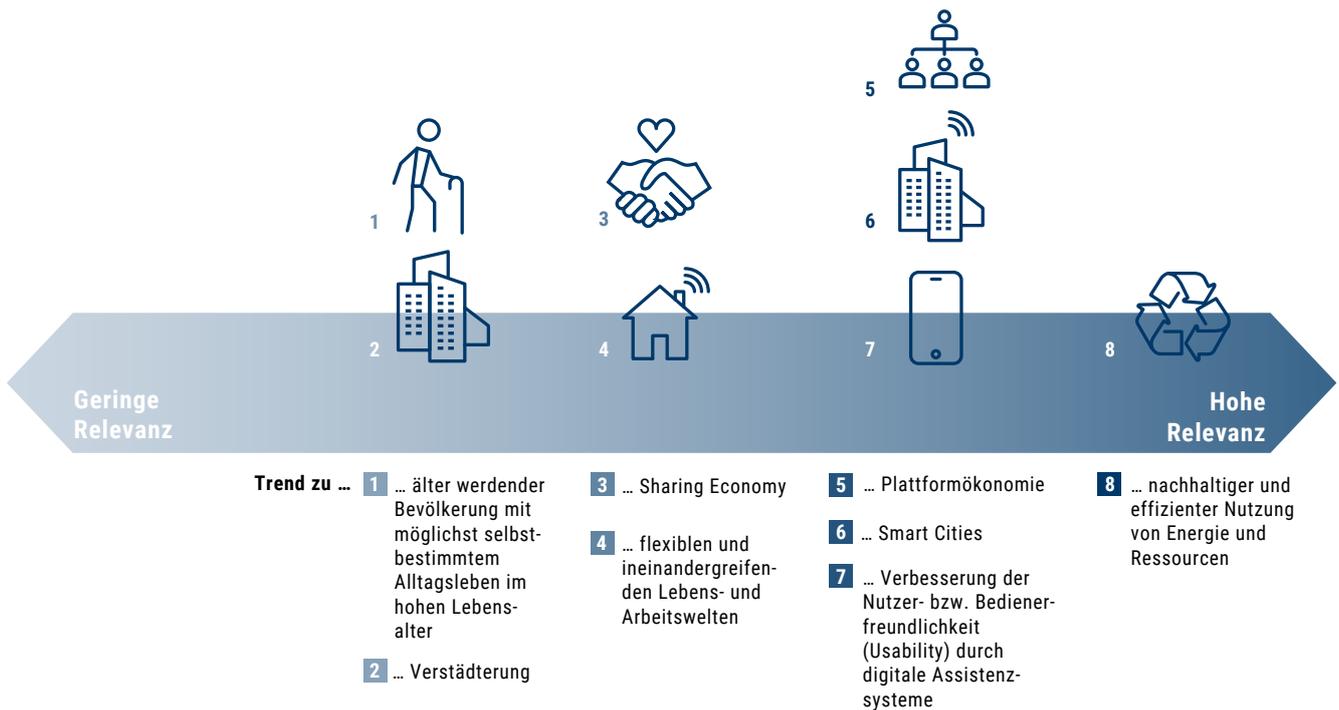


Abbildung 5: Relevanz der Trends für die Verbreitung von Smart Buildings⁵⁶

Der Trend zur nachhaltigen und effizienten Nutzung von Energie und Ressourcen hat den größten Effekt auf den Bau bzw. den Betrieb von Smart Buildings, wie Abbildung 5 zeigt. An zweiter Stelle stehen in puncto Relevanz die drei Trends verbesserte Usability durch digitale Assistenzsysteme, Integration in ein Smart-City-Ökosystem sowie Plattformökonomie. Von geringerer Bedeutung für die Verbreitung von Smart Buildings sind die beiden Trends flexible, ineinandergreifende Lebens- und Arbeitswelten und Sharing Economy. Die Trends Urbanisierung und Silver Society haben laut den ExpertInnen die geringste Bedeutung, was den smarten Neubau bzw. die smarte Modernisierung von Gebäuden betrifft.

5.4 Status quo: Blick der Gewerke auf die aktuelle Smartness des Gebäudes

Smart Buildings sind ein zentrales Element einer zukunftsweisenden Entwicklung urbaner Räume. Obwohl der Begriff Smart Building häufig gebraucht wird, herrscht meist Unklarheit, wie „smart“ diese Gebäude tatsächlich sind. Grund hierfür ist, dass die verschiedenen beteiligten Akteursgruppen ein unterschiedliches Verständnis der Bedeutung von „Smartness“ haben. Darüber hinaus gibt es bislang keine Information zum Status quo der Smartness von Neu- und Bestandsbauten in Deutschland.

Ein Gebäude sei dann smart, wenn die einzelnen Gewerke im Gebäude miteinander verbunden sind und darüber hinaus der Nutzer die Möglichkeit zur Interaktion hat, fasst Sebastian Helm zusammen. Um Licht in die Thematik zu bringen, wurde im vorhergehenden Kapitel ein Reifegradmodell als Referenzmodell für Smart Buildings entwickelt, das aus sechs verschiedenen Reifegradstufen besteht. Diese Stufen bauen hinsichtlich ihres Smartness-Reifegrads aufeinander auf. Darüber hinaus unterscheidet das Reifegradmodell zwischen sieben verschiedenen Anwendungsbereichen (Gebäudesicherheit, Aufzug, Brandschutz, Klima/Belüftung, Energieversorgung, Beleuchtung, Wasserversorgung), da diese hinsichtlich ihres technologischen Reifegrads voneinander abweichen können. Dieses Modell dient als Grundlage für ein gemeinsames Verständnis von „Smartness“, um zukünftige Vorhaben im Gebäudebereich besser aufzusetzen.

Im Rahmen der Marktforschung wurden die ExpertInnen auch nach dem Smartness-Level von Neubauten und Vorhaben zur Modernisierung von Bestandsbauten⁵⁷ befragt, um den Status quo zu beleuchten. Betrachtet wurden dabei vor allem große Nichtwohngebäude, wie z. B. Bürogebäude und Gebäudekomplexe der Wohnungswirtschaft. Freistehende Privathäuser wurden bei der Untersuchung ausgeschlossen.

Die ExpertInnen haben je Anwendungsbereich den Anteil der Neubauten und Vorhaben zur Modernisierung über die sechs Smartness-Levels eingeschätzt (Abbildung 6). Die Ergebnisse zeigen, dass sich über alle Anwendungsbereiche hinweg etwa ein bis zwei Fünftel der betrachteten Gebäude auf Stufe 0 befinden und dementsprechend bisher noch nicht digitalisiert sind. Im Bereich der Wasserversorgung sind 39 Prozent der Gebäude bisher noch nicht digitalisiert. Hier ist das größte Potenzial für einen Einstieg in die Digitalisierung zu heben. Die Anwendungsbereiche der Gebäudesicherheit, Aufzuganlagen und Brandschutzmaßnahmen sind mit einem bisher nicht digitalisierten Anteil von etwa einem Fünftel am weitesten fortgeschritten.

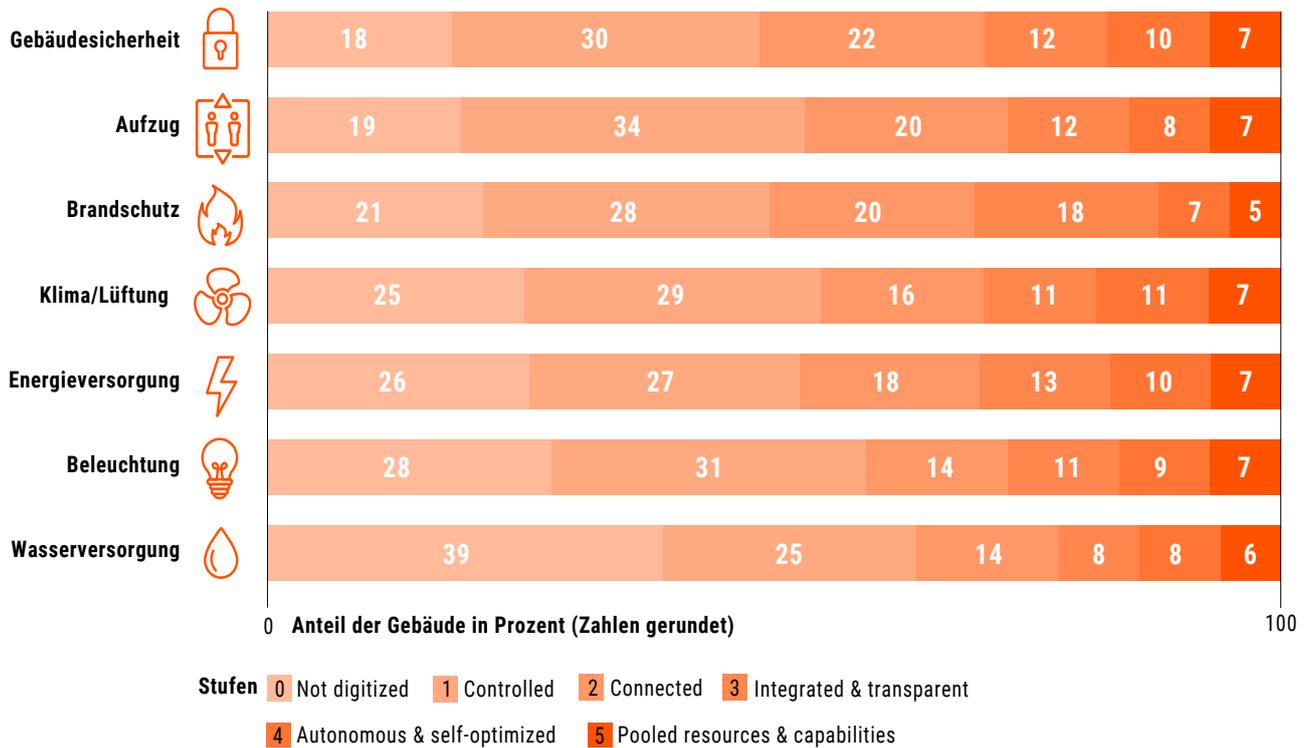


Abbildung 6: Prozentualer Anteil der Gebäude nach Reifegrad je Anwendungsbereich⁵⁸

Der größte Anteil der Gebäude befindet sich auf Stufe 1 („Controlled“). D.h., zwischen einem Viertel und einem Drittel der Gebäude verfügen je Anwendungsbereich über Sensorik und Aktorik. Diese sind jedoch nur lokal und nicht automatisiert über einen Fernzugriff steuerbar.

Stufe 2 („Connected“) ist mit einem durchschnittlichen Anteil von 14 bis 22 Prozent bereits weit verbreitet. Auf dieser Reifegradstufe können das Monitoring und die Steuerung der Anwendungen über Fernzugriff, d.h. remote, erfolgen. Für die Anwendungsbereiche Gebäudesicherheit, Brandschutzmaßnahmen und Aufzuganwendungen ist hierbei der höchste Anteil zu verzeichnen.

Die Anwendungsbereiche der Gebäude, die sich auf Stufe 3 („Integrated & transparent“) befinden, verfügen über ein Gebäudemanagementsystem, über das der digitale Zwilling des Gebäudes verwaltet werden kann. Diese Stufe des Reifegradmodells wird je nach Anwendungsbereich von acht bis 18 Prozent der Gebäude erreicht. Der Bereich der Brandschutzmaßnahmen sticht mit einem Anteil von knapp einem Fünftel hervor.

Ähnliches Bild für restliche Reifegradstufen

Die Unterschiede zwischen den Anwendungsbereichen auf den letzten zwei Stufen sind vernachlässigbar, denn für die restlichen drei Reifegradstufen zeichnet sich über alle Anwendungsbereiche ein ähnliches Bild ab. D.h., die Nutzung von digital sehr weit fortgeschrittenen Produkten und Lösungen unterscheidet sich kaum zwischen den Anwendungsbereichen.

Die vierte Reifegradstufe („Autonomous & self-optimized“) hat über alle Anwendungsbereiche hinweg mit einem Anteil zwischen sieben und elf Prozent einen geringeren Verbreitungsgrad. Selbstlernende bzw. sich eigenständig optimierende Anwendungen sind bisher noch wenig verbreitet. Am häufigsten kommen diese Lösungen im Anwendungsbereich Klima und Belüftung zum Einsatz. Am geringsten sind diese Lösungsansätze im Bereich Brandschutz verbreitet.

Die höchste Reifegradstufe („Pooled resources & capabilities“) hat mit einem Anteil zwischen fünf und sieben Prozent den geringsten Verbreitungsgrad über alle Anwendungsbereiche hinweg. Der systemübergreifende Gedanke eines „System of Systems“ ist gegenwärtig noch selten in der Praxis vorhanden.

Durchweg homogene Ergebnisse

Insgesamt ergibt sich ein homogenes Bild über alle sieben betrachteten Anwendungsbereiche hinweg. Allen Bereichen sind etwa die Hälfte bis zu zwei Drittel der Gebäude der Stufe 0 („Not digitized“) und der Stufe 1 („Controlled“) zuzuordnen. Dieser Anteil der Gebäude befindet sich auf einem geringen Reifegradniveau in puncto Digitalisierung, obwohl es sich um Neubauten bzw. um Modernisierungsmaßnahmen von Bestandsbauten im Zeitfenster 2019 bis 2023 (Fertigstellung & Planung) handelt. Dieser hohe Anteil der Anwendungsbereiche auf Stufe 0 und 1 zeigt deutlich, dass die Digitalisierung im Gebäudebereich noch in den Kinderschuhen steckt.

Trotz der Homogenität der Ergebnisse lassen sich Unterschiede zwischen einzelnen Anwendungsbereichen erkennen. Während die Bereiche der Wasserversorgung und der Beleuchtung den unteren Reifegradstufen zugeordnet, also als am wenigsten smart eingeschätzt wurden, sind die Bereiche Gebäudesicherheit und Brandschutz fortgeschrittener.

Auf den höheren Stufen des Reifegradmodells, insbesondere auf Stufe 4 und 5, gibt es hingegen kaum Unterschiede zwischen den verschiedenen Anwendungsbereichen. Der Anteil der Gebäude, die sich auf der Stufe selbstoptimierender Lösungsansätze befinden, sowie der Anteil der Gebäude, deren Anwendungsbereiche im Kontext der Plattformökonomie verortet sind, ist bisher noch gering. Dies sind im Grunde die Stufen, auf denen Gebäude als smart bezeichnet werden können. Stufe 1 bis Stufe 3 sind hingegen die wesentlichen Grundlagen, um ein smartes Gebäude zu schaffen. Sebastian Helm argumentiert in die gleiche Richtung, dass BIM als digitaler Zwilling eine Vorstufe zum Smart Building sei.

5.5 Herausforderungen und Hemmnisse smarter Gebäude

Bisher haben erst wenige der Neubauten sowie der modernisierten Bestandsbauten die Stufe eines Smart Buildings erreicht, wie sowohl diese Expertenfrage als auch die herausragenden Leuchttürme eindrucksvoll im vorhergehenden Kapitel zeigen.

Die bereits dargestellten Trends der Gebäudeautomation zeigen jedoch das Potenzial von Smart Buildings und deren Technologien auf. Trotzdem bestehen einige Herausforderungen, die die flächendeckende Implementierung von Smart Buildings verlangsamen. Daher wurden im Rahmen der quantitativen Studie die ExpertInnen befragt, welche Hemmnisse bzw. Herausforderungen die Planung bzw. den Betrieb von Smart Buildings erschweren. Eine **fehlende Digitalisierungsstrategie** wurde von den ExpertInnen als wesentliches Hindernis identifiziert. **Rechtliche Risiken**, die aufgrund von Haftungsfragen oder aus Datenschutzgründen entstehen, sowie mögliche Bedrohungen durch **Cyberattacken** wurden im Vergleich dazu als weniger relevant eingestuft. Sie sind aber dennoch relevante Hemmnisse, die sich auf die Implementierung höherer Smartness-Levels auswirken (vgl. Abbildung 7).

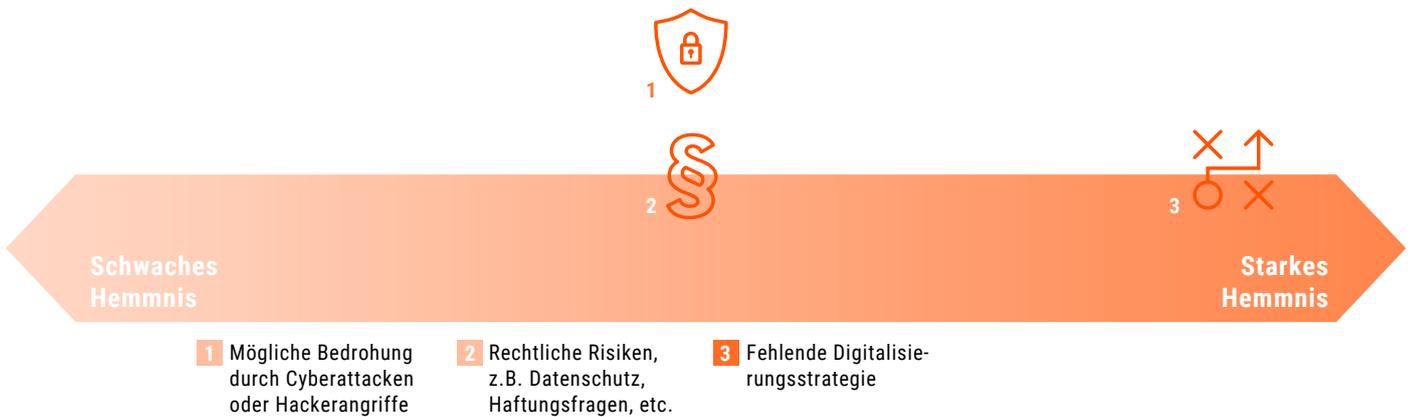


Abbildung 7: Relevanz TGA-übergreifender Hemmnisse⁵⁹

Bei den technologiespezifischen Hemmnissen zeigt sich, dass ein **nicht vorteilhaftes Kosten-Nutzen-Verhältnis** über alle Anwendungsbereiche hinweg als Grund genannt wird, dass die nächste Smartness-Stufe nicht erreicht wird. Im Vergleich dazu wurden die Hemmnisse **fehlendes Know-how in Bezug auf die einzusetzende Technologie in Planung, Implementierung und Betrieb** als weniger relevant, jedoch trotzdem bedeutend bewertet. Eine **fehlende technologische Reife** sowie ein **unklarer Nutzen für Betreiber und Anwender** wurden als eher weniger relevant eingestuft (vgl. Abbildung 8).

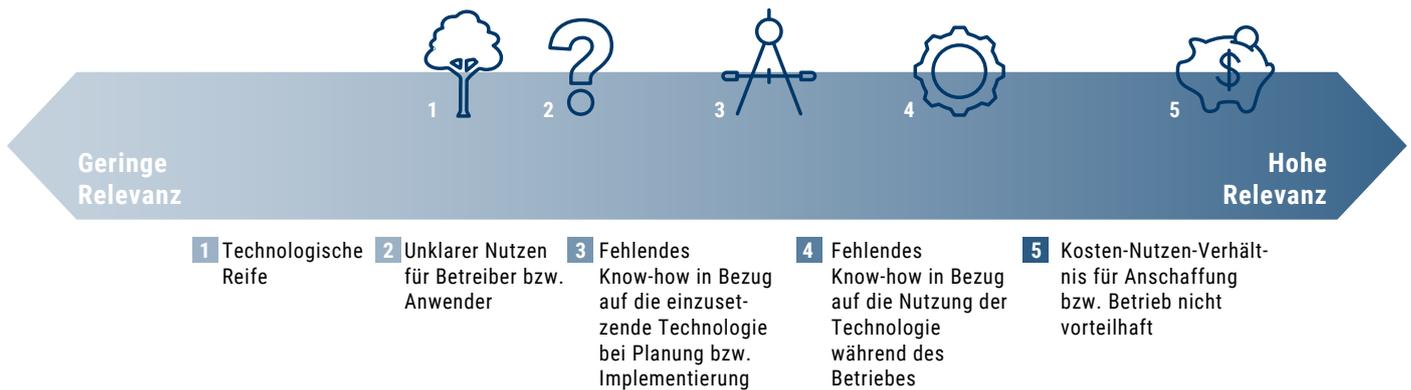


Abbildung 8: Relevanz technologiespezifischer Hemmnisse⁶⁰

Diesen genannten Herausforderungen gilt es zu begegnen. Hierbei lässt sich zwischen fehlenden Planungsvoraussetzungen für den Neubau von Smart Buildings und Hürden, die den Ausbau zum nächsten Reifegrad behindern, unterscheiden.

Für den Neubau eines Smart Buildings ist die frühzeitige Berücksichtigung der notwendigen Technologien in der Gebäudeplanung sowie eine **ganzheitliche Digitalisierungsstrategie** essenziell.⁶¹ Diese grundlegenden Bedingungen sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt oftmals nicht erfüllt. Neben fehlenden Planungsvoraussetzungen wird oft die Fähigkeit der smarten Technologien, Gebäude kontinuierlich zu überwachen, kritisiert. Im Fokus stehen hierbei Bedenken bezüglich des **Datenschutzes** der GebäudenutzerInnen.⁶² Die Herausforderung besteht oft (nur) in der Darstellung des **Mehrwerts** für GebäudenutzerInnen, AnbieterInnen und BetreiberInnen, um den **Konsens zur zweckgebundenen Nutzung der Daten** zu erhalten.

Risiko von Cyberattacken bei vernetzten Geräten und Systemen

Im Zusammenhang mit der digitalen Vernetzung und den externen Schnittstellen entstehen zudem Risiken hinsichtlich Cyberattacken, die mit einem hohen Sicherheitsbedarf einhergehen.⁶³ Um diesen Risiken entgegenzuwirken, dem Sicherheitsbedarf der NutzerInnen gerecht zu werden und das Vertrauen aller Beteiligten in die vernetzten Systeme zu erhöhen, werden zahlreiche Sicherheitsanforderungen in Geräte, Services und Systeme implementiert werden müssen. Die Herausforderung besteht darin, die Schnittstellen gemeinsam und frühzeitig zu definieren und prüfbare Standards daraus zu formulieren, um die Interoperabilität von vornherein zu gewährleisten, so Dr. Martin Schaffer, SGS Cybersecurity Services.

Erfolgreiche Cyberattacken reduzieren darüber hinaus das Vertrauen in vernetzte Geräte und Systeme. Dies gilt nicht nur für die NutzerInnen der smarten Anwendungen im Zusammenhang mit dem Gebäude. Dies betrifft auch die Bereitschaft, Schnittstellen der eigenen Komponenten und Systeme für PartnerInnen zu öffnen.

Beispiele wie „The Edge“ zeigen hingegen deutlich den Mehrwert durch die Vernetzung und die Kombination der Anwendungen. So lassen sich bspw. Aufenthaltssensoren nicht nur für die Beleuchtung verwenden, sondern auch für die Besuchersteuerung, Klimatisierung bzw. Belüftung, die Reinigungsplanung und für Evakuierungen. Allerdings sind vernetzte Systeme immer nur so sicher wie die Einzelkomponenten, d. h., die vernetzten Geräte und Services als Teil des Systems

müssen alle gleichermaßen im Hinblick auf Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit abgesichert werden. Damit werden bei richtiger Implementierung unter anderem eine sichere Kommunikation, kontrollierter Datenzugriff durch berechtigte, angebundene Geräte und Services und die Vertrauenswürdigkeit der Daten gewährleistet. Als Teil eines Gebäudes unterliegen die vernetzten Geräte und Services ähnlichen Risiken, auf deren Basis die Anforderungen an die Cybersicherheit angelehnt werden sollten. Grundsätzlich sind dies beispielsweise die Mindestanforderungen, die kürzlich im neuen Europäischen Standard EN 303645⁶⁴ definiert und veröffentlicht wurden und die auch im Bereich Smart Home und Smart Building angewendet werden müssen.⁶⁵ SGS Cybersecurity Services bietet die Möglichkeit, vernetzte Geräte, Services und Systeme auf Cybersicherheitsrisiken hin zu überprüfen und den Reifegrad der Unternehmen zu erhöhen.

Einzelne Geräte und Anwendungen müssen darüber hinaus weitergehende Anforderungen erfüllen, speziell wenn sie im Falle einer Kompromittierung Leib und Leben gefährden oder Auswirkungen auf Geräte, Services und Systeme auch außerhalb der Gebäude haben. Hierzu gehören bspw. elektronische Schließanlagen, Photovoltaik-Anlagen oder Fahrzeug-Ladestationen, unter anderem weil Cyberattacken Einfluss auf die Sicherheit der Nutzer oder die Stabilität des Stromnetzes haben können.

Darauf basierende erteilte Zertifikate oder Labels visualisieren für NutzerInnen und PartnerInnen den implementierten Sicherheitslevel und erzeugen damit Vertrauen in die vernetzten Geräte und Services.⁶⁶

5.6 Erkenntnisse und Schlussfolgerung

Das Smart Building hat große **Bedeutung für die nachhaltig geplante Stadt** von heute und morgen, mit Blick auf die Trends und den aktuellen Status quo wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben. Dabei wird der **Trend der nachhaltigen Energie- und Ressourcennutzung als größter Treiber** für das Smart Building – Planung, Bau und Betreiben – gesehen. Dennoch stehen das Smart Building und seine Entwicklung noch in den Anfängen und es gibt noch viel Raum und Potenzial für die Digitalisierung im Gebäudebereich. Technische Lösungen sind für nahezu alle Anwendungsgebiete vorhanden, für deren Einsatz in einem digitalen Ökosystem jedoch häufig noch Geschäftsmodelle entwickelt werden müssen, die alle Beteiligten berücksichtigen. Weitere Herausforderungen sind Datensicherheit und Interoperabilität.

Es gibt keinen übergeordneten Blick auf alle Teilbereiche im Hinblick auf gemeinsame smarte Entwicklung und starke Allianzen und Partnerschaften.

Es gibt ein unterschiedliches Verständnis von dem Begriff „Smart Building“, aber auch eine sehr **heterogene digitale Reifegradverteilung** der einzelnen Gewerke eines Gebäudes, was ein einheitliches Zusammenspiel zum heutigen Zeitpunkt erschwert. Es gibt keinen übergeordneten Blick auf alle Teilbereiche im Hinblick auf gemeinsame smarte Entwicklung und starke Allianzen und Partnerschaften.

Der digitale Zwilling, das gesamte Thema rund um BIM (Building Information Modeling) sei beispielsweise für Architekten eine Voraussetzung für ein operativ funktionierendes Smart Building. Erst dies ermögliche eine vernetzte Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden mithilfe von Software, führt Sebastian Helm aus.

Mit Blick auf den Status quo ist dies jedoch ein noch gering ausgeprägter Reifegrad aller Gewerke eines Gebäudes. Auch für die Reifegradstufe der autonomen und selbstoptimierten Lösungen und Anwendungen sowie der Plattformlösungen besteht noch großes Potenzial.

Die Industrie habe noch nicht ganzheitlich, sondern nur in Teilbereichen über Smartness nachgedacht. Die Elektrofachplanung werde von Elektrofachfirmen gemacht, die häufig nicht optimal mit Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik koordinieren, daher komme es zu einem Disconnect, weil smarte Dinge nicht mitgedacht würden, kritisiert Prof. Blum.

Die Datenbeschaffung und das Management der Daten im Hinblick auf Datenschutz und Schnittstellenmanagement sind Voraussetzungen für das Smart Building und seine Einbindung in die Smart City. Doch dieses Thema stellt die Gebäudewirtschaft und ihre gesamten Player vor eine **große Herausforderung**.

Datenzugang

Die Nutzung von Daten als Grundlage für Innovationen ist wichtig, wie auch der Zugang zu Informationen. Momentan jedoch, so Prof. Blum, hänge man oft noch hinterher, gerade was den Zugang zu Daten betreffe, der sehr restriktiv geregelt sei. Nicht alle Unternehmen hätten schließlich die Möglichkeit, Daten zu nutzen. Dies gelte auch für den Bereich der Forschung, ergänzt Prof. Carlow. Auch dort gebe es das Problem der mangelnden Datenlage. Momentan sei daher die einzige Lösung, sich diese Daten selbst zu beschaffen. Deshalb nehme die Generierung von Forschungsdaten einen so großen Raum ein, berichtet die Professorin. Der Datenschutz sei nach ihrer Erfahrung weiterhin ein riesiges Thema in Deutschland, da man damit kaum an Smartness forschen könne. Sobald man mit Messungen und persönlichen Daten arbeite, bekomme man Probleme (Gefahr des Rückstands). Im Gegensatz dazu, berichtet wiederum Prof. Blum, baue China riesige Smart Cities zur Forschung auf und könne dank der dort entstehenden Datensätze die smarten Technologien der Zukunft viel schneller entwickeln.

Hohe Investitionen in einem Umfeld, in dem es Stand heute wenig Standards und keine flächendeckende Klarheit über sich verändernde Prozesse der Gewerke, aber auch ihres Zusammenspiels gibt, werden von vielen einzelnen Gewerken bis dato gescheut.

Neben den Daten seien auch Schnittstellensysteme entscheidend, beispielsweise für integrierte Facility-Management-Systeme, damit in einem System für den Betreiber alle Daten und Informationen aus den Gewerken zusammenkommen und diese gemanagt werden könnten, erklärt Dr. Lange. Daher gehöre die Zukunft Partnerschaften und Allianzen.

Hohe Investitionen sind ebenfalls ein Thema für die gesamte Branche. Sie werden häufig als Grund genannt, der ein rasches Handeln und Verändern verhindert. Dabei sei, darauf weisen Gerhard Weilandt und Niels Bartels hin, Kosteneffizienz eine der Haupterwartungen und -anforderungen an smarte Technologien im Gebäude. Entscheidend wird sein, dass smarte Technologien langfristig dabei helfen, die Kosten zu senken, statt zu erhöhen. **Hohe Investitionen in einem Umfeld, in dem es nach heutigem Stand wenige Standards und keine flächendeckende Klarheit weder über sich verändernde Prozesse der Gewerke noch über ihr Zusammenspiel gibt, werden von vielen einzelnen Gewerken bis dato gescheut.**

6 Ausblick: Wohin geht die Reise im Smart-Building-Sektor?

Die Ergebnisse dieser Studie zeichnen ein Lagebild zum Stand von Smartness von Gebäuden, kartieren Chancen und Hemmnisse bei der Weiterentwicklung und stellen konstruktive Lösungen für die Zukunft vor. Dadurch soll allen Stakeholdern der Gebäudewirtschaft ein Überblick zu Stand, Trends und Handlungsfeldern ermöglicht und der Zugang zum Thema geebnet werden. Der Aufbau von Digital Know-how für Smart Buildings, Kooperationen und Austausch zwischen Herstellern zu interoperablen Schnittstellen sowie eine zukunftsgerichtete Perspektive werden Städte von morgen formen.

Die Zukunft intelligent vernetzten Wohnens und Arbeitens richtet sich auf Energieeffizienz und das Entgegenwirken des Klimawandels aus. Weltweit erlebt der Markt für Smart Buildings deswegen ein großes Wachstum. Um ressourcenschonend und klimaschutzorientiert smarte Lebenswelten von morgen zu gestalten, kann die Gebäudewirtschaft zu einem der zentralen Treiber werden.

Neue smarte Bürokomplexe, smart aufgerüstete Wohn-, Krankenhäuser oder Verwaltungsgebäude, kurzum: die vielen Wände unserer Lebensumgebung, können die intelligenten Bausteine einer zukunftsfähigen Smart City von morgen sein. Zwar kann eine Stadt nebst ihren Gebäuden in ihrem bestehenden Gesamtentwurf nicht an allen Stellen zeitgleich ganz neu konzipiert werden – Gebäude stehen zwischen 50 und 150 Jahre –, jedoch können wesentliche Eckpunkte bei der Neugestaltung, Sanierung und Ergänzung ganzheitlich mit in die Handlungsfelder der Smart-Building-Zukunft einfließen. Dafür bedarf es des Aufbaus einer holistischen und langfristigen Perspektive.

Wohin sollten sich Smart Buildings entwickeln?

- Vom Reifegrad der Smartness eines Gebäudes über eine nachhaltige Datenstrategie bis hin zum Aufbau notwendiger digitaler Kompetenzfelder im Gebäudewirtschaftssektor wird künftig alles wohl durchdacht, mit einer Vielzahl von Stakeholdern kommuniziert, geplant und umgesetzt. Neue Kommunikationswege, Netzwerke und Austauschplattformen bilden die Basis für eine erfolgreiche Zusammenarbeit.
- Von Beginn an stehen Kooperation und Austausch aller Beteiligten der Gebäudewirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft im Vordergrund:
 - Die Gebäudewirtschaft kann durch Integration im Ansatz sowie Interoperabilität bei unterschiedlichen Systemen verschiedener Hersteller nachhaltige Lösungen entwickeln.
 - Rechtliche Rahmenbedingungen durch die Politik unterstützen den Austausch sowie den Möglichkeitsraum, smarte Gebäude fortzuentwickeln.
 - Akzeptanz und Verständnis zum Nutzen von smarten Gebäuden werden in der Gesellschaft durch sichtbare Mehrwerte im Nutzen und Effekt vermittelt.

- Die Verbindung smarter Ansätze zu einem ganzheitlichen Konzept bedarf eines koordinierten und integrativen Vorgehens. So können die tatsächlichen Mehrwerte und Potenziale smarter Gebäude gehoben werden.
- Die Langfristperspektive und die Entwicklung geteilter Ziele zur Fortentwicklung smarter „Betriebssysteme“ von Gebäuden sind und werden in neuen Smart-City-Konzepten verankert. Diese Verzahnung mit Smart-City-Konzepten wird künftig von Beginn an mitgedacht. Das digitale Ökosystem einer Smart City kann auf smarte Gebäudeplattformen zugreifen, um intelligent vernetztes Leben nachhaltig und klimafreundlich auszugestalten.

Welche Handlungsfelder ergeben sich daraus?

Um diese Ziele zu erreichen, gilt es Schritt für Schritt Herausforderungen zu überwinden und identifizierte Handlungsfelder voranzutreiben. Welche konkreten Handlungsempfehlungen an Politik, Unternehmen und Wissenschaft lassen sich also für das erfolgreiche Vorankommen des Sektors zusammenfassend aus den Studienergebnissen ableiten?

1. Frühzeitige Kooperation und Abstimmung aller beteiligten Stakeholder der Gebäudewirtschaft – von den einzelnen Gewerken über die TGA des Gebäudes bis zur Gebäudeplanung in Umsetzung und Bau – sind zentrale Bausteine, um gemeinsam interoperable Schnittstellen festzulegen sowie eine gemeinsame Datenstrategie zu entwickeln.
2. Das Digital Know-how für die Fortentwicklung der Smart-Building-Welt basiert auf kontinuierlicher Aus- und Weiterbildung. Hierfür müssen neue Aus- und Weiterbildungswege geschaffen und im Gebäudesektor verankert werden.
3. Die Entwicklung und das Vorantreiben von europäischen bzw. internationalen Standards beschleunigen maßgeblich die Entwicklung des Sektors. Um die Interoperabilität unterschiedlicher Gewerke zu forcieren, müssen geeignete Testfelder angeboten werden, wie beispielsweise Test Beds, Digital Hubs oder Kompetenzzentren.
4. Daten sind die Grundlage, um die Automatisierung eines Gebäudes zu optimieren. Gemeinsam sollten Lösungen im Umgang mit den Daten entwickelt werden, die zum einen Daten schützen, zum anderen Daten für die Weiterentwicklung von Smartness eines Gebäudes nutzbar machen.

5. Die Entwicklung gemeinsamer Plattformen, die interoperabel Datenströme unterschiedlicher Anwendungen sinnvoll integrieren, ermöglicht das Heben von Datenpotenzialen und kann zugleich gemeinsame Lösungen für Datensicherheit abbilden.
6. Der gemeinsame Kompetenzaufbau zur Digitalisierung von Gebäudestrukturen ist ein wichtiger Bestandteil zur Fortentwicklung des Sektors. Dazu gehört ein gemeinsames Verständnis von Mehrwerten der Kooperation. Einzelne Anwendungen und Datenflüsse als Insellösung stellen noch keinen Mehrwert dar. Erst das Verbinden und die Skalierbarkeit legen die Potenziale von Gebäude-Smartness frei, machen sie effektiv, rentabel und relevant.
7. Die Kommunikation von Mehrwerten des smarten Gebäudes gegenüber der Politik und der Zivilgesellschaft ist zentraler Treiber auf dem Weg zu energieeffizientem und klimafreundlichem Wohnen. Ein geteiltes Verständnis kann die Bereitschaft zur Datenteilung zwischen den Nutzern und Herstellern fördern. Die Daten eines Gebäudes sind Ausgangspunkt für die Anwendung intelligenter Automatisierung sowie Grundlage für die Weiterentwicklung.
8. Will Klimapolitik wirksam umgesetzt werden, ist eine schnelle Weiterentwicklung des Gebäudebereichs notwendig. Denn Fortschritte in diesem Bereich tragen unmittelbar zur effizienten Energienutzung und zum Klimaschutz bei.

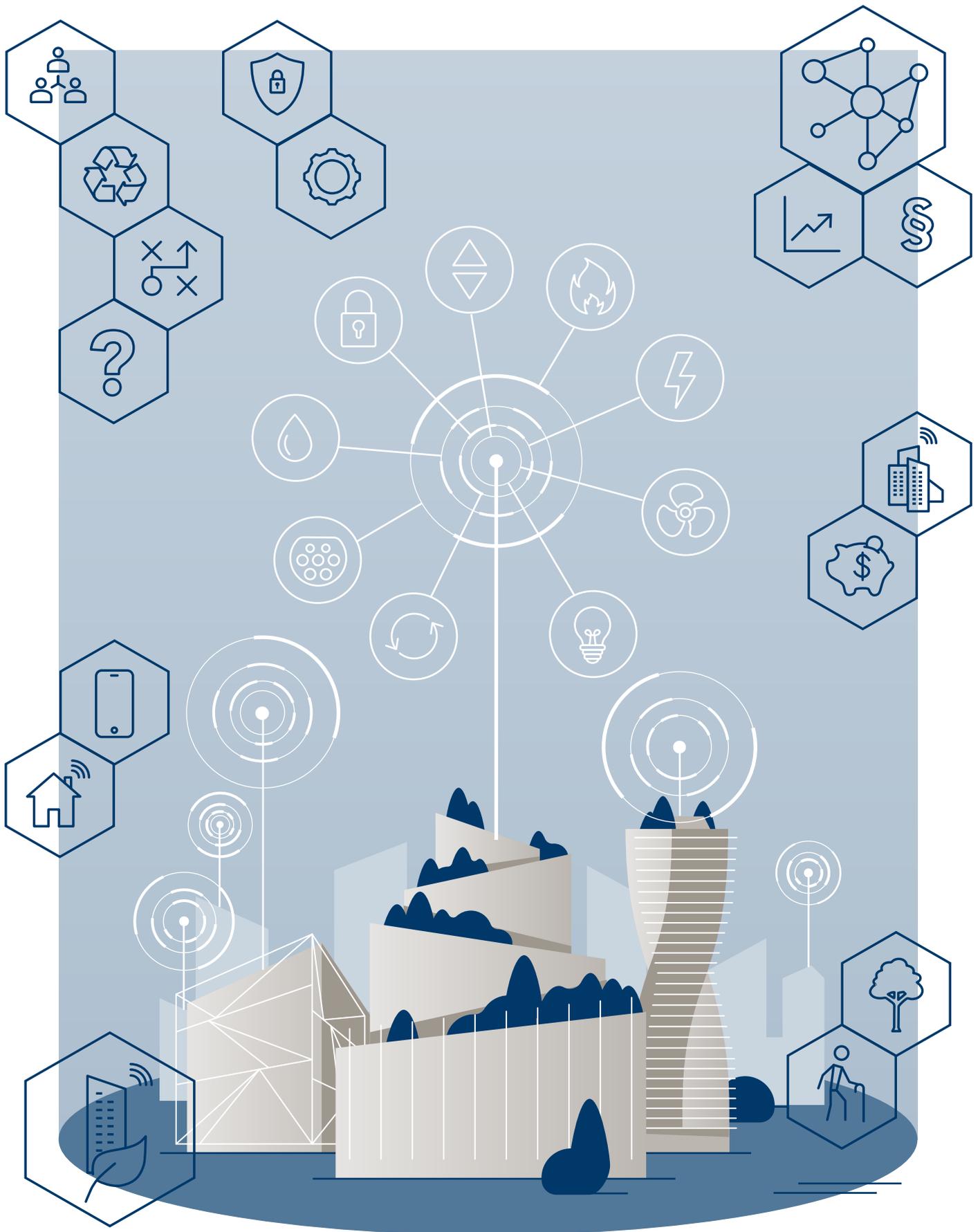


Abbildung 9: Schematische Darstellung zukünftig miteinander vernetzter Smart Buildings

7 Gastbeitrag: Wenn Technologie, Digitalisierung und Smart Everything die Antwort ist, was war dann die Frage?

Ein Gastbeitrag von Karel J. Golta, CEO und Gründer INDEED Innovation GmbH

Wie viele der neuen, durch aberwitzige Technologien ermöglichten Funktionen Ihres Smartphones, Ihres Backofens oder E-Autos nutzen Sie? Wie oft haben Sie erlebt, dass Ihnen durch eine Technologie etwas versprochen wurde, was sich im Moment der Nutzung als selbsterfüllende Prophezeiung entpuppte? Und ist es nicht so, dass wir gerne überschätzen, was sich durch Technologie in den nächsten zwei Jahren alles radikal verändern wird – um zeitgleich die Veränderungen der nächsten zehn Jahre zu unterschätzen?

Deshalb ist nicht die Antwort wichtig, sondern dass wir die richtige Frage stellen. Die Frage nach dem Warum ist der Ursprung für Veränderung; das Warum selbst ist der Kompass, mit dem eine Transformation zum Erfolg führt.

Wenn wir also das Warum oder Wozu nicht beantworten können, ist es unmöglich, langfristig das Thema Smart Building über Jahre kontinuierlich und strategisch aufzubauen und in der Gesellschaft zu verankern.

Wir kennen die Herausforderungen der nächsten 30 Jahre nur zu gut. 2015 haben in Paris praktisch alle Staaten unterschrieben, Maßnahmen zu ergreifen, um die globale Temperatur maximal 2 Grad über dem vorindustriellen Zeitalter zu halten. Um dies zu gewährleisten, müssen wir bis 2050 ein Gleichgewicht zwischen Emissionen und der Aufnahme bzw. Einlagerung von CO₂ erreichen – Stichwort „globale Klimaneutralität“.

Wenn wir also wissen, dass Gebäude im Schnitt zwischen 50 und 150 Jahre halten und ein Viertel aller Emissionen in Deutschland Gebäuden zuzuordnen sind⁶⁷, müssten wir dann nicht heute alles daran setzen, um erstens die Klimakatastrophe abzuwenden und zweitens für die Zeit nach 2050 wortwörtlich die Grundlage zu bauen, um ein menschenwürdiges Leben im Einklang mit dem globalen Ökosystem zu ermöglichen?

Warum also Smart Buildings? Zum einen, um den größtmöglichen Beitrag zur Klimaneutralität in den nächsten Jahrzehnten zu ermöglichen. Zum anderen, weil wir wissen, dass es eine Zeit danach gibt. Eine Zeit, in der insofern vieles anders sein wird, als wir Menschen zum Erreichen der Klimaziele unser Verhalten mit eben diesen smarten und technologisch raffinierten Gebäuden verändert haben werden. Wie dieses Verhalten jedoch sein sollte, bestimmt nicht die Technologie von morgen, sondern unsere Absicht heute.

Weil die Zeit drängt und weil wir wissen, wie lange es dauert, um Städte und Infrastrukturen zu verändern, müssen wir folgende drei Faktoren beachten:

Wir müssen extrem anders denken und maximal schnell agieren. Dabei dürfen wir uns nicht im Detail verlieren, sondern müssen systemisch und mit maximaler Weitsicht agieren. Wenn wir uns zum Beispiel allein darauf konzentrieren, für den Individualverkehr in öffentlichen Gebäuden oder Bürokomplexen E-Ladestationen zu forcieren, verlieren wir aus dem Blick, dass sich auch der Individualverkehr verändern muss und wird. Dabei werden wir in den nächsten 30 Jahren garantiert

etliche Technologieschleifen drehen. Uns pauschal nur auf die eine Innovation festzulegen, wird verhindern, dass wir uns dem Warum, dem wirklich smarten, sprich cleveren Smart Building, schnell genug annähern.

Die Zukunft kann nur gemeinsam gewonnen werden. Wir müssen vielschichtige Ökosysteme etablieren und in offenen Netzwerken arbeiten, an denen alle fair partizipieren können. Wo heute konkurrierende Geschäftsmodelle vorherrschen, müssen wir Plattformen schaffen, wo der Austausch der Daten und deren Nutzung ganz natürlich und barrierefrei sind. Nur dann können wir neue Technologie im Sinne des Warums nutzen und weiterentwickeln.

Smart Buildings müssen sofort Teil der Circular Economy werden. Ob Sanierung im Bestand oder die Entwicklung neuer Quartiere: Der zirkuläre Umgang mit Ressourcen ist entscheidend für die Erreichung der Klimaziele. Smart Buildings liefern in der Entstehung, der Nutzung und dem Rückbau essenzielle Daten und werden so aufgrund systemischer Daten Funktionen ermöglichen, die der Gesellschaft, der Wirtschaft und dem Planeten langfristig dienen.

8 Anhang

8.1 Methodik

Im Rahmen der Studie wurde eine quantitative Marktforschung mit ExpertInnen aus drei verschiedenen Gruppen im Bereich Smart Buildings bzw. Gebäudewirtschaft durchgeführt. Neben der Gruppe Planung und Bau, die sowohl ArchitektInnen und TGA-PlanerInnen umfasst⁶⁸, wurden ExpertInnen aus dem Bereich TGA-Anlagenbau, Technik- bzw. TechnologiezulieferInnen sowie GebäudebetreiberInnen⁶⁹ befragt, die sich mit smarter Gebäudetechnik, -automation und -vernetzung beschäftigen.

Die Umfrage fand von Ende Oktober 2020 bis Mitte November 2020 über einen Zeitraum von drei Wochen im Feld statt. Die ExpertInnen wurden in Zusammenarbeit mit mehreren Marktforschungsinstituten kontaktiert. Zusätzlich wurden zielgruppenspezifische Teilnehmende über das persönliche Netzwerk der AutorInnen über LinkedIn und Xing angesprochen. Durch ein anschließendes mehrstufiges Qualitätssicherungsverfahren wurde ihre Anzahl auf 53 reduziert, um eine hohe Qualität der Ergebnisse sicherzustellen.

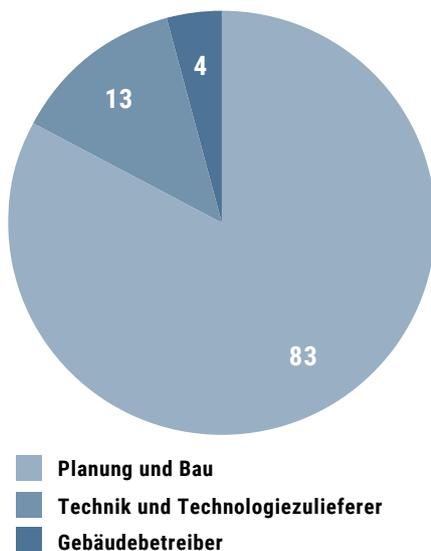


Abbildung 10: Relative Verteilung der Teilnehmer/Beschäftigung in Prozent

Abbildung 10 zeigt die Gruppenzugehörigkeit der befragten ExpertInnen. 44 von ihnen lassen sich dem Bereich Planung & Bau zuteilen, sieben dem TGA-Anlagenbau und zwei gehören zur Gruppe der GebäudebetreiberInnen.

In der vorliegenden Studie wurden die ExpertInnen gebeten, Neubauten und Modernisierungsvorhaben von Bestandsbauten den Stufen des Reifegradmodells zuzuordnen. Hierzu wurden nur solche Neubauten und Modernisierungsvorhaben betrachtet, die seit 2019 fertiggestellt wurden, aktuell in Umsetzung sind bzw. sich in konkreter Planung befinden und bis Ende 2023 realisiert werden. Betrachtet wurden dabei vor allem große Nichtwohngebäude, wie z. B. Bürogebäude, und Gebäudekomplexe der Wohnungswirtschaft. Freistehende Privatwohnungen und -häuser wurden bei der Untersuchung ausgeschlossen. Darüber hinaus wurden die ExpertInnen zu relevanten Trends und Hemmnissen im Themenfeld Smart Buildings befragt.

Neben der quantitativen wurde auch eine qualitative Studie durchgeführt. Insgesamt fanden im Zeitraum September bis Dezember 2020 elf einstündige Telefonate mit ExpertInnen aus den drei oben genannten Gruppen statt. Darüber hinaus wurden sie zur Stadtplanung sowie zu Themen aus der Forschung interviewt. Die Befragten gaben Auskunft zu erfolgskritischen Trends, Anwendungsfällen für Gebäudeplanung und -betrieb, zu ihren bisherigen Berührungspunkten mit Smart Buildings und den dort eingesetzten Technologien sowie zu den entstehenden Chancen und den zu überwindenden Hemmnissen.

8.2 Glossar

AAL – Ambient Assistance Living: Unterstützung für ein selbstbestimmtes Alltagsleben, um ältere oder behinderte Menschen situationsabhängig und unaufdringlich zu unterstützen.

Beacon (dt. Funkbake): ursprünglich mobile oder ortsfeste Funkstelle zur Navigation in der Schifffahrt. Im IT-Umfeld handelt es sich um kleine Datenpakete, die im WLAN regelmäßig versandt werden, bzw. um kleine Sender, die auf Bluetooth basieren o.Ä.

BIM – Building Information Modeling: softwareunterstützte Arbeitsmethode, die eine vernetzte Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden auf Basis digitaler Bauwerksdaten ermöglicht.

BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology: ein ursprünglich aus Großbritannien stammendes Bewertungssystem für ökologische und soziokulturelle Aspekte der Nachhaltigkeit von Gebäuden.

Circular Economy: Kreislaufwirtschaft mit dem Ziel, Ressourcen, Emissionen und Energie einzusparen.

Digitaler Zwilling (engl. Digital Twin): Es handelt sich dabei nicht nur um die digitale Variante einer Maschine oder eines Gebäudes mit seinen theoretischen Abhängigkeiten. Vielmehr ermöglicht der „echte digitale Zwilling“ ein digitales Abbild des realen Zustands auf Basis von aktuellen Sensordaten.

Digital Hub: steht für einen Knotenpunkt bzw. ein Zentrum, über das die verschiedenen Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Start-ups zusammengebracht werden, um die Digitalisierung voranzutreiben.

Disruptive Plattform: Disruptiv steht für störend/zerstörend. Bei Plattformen bedeutet dies, dass sie bestimmte Branchen komplett auf den Kopf stellen. Beispielsweise besitzt Airbnb kein einziges Gebäude, vermittelt aber weltweit die meisten Übernachtungen.

Fenstersensoren: Sensoren, die den Zustand des Fensters (auf, zu, gekippt, Glasbruch) erfassen und an eine Steuereinheit weitergeben können.

HVAC – Heating, Ventilation, Air-Conditioning: Heizung, Lüftung und Klimatisierung, sind die Technologien für den Komfort von Innenumgebungen und Fahrzeuginnenräumen.

KI – künstliche Intelligenz: Künstliche Intelligenz ist ein Teilgebiet der Informatik und gilt als die nächste wichtige Entwicklungsstufe der Digitalisierung. Dabei geht es darum, technische Systeme so zu konzipieren, dass sie Probleme eigenständig bearbeiten und sich dabei selbst auf veränderte Bedingungen einstellen können. Anders als klassisch programmierte Systeme haben sie also die Eigenschaft, zu lernen und mit Unsicherheiten (Wahrscheinlichkeiten) umzugehen. (BMBF, 2019)

Kompromittierung: Ein System, eine Datenbank oder auch nur ein einzelner Datensatz wird als kompromittiert betrachtet, wenn Daten manipuliert sein könnten und wenn EigentümerInnen keine Kontrolle mehr über die korrekte oder den korrekten Inhalt haben bzw. ein Angriff ein anderes Ziel der Manipulation erreicht

hat. Unter Angriff wird hier ein nicht berechtigter Zugriff auf das System verstanden. Dabei ist nicht entscheidend, ob der unberechtigte und unkontrollierte Zugriff in missbräuchlicher Absicht oder unabsichtlich geschieht. Wesentlich ist, dass die Integrität der gespeicherten Information nicht mehr gewährleistet werden kann. (Wikipedia)

Kosten-Nutzen-Analyse: Das Ergebnis bzw. der Nutzen muss den Aufwand (Kosten) rechtfertigen. Der Nutzen muss hier nicht monetär sein, sondern kann bspw. auch Vertrauen, Rechtssicherheit, Nachhaltigkeit oder gesellschaftlichen Mehrwert („Value to Society“) darstellen.

ML – Machine Learning (dt. maschinelles Lernen): Maschinelles Lernen bezweckt die Generierung von „Wissen“ aus „Erfahrung“, indem Lernalgorithmen aus Beispielen ein komplexes Modell entwickeln. Das Modell lässt sich anschließend auf neue, potenziell unbekannte Daten derselben Art anwenden. Damit kommt das maschinelle Lernen ohne manuelle Wissens eingabe oder explizite Programmierung eines Lösungswegs aus. (Fraunhofer-Gesellschaft, 2018)

Predictive Analytics: Predictive Analytics ist eine Form von Advanced Analytics, die auf neue und historische Daten zur Vorhersage von Aktivitäten und Trends zurückgreift.

Predictive Maintenance: Vorausschauende Instandhaltung ist die Prognose zukünftiger Ereignisse, basierend auf gelernten historischen bzw. in Echtzeit verfügbaren instandhaltungsrelevanten Daten.

Smart Building: Gebäudeautomation durch digitale Vernetzung von Sensoren und Aktoren mit dem Ziel, Energieeffizienz, Sicherheit und Komfort zu verbessern.

Smart Grid: Intelligente Stromnetze; in Deutschland wird darunter ein dezentralisiertes Stromnetz verstanden, das aus unterschiedlichen Stromquellen gespeist wird (bspw. Wind, Sonne, Wasser) und in dem der Netzbetreiber angeschlossene Verbraucher zur Erhaltung der Netzstabilität zeitweise zu- und abschalten kann (bspw. Elektrofahrzeuge oder ganze Produktionsanlagen).

Smart Metering: intelligente und vernetzte Verbrauchszähler.

Test Beds: Testumgebung, um neue Technologien oder Anwendungen auszuprobieren.

TGA – Technische Gebäudeausrüstung: Der Begriff bezeichnet alle im Bauwerk eingebauten oder damit fest verbundenen technische Einrichtungen sowie technische Einrichtungen in Außenanlagen, die der funktionsgerechten Nutzung von Gebäuden dienen.

Literaturverzeichnis

Apleona; 2020:

<https://www.apleona.com/ueber-apleona/aktuelles/detail/beteiligung-an-greentech-recogizer-marktfuehrer-apleona-investiert-in-ki-technologie-zur-energie-un/>.

Armbruster, Aline; Bigalke, Uwe; Krieger, Oliver; Kunde, Jan; Lukas, Franziska; Schuch, Cornelia; 2016:

Dena-Gebäudereport – Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand, https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaeudereport.pdf.

Bartels, Niels; Weilandt, Gerhard; 2020:

Smart Building als Erfolgsfaktor, <https://www.build-ing.de/fachartikel/detail/smart-building-als-erfolgsfaktor/>.

BearingPoint; o. J.:

<https://www.bearingpoint.com/de-de/unser-erfolg/insights/der-digital-twin-des-gebaeudes-revolutioniert-maintenance-facility-management/>.

Bee Smart City; o. J.:

Smart City als Ökosystem verstehen, <https://hub.beesmart.city/hubfs/downloads/Handlungsleitfaden/presentationen/beesmartcity-Handlungsleitfaden-Praesentation-1-Smart-City-als-Oekosystem-verstehen.pdf?hsLang=en>.

BMW; 2020:

Was sind eigentlich „Smart Grids“?, <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2019/05/Meldung/direkt-erklaert.html#:~:text=Damit%20das%20Smart%20Grid%20die,%22Internet%20der%20Energie%22%20bezeichnetA.>

Buntz, Brian; 2019:

10 of the smartest buildings in the world, <https://www.iiotworldtoday.com/2019/07/25/10-of-the-smartest-buildings/>.

CA Immo; 2020:

cube berlin, <https://www.caimmo.com/de/portfolio/projekt/cube-berlin/>.

Cruickshank, Alice; 2018:

Die intelligentesten Gebäude der Welt: Siemens' The Crystal, London, <https://placetech.net/de/analysis/worlds-smartest-buildings-siemens-the-crystal-london/>.

Destatis; 2019:

Bautätigkeit und Wohnungen – Bestand an Wohnungen, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Publikationen/Downloads-Wohnen/bestand-wohnungen-2050300197004.pdf?__blob=publicationFile.

Destatis; 2020:

Baufertigstellungen im Hochbau (Statistik-Code: 31121-0001), Abgang von Gebäuden im Hochbau (Statistik-Code: 31141-0002); Daten abgerufen am 14.10.2020, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=0&step=0&titel=Thmen+%2F+Statistiken&levelid=1602665805510&acceptscookies=false#abreacrumb>.

Dstrct.Berlin; 2020:

DSTRCT.Berlin – Beschreibung, <https://dstrctberlin.com/beschreibung/>.

Dunion, Robbie; 2016:

The Edge – Das intelligenteste Bürogebäude der Welt, <https://www.rs-online.com/designspark/the-edge-the-world-s-smartest-office-building-de>.

Edge Technologies; 2020:

The Edge, <https://edge.tech/de/developments/the-edge>.

Engelhardt, Sebastian; Ensthaler, Jürgen; Gieschen, Jan-Heinrich; Haase, Martin S.; Liebchen, Tilman; Mangelsdorf, Axel; Petzolt, Stefan; Rifai, Haifa; Schweitzer, Heike; Seidel, Uwe; Seifert, Inessa; Weiler, Petra; Wischmann, Steffen; 2018:

Smart Service Welt – Innovationsbericht 2018, https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SSW_Innovationsbericht_2018.pdf?__blob=publicationFile&v=14.

Erbstößer, Anne-Caroline; 2018:

Smart Buildings im Internet der Dinge, https://www.technologiestiftung-berlin.de/fileadmin/user_upload/smart-building-im-internet-der-dinge-studie.pdf.

Europäische Kommission; 2017:

Smart Building: Energy efficiency application, https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Smart%20building%20-%20energy%20efficiency%20v1.pdf.

Europäische Kommission; 2020:

Im Blickpunkt – Energieeffizienz von Gebäuden, https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-feb-17_de.
'Smart' buildings – smart readiness indicator: <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12365-Implementation-modalities-of-the-smart-readiness-indicator-for-buildings>.

FIR e. V./RWTH Aachen; 2016:

Zukunft 4.0 – Digitalisierung, erneuerbare Energien & Data Analytics, https://data.fir.de/download/udz/udzpraxis2_2016_1092.pdf.

Flemming, Sabrina; 2020:

Smart City Index 2020, https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-10/201009_smart-city-index_gesamt.pdf.

Frick, Thomas; 2019:

Smart Building – Das Internet der Dinge erreicht das nächste Level, <https://it-wegweiser.de/smart-building/>.

Gehbauer-Schumacher, Bettina; Wächter, Klaus; o. J.:

Interoperabilität als Erfolgsfaktor moderner Gebäudeautomation, <https://www.vdi-wissensforum.de/news/interoperabilitaet-in-der-modernen-gebäudeautomation/>.

Geismar, Charles; Mutzbauer, Julia; 2020:

Smart Buildings: der erste Schritt in Richtung Smart City, <https://www.egovernment-computing.de/smart-buildings-der-erste-schritt-in-richtung-smart-city-a-927551/>.

Gerst, Gertraud; 2020:

Das Gebäude, das denkt, <https://www.ubm-development.com/magazin/smart-building-cube-berlin/>.

G-Pulse; 2019:

<https://g-pulse.de/the-edge-amsterdam-smartes-buero.>

Hardebusch, Christof; 2016:

Das nachhaltigste Bürogebäude der Welt, <https://www.caimmo.com/de/portfolio/projekt/cube-berlin/>.

Hekatron; o. J.:

https://www.hekatron-brandschutz.de/fileadmin/hekatron_elo/eloid/prospekt-genius-plus_9776941.pdf.

Heppelmann, James E.; Porter, Michael E.; 2014:

Wie smarte Produkte den Wettbewerb verändern, <https://docplayer.org/12324512-Wie-smarte-produkte-den-wettbewerb-veraendern.html>.

Hoffstiepel, Jens; 2019:

Gesellschaftliche Megatrends: Für die Immobilienwirtschaft von Bedeutung?, <https://blog.spacewell-germany.com/gesellschaftliche-megatrends-fuer-die-immobilienwirtschaft-von-bedeutung.>

Hoffstiepel, Jens; 2019a:

Intelligente Gebäude – Immobilien im digitalen Wandel, <https://blog.spacewell-germany.com/intelligente-geb%C3%A4ude-immobilien-im-digitalen-wandel.>

IBM Institute for Business Value; 2018:

Building intelligence into buildings, <https://www.ibm.com/downloads/cas/2GYNP5R9>.

Infineon; 2019:

Smart Buildings: Gebäude der Zukunft, <https://www.infineon.com/cms/de/discoveries/smart-buildings/>.

IoT World today; 2020:

10 of the smartest buildings on the planet gallery, <https://www.iotworldtoday.com/galleries/10-of-the-smartest-buildings-on-the-planet-gallery/>.

KIWI; o.J.:

PropTech Lexikon: Digitalisierung in der Wohnungswirtschaft, <https://kiwi.ki/blog/smart-home/#proptech>

Kunze, Sariana; 2019:

Wenn gute UX für den richtigen Flow sorgt, <https://www.elektrotechnik.vogel.de/wenn-gute-ux-fuer-den-richtigen-flow-sorgt-a-862785/>.

Lang, Hagen; 2019:

TCO-Betrachtung bei Gewerbegebäuden – Betriebskosten halbiert, <https://www.smarterworld.de/smart-energy/smart-building-smart-home/betriebskosten-halbiert.168704.html>.

LineMetrics; 2020:

6 Immobilientrends, die das Facility Management massiv verändern, <https://www.linemetrics.com/de/blog/6-immobilientrends-die-das-facility-management-massiv-veraendern-werden/>. <https://www.linemetrics.com/de/plattform/all-in-one-smart-building-plattform/>

Multiconsult; 2020:

One of Europe's most advanced smart buildings opened, <https://www.multiconsultgroup.com/one-of-europes-most-advanced-smart-buildings-opened/>.

Parker, Goeffrey G.; Van Alstyne, Marshall W.; Choudray, Sangeet Paul; 2017:

Die Plattform-Revolution.

Rönkä, Elisa; 2020:

Der Arbeitsplatz: Teil des „Smart City“-Ökosystems, <https://www.forbes.at/artikel/der-arbeitsplatz-teil-des-smart-city-oekosystems.html>.

Siering, Hanadi; 2015:

Smart Cities: Nachhaltig leben in einer digitalisierten Stadt, <https://reset.org/knowledge/smart-cities-nachhaltig-leben-einer-digitalisierten-stadt-05022016>.

The Edge; 2016:

<https://www.rs-online.com/designspark/the-edge-the-world-s-smartest-office-building-de>.

Verv; 2018:

The Sharing Economy: Let's talk about the 'peer-to-peer' in energy trading, <https://medium.com/@VervEnergy/the-sharing-economy-lets-talk-about-the-peer-to-peer-in-energy-trading-e4e679307f89>.

Vogt, Marina; 2017:

Ist Ihr Gebäude ein Smart Home oder gar schon ein Smart Building?, <https://www.management-circle.de/blog/smart-building/>.

Zukunftsinstitut; o. J.:

Silver Society Glossar, <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/silver-society-glossar/>.

Die AutorInnen



Julia Exner

Julia Exner ist Director Digital & Field Marketing EMEA bei Otis. Aus der Technik- und Digitalbranche kommend verantwortet sie die digitale Transformation im Bereich Marketing bei Otis EMEA und verfügt über langjährige Erfahrung im Bereich digitaler Produktentwicklung, E-Commerce, Digital B2B Business Development aus verschiedenen Positionen in unterschiedlichen Branchen und Unternehmen, wie eBay und Sony.

Philipp Flore

Philipp Flore ist Diplom-Wirtschaftsingenieur und begeisterter Berater bei mm1 mit langjähriger Erfahrung als Produkt- und Projektmanager für Connected Business mit Spezialisierung auf Smart Building und Automotive-Anwendungsfälle.



Martin Hefner

Martin Hefner ist Manager für Public Relations und Unternehmenskommunikation bei Otis. Er verfügt über langjährige Erfahrung in der Kommunikation von digitalen Innovationen und wissensintensiven Dienstleistungen, u. a. aus Forschung und Entwicklung.

David B. Hofmann

David B. Hofmann ist geschäftsführender Partner von mm1, der Unternehmensberatung für Connected Business in Stuttgart. Er berät Klienten bei der Konzeption und Realisierung digitaler Angebote, dem Aufbau neuer Geschäftsfelder und der digitalen Transformation des Unternehmens. David B. Hofmann leitet bei mm1 die Telecommunications Practice und ist Experte für Innovation und neue Technologien, u. a. im Bereich „Internet of Things“ (inkl. Smart City, Smart Building, Smart Home).





Tanja Kruse Brandao

Tanja Kruse Brandao versteht Zukunft als Gestaltungsraum. Hierfür unterstützt sie mit der von ihr mitgegründeten Digital Connection Marken, Agenturen und Unternehmen bei der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, User Experiences und der Realisierung von digitalen Touchpoints – von der Zahnpastatube bis zum Fußballstadion. Bei INDEED Innovation entwickelt sie im Rahmen von Innovationsprojekten als Business Strategist Lösungen, die neues Denken in nachhaltige Geschäftsmodelle, wie Circularity und Sustainability, übersetzen.

Dr. Katharina Mattes

Katharina Mattes ist Diplom-Wirtschaftsingenieurin, Promotion im Innovationsmanagement. Sie begleitet als Managerin bei mm1 Unternehmen rund um vernetzte und autonome Systeme mit einem Fokus auf Industrie 4.0



Prof. Dr. Martin Mikusz

Als Senior Expert bei mm1 und Professor für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Digital Business Management, an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg in Stuttgart ist Martin Mikusz ein ausgewiesener Experte für die digitale Innovation mit Fokus auf qualitative und quantitative Marktforschung.

Jonas Peter

Jonas Peter begeistert sich als Betriebswirt für Themen im Bereich International Business Development. Bei mm1 bringt er insbesondere seine Expertise rund um Smart Buildings ein.



Dr. Florina Speth

Dr. Florina Speth verantwortet beim BVDW e.V. die Themen Digital Health, Smart Home sowie den Bereich Smart World. Davor war sie beim Thinktank W.I.R.E. in Zürich und als Head of Foresight beim 2b AHEAD ThinkTank in der Zukunftsforschung tätig. Als Postdoc am Institute of Robotics der ETH Zürich und in Dresden forschte sie zu Rehabilitationsrobotik und Neurologie. Sie promovierte an der HU Berlin zu roboter-gestützter Rehabilitation und arbeitete klinisch zu technik-gestützter Neurorehabilitation.

Die Sponsoren

OTIS

Otis gibt Menschen die Möglichkeit, sich in einer größeren, schnelleren und intelligenteren Welt zu verbinden. Als Weltmarktführer in der Herstellung, Installation und Wartung von Aufzügen und Fahrtreppen bewegen wir täglich zwei Milliarden Menschen und verfügen mit über zwei Millionen Anlagen über das weltweit größte Wartungsportfolio der Branche. Man findet uns in den berühmtesten Bauwerken der Welt, in Wohn- und Geschäftsgebäuden, an Verkehrsknotenpunkten und überall dort, wo es Menschen zu bewegen gilt. Otis hat seinen Hauptsitz in Connecticut, USA, und beschäftigt weltweit 69.000 Mitarbeiter, darunter 40.000 Service-Techniker. Gemeinsam setzen sie sich dafür ein, die Erwartungen unserer Kunden und Fahrgäste in mehr als 200 Ländern und Regionen zu übertreffen.

mm1

mm1 ist die führende Unternehmensberatung für Connected Business und wurde wiederholt als beste Beratung im Bereich „Innovation & Wachstum“ sowie „Technologie & Telekommunikation“ ausgezeichnet. Mit rund 100 Beratern unterstützt mm1 führende Unternehmen bei der Gestaltung der digitalen und vernetzten Welt. Geleitet von dem Anspruch „We make digital innovation happen!“ verwirklicht mm1 dabei zeitgemäße Geschäftsmodelle, Produkte und Prozesse. Renommierete Unternehmen aus den Branchen Telekommunikation, Finanzdienstleistung, Automobil und Industrie zählen zum Kundenkreis von mm1. Das Unternehmen wurde 1997 gegründet und hat seinen Hauptsitz in Stuttgart sowie weitere Büros in Wien und Zürich. Mehr Informationen unter www.mm1.de.

Der Herausgeber



Der Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e. V. ist die Interessenvertretung für Unternehmen, die digitale Geschäftsmodelle betreiben oder deren Wertschöpfung auf dem Einsatz digitaler Technologien beruht. Als Impulsgeber, Wegweiser und Beschleuniger digitaler Geschäftsmodelle vertritt der BVDW die Interessen der digitalen Wirtschaft gegenüber Politik und Gesellschaft und setzt sich für die Schaffung von Markttransparenz und innovationsfreundlichen Rahmenbedingungen ein. Sein Netzwerk von Experten liefert mit Zahlen, Daten und Fakten Orientierung zu einem zentralen Zukunftsfeld. Neben der DMEXCO und dem Deutschen Digital Award richtet der BVDW eine Vielzahl von Fachveranstaltungen aus. Mit Mitgliedern aus verschiedensten Branchen ist der BVDW die Stimme der digitalen Wirtschaft.

Ressort Smart World

Das Ressort Smart World ist das zentrale BVDW-Gremium für das Leben und Wirtschaften in der intelligent vernetzten Welt von morgen. Das Ressort Smart World erarbeitet politische Positionen zu aktuellen regulatorischen Vorhaben und vertritt diese gegenüber den Entscheidungsträgern sowie Multiplikatoren aus Politik, Wirtschaft und Verwaltung. Es liefert Informationen und Inspiration für zukünftige Trends, die eine Vision für eine innovationsfreundliche und lebenswerte smarte Welt zeichnen.

Dabei widmen wir uns u. a. den Fragen: Wie gestalten wir den digitalen Wandel hin zu Smart Cities, die mit neuen Mobilitätskonzepten Stadt und Land verbinden? Wie können wir unser Leben und Arbeiten sowie unsere Recycling- und Produktionsprozesse in Industrie und Agrikultur effizient und umweltfreundlich gestalten? Welche Weichen müssen gestellt werden, um Potenziale digitaler Gesundheitsversorgung zu entfalten? Welche neuen Geschäftsmodelle ergeben sich durch die Digitalisierung unseres Alltags? Kurzum: Wie sieht kluger Plattform-Urbanismus aus, der Innovation beflügelt und wettbewerbsfähige Digitalwirtschaft in Deutschland und Europa ermöglicht?

Losgelöst von etablierten Allianzen wird im Ressort Smart World die Zusammenarbeit der digitalen Wirtschaft unterstützt und der gestiegenen Bedeutung branchenübergreifender Vernetzung Rechnung getragen.

Ansprechpartnerin BVDW

Dr. Florina Speth,
Referentin Digital Health
speth@bvdw.org
www.bvdw.org



waf.berlin

Illustration und Umsetzung: waf.berlin, Berlins älteste inhabergeführte Kommunikationsagentur. Für Anspruchsvolles und Kompliziertes, Marken und Kampagnen, Corporate Design und Corporate Communications, B2B und B2C, analog und digital. Die Agentur hat unter anderem mehr als 200 Geschäftsberichte für DAX-Unternehmen wie für Hidden Champions erstellt, konzipiert und gestaltet Kunden- und Mitarbeitermagazine und entwickelt Maßnahmen für Off- und Online-Marketing ebenso wie für Employer Branding. Zu den Kunden gehören namhafte Unternehmen der IT-Branche und der Investitionsgüterindustrie, aber auch kleine und feine Kulturinstitutionen. Das Credo der vielfach ausgezeichneten Agentur: Relevanz gestalten.

Endnoten

- 1 KI = Künstliche Intelligenz.
- 2 Europäische Kommission (2020).
- 3 Armbruster et al. (2016), Destatis (2019), eigene Berechnungen auf Basis von: Destatis (2020).
- 4 KIWI (o. J.); Bartels & Weilandt (2020).
- 5 Europäische Kommission (2017).
- 6 Europäische Kommission (2017).
- 7 Infineon (2019), KIWI (o. J.).
- 8 Europäische Kommission (2017).
- 9 Eigene Darstellung in Anlehnung an IBM Institute for Business Value (2018).
- 10 Europäische Kommission (2017).
- 11 The Edge wurde von BREEAM (Bewertungssystem für ökologische und soziokulturelle Aspekte der Nachhaltigkeit von Gebäuden) in der Kategorie Nachhaltigkeit mit 98 Prozent bewertet.
- 12 Europäische Kommission (2017).
- 13 Apleona (2020), Erbstößer (2018).
- 14 G-Pulse (2019), The Edge (2016).
- 15 Europäische Kommission (2017).
- 16 Erbstößer (2018).
- 17 Der cube berlin ist ein smartes Bürogebäude in Berlin.
- 18 G-Pulse (2019).
- 19 Europäische Kommission (2017).
- 20 Hekatron (o. J.).
- 21 Europäische Kommission (2017).
- 22 PlaceTech (2018).
- 23 Heating, Ventilation, Air-Conditioning.
- 24 Europäische Kommission (2017).
- 25 Erbstößer (2018).
- 26 G-Pulse (2019).
- 27 Europäische Kommission (2017).
- 28 Erbstößer (2018).
- 29 Europäische Kommission (2017).
- 30 Erbstößer (2018).
- 31 G-Pulse (2019).
- 32 FIR e. V./RWTH Aachen (2016).
- 33 Porter & Heppelmann (2014).
- 34 Eigene Darstellung in Anlehnung an Porter & Heppelmann (2014), zur Erläuterung: Eine jeweils nächsthöhere Stufe inkludiert alle Funktionen vorheriger Stufen. Das heißt z. B., Stufe 3 umfasst ebenfalls die Funktionen der Stufen 1 bis 2. Da Stufe 0 keine Digitalisierung beinhaltet, wird diese gesondert betrachtet und fließt nicht in die nachfolgenden Stufen ein.
- 35 BearingPoint (o. J.).
- 36 Hardebusch (2016).
- 37 Buntz (2019), Dunion (2016).
- 38 Gerst (2020).
- 39 Cruickshank (2018); IoT World today (2020), Multiconsult (2020).
- 40 Dstrct.Berlin (2020).
- 41 Flemming (2020).
- 42 Bee Smart City (o. J.), Geismar & Mutzbauer (2020).
- 43 Siering (2015).
- 44 Verv (2018).
- 45 Europäische Kommission (2017).
- 46 BMWi (2020).
- 47 Frick (2019), Rönkä (2020).
- 48 Erbstößer (2018).
- 49 Europäische Kommission (2017).
- 50 Kunze (2019).
- 51 LineMetrics (2020); Vogt (2017).
- 52 Gehbauer-Schumacher & Wächter (o. J.), Engelhardt et al. (2018).
- 53 Hoffstiepel (2019), Zukunftsinstitut (o. J.).
- 54 Parker et al. (2017).
- 55 Detaillierte Informationen zur durchgeführten Marktforschung finden sich im Annex.
- 56 Trend zu: 1) älter werdender Bevölkerung mit möglichst selbstbestimmtem Alltagsleben im hohen Lebensalter, 2) Verstädterung, 3) Sharing Economy, 4) flexiblen und ineinandergreifenden Lebens- und Arbeitswelten, 5) Plattformökonomie, 6) Smart Cities, 7) Verbesserung der Nutzer- bzw. Bedienerfreundlichkeit (Usability) durch digitale Assistenzsysteme, 8) nachhaltiger und effizienter Nutzung von Energie und Ressourcen.
- 57 Betrachtung von Neubauten und Modernisierungsvorhaben, Fertigstellung ab 2019, laufend; in konkreter Planung und realisiert bis Ende 2023.
- 58 Summenfehler entstehen durch Rundung auf ganze Werte.
- 59 1) Mögliche Bedrohung durch Cyberattacken oder Hackerangriffe, 2) rechtliche Risiken, z. B. Datenschutz, Haftungsfragen, 3) fehlende Digitalisierungsstrategie.
- 60 4) Technologische Reife, 5) unklarer Nutzen für BetreiberInnen bzw. AnwenderInnen, 6) fehlendes Know-how in Bezug auf die einzusetzende Technologie bei Planung bzw. Implementierung, 7) fehlendes Know-how in Bezug auf die Nutzung der Technologie während des Betriebes, 8) Kosten-Nutzen-Verhältnis für Anschaffung bzw. Betrieb nicht vorteilhaft.
- 61 Hoffstiepel (2019a).
- 62 Frick (2019).
- 63 Frick (2019).
- 64 BSI: https://www.bsi.bund.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Presse2020/SmartHome_130720.html, ETSI – EN 303645: <https://www.etsi.org/news-room/press-releases/1789-2020-06-etsi-releases-world-leading-consumer-iot-security-standard>.
- 65 Die zugehörige Testspezifikation TS 103701 gibt Hilfestellung bzgl. der Prüfung der implementierten Cybersicherheitsmaßnahmen.
- 66 Hilfestellung zu all diesen Themen gibt es beispielsweise bei der „Allianz für Cyber-Sicherheit“ (https://www.allianz-fuer-cybersicherheit.de/ACS/DE/Informationspool/ErsteSchritte/Erste_Schritte_node.html) des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), bei der „Alliance of IoT Innovation“ (<https://aioti.eu/working-groups/>) (Working Group Digital Buildings) oder der „European Cyber Security Organization“ (www.ecs-org.eu).
- 67 Klimaschutzbericht des Bundesumweltministeriums 2019.
- 68 Hierzu zählen auch BauprojektentwicklerInnen, BauplanerInnen und technische GebäudemanagerInnen.
- 69 Hierzu zählen u. a. technische GebäudemanagerInnen von Wohnungsbaugesellschaften und technischen Dienstleistern zur Instandhaltung.