

Achim Hohorst · Christoph Jacob ·  
Sara Kukovec · Michael Westermeier (Hrsg.)

# Smart Homes

Technologie - Gestaltung - Umsetzung - Trends

HAUFE.

HEUTE  
ZUKUNFT  
BAUEN



Achim Hohorst / Christoph Jacob / Sara Kukovec / Michael Westermeier  
(Hrsg.)

# Smart Homes

Technologie - Gestaltung - Umsetzung - Trends

1. Auflage 2024

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort 1 .....	13
Vorwort 2 .....	14
Danksagung .....	17
Geleitwort 1 .....	18
Geleitwort 2 .....	20
<b>1 Einführung in Smart Home-Technologien .....</b>	<b>21</b>
<i>Achim Hohorst, Michael Westermeier &amp; Philipp P. Spangenberg</i>	
Technische Grundlagen der Smart Home-Systeme .....	25
<i>Michael Westermeier</i>	
<b>2 Smart Home-Systeme .....</b>	<b>31</b>
<i>Roland Hänel</i>	
2.1 Ein wenig Historie ... ..	31
2.2 Elektrische Beleuchtung, Standardschaltungen .....	31
2.3 Smart Home-Vernetzungstechnologien .....	34
2.3.1 X10 .....	34
2.3.2 KNX (EIB) .....	35
2.3.3 DALI .....	38
2.3.4 LON .....	39
2.3.5 BACnet .....	40
2.3.6 Funkprotokolle .....	41
2.3.7 Bluetooth .....	43
2.3.8 Z-Wave .....	44
2.3.9 Zigbee .....	45
2.3.10 Matter .....	46
2.3.11 Mobilfunk (LTE-M, NB-IoT) .....	51
2.3.12 Kompatibilität und Systemintegration .....	52
2.4 Do-It-Yourself (DIY) .....	53
2.5 Quellen .....	54
<b>3 Planung und Einrichtung eines Smart Home-Systems .....</b>	<b>55</b>
<i>Markus Fromm-Wittenberg</i>	
3.1 Kurze Wiederholung zum Begriff Smart Home .....	55
3.2 Arten von Smart Home-Systemen .....	56
3.2.1 Zentrale Systeme .....	56
3.2.2 Dezentrale Systeme .....	57
3.2.3 Hybride Systeme oder Mixformen .....	58

3.3	Technische Voraussetzungen für ein Smart Home .....	59
3.4	Systemauswahl .....	65
3.4.1	Leitungsgebundene Systeme .....	66
3.4.2	Funkbasierte Systeme .....	68
3.5	Bedarfsanalyse .....	70
3.6	Smart Home vs. Smart Living .....	72
3.6.1	Smart Home .....	72
3.6.2	Smart Living .....	72
3.7	Zukunftsfähigkeit und technische Gebäudeinfrastruktur als Symbiose .....	73
3.8	Geltende Normen .....	75
<b>4</b>	<b>Anwendungsszenarien .....</b>	<b>77</b>
	<i>Achim Hohorst</i>	
4.1	Komfort/Behaglichkeit .....	77
4.1.1	Raumtemperaturregelung .....	77
4.1.2	Zeitsteuerung .....	78
4.1.3	Anwesenheitssimulation .....	78
4.1.4	Sonnenschutzsteuerung .....	79
4.1.5	Multimediasteuerung .....	79
4.1.6	Sprachsteuerung .....	79
4.2	Beleuchtung .....	80
4.2.1	Dimmen als Lichteffect .....	80
4.2.2	Dimmertypen .....	81
4.3	Lichtsteuerung und Energieeffizienz .....	82
4.4	Anpassbare Lichtszenarien .....	83
4.4.1	Farbe des Lichts .....	85
4.4.2	Punktuelle Ausleuchtung als Lichteffect .....	87
4.5	Beschattung/Sonnenschutz .....	88
	<i>Michael Westermeier</i>	
4.6	Smarte Unterhaltung und Multimedia .....	90
	<i>Achim Hohorst &amp; Michael Westermeier</i>	
4.7	Multi-Room-Audio, Heimkino & Videostreaming .....	91
	<i>Achim Hohorst &amp; Michael Westermeier</i>	
4.8	Virtuelle Welten, Gamification und Smart Homes .....	94
	<i>Patrick Reschke</i>	
4.8.1	Einleitung und Überblick .....	94
4.8.2	Smart Homes, virtuelle Welt, gemischte und erweiterte Realitäten .....	94
4.8.3	XR in der Planung, Einrichtung, Wartung und Steuerung von Smart Home-Systemen .....	95
4.8.4	Gaming .....	97
4.8.5	Gamification in der Nutzung von Smart Homes .....	97
4.8.6	Ausblick .....	100

---

4.8.7	Fazit .....	102
4.9	Intelligente Haushaltsgeräte im Kontext von Smart Home .....	103
	<i>Tom Rudolph</i>	
4.9.1	Was macht diese Geräte intelligent? .....	104
4.9.2	Vorteile für den Nutzer .....	105
4.10	Smarte Küchengeräte .....	105
4.10.1	Backofen, Dampfgarer, Mikrowelle & Co. ....	106
4.10.2	Kochfelder .....	109
4.10.3	Dunstabzugshauben .....	109
4.10.4	Kaffeeautomaten .....	110
4.10.5	Kühlschränke .....	111
4.10.6	Multifunktionsgeräte .....	113
4.11	Waschmaschinen und Trockner, Kleidungspflegeschränke .....	115
4.12	Teilautonome Geräte – Saugroboter, Rasenmäher, Poolroboter .....	117
4.13	Smarte Haushaltsgeräte und Energiemanagement .....	123
4.14	Robotik und Automatisierung im Haushalt .....	126
	<i>Rainer Becker</i>	
4.15	Sprachassistenten und alternative Bediensysteme .....	128
	<i>Roland Hänel</i>	
4.16	Vertikaltransport .....	131
	<i>Ivo Siebers</i>	
4.17	Quellen .....	146
<b>5</b>	<b>Sicherheit und Cybersecurity .....</b>	<b>149</b>
5.1	Sicherheit und Überwachung .....	149
	<i>Michael Westermeier</i>	
5.2	Smart Home und Zutritt .....	152
	<i>Stefan Künstler &amp; Philipp P. Spangenberg</i>	
5.2.1	Marktübersicht .....	152
5.2.2	Anwendungsszenarien/Use Cases .....	166
5.3	Gegensprechanlagen und Kameras .....	171
	<i>Achim Hohorst &amp; Philipp P. Spangenberg</i>	
5.3.1	Gegensprechanlagen .....	171
5.3.2	Kameraüberwachung .....	172
5.3.3	Datenschutz und Privatsphäre .....	172
5.4	Cybersecurity (technisch) .....	173
	<i>Anett Gilles</i>	
5.4.1	Einführung .....	173
5.4.2	Anforderungen an die Cybersecurity .....	177
5.4.3	Worauf sollte geachtet werden? .....	179
5.4.4	Unterschiedliche Angriffsszenarien .....	181
5.4.5	Praxisempfehlungen .....	183

---

5.4.6	Gefahrenquelle »Smarte Lautsprecher«	188
5.4.7	Zusammenfassung	189
5.5	Sicherheit bei Übertragungstechnologien/Protokollen	190
	<i>Roland Hänel</i>	
5.6	Quellen	193
<b>6</b>	<b>Energiereduzierung und-optimierung</b>	<b>195</b>
	<i>Frank Geburek und Achim Hohorst</i>	
6.1	Energiemanagement allgemein	195
6.2	Energiemanagement-System	195
	<i>Daniel Lux</i>	
6.3	Energieerzeugung (Solar)	201
6.4	Energiespeicherung (Langzeit + Kurzzeit)	203
	<i>Frank Geburek</i>	
6.5	Intelligente dezentrale Lüftung	204
6.6	Verbrauchsoptimierung	205
6.7	Intelligente Heizungs- und Klimasteuerung	206
	<i>Frank Geburek</i>	
6.8	Thermostate und Temperaturregelung	206
6.9	Selbstlernende Systeme in der Heiztechnik	208
6.10	Fußbodenheizung und hydraulischer Abgleich	209
6.11	Steuerung oder Verbindung von Smart Homes zur Wärmepumpe	210
6.12	Automatisierter Wechselbetrieb zwischen Heizen und Kühlen	212
	<i>Frank Geburek</i>	
<b>7</b>	<b>Energieeinsparung und Umweltfreundlichkeit</b>	<b>215</b>
	<i>Frank Geburek und Achim Hohorst</i>	
<b>8</b>	<b>Fördermittel und Smart Home</b>	<b>219</b>
	<i>Mirko Twardy</i>	
8.1	Was sind Fördermittel und -programme?	219
8.2	Welche Arten von Fördermitteln gibt es?	220
8.3	Die wichtigsten Begrifflichkeiten im Umgang mit Fördermitteln	220
8.4	Förderungsbereiche im Überblick	221
8.5	Die europäische Förderstruktur und der Bundeshaushalt	223
8.6	Auswirkungen von Fördermitteln auf die Wirtschaft und Privatpersonen	224
8.7	Übersicht über Fördermittel für Smart Home-Technologien	227
8.7.1	Förderung von Solar und PV-Anlagen	227
8.7.2	Förderung von Energiemanagementsystemen (EMS) und Energieeffizienzmaßnahmen in Unternehmen und Wohngebäuden	228
8.7.3	Allgemeiner Überblick zu Fördermitteln im Bereich Smart Home	231
8.8	Zusammenfassung und Zukunftsperspektiven	232

8.9	Anhang und Quellen .....	233
<b>9</b>	<b>Digitale Geschäftsmodelle</b> .....	<b>237</b>
	<i>Olaf Schindler</i>	
9.1	Abonnementbasierte Modelle .....	240
9.2	Datengetriebene Modelle .....	241
9.3	Partnerschaften und Ökosysteme .....	241
<b>10</b>	<b>Datenschutz und ethische Aspekte</b> .....	<b>245</b>
	<i>Marc Störing &amp; Neil Simon-Weaver</i>	
10.1	Einleitung .....	245
10.2	Datenschutzrechtliche Erwägungen .....	248
10.2.1	Datenschutzrechtliche Relevanz von Smart Home-Funktionalitäten ....	248
10.2.2	Personenbezogene Daten im Smart Home-Kontext .....	251
10.2.3	Haushaltsausnahme .....	253
10.2.4	Anonymisierung .....	254
10.2.5	Datenschutzrechtliche Rollen .....	254
10.2.6	Rechtsgrundlagen .....	257
10.2.7	Technisch organisatorische Maßnahmen .....	261
10.2.8	Dokumentationspflichten .....	263
10.3	IT-sicherheitsrechtliche Erwägungen .....	266
10.4	Erfolgreiches Managen von Smart Home-Projekten aus rechtlicher Sicht .....	268
10.5	Zusammenfassung und Ausblick .....	270
<b>11</b>	<b>Künstliche Intelligenz – einfach und verständlich</b> .....	<b>271</b>
	<i>Mike Siebers</i>	
11.1	Heutige Anwendungen von KI im Smart Home .....	271
11.2	Warum KI in der Hausautomation sinnvoll ist .....	272
11.2.1	Effizienz und Energieersparnis .....	272
11.2.2	Sicherheit und Überwachung .....	273
11.2.3	Intuitive Bedienung .....	273
11.2.4	Proaktives Handeln .....	273
11.2.5	Ein Blick in die Zukunft .....	273
11.3	Neue Horizonte: Zukünftige Anwendungen von KI in der Hausautomation .....	274
11.3.1	Gesundheitsüberwachung .....	274
11.3.2	Smarte Küchen .....	274
11.3.3	Haustierbetreuung .....	274
11.3.4	Personalisierung der Unterhaltung .....	275
11.3.5	Wo enden die Möglichkeiten? .....	275
11.4	Der Einstieg in die KI-gesteuerte Hausautomation: So können Sie beginnen .....	276
11.5	Herausforderungen und Bedenken bei der Integration von KI in der Hausautomation .....	277

11.5.1	Ethische Überlegungen .....	277
11.5.2	Technologische Herausforderungen .....	278
11.5.3	Nachhaltigkeit .....	278
11.5.4	Was tun wir also? .....	278
11.6	Schlusswort: Die Zukunft der KI in der Hausautomation – Möglichkeiten und Verantwortung .....	278
<b>12</b>	<b>Von AAL (Ambient Assisted Living) zu Smart Senior Living .....</b>	<b>281</b>
	<i>Arno Elmer</i>	
12.1	Ziele und Entwicklung von AAL-Systemen .....	281
12.2	Bedarfsorientierte AAL-Systeme .....	282
12.3	Von AAL zu Smart Senior Living .....	283
12.4	Smart Senior Living – Soziale Verantwortung und ökonomische Mehrwerte .....	285
12.5	Fazit und Ausblick .....	286
<b>13</b>	<b>Vision &amp; Ausblick in die Zukunft .....</b>	<b>289</b>
	<i>Daniel Lux, Bastian Inthasane, Christoph Rathfelder &amp; Michael Westermeier</i>	
<b>14</b>	<b>Checkliste zur Planung von Smart Home-Systemen .....</b>	<b>297</b>
<b>15</b>	<b>Autorenverzeichnis .....</b>	<b>299</b>
<b>16</b>	<b>Herausgeberverzeichnis .....</b>	<b>312</b>
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>315</b>

## Vorwort 1

Die zunehmende Komplexität und Dynamik der Bau- und Immobilienbranche erfordern ein hohes Maß an Wissen und Kompetenz. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, ist eine transdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Organisationen, Unternehmen, Bildungseinrichtungen, Verbänden, Politik und anderen Interessengruppen erforderlich. Unter diesen Aspekten sowie aus dem großen Zuspruch, den unser erstes Buch »Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, effizienten und profitablen Wertschöpfung von Gebäuden: Grundlagen – neue Technologien, Innovationen und Digitalisierung – Best Practices« erfahren hat, das von Sara Kukovec und Christoph Jacob im Oktober 2022 herausgegeben wurde, ist die Idee zu der neuen Buchreihe »Heute Zukunft Bauen« entstanden.

Unsere Buchreihe »Heute Zukunft Bauen« mit der Maxime: »nachhaltig, innovativ und digital« ist ein wertvolles Werkzeug für alle, die sich für eine nachhaltige und regenerative Zukunft einsetzen. Sie bietet einen umfassenden Überblick über aktuelle Trends, Technologien, Innovationen sowie Best-Practices in der Bau- und Immobilienbranche sowie angrenzenden Bereichen. Die Beiträge von renommierten Experten aus Wissenschaft, Industrie und Praxis geben wertvolle Impulse für die Transformation hin zu einem regenerativen Wirtschaftskreislauf.

Wir möchten mit unserer Buchreihe das Bewusstsein für die Notwendigkeit nachhaltigen Handelns, des Umweltschutzes sowie sozialer Aspekte stärken. Darüber hinaus möchten wir die Verantwortung der Branche für die Gesellschaft hervorheben. Wir fördern diese Zusammenarbeit durch die Bereitstellung von aktuellem Expertenwissen, Praxiserfahrungen sowie durch die Unterstützung von Netzwerken und von Austauschprozessen. Damit ermöglichen wir den Menschen in der Branche, ihre Arbeit noch erfolgreicher, effizienter und nachhaltiger umzusetzen. Wir sind davon überzeugt, dass durch gemeinsames Lernen und kollaboratives Handeln die Bau- und Immobilienbranche die globalen Herausforderungen der Zukunft erfolgreich meistern kann.

Gemeinsam gestalten wir die Zukunft der Bau- und Immobilienbranche.

*Ihre »Heute Zukunft Bauen«-Herausgeber  
Sara Kukovec und Christoph Jacob*

## Vorwort 2

Mit sehr großer Freude und Stolz präsentieren wir Ihnen unser Buch »Smart Homes: Technologie - Gestaltung - Umsetzung - Trends«. In einer Welt, die sich unaufhaltsam weiterentwickelt, ist es von entscheidender Bedeutung, unsere Wohn- und Lebensräume in Einklang mit den neuesten und nachhaltigen technologischen Fortschritten zu bringen. Dieses Buch ist eine Erkundungstour durch das weite Feld der Smart Homes und eine Inspirationsquelle für alle, die bestrebt sind, die Zukunft des Wohnens zu gestalten.

Die Idee hinter »Smart Homes« entstand aus der Erkenntnis, dass unsere Häuser mehr sind als nur physische Strukturen. Sie sind der Ort, an dem wir leben, arbeiten, unsere Zeit mit Familie und Freunden verbringen und unser Leben genießen. Statistisch gesehen verbringen wir 90 Prozent unseres Lebens in geschlossenen Räumen. Wir glauben fest daran, dass durch intelligente Technologien und innovative Designkonzepte, Häuser zu lebendigen, anpassungsfähigen und vernetzten Lebensräumen werden können.

In diesem Buch haben wir Experten und Autoren aus verschiedenen Bereichen der IT, Architektur, Technologie, Industrie, Bau- und Immobilienwirtschaft versammelt, die Ihnen fundierte Einblicke in die neuesten Trends und Entwicklungen im Bereich der Smart Homes bieten. Sie werden Geschichten von innovativen Projekten und inspirierenden Designkonzepten lesen, die zeigen, wie Technologie dazu beitragen kann, Wohnräume komfortabler, effizienter, sicherer, energieeffizienter und nachhaltiger zu gestalten.

Wir möchten Sie auf eine Reise mitnehmen, die von den Grundlagen der Smart Home-Technologie bis hin zu zukunftsweisenden Konzepten reicht. Sie werden erfahren, wie KI-gesteuerte Systeme das Leben in unseren Häusern erleichtern, wie erneuerbare Energien in smarte Automatisierungssysteme integriert werden können, um die Umweltbelastung zu verringern, und wie das Wohnen in der digitalen Ära unsere Interaktion mit unseren Wohnräumen verändert.

»Smart Homes« ist ein Leitfaden für diejenigen, die bestrebt sind, ihre Häuser zu intelligenten Lebensräumen zu machen. Es ist eine Einladung, die Möglichkeiten zu erkunden, die moderne Technologie bietet, um unser tägliches Leben zu verbessern.

Zur besseren Lesbarkeit wird in den folgenden Kapiteln dieses Buches jeweils nur ein Geschlecht verwendet. Die verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich dabei aber immer auf alle Geschlechter und sind an keiner Stelle bevorzugt oder benachteiligt zu verstehen.

Vielen Dank, dass Sie Teil dieser Reise sind. Wir wünschen Ihnen inspirierende Leseerlebnisse und viel Freude beim Erkunden der Zukunft des Wohnens.

*Ihre Herausgeber*

*Sara Kukovec, Achim Hohorst, Michael Westermeier und Christoph Jacob*



## Danksagung

Die Idee für eine neue Buchreihe »Heute Zukunft Bauen« mit dem Titel »Smart Homes« entstand im Jahr 2022. Bis Mitte 2023 hat sich das Team aus Herausgebern und Autoren aus Industrie, Wirtschaft und Wissenschaft zu unserem Buchprojekt formiert. Mit Freude und großem Engagement teilen sie ihr Wissen und ihre Erfahrungen. Mehr als 25 Köpfe haben an diesem Werk mitgewirkt: Autoren, ein Grafikdesigner, zwei Geleitleitungen, die Verlagsleitung und das Lektorat.

Unser besonderer Dank gilt unseren Autoren, die mit ihrem Wissen und ihrer Expertise einen hochwertigen Beitrag zu diesem Werk geleistet haben.

Ein großes Dankeschön geht an unseren Grafikdesigner Herrn Maximilian Huber, der mit seinen kreativen Grafiken das Buch optisch ansprechend und informativ gestaltet hat. Auch bedanken wir uns sehr bei Frau Christine Kaiser, Frau Jessica Sonnenberg und Herrn Heiner Huß vom Haufe Verlag, die uns bei jedem Schritt der Buchherstellung aktiv unterstützt haben.

Von ganzem Herzen bedanken wir uns bei allen mitwirkenden Personen und auch unseren Freunden und Familien, die uns auf diesem Weg begleitet haben.

Dieses Buch ist der Startschuss für viele weitere Initiativen. Wir freuen uns über Ihre Rückmeldung und Ihr Feedback.

Sara Kukovec, Achim Hohorst, Michael Westermeier und Christoph Jacob

## Geleitwort 1

Tauchen Sie ein in die faszinierende Welt der smarten Architektur, in der Gebäude nicht länger nur Stein und Mörtel sind, sondern lebendige Organismen, die auf unsere Bedürfnisse reagieren und mit uns interagieren. Dieses Buch ist eine Reise durch intelligente Konzepte, die unsere urbanen und häuslichen Umgebungen formen, während es gleichzeitig Einblicke in die Zukunft der Bauindustrie gibt.

Anforderungen des modernen Lebens und deren erfolgreiche Umsetzung durch neue Technologien eröffnen und erweitern neue Planungs- und Lebensräume. Und genau die dafür notwendigen Grundlagen vermittelt das vorliegende Buch »Smart Homes«.

Von bedeutenden Innovationen im Energiemanagement bis hin zu nahtlos integrierten Erfahrungen zeigen die Autoren, wie Technologie, Nachhaltigkeit und Ästhetik in harmonischer Symbiose existieren können. Aus allen relevanten Perspektiven werden Konzepte beleuchtet, die unseren Alltag revolutionieren und uns auf eine ressourcenschonende Reise in die Zukunft mitnehmen.

Diese Seiten sind die Einladung an Sie, die transformative Reise in die Architektur der Zukunft anzutreten. Willkommen in einer Welt, in der Ihre Träume zu wirklich funktionierenden »intelligenten« Traumhäusern werden – echten »Smart Homes«!

Die Herausgeber und Autoren verstehen es, eine Verbindung zwischen tiefen technischen Einblicken, der soziologischen Einordnung intelligenter Haussteuerung sowie konkrete Anwendungsszenarien so zu erläutern, dass es für Bauherren, Architekten, Fachplaner, Bauunternehmer, Gesamtunternehmer und alle weiteren Interessierten ein lesenswertes Gesamtwerk ergibt. Außerdem wird ein Ausblick gegeben, wohin sich die Welt der Smart Homes bewegen wird und welche Art der Haus- und Gebäudeautomatisierung in den nächsten Jahren zu erwarten ist.

Egal, ob Sie Architekt, Technologie-Enthusiast, Bauherr oder einfach nur neugierig auf die Zukunft des Wohnens sind: Dieses Buch ist für Sie die Grundlage. Die Inhalte sind verständlich und praxisnah, damit Sie das Aufgezeigte direkt in die Tat umsetzen können. Ich bin sicher, dass Sie genauso viel Freude beim Entdecken der Inhalte haben werden wie ich.

Lassen Sie sich inspirieren!

Ihr Hadi Teherani

Hadi Teherani ist einer der bekanntesten deutschen Architekten und Designer.

Er arbeitet nicht nur als Architekt, sondern auch im Bereich des Produkt- und Interior-Designs. Bekannt wurde er insbesondere durch seinen Anspruch, Architektur, Produkt- und Interior-Design als Gesamtwerk darzustellen und zu verbinden.

Neben vielen internationalen Auszeichnungen wurde er 2020 für seine Verdienste mit dem Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland (Verdienstkreuz am Bande) ausgezeichnet.

## Geleitwort 2

Liebe Leserinnen und Leser,

das Licht wird per App gesteuert, das smarte Thermostat schaltet die Heizung bei offenem Fenster automatisch ab, der Staubsaugerroboter startet per Sprachbefehl: 44 Prozent der Deutschen nutzen mittlerweile Smart-Home-Anwendungen. Diese Zahl ist in den letzten Jahren deutlich gewachsen – 2019 hatten erst 31 Prozent mindestens eine Smart-Home-Anwendung in ihrem Zuhause eingesetzt. Das Smart Home ist dabei mehr als technische Spielerei, es sorgt z.B. auch für ein Mehr an Sicherheit und Komfort. Außerdem ist es ein entscheidender Hebel dafür, dass die Haushalte in Deutschland energieeffizienter werden.

Zuletzt waren die Trends bei den Smart-Home-Anwendungen daher stark von den Auswirkungen der Klimakrise und auch den Preissteigerungen am Energiemarkt geprägt: Smarte Thermostate, smarte Lampen und Leuchten, smarte Steckdosen oder eine smarte Verschattung gehören zu den meistgenutzten Anwendungen in Deutschland, nicht nur für Privathaushalte, sondern auch im kommerziellen Gebäudebereich. Klar ist: Den Kampf für das Klima gewinnen wir nicht allein mit dicker Dämmung, wir gewinnen ihn mit smarterer Steuerung – im privaten Zuhause ebenso wie bei Gewerbeimmobilien.

Bitkom hat vor über einem Jahrzehnt den Arbeitskreis Smart Home gegründet, um die Entwicklungen in diesem Bereich intensiv zu begleiten und zu gestalten. Der AK spürt dabei für den dynamischen Smart-Home-Markt neue Geräte-, Technologie- und Dienstleistungstrends auf und überprüft diese auf ihre Markttauglichkeit – und versteht sich als Netzwerk aus Smart-Home-Expertinnen und -Experten unter anderem der Bereiche Technologie, Business Development und Marketing. Aus diesem Netzwerk heraus ist auch das vorliegende Buch entstanden, das Wissen und Erfahrungen der Expertinnen und Experten vereint.

Welche Trends und Technologien sind im Smart Home aktuell entscheidend? Welche Rolle spielen künstliche Intelligenz, Augmented und Virtual Reality? Wie können Datenschutz und -sicherheit angesichts immer neuer technologischer Entwicklungen gewährleistet werden? Welche Rolle spielt der neue Standard Matter und welche Visionen gibt es für das Smart Home der Zukunft? Diese und weitere Fragen will der vorliegende Band beantworten.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre!

Dr. Bernhard Rohleder

Bitkom-Hauptgeschäftsführer

---

# 1 Einführung in Smart Home-Technologien

*Achim Hohorst, Michael Westermeier & Philipp P. Spangenberg*

Wer heute ein modernes Wohnhaus plant, baut, saniert oder energetisch optimiert, kommt an digitalen, vernetzten Systemen zur technischen Steuerung der verschiedensten Gebäudekomponenten – den sogenannten Smart Home-Systemen – nicht mehr vorbei.

Ein Smart Home bezieht sich auf ein fortgeschrittenes Wohnkonzept, das technologische Innovationen nutzt, um den Komfort, die Sicherheit, die Energieeffizienz und die allgemeine Lebensqualität in einer Wohnumgebung zu verbessern. Ziel eines Smart Homes ist es, durch die Integration von vernetzten Geräten, Sensoren und intelligenten Systemen, den Wohnkomfort, die Energieeffizienz, die Sicherheit und die Alltagsroutine durch die Automatisierung und Steuerung verschiedener Anforderungen des Zuhauses und dessen Bewohnern zu optimieren.

Smarte Geräte verbinden sich mit dem Internet und viele beinhalten Smartphone-Apps, mit denen die Nutzer über WLAN auf sie zugreifen und sie fernsteuern können. Smart Homes nutzen dabei bspw. vernetzte Sensoren, Aktoren, Kameras und andere Geräte. Mit Smart Home ist es möglich, das eigene Zuhause zu steuern, ohne aufstehen oder überhaupt daheim sein zu müssen. Das intelligente Zuhause stellt eine komfortable Lösung dar, mit der das tägliche Leben einfacher sein kann. Aber auch im Bereich Sicherheitstechnik und Energieoptimierung sind Smart Home-Systeme heute eine Schlüsseltechnologie für (Wohn-)Gebäude.

Diese fortschrittliche Technologie ermöglicht es, die unterschiedlichsten Funktionalitäten wie Heizung, Licht, Beschattung, Lüftung oder Sicherheitssysteme von jedem Ort auf der Welt über ein Gerät fernzusteuern.

Alles, was dazu benötigt wird, ist eine Internetverbindung und die entsprechenden technischen, vernetzten Steuerungskomponenten.

## **Fakten zu Smart Homes**

Mehr als 30 Prozent der Haushalte in Deutschland nutzt bereits eine Smart Home-Technologie. Der weltweite Umsatz von 53,2 Milliarden US-Dollar im Jahr 2018 soll bis 2023 auf 145,4 Milliarden US-Dollar steigen. Bis 2023 werden 274 Millionen Haushalte weltweit oder 14 Prozent aller Haushalte mindestens eine Art von Smartem System installiert haben. Smart Home ist eine perfekte Möglichkeit für das passiv-aktive Energiesparen. Neben dem Energiemanagement spielen Sicherheitsanwendungen und Komfortfunktionen die drei wichtigsten Rollen in der Welt des Smart Home.

### **Vorteile und Herausforderungen**

Smart Homes sind seit geraumer Zeit ein zunehmend kontrovers diskutiertes Thema, das in diesem Buch aus neutraler Sicht beleuchtet werden soll. Das Smart Home wird aufgrund der Annehmlichkeiten und Vorteile, die es Hausbesitzern bietet, zunehmend populärer. Andererseits werden im Zusammenhang mit Smart Homes auch Anwendungen skizziert, deren Nutzen für den Hausbesitzer und Anwender nicht oder kaum erkennbar sind und somit häufig als »technische Spielerei« eingeschätzt werden.

Somit ist es für den Hausbesitzer und Planer, der diese Technologie grundsätzlich als sinnvoll und zukunftsweisend erachtet, schwierig festzulegen, welche Anwendungen seinen konkreten Bedarf optimal abdecken und auf welche Anwendungen man verzichten kann, ohne sich dabei eine entsprechende Erweiterung in der Zukunft technologisch zu verbauen.

Die angebotenen Produkte und Systeme werden immer alltagstauglicher und somit auch für den Anwender ohne größere Bastel- und Elektronik-Affinität ein annehmbarer Weg zu mehr Energieeinsparung, Sicherheit und Komfort im Haus.

Eine der primären Motivationen hinter der Entwicklung von Smart Homes war der Wunsch, tägliche Routinen zu vereinfachen und zu automatisieren. Mit einem Smart Home können die Benutzer Anwendungen und Systeme wie Heizungen, Lichtquellen oder Sicherheitseinrichtungen zudem aus der Ferne von einem einzelnen Gerät wie einem Smartphone oder Tablet steuern.

Diese Systeme können helfen, Zeit zu sparen und lästige Alltagsroutinen zu managen. Gleichzeitig bieten sie durch die dauerhafte Überwachung mit Sensoren, bspw. Bewegungsmeldern, einen Sicherheitsgewinn, der bei gut geplantem Ausbau einer modernen, klassischen Alarmanlage in nichts nachstehen muss. Nutzer können zu jeder Zeit feststellen, ob sich bspw. ungebetene Gäste in ihrem Wohnhaus aufhalten oder sich bei Konfiguration von automatischen Regeln direkt per Nachrichtensystem informieren lassen. Die Sicherheitsanwendungen eines Smart Home-Systems gehen sogar über die Funktionen einer klassischen Alarmanlage hinaus, weil bspw. auch Wasser- und Stromverbräuche gemessen werden und dadurch Anomalien wie etwa ein Rohrbruch schnell erkannt und vor der Entstehung eines massiven Schadens benachrichtigt werden können.

Eine weitere Motivation hinter der Entwicklung von Smart Home-Anwendungen ist der zunehmende Wunsch nach Energieeffizienz und -optimierung, um nachhaltiger zu wirtschaften und die Energiekosten zu senken.

So können Smart Homes automatisch Heizungs-, Lüftungs- und Klimatisierungsanlagen optimieren, mit den individuellen Gewohnheiten der Bewohner in Einklang bringen und somit Energieverschwendung reduzieren.

Zudem können Smart Home-Systeme erneuerbare Energiesysteme wie Solarzellen oder Windturbinen in den Haushalt integrieren, um somit die Abhängigkeit von traditionellen Energieformen zu reduzieren.

Insgesamt repräsentieren Smart Homes einen stark wachsenden Bereich von Technologie, die zunehmend moderne Lebensformen widerspiegelt und sich unserem Lifestyle weiter anpassen wird.

Es ist abzusehen, dass dieser Trend in Zukunft weiter wächst und dass wir innovative Entwicklungen insbesondere durch KI-Anwendungen erleben werden, die derzeit noch nicht erahnt werden können.

Umso mehr kann man davon ausgehen, dass ein Einstieg in die Hausautomation immer mehr zur Selbstverständlichkeit wird und sich deshalb zukünftig auch weniger technikaffine Nutzer mit diesem Thema auseinandersetzen werden. Zu diesem Zweck wird die Nutzbarkeit und Alltagstauglichkeit der Systeme vor allem durch eine einfachere Bedienbarkeit der Technik stetig verbessert, was sich nicht zuletzt in der stetig steigenden Nutzerakzeptanz und der wachsenden Anzahl von Smart Home vernetzten Gebäuden widerspiegelt.

### **Ursprünge des Smart Home**

Die Anfänge des Smart Home bestanden im Wesentlichen aus sogenannten Insellösungen, die einzelne Komfortaspekte im Haushalt lösen sollten.

Zuerst waren dies einfache, noch nicht über das WLAN steuerbare Lösungen zur Licht- und Heizungssteuerung, häufig basiert auf 433 Mhz Funklösungen mit allen damit verbundenen Nachteilen (siehe hierzu Kapitel 1.2 Technischen Grundlagen der Smart Home-Systeme). Ein berühmtes Beispiel aus den 1990er–2000er Jahren waren Steckdosenleisten mit Fernbedienung, die bereits den Komfort einer Fernschaltung lieferten und zudem Geräte mit hohem Stand-by-Energieverbrauch durch vollständiges Abschalten energetisch optimieren konnten.

Diese Insellösungen wurden erst dann zu Smart Home-Ansätzen, als verschiedene Hersteller begannen, die unterschiedlichen »Insellösungen« zu verbinden und unter einer einheitlichen Oberfläche digital steuerbar zu machen. Nicht zuletzt bedurfte es der vorausgehenden Erfindung von Smartphones und Tablets, um den Smart Home-Markt auf eine neue, vernetzte Entwicklungsstufe mit einheitlicher Bedienung und mobilem Komfort zu heben.

Hierzu bedarf es aber einem einheitlichen Kommunikationsstandard oder Gateways und Übersetzern, welche in der Lage sind, die verschiedenen Anwendungsszenarien gemeinsam zu verwalten und zu steuern.

Parallel zu diesen einfachen Lösungen wurden in sehr hochpreisigen Häusern drahtgebundene BUS-Systeme wie KNX in den Markt gebracht, die sich grundsätzlich nur bei Neubauten und Kernsanierungen mit überschaubarem Aufwand installieren lassen. Der gesamte Markt der Retrofit-Anwendungen in bestehende Bausubstanz ist damit kaum zu bedienen und setzt bis heute eher auf funkbasierte Lösungen, wie wir später noch genauer herausstellen werden.

### **Die Welt von Smart Home**

Ein Anwender, der sich heute mit dem Gedanken befasst, ein neues Smart Home-System in sein Haus zu integrieren, steht vor einer Vielzahl an Produkten, Lösungen und Services verschiedener Hersteller. Manche Lösungen sind offen gestaltet und erlauben Integration, andere kommen von einem Hersteller »aus einem Guss« und sind perfekt miteinander verwoben. Um Ihnen eine Orientierung zu geben, unterscheiden wir drei wesentliche Kategorien.

#### 1. Eine schöne Herstellerwelt

Große Smart Home-Hersteller, wie z.B. Telekom, BOSCH, Samsung bieten eine große Anzahl an Aktoren und Sensoren für verschiedene Anwendungen. Die Produkte sind sehr gut und stimmig integriert. Man hat aber nur sehr limitierte bis keine Möglichkeiten, Produkte anderer Hersteller in die Smart Home-Lösung zu integrieren und gemeinsam zu nutzen. Es ergibt sich ein perfektes Produkterlebnis innerhalb des angebotenen und darauf beschränkten Funktionsumfangs, aber auch die starke Abhängigkeit zu einem Anbieter.

#### 2. Die großen Plattformanbieter

Große Plattformanbieter wie Apple, Google und Amazon sind mittlerweile alle im Bereich Smart Home aktiv. Die Strategie der Konzerne ist es, sich über ihre eigenen Standards wie Apple Homekit, Google Home oder Amazon Alexa die Kompatibilität mit Produkten von Hardware-Anbietern zu sichern. Somit bieten die jeweiligen De-facto-Standards eine breite Produktpalette verschiedener Hersteller in ganz unterschiedlichen Qualitäten. Als Anwender kann man sich für einen der großen Plattformanbieter entscheiden und ist lediglich von diesem abhängig. In der Auswahl der einzelnen Produkte hat man aber sehr viel Auswahl. Der Funktionsumfang des Smart Home-Systems hängt im Wesentlichen mit der Tiefe der Integration des Hardware-Herstellers in die Plattform ab, die Interaktionen zwischen verschiedenen Hardware-Herstellern über die Plattformen ist heute i.d.R. noch begrenzt.

#### 3. Offene Systeme

Andere Smart Home-Hersteller, wie z.B. eQ-3, Shelly, Philips hue, bieten auch eine große Anzahl an Aktoren und Sensoren, sind aber offen für Integrationen

über sogenannte APIs (standardisierte Computer-Schnittstellen, die sich in Internet-Anwendungen etabliert haben), die in den Smart Home-Produkten oder Gateways/Zentralen verfügbar sind. Dies ermöglicht die Nutzung von anderen Produkten oder auch die weitere Nutzung von Daten in anderen Anwendungen.

Über eine OpenHAB Software kann z. B. eine HomeMatic mit einem IKEA Smart Home Gateway verbunden werden oder die Daten einer HomeMatic können automatisiert über einen Node-RED Adapter in eine influxDB zur kontinuierlichen Auswertung importiert werden.

Im Sinne der offenen Systeme sind auch Standards wie KNX, Enocean oder LON zu nennen. Jeder Marktteilnehmer, bspw. Hardwarehersteller, kann für diese Systeme kompatible Produkte entwickeln und wird schon mit einem Produkt Teil eines ganzen technischen Ökosystems. Häufig sind bei diesen Standards allerdings Lizenzkosten fällig oder Geräte müssen zum Nachweis der Kompatibilität kostenpflichtig zertifiziert werden. Gerade unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit sind Interoperabilität und Standardisierung ein wichtiger Baustein im Bereich der Smart Home-Systeme.

Die offenen Systeme bieten dem Nutzer erheblich mehr Freiheit und Unabhängigkeit. Er muss aber auch einen tieferen Einblick in die Technologien und Schnittstellen haben, um diese zu verbinden und zu konfigurieren. Der Benutzer muss dafür bspw. Rest-API Schnittstellen verstehen, MQTT-Kommandos interpretieren können oder zumindest Datenflüsse und Ereignisse in einer Low-Code/No-Code-Sprache konfigurieren. Den vollen Funktionsumfang können daher meist nur sehr technikaffine Benutzer mit diesen offenen Systemen heraus optimieren.

## Technische Grundlagen der Smart Home-Systeme

*Michael Westermeier*

Wie bereits erwähnt, zeichnet die Smart Home-Technologie aus, dass Sie etablierte, physikalische Alltagsanwendungen und Steuerungssysteme in Gebäuden wie etwa Licht- und Rollladenschalter, aber auch Heizungs- und Sicherheitsgeräte mit der digitalen Welt des Internets verbindet. Dadurch werden die bisher zumeist analogen Geräte im Haushalt digital steuerbar und jederzeit von überall per Smartphone und anderen Endgeräten kontrollier- und auswertbar.

Eine reine digitale Vernetzung von Haussteuerungen führt dabei allerdings zunächst nur zu einem »Connected Home« in dem der Bewohner immer noch alle Abläufe selbst starten und stoppen muss, nur bequemer von anderen Bediengeräten wie seinem Smartphone aus. Für ein echtes »Smart Home« sind hingegen intelligente Regeln und z. T. autarke Steuerungen der Geräte notwendig, die dem Benutzer lästige, wiederkehrende Alltagsaufgaben abnehmen oder durch intelligente Verknüpfung mehrerer

Parameter ganze Aufgabenblöcke abbilden. Beispiele hierfür sind etwa automatisches Energiesparen oder intelligente Lüftung zur Schimmelvermeidung.

Für den Gebäudenutzer ergeben sich durch die vernetzten Smart Home-Technologien viele Vorteile, aber auch spezielle Herausforderungen, die verstanden und (technisch) gelöst werden müssen. Dieses Kapitel soll daher einen ersten Überblick in die notwendigen technischen Begriffe, Funktionen und wichtigen Aspekte eines Smart Home-Systems geben.

Zunächst einmal benötigen Smart Home-Geräte als Basis für ihre intelligente Funktion eine Kommunikationsverbindung untereinander und in der Regel auch zum Internet. Diese Kommunikationsverbindung ist notwendig, um überhaupt Mess- und Betriebsdaten an einen zentralen Punkt zu übertragen und digital steuerbar zu sein. Die Daten werden dann entweder in einer lokalen Smart Home-Zentrale gesammelt, ausgewertet und mit intelligenten Regeln verknüpft oder direkt in das Internet übertragen, wobei es dort auch einen zentralen Datensammler und -verarbeiter gibt, der die Rolle der lokalen Smart Home-Zentrale virtuell auf einem Internetserver übernimmt. Die Anzeige der Systemzustände, manuelle Steuerung von Geräten sowie Konfiguration und Einrichtung von intelligenten Smart Home-Regeln wird mittlerweile fast ausschließlich über Apps auf mobilen Endgeräten, Smartphones und Tablets als Bediengeräte realisiert.

Spätestens, wenn diese Steuerung und Überwachung auch unterwegs, also außerhalb des heimischen WLAN-Netzes erfolgen soll, ist ein Anschluss des Smart Home-Systems über den Internetrouter und die dauerhafte Verbindung der Komponenten zu einem Internetserver des Systemanbieters (dem sogenannten Smart Home Backend) unumgänglich.

Bei den heute im Markt befindlichen Smart Home-Systemen finden sich grundsätzlich zwei verschiedene technische Möglichkeiten zur Vernetzung: drahtgebundene Lösungen und Funkverbindungen.

Die drahtgebundenen Lösungen, bspw. Ethernet-IP-Verbindungen aber auch KNX, RS-485 und weitere, eignen sich besonders für ortsfeste Smart Home-Geräte, die – einmal installiert – dauerhaft an der gleichen Einsatzstelle verbleiben. Ein typisches Beispiel dafür sind Rollladenschalter. Eine drahtgebundene Lösung zur Internetverbindung von Smart Home-Geräten muss allerdings sorgfältig geplant und beim Bau des Gebäudes oder einer größeren Sanierungsmaßnahme installiert werden. Für unkomplizierte Nachrüstlösungen eignet sich das Verlegen zusätzlicher Kommunikationskabel in der Regel nicht.

Die drahtgebunden vernetzten Smart Home-Lösungen findet man in zwei unterschiedlichen Netztopologien: Sternförmige Vernetzung, bei der ein Kabel von jedem Gerät zentral zu einem Konzentrator geführt werden muss, ein klassischer Vertreter ist hier die Ethernet-IP-Verbindung mit Netzwerk Switches.

Die andere Netzwerktopologie ist ein sogenanntes Bus-System, bei dem ein Kabel von Gerät zu Gerät geführt wird und alle Geräte auf dem gleichen Kabel gemeinsam bzw. nacheinander kommunizieren. Ein klassisches Beispiel ist hier der RS-485 Bus, der die technische Basis für ModBus und auch KNX-Systeme bildet. In einer Smart Home-Gebäudeinstallation sind Bus-Topologien in der Regel einfacher zu installieren und sparen zudem Kabellängen, weshalb diese Vernetzung in Bestandssystemen heute häufiger anzutreffen ist.

An dieser Stelle ist es noch wichtig zu erwähnen, dass es unter den Smart Home-Vernetzungstechnologien auch Geräte mit Kommunikation über Powerline gibt. Das bedeutet, dass die Geräte die vorhandenen 230V-Stromleitungen verwenden, um darauf auch ein Kommunikationssignal zu versenden. Diese Systeme haben alle wesentlichen Vorteile einer drahtgebundenen Kommunikation, benötigen aber keine zusätzlich installierten Kabel. Daher werden sie auch vorzugsweise bei Smart Home-Nachrüstungen in Bestandsbauten eingesetzt.

Ein großer Vorteil aller kabelgebundenen Smart Home-Vernetzungstechnologien ist die Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit der Kommunikation. Solange die Kabel korrekt installiert sind, maximale Kabellängen nicht überschritten wurden und es keine mechanischen Schäden an den Kommunikationskabeln gibt, läuft die digitale Kommunikation zwischen den Geräten und in das Internet sehr zuverlässig und störungsfrei.

Die funkbasierten Smart Home-Systeme bilden die andere große Gruppe der technischen Gerätevernetzung innerhalb eines Gebäudes. Da eine Funkkommunikation bekanntermaßen das Vorhandensein eines Kabels zwischen den Komponenten obsolet macht, ist diese Vernetzungstechnologie vielfach einfacher, günstiger und komfortabler zu installieren. Demnach ist die Wahl eines funkbasierten Smart Home-Systems für die Installation durch Laien besonders im Retrofitbereich aber auch für die kostengünstigere Erstinstallation in Neubauten gut geeignet.

Gegenüber einer kabelbasierten Kommunikation der Smart Home-Komponenten hat die Funkverbindung allerdings auch Nachteile, besonders in Bezug auf die Zuverlässigkeit der Verbindung und Informationsübertragung. So ist es bei Funksystemen generell nicht unüblich, dass Informationen auf dem Kommunikationsweg verloren gehen oder nicht korrekt bzw. nicht vollständig beim Empfänger ankommen. Gründe hierfür sind bspw. begrenzte Leistung der Funksysteme oder schwach dimensionier-

te und nicht ideal aufeinander ausgerichtete Antennensysteme in den Geräten. Aber auch externe Faktoren können die Verbindungsqualität und -stabilität von funkvernetzten Smart Home-Systemen negativ beeinflussen wie etwa dicke Gebäudewände, spezielle Wandmaterialien oder Störungen durch andere Funkkommunikationssysteme wie WLAN, Bluetooth, Mobiltelefone oder auch Mikrowellen.

Bei der Funkverbindung von Smart Home-Systemen werden heute in der Regel Punkt-zu-Punkt-Kommunikationen verwendet, bei denen ein Gerät explizit und ausschließlich direkt mit einem anderen Gerät kommuniziert. Häufig wird die Verbindung der Smart Home-Geräte mit dem Internet dabei über ein zentrales Gateway verwaltet und organisiert. Dieses Gateway vermittelt dann auch die Kommunikation zwischen den einzelnen Smart Home-Geräten. Es gibt aber auch Systeme, in denen die Geräte nach initialer Konfiguration direkt per Funk miteinander kommunizieren. So kann bspw. ein Wandschalter direkt die Steuerung eines Rollladenmotors per Funk ansprechen, was zu einer kurzen Reaktionszeit und zu einer gewissen Ausfallsicherheit führt, wenn das Gateway einmal (temporär) nicht zum Verwalten der Funkkommunikation zur Verfügung steht.

Neben den Punkt-zu-Punkt und gatewaybasierten Funksystemen im Smart Home etablieren sich mittlerweile auch mehrfach-redundant vernetzte Systeme, sogenannte »Mesh-Netzwerke«.

Der wesentliche Unterschied der Mesh-Netzwerke zu Punkt-zu-Punkt Funkverbindungen ist, dass in einem Mesh-Netzwerk die Geräte ihre gefunkten Informationen an mehrere Empfänger gleichzeitig (Multicasting) oder sogar an alle Geräte im Netzwerk (Broadcasting) versenden. Häufig werden die gefunkten Informationen in Mesh-Netzwerken auch noch von den Empfängern wiederholt (Repeating), damit die Informationen auch Netzwerkgeräte erreichen, die außerhalb der physikalischen Reichweite des ursprünglichen Senders liegen. Über diese technologischen Entwicklungen sind moderne funkbasierte Smart Home-Systeme im alltäglichen Einsatz heute ähnlich zuverlässig wie ihre kabelgebundenen Vertreter.

Ein wichtiger Punkt bei der Installation und Verwendung von funkbasierten Smart Home-Lösungen ist neben der zuverlässigen Kommunikation häufig auch die Art der Energieversorgung des Gerätes.

Wenn ein Heizkörperthermostat bspw. per Funk angesteuert und auf dem bisherigen, mechanischen Ventil montiert ist, möchte kein Nutzer eine zusätzliche Stromversorgung von einer Steckdose oder einem Netzteil per Kabel zum Gerät installieren. Hier kommen dann Batterien oder besser wiederaufladbare Akkus zum Einsatz.

Nun ist es aber so, dass die Funkkommunikation über Antennen, auch wenn sie nur in der Größenordnung eines Gebäudes stattfindet, einen erheblichen Energiebedarf hat, der weit über andere Funktionalitäten wie etwa das Anzeigen von Displayinformationen oder, um im obigen Beispiel zu bleiben, dem Stellen eines mechanischen Heizungsventils hinaus gehen. Besonders das Senden von Kommunikationsbefehlen per Funk, aber auch das ständige Hören auf empfangbare Funkinformationen kann eine typische Batterie binnen weniger Stunden oder Tage leeren. Damit Smart Home-Geräte trotzdem mit Batterien Einsatzzeiten von vielen Monaten oder auch mehreren Jahren haben können, wurden verschiedene Prozesse und technologische Optimierungen eingeführt, die alle darauf beruhen, dass Funkkommunikationsmodul des Smart Home-Gerätes so lange wie möglich auszuschalten und gar nicht aktiv zu halten. Verhältnismäßig einfach sind diese Energiesparmaßnahmen noch bei Geräten, die von ihrer Nutzung her ausschließlich auf physikalische Ereignisse warten, beispielsweise das Drücken einer Taste durch den Benutzer oder das Bewegen einer Person vor einem Bewegungsmelder. Diese Geräte »schlafen« mit ihrem Funkkommunikationsmodul einfach dauerhaft und werden erst beim Eintreten des Events kurzzeitig aktiv in der Funkkommunikation. Sensoren, die physikalische Messwerte erfassen, beispielsweise Raumthermometer lassen sich ähnlich einfach für den Batteriebetrieb von Funkkommunikation optimieren. Diese Geräte messen einfach in größerem zeitlichen Abstand und übertragen die Ergebnisse nur kurzzeitig, schließlich ändert sich die Temperatur eines Raumes nicht wesentlich in einem Zeitabschnitt von Sekunden und meist auch nicht Minuten.

Anders sieht es bei Geräten aus, die aufgrund ihrer Funktion auch von anderen Geräten per Funkkommunikation ohne Benutzer-Ereignisse erreicht werden müssen. Hier passt wieder das obige Beispiel eines Heizkörperthermostates, welches von einer Zentrale regelmäßig erreichbar sein muss, um bspw. die Solltemperatur entgegenzunehmen und neu auszuregeln. Für diese Funkkommunikation auf batteriebetriebenen Geräten sind in den letzten Jahren viele ausgeklügelte Verfahren erfunden worden, die teilweise sogar zu ganz neuen Funkprotokollen geführt haben, wie etwa BLE, Bluetooth Low Energy. Allen Lösungsansätzen sind meist zeitschlitzbasierte Verfahren gemein, in denen der Sender eine Aufweckinformation kontinuierlich über einen längeren Zeitraum aussendet und der batteriebetriebene Empfänger in ganz kurzen Zeitschlitzten aktiv wird und nach solchen Weckinformationen auf dem Funkkommunikationskanal sucht.

An dieser Stelle soll zu den energieunabhängig betriebenen Smart Home-Geräten noch erwähnt werden, dass es zusätzlich zu (Puffer-)Batterien auch andere, autarke Lösungsansätze für die Energieversorgung von Smart Home-Systemen im Markt gibt. So arbeiten beispielsweise viele Geräte der enocean Funkkommunikationstechnologie mit selbst erzeugenden energetischen Mechaniken, etwa einem Lichtschalter, der durch den Benutzerdruck seine notwendige Betriebsenergie mit einem kleinen

Generator selbst erzeugt und speichert. Auch Solarzellen sind heute in Smart Home-Anwendungen durchaus üblich zur Energieversorgung, bspw. bei Umweltdatenmessungen von Gartensensoren. Einige Hersteller unseres obigen Beispiels, dem Heizkörperthermostaten, nutzen sogar die Temperaturdifferenz zwischen dem Heizkörper und der Umgebungsluft, um mit dem Peltier-Effekt Energie zu erzeugen, die für den dauerhaften Betrieb eines solchen Thermostaten inklusive seiner Funkkommunikation ausreichend ist.

Auf die verschiedenen Typen und heute im Markt gängigen Smart Home-Systeme für kabel- und funkbasierte Kommunikationsvernetzung wird im folgenden Kapitel näher eingegangen. Auch die logische Trennung in Aktoren und Sensoren von Smart Home-Geräten, deren Verbindung durch Konfiguration, entweder direkt oder mit Regeln und Logiken, wird im folgenden Kapitel intensiv vorgestellt und diskutiert.

Abschließend zu dieser Einführung in die wichtigsten technischen Aspekte von Smart Home-Systemen sei nochmals erwähnt, dass die Vernetzung von Smart Home-Komponenten als solche nicht dem Selbstzweck dient. Ein Gerät, das man einzeln ferngesteuert über ein Smartphone o. ä. bedienen kann, ist ein guter Einstieg in die Welt der Smart Homes, aber noch keine wirklich intelligente Steuerung.

Erst die zentrale Verwaltung der Systemzustände, Sensorinformationen und Nutzerinteraktionen in einer dedizierten Hardware oder per Internetverbindung auf einem virtuellen Gerät macht den Zugriff und die intelligente, automatisierte Steuerung eines Gebäudes möglich. Der Einsatz dieser intelligent vernetzten Technologie im Alltag des Benutzers macht wiederum einen ganzen Blumenstrauß an Funktionalitäten möglich, die sich grob in die Kategorien Komfort, Sicherheit und Energieeinsparung einteilen lassen.

In den folgenden Kapiteln dieses Buches werden daher die Funktionalitäten, Nutzerinteraktionen, Bediensysteme und Vor-/Nachteile von Smart Home-Systemen näher analysiert und diskutiert. Die Technik wird hier nur als Enabler einer modernen Gebäudesteuerung betrachtet, aber nicht als dessen Zweck selbst – im Mittelpunkt stehen immer die Benutzer, also die Bewohner des Gebäudes mit ihren Bedürfnissen.

## 2 Smart Home-Systeme

Roland Hänel

### 2.1 Ein wenig Historie ...

Die Geschichte intelligenter Gebäude ist untrennbar mit der Elektrifizierung verbunden. Mit der 1879 durch Thomas Alva Edison zum Patent angemeldeten elektrischen Glühlampe und ihren stetigen Weiterentwicklungen konnten Wohn- und Geschäftsräume elektrisch beleuchtet werden. Im Vergleich zu der vorher üblichen Beleuchtung mit Öl- oder Gaslampen oder gar Kerzen war dies ein enormer Fortschritt. Neben den offensichtlichen Verbesserungen durch den Wegfall des ständig nachzuführenden Brennstoffs, dessen Verbrennung und den damit verbundenen Emissionen an Ruß und Verbrennungsgasen brachte die Elektrifizierung auch erstmalig ein Licht, welches jederzeit und sofort ein- und ausgeschaltet werden konnte. Die simple Betätigung eines Schalters war somit die erste Art der Automatisierung eines Vorgangs, der vorher in Form von Entzündung oder Löschung einer Flamme erhebliche Zeit in Anspruch genommen hatte.

### 2.2 Elektrische Beleuchtung, Standardschaltungen

Entsprechend dem aus der vorelektrischen Zeit eingeübten Benutzerverhalten war der Ein- und Ausschalter zunächst noch nahe der Glühlampe angebracht, in der Form eines einfachen Drehschalters oder einer Zugschnur.

Einen weiteren Komfortgewinn brachte der abgesetzte Lichtschalter, der in der Regel an der Tür des Raumes angeordnet wurde, um das Licht gleich bei Betreten des Raums einschalten zu können. Diese einfachste Art der elektrischen Schaltung, die Ausschaltung, (siehe Abbildung 2.1) bedingt bereits eine elektrische Verkabelung, bei der die vom Planer oder Architekten gewünschte Bedienbarkeit »fest verdrahtet« in der Elektrik des Hauses ihr Abbild findet.

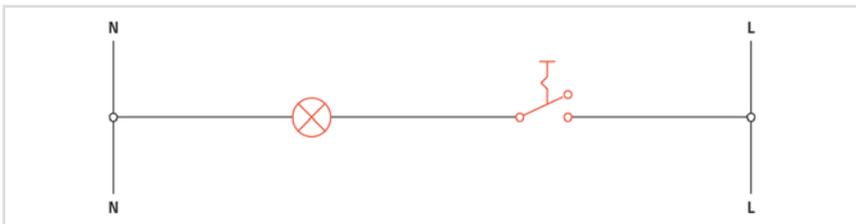


Abb. 2.1: Ausschaltung

Der Aufwand an elektrischen Leitungen inklusive Abzweigungen wird höher, wenn mehrere Schalter erforderlich sind, wie bei der klassischen Wechselschaltung (siehe Abbildung 2.2) mit zwei Schaltern oder bei der Kreuzschaltung (siehe Abbildung 2.3) mit drei oder mehr Schaltern.

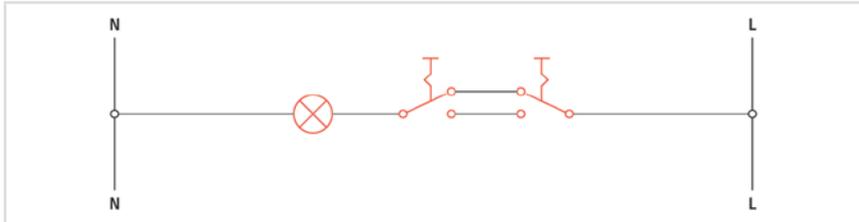


Abb. 2.2: Wechselschaltung

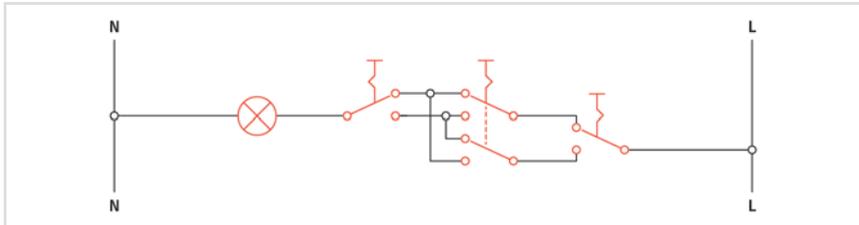


Abb. 2.3: Kreuzschaltung

In allen diesen Fällen wird die Bedienlogik fest verbaut. In einfachen Standardfällen wie beispielsweise einem Kinderzimmer mit nur einem Lichtschalter am Eingang, oder einem kurzen Flur mit drei Türen und einem Schalter nahe jeder Tür ist dieses Vorgehen ebenso naheliegend wie sinnvoll. Werden die Bediensituationen jedoch größer und komplexer, oder ist eine spätere Erweiter- oder Änderbarkeit gewünscht, stößt diese Art der Installation an ihre Grenzen.

Die einfachste Art, ein derartiges Szenario intelligenter zu gestalten, ist ein zentralisierter Schalter in Form eines Stromstoßschalters. Hierbei handelt es sich um ein bistabiles Relais, welches durch einen elektrischen Impuls – typischerweise ausgelöst durch einen Taster – den Schaltzustand ändert. Der Vorteil hierbei ist, dass prinzipiell beliebig viele Taster parallel geschaltet werden können (siehe Abbildung 2.4).

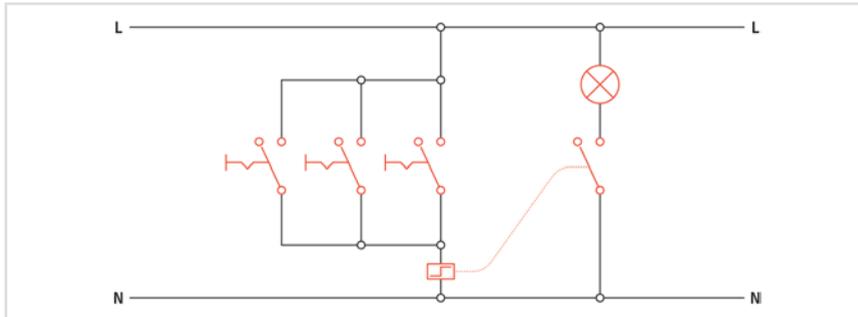


Abb. 2.4: Beleuchtung mit Tastern und Stromstoßschalter

Bei einer solchen Schaltung verändert sich die Verkabelung grundlegend: Der Stromstoßschalter, typischerweise in Form eines Elementes auf der Hutschiene, wird in einer Unterverteilung oder der Hauptverteilung zentral untergebracht. Eine oder mehrere Schaltleitungen (Taster) laufen nun zentral an diesen Punkt, ebenso der Stromkreis für die zu schaltenden Leuchten. Im Vergleich zur klassischen Wechsel- oder Kreuzschaltung kann dies einen Mehraufwand in der Verkabelung bedeuten, heutzutage sind jedoch häufig Arbeitsaufwand in Planung und Ausführung bedeutendere Kostenaspekte und die klare Sternverkabelung kann an dieser Stelle Komplexität und damit Aufwand reduzieren.

Stromstoßschalter sind in verschiedenen Ausführungen verfügbar, unter anderem mit verschiedenen Steuerspannungen (Netzspannung 230 VAC oder Kleinspannung 12/24 VDC), mit Zeitverzögerungselementen (z.B. für Treppenhausbeleuchtungen), als Mehrfach-Öffner oder -Schließer usw.

Der große Vorteil einer derartigen Planung ist jedoch die Erweiterbarkeit: Der noch vergleichsweise simple Stromstoßschalter lässt sich später am zentralen Ort der Verteilung nahtlos durch ein intelligentes System ersetzen, ohne baulich in die Verkabelung einzugreifen. Da die Bedienlogik (Taster) bereits von der Aktorik (Lampe) getrennt ist, kann hier später auch eine andere Zuordnung gewählt werden, angefangen von der Zuweisung anderer Lampen oder Lampengruppen zu einem speziellen Taster bis hin zur Bedienung ganzer Szenen im Rahmen einer Hausautomatisierung.

Dieses zeigt am Beispiel der Beleuchtung bereits einen sehr wichtigen Aspekt der gesamten Elektroplanung auf: Leitungen und Bedienelemente in Wohn- und Geschäftsräumen werden typischerweise relativ aufwendig »fest verbaut«: Leitungen werden unter Putz oder im Trockenbau verlegt, Schalter und Steckdosen in Wände gesetzt. Die Planung dieser Elemente erfolgt im Neubau und damit zu einem Zeitpunkt, zu dem möglicherweise noch nicht die vollständige Bedienlogik bekannt ist oder überhaupt bekannt sein kann (so sind spätere Mieter eines Objekts in der Bauphase möglicherweise nicht einmal bekannt, geschweige denn in den Prozess eingebunden). Einmal

verbaut, sind spätere Änderungen sehr kosten- und zeitaufwendig. Eine intelligente Verkabelung bzw. Vernetzung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass sie später flexibel genutzt werden kann und Änderungen an der Bedienung ohne Eingriff in die baulichen Gegebenheiten möglich sind.

## 2.3 Smart Home-Vernetzungstechnologien

### 2.3.1 X10

Genau diesem Gedanken folgend, eine bestehende Verkabelung für intelligente Steuerung weiterzuverwenden, wurde in den 1970er Jahren das X10-Protokoll entwickelt. Die Idee war, über die bestehende Spannungsversorgung ein digitales Signal zu übertragen, und zwar jeweils im Nulldurchgang der Wechselspannung. Eine logische 1 wird dabei durch ein 1 ms dauerndes 120 kHz-Signal repräsentiert, ein Nulldurchgang ohne ein solches Signal kennzeichnet eine logische 0 (siehe Abbildung 2.5).

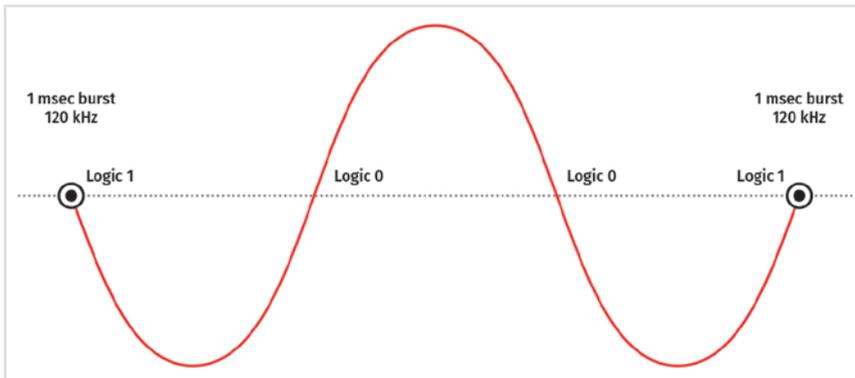


Abb. 2.5: X10-Signal

Das sehr einfache darüber liegende Protokoll war in der Lage, verschiedene Installationen (»house code«) und Geräte (»unit codes«) einzeln zu adressieren, prinzipiell unabhängig von dem Kabel, auf dem das Signal gesendet wurde.

Die Empfänger für die Gerätekommandos wurden direkt in die jeweiligen Geräte oder in Zwischenstecker-Module eingebaut. Dies war vergleichsweise kostengünstig möglich, für den Empfänger stand eine spezifisch für diesen Zweck entwickelte integrierte Schaltung (IC) zur Verfügung (H78570). Obwohl ursprünglich in Schottland konzipiert und entwickelt, wurde das X10-System später überwiegend in den USA populär.

Mit dem vermehrten Aufkommen elektronischer Geräte und Komponenten im Haushalt zeigten sich jedoch die Probleme der einfachen Datenübertragung: Entstörkon-

ensatoren beispielsweise konnten das X10-Datensignal leicht auslösen, und die typischen Eingangsstufen elektronischer Netzteile enthalten genau diese Entstörmaßnahmen. Die Verbreitung in Europa wurde auch durch die hierzulande strengeren EMV-Richtlinien begrenzt, denn aus Sicht der Netzspannungsversorgung ist das X10-Signal ein Störsignal, dessen Leistung normativ begrenzt werden muss.

In vielen Ländern der EU ist zudem im Gegensatz zu den USA ein dreiphasiges Verteilnetz auch im Haushaltsbereich üblich; hier ergibt sich dann die Problematik, dass die zeitliche Lage des Spannungsnulldurchgangs von der Phase abhängt. Befinden sich Sender und Empfänger nicht auf derselben Phase (was z. B. in Deutschland jederzeit passieren kann, da typischerweise aufeinanderfolgende Stromkreise im Hauptverteiler auf anderen Phasen angeordnet werden) müssen die Phasen HF-seitig gekoppelt werden, damit das Schaltsignal eines Aktors von einer Phase auf den Aktor auf einer anderen Phase des dreiphasigen Systems wirken kann. Dies zieht wiederum Installationsaufwand nach sich.

X10 hat damit insgesamt und speziell in Europa nur noch einen historischen Wert. Es war jedoch prägend für den Grundgedanken des »Smart Home«, damals noch häufig unter dem heute fast unbekanntem Schlagwort »Domotics«, eine Verbindung des lateinischen Wortes für Haus (Domus) und des Begriffs Robotics.

### 2.3.2 KNX (EIB)

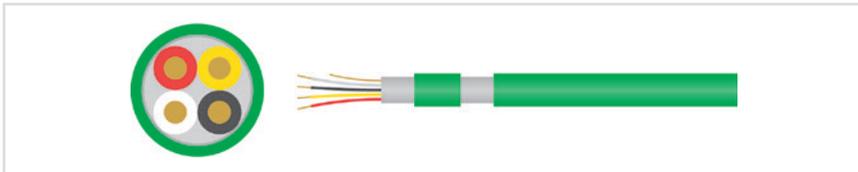
Frühe Systeme wie X10 hatten gezeigt, dass eine Datenübertragung über die Leitungen des Stromnetzes selbst – zumindest zum damaligen Zeitpunkt – nicht hinreichend robust und einfach möglich war. Die Bestrebungen richteten sich damit zu Beginn der 1990er Jahre auf Bustechnologien mit separater Verkabelung. Damit eng verbunden war die wirtschaftliche Überlegung, dass kaum ein Bauherr dazu zu bewegen sein würde, sein Gebäude mit einer proprietären (d. h. einer nicht einem allgemeinen Standard entsprechenden) Bustechnologie auszustatten, nur um danach in der Auswahl sämtlicher Elektrokomponenten auf einen einzelnen Hersteller festgelegt zu sein. Dies führte zur Gründung der European Installation Bus Association (EIBA) und der Zielsetzung, einen herstellerübergreifenden Standard zu schaffen.

Das Resultat dieser Bemühungen war der Europäische Installationsbus (EIB), teilweise auch Instabus genannt. Durch eine immer stärker werdende Internationalisierung hat man die drei europäischen Systeme EIB, Batibus und EHS unter dem Namen KNX zusammengeführt. Dabei ist der EIB zu 100% in KNX aufgegangen und Anlagen, die bereits vor 1999 umgesetzt wurden, sind heute noch kompatibel mit dem KNX-Standard, der weltweit zum Einsatz kommt. Aus der EIBA wurde die KNX Association mit Sitz in Brüssel.



**Abb. 2.6:** KNX®-Logo, © KNX Trademark is a registered trademark by KNX Association and is used with kind permission of the KNX Association

Der KNX-Bus verwendet spezielle Kabel bzw. Leitungen zur Übertragung der Datensignale und zur Speisung von Busteilnehmern mit Versorgungskleinspannung. Da es sich um verdrehte Zwillingsadern handelt, wird dieser Bus auch KNX-TP (Twisted Pair) genannt. Durch fest vorgegebene Aderfarben und die bis auf wenige Ausnahmen grüne Färbung des Leitungsaußenmantels sind diese Leitungen auf der Baustelle leicht zu identifizieren und vielen Elektrikern bekannt (»KNX-Kabel«, siehe Abbildung 2.7). Das rot-schwarze Aderpaar versorgt angeschlossene Busteilnehmer mit Versorgungsspannung (21–30 V, typisch 29 V) und überträgt gleichzeitig die eigentlichen KNX-Telegramme. Das orange-weiße Aderpaar ist in der Regel unbenutzt; seine Verwendung für Zwecke außerhalb des KNX-Standards ist nicht festgelegt (einige Geräte beziehen hier beispielsweise eine vom Bus unabhängige externe Spannungsversorgung).



**Abb. 2.7:** Aufbau einer typischen KNX-Leitung

Oberhalb des physischen Übertragungsprotokolls über die eigentlichen Leitungen liegt die Datenschicht des KNX-Protokolls. Sie ist gleichermaßen einfach wie für viele Anwendungsfälle in der Praxis sehr mächtig: Geräte wie beispielsweise Aktoren und Sensoren teilen sich typischerweise eine Gruppenadresse. Auf diese Adresse werden von einem Teilnehmer einfache Variablenwerte gesendet (z. B. boolesche Ausdrücke oder einfache Fest- oder Fließkommawerte), andere Teilnehmer lauschen auf die verbundene Gruppenadresse und reagieren, wenn sie ein entsprechendes KNX-Telegramm empfangen. Beispielsweise würde ein typischer KNX-Taster oder -Schalter mit einer Gruppenadresse und einem 1-Bit-Wert (ein/aus) konfiguriert. Ein KNX-Schaltrelais in einem Beleuchtungskreis könnte dann auf dieser Gruppenadresse konfiguriert werden, bei Empfang einer 1 den angeschlossenen Lichtkreis umzuschalten (Taster) oder abhängig vom Empfang einer 1 oder 0 den angeschlossenen Lichtkreis ein- oder auszuschalten (Schalter).

Die Anwendungslogik ergibt sich also direkt aus der Zuordnung von Bus-Geräten zu Gruppenadressen und den innerhalb dieser Gruppenadressen über den Bus kommu-

nizierten Datenpunkten. Die Logik wird somit in die Endgeräte hinein konfiguriert. Ein klassisches KNX-System hat also keine zentrale Steuereinheit, sondern besteht aus vollständig dezentralen Komponenten. Dies hat den Vorteil, dass kein zentrales System ausfallen kann, von welchem die Funktionen sämtlicher Gewerke im Gebäude abhängen. Auf der anderen Seite setzt diese Art und Weise der Konfiguration eine natürliche Grenze für die Komplexität der Szenarien, die mit KNX abgebildet werden können: Sind Abhängigkeiten von vielen verschiedenen Geräten oder Zuständen erforderlich, oder spielt die genaue zeitliche Abfolge von Ereignissen eine Rolle, führt der Weg häufig über virtuelle Gruppenadressen oder Zwischenzustände, deren Logik nur noch für Experten nachvollziehbar ist.

Ein KNX-System wird über die Engineering Tool Software (ETS) parametrierbar, welche ein fester Bestandteil von KNX ist. Jedes KNX-Gerät muss von der ETS unterstützt werden, und viele Installateure empfinden es als Vorteil von KNX, dass es auf diese Weise genau ein Software-Werkzeug gibt, welches sicher und vollständig eine KNX-Installation verwalten kann.

Die ETS-Lizenz muss vom Installateur kostenpflichtig bei der KNX-Association erworben werden. Aufgrund der Natur der ETS als reines Parametrierungswerkzeug ist diese im laufenden Betrieb eines KNX-Systems aber nicht mehr notwendig und die Lizenz daher nur für die Installation der Anlage, nicht aber für den Betreiber erforderlich. Andererseits bedeutet dies aber auch, dass selbst geringfügige Änderungen an der Bedienlogik einer Installation immer über den Installateur erfolgen müssen, da der Endverwender in der Praxis nur in den seltensten Fällen über Zugriff auf eine ETS verfügen dürfte.

Aufgrund seiner Natur als verkabeltes Bussystem sowie der relativ strikten Regulierung über die KNX Association (auch was Zugriff auf die ETS sowie notwendige Zertifizierungen für KNX-Geräte angeht) hat sich KNX als Lösung für den eher gehobenen Wohnungsbau etabliert, mit dem Anspruch, eine breite Palette an Geräten und Einsatzmöglichkeiten zu unterstützen. Fast alle großen Hersteller von Elektroinstallationskomponenten bieten heute auch KNX-fähige Geräte an, die in der Regel aber auch einen mindestens semiprofessionellen Preispunkt treffen.

Eine Entscheidung für KNX ist in der Regel eine Entscheidung in der Planungsphase eines Bau- oder Kernsanierungsprojekts, und dann oft eine Entscheidung, zumindest die grüne KNX-Leitung in einem wesentlichen Teil oder der gesamten Elektroinstallation zu verlegen.

KNX verfügt mittlerweile auch über eine Variante, die direkt auf dem Internet-Protokoll (IP) und entsprechend strukturierter Verkabelung (Ethernet) aufsetzt, KNX-IP. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um eine Adaption der Übertragungsschicht,

die grundsätzliche KNX-Logik über Gruppenadressen bleibt bestehen. KNX-TP (d. h. klassisches KNX über die grüne Busleitung) und KNX-IP können über entsprechende Verbindungselemente (KNX-IP-Router) miteinander verbunden werden, sodass Geräte aus beiden Domänen miteinander kommunizieren können.

KNX verfügt ebenfalls über eine Möglichkeit der Funkübertragung (KNX-RF), der Verbreitungsgrad ist jedoch deutlich geringer als KNX-TP oder KNX-IP. Eine in der Vergangenheit lange Zeit fehlende, zufriedenstellende Sicherheitsarchitektur für die Drahtlosvariante des Standards mag ein Grund für die geringe Verbreitung sein.

Ferner ergibt es sich durch die Tatsache, dass KNX-Systeme meist in Neubauten vorgesehen werden, in denen dann die durchgängige Ausstattung der gesamten Installation mit KNX-TP naheliegend ist.

### 2.3.3 DALI

Der in den 1990er Jahren entwickelte Standard Digital Addressable Lighting Interface (DALI) konzentriert sich auf den speziellen Fall der Beleuchtungssteuerung. Mit den in Kapitel 2.2 – Elektrische Beleuchtung, Standardschaltungen erläuterten Standardschaltungen können Leuchten vollständig geschaltet, aber nicht gedimmt, also in der Intensität geregelt werden. Einfache Dimmer, die den Stromfluss für eine bestimmte Zeit der Wechselstrom-Halbwellen unterbrechen (Phasenanschnitt oder -abschnitt-dimmer), sind nur für kleine Installationen sinnvoll; sollten größere Gruppen von Leuchten gedimmt werden oder werden Anforderungen an einen gewissen Dynamikbereich gestellt, ist diese Art der Leistungsregelung nicht möglich.



Abb. 2.8: DALI®-Logo © DALI Alliance (DiiA) mit freundlicher Genehmigung

Erste Systeme verfolgten die Idee einer Steuer-Kleinspannung von 0-10 V, die als zusätzlicher Eingang am Leuchtmittel bzw. Treiber genutzt wurden um den Dimmgrad von 0–100 Prozent zu signalisieren. DALI, welches mittlerweile nach der internationalen Normengruppe IEC 62386 standardisiert ist, ersetzt dieses einfache analoge System durch eine digitale Kommunikation zwischen Leuchten (lights) und Steuerelementen (control gear). Die neuere Version des Standards, DALI-2, beinhaltet auch Unterstützung für Sensoren wie Bewegungsmelder (PIR) und Tageslichtsensoren, die über DALI direkt auf Leuchten wirken können.

Eine Besonderheit des DALI-Protokolls ist, dass – ähnlich wie bei KNX – ein dediziertes Aderpaar zur digitalen Signalisierung und Kleinspannungsversorgung von DALI-Busteilnehmern verwendet wird. Dieses Aderpaar wird aber nicht in einer separaten Leitung oder Kabel verlegt, sondern ist Teil der Installationsleitung.

Beispielsweise würde in einer typischen KNX-Installation zu einer Leuchte (oder Gruppe von Leuchten) eine Versorgungsleitung NYM-J  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  (für 230 V L, N, PE) und zusätzliche die grüne KNX-TP-Leitung verlegt werden. Eine typische DALI-Installation verwendet analog eine fünfadrigere Leitung NYM-J  $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$ , die neben den 230 V Adern L, N, PE die beiden DALI-Adern DA+ und DA- enthält. Damit ist auf den ersten Blick ersichtlich, dass die Verkabelung deutlich einfacher und preisgünstiger wird. Es resultieren daraus jedoch einige Besonderheiten: Beispielsweise führen die DALI-Signale zwar grundsätzlich eine isolierte Kleinspannung, aufgrund der fehlenden doppelten Isolierung im Kabel kann diese jedoch normativ nicht als berührungssichere Sicherheitskleinspannung (SELV) aufgefasst werden. DALI-Installationen sind daher grundsätzlich nicht berührungssicher und nur für Elektrofachkräfte zugänglich.

Obwohl der DALI-Standard bereits ein deutliches Alter erreicht hat, hat die Verbreitung gerade in letzter Zeit eher überdurchschnittlich zugelegt. Dies hängt insbesondere mit der zunehmend allgegenwärtigen Verbreitung von LED-Leuchten zusammen. Diese benötigen ohnehin in jedem Fall einen elektronischen Treiber, daher ist es für viele Hersteller naheliegend, diese Treiber für einen geringen Aufpreis bei den Herstellungskosten direkt DALI-fähig zu gestalten. Technisch gesehen ist dies in vielen Fällen sogar weniger aufwendig als die umständliche Erkennung und Unterstützung vieler Leitungsdimmer (Phasenanschnitt, Phasenabschnitt), und ermöglicht ein robustes Dimmen bis in den Nullpunkt (Dimmen 0 Prozent = aus), welches mit klassischen Dimmern technisch nicht erreichbar ist.

Intensiver wird auf das Thema »Dimmer« im Kapitel 4.2 – Beleuchtung eingegangen.

Die Stärken von DALI liegen im Betrieb als Inselsystem (z. B. mit DALI-Schaltern, Bewegungsmeldern oder Umgebungslichtsensoren) oder im Verbund mit übergeordneten Systemen wie KNX oder LON (über Gateways, siehe folgendes Kapitel).

### 2.3.4 LON

LonWorks oder kurz LON beruht auf Entwicklungen der Firma Echelon aus den 1990er Jahren. Ursprünglich ein proprietäres Protokoll mit einer Implementierung einzig für den »Neuron« Chip des Herstellers Echelon, ist das Protokoll heute in der Normenreihe EN ISO 14908 international standardisiert und für eine Vielzahl von Prozessoren verfügbar.

LonWorks bricht komplexe Geräte und deren Datenmodell in einzelne, sogenannte Standard Network Variable Types (SNVTs) herunter. Diese können entweder Eingänge (Network Variable Inputs, SNVT-SNI) oder Ausgänge darstellen (Network Variable Outputs, SNVT-SNO). Eingänge können über das LonWorks-Netzwerk mit Ausgängen auf anderen Geräten (Controllern) verbunden werden, wodurch die Anwendungslogik realisiert wird.

Diese Funktionsweise ist grob mit der Funktion von Gruppenadressen im KNX-System vergleichbar, wobei LonWorks eine lange Liste von standardisierten SNVTs für viele teils sehr spezifische Anwendungsfälle definiert, sodass alleine durch die Auswahl des richtigen SNVTs eine gewisse Systemlogik vorgegeben wird. Die Liste der standardisierten SNVTs wird von der LonMark International verwaltet.

LON ist im professionellen Bereich verbreitet, mit speziellen Anwendungen im Bereich Straßenbeleuchtung, Industrieautomatisierung, Versorger und Gebäudeautomatisierung. Der Standard sieht eine Vielzahl möglicher Übertragungsschichten vor, von Twisted-Pair-Verdrahtung über Powerline bis zu einer IP-basierten Protokolladaption. Viele dieser Anwendungen sind jedoch aus Sicht des Endkunden (von außen) geschlossene Systeme, bei denen sich der Systemhersteller im Inneren des Systems der LonWorks-Technologie bedient, diese Schnittstellen jedoch nicht zwingend als Schnittstelle zum Endanwender nach außen gibt. In diesem Sinne ist LON kein Standard wie beispielsweise KNX oder BACnet, der primär darauf abzielt, dass Gebäudeintegratoren von verschiedenen Herstellern kompatible Geräte oder Komponenten erwerben und diese selbst in ein Gesamtsystem integrieren können.

### 2.3.5 BACnet

BACnet steht für »Building Automation Control Network« und ist, wie der Name bereits sagt, ein Protokoll für die Gebäudesteuerung und -automatisierung. Ursprünglich entwickelt durch die American Society of Heating Refrigerating and Airconditioning Engineers (ASHRAE), ist BACnet heute sowohl ein amerikanischer Standard (American National Standard Institute, ANSI) wie auch ein internationaler Standard (EN ISO 16484-5). BACnet International (<https://bacnetinternational.org>) stellt als Dachorganisation eine umfangreiche Plattform mit Informationen, Schulungen und Spezifikationen für Hersteller, Anwender und Interessierte zur Verfügung.



Abb. 2.9: BACnet®-Logo © BACnet International mit freundlicher Genehmigung

## 15 Autorenverzeichnis

### Anett Gilles



Anett Gilles kann auf eine lange berufliche Laufbahn in der IT-Branche zurückblicken. Anett Gilles bringt eine eindrucksvolle Erfahrung von mehr als 25 Jahren in der IT-Branche mit sich. Mit mehreren Jahren Erfahrung in Technologie-Startups und einer intensiven zwölfjährigen Tätigkeit im Bereich der Entwicklung und Herstellung von Smart Home-Geräten, hat Anett Gilles ihr Wissen und ihre Fähigkeiten in diesem hochinnovativen Sektor kontinuierlich ausgebaut.

Während ihrer Zeit bei einem Managed Service Provider, der sich auf Cloud-Dienste, -Plattformen und -Sicherheit spezialisiert hat, hat sie umfangreiche Kenntnisse und Expertise im Bereich Cloud-Computing, Plattformentwicklung und Sicherheitslösungen erworben. Diese Erfahrungen haben ihr geholfen, die komplexen Anforderungen der Technologiebranche zu verstehen und effektive Lösungen anzubieten.

Ihre Leidenschaft für die Internet of Things (IoT) führte sie unter anderem zu IoT-Security-Lösungen, wo sie sich intensiv mit der nahtlosen Integration von Geräten, Datenanalyse und -sicherheit befasst hat. Zudem hat sie ihre Expertise in den Bereichen Cloud-Service-Management, Cybersecurity und IT-Sicherheit erweitert. Dabei spezialisierte sie sich besonders auf die Absicherung von Operationstechnologie (OT), wodurch kritische Infrastrukturen, Gebäudeinfrastrukturen und Industrieanlagen geschützt werden.

Ihre derzeitige Station ist eine leitende Position bei einem führenden deutschen IT Service Unternehmen im Bereich Cybersecurity. In dieser Rolle ist sie maßgeblich an der Geschäftsentwicklung und Implementierung hochmoderner Sicherheitslösungen beteiligt, um Unternehmen vor den wachsenden Bedrohungen in der Cyberwelt zu schützen.

Ihre Begeisterung für die Technologiebranche und ihr Engagement für die Schaffung innovativer Lösungen treiben sie stets an. Als Autor ist sie bestrebt, ihre umfangreiche Erfahrung und Fachkenntnisse in diesen verschiedenen Bereichen in informative und gut recherchierte Texte umzusetzen.

Anett Gilles

[anettgilles@me.com](mailto:anettgilles@me.com)

Leitung Vertrieb und Geschäftsentwicklung

[Datagroup Cyber Security GmbH](#)

**Rainer Becker**

Rainer Becker (Jahrgang 1965) ist CEO und Gründer von BECKER ROBOTICS im Jahr 2015. Er arbeitet seit den 90er Jahren im Bereich der Künstlichen Intelligenz. 2008 lernte er den humanoiden Roboter NAO kennen, der mit dem KI-System IBM WATSON verbunden war. Rainer war sofort klar, dass die Verbindung von KI, NLP (natural language processing), conversational UI und kognitiver Robotik zukünftig das beherrschende Thema in der Digitalität ist. Seitdem arbeitet Rainer an der Schaffung nutzenstiftender und sinnvoller Realanwendungen für intelligente Mensch-Maschine-Teams.

Rainer kommerzialisiert seit 2015 u. a. den Roboter PEPPER und brachte ihn als erster in eine Realanwendung zur Betreuung und Therapie älterer Menschen z. B. mit Demenz. Er eröffnete das 1. Roboterrestaurant Deutschlands, in dem 4 Menschen mit 9 Delivery-Robotern 500 Gäste zuverlässig bedienen. Er bringt autonome Service-Roboter in den Retail sowie in public services wie z. B. Museen und Bibliotheken. Er berät Facility-Management-Unternehmen zum Einsatz autonomer mobiler Roboter für Cleaning und Surveillance.

Rainer und sein Team von Developern, Elektroingenieuren und Kommunikationsdesignern transformierte hundertfach die Automatisierung mit kognitiven Robotern im nicht industriellen Bereich. Rainer ist in der Robotik weltweit vernetzt mit Herstellern, KI-Experten und der Wissenschaft. Auf Basis dieser Expertise entwickelt Rainer für Start-Ups, KMU und Konzernunternehmen innovative digitale Geschäftsmodelle für kognitive robotische Technologien.

BECKERROBOTICS

Rainer Becker

+49 151 7007 1965

[rainer@becker-robotics.com](mailto:rainer@becker-robotics.com)

[www.becker-robotics.com](http://www.becker-robotics.com)

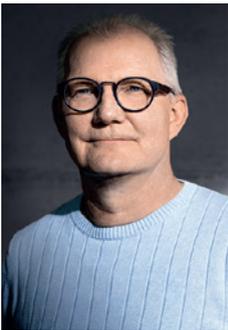
**Prof. Arno Elmer**

Prof. Dr. Arno Elmer ist Diplom-Betriebswirt, Diplom-Wirtschaftsinformatiker, Master of Laws und promovierte in Gesundheitswissenschaften. Seit 15 Jahren lehrt er an der FOM Hochschule für Oekonomie und Management u.a. E-Health und Gesundheitsökonomie. Als Manager, Geschäftsführer und Vorstand steuert er seit mehr als 25 Jahren Unternehmen in verschiedenen Branchen u.a. Consumer Electronics, Immobilien- und Gesundheitswirtschaft, E-Commerce, Metallbau, Rennstrecken. Er ist Gründer und Geschäftsführer verschiedener Unternehmen, u.a. der Better@Home Service GmbH, einem innovativen Anbieter von Komplettlösungen für altersgerechtes Wohnen, Vorstand im Arbeitskreis Smart Home der Bitkom und Digitalbeirat der DAK Gesundheitskasse. Er engagiert sich als Coach und Mentor, Sprecher bei Events und ist Autor und Herausgeber verschiedener Publikationen.

Prof. Dr. Arno Elmer, LL.M.

[arno.elmer@behome.info](mailto:arno.elmer@behome.info)

Geschäftsführer Better@Home Service GmbH

**Markus Fromm-Wittenberg**

Markus Fromm-Wittenberg beschäftigt sich seit 1992, in verschiedenen Positionen, mit dem Thema Smart Home und Smart Building und gehört damit zu den Smart Home-Pionieren. Nach seiner Ausbildung zum Elektroinstallateur, studierte er Automatisierungstechnik an der Fachhochschule in Osnabrück und begann 1992 seine Tätigkeit bei Gira im technischen Vertrieb. Über die Stationen als Produktmanager für EIB/KNX, Gründer des Bereiches Anwendung und Kooperation, seiner Tätigkeit als Leiter strategische Allianzen, Leiter Gremien Management und der Rolle als Start-up-Botschafter, in der Start-up-Initiative GNERATOR powered by Gira, hat er sich vom Techniker zum Networker entwickelt. Seit Juni 2022 ist er einer von drei Vorständen des KNX Deutschland e.V., der eine Dialogplattform für alle am Bauprozess beteiligten Stakeholder darstellt. Mit einer gemeinsamen Sprache und mehr als 500 Herstellern, stellt KNX für ihn die ideale technische Gebäudeinfrastruktur bereit, um die Herausforderungen unserer Zeit im Gebäudesektor gemeinsam zu bewältigen.

Im Rahmen seiner Tätigkeiten stellte er sich den Anforderungen des Marktes von heute und morgen sowie den Auswirkungen der Digitalisierung auf Branchen. Er engagiert sich als Mentor bei der Initiative »Startup Teens«, wo er sein Wissen an ambitionierte

junge Gründer weitergibt. Für ihn stehen die Bedürfnisse des Menschen im Mittelpunkt und dabei handelt er nach seinem Motto »Visionen sind die Gegenwart der Zukunft«.

Markus Fromm-Wittenberg

[markus.fromm@knx.de](mailto:markus.fromm@knx.de)

Vorstand KNX Deutschland e.V.

### Frank Geburek



Dipl.-Ing. Frank Geburek war nach seinem Maschinenbaustudium zuerst im Bereich Produktionsplanung bei Bosch/Blaupunkt tätig. Im Jahr 1995 wurde ihm von der Thomson Television die Funktion des Abteilungs- und Produktionsleiters übertragen. Ab 1995 war Herr Geburek Geschäftsführer der Born & Geburek GmbH und geschäftsführender Gesellschafter der Firma Printopress GmbH. Im Jahre 2003 wechselte er zu der Möhlenhoff GmbH als Entwicklungsleiter und wurde 2010 zum alleinvertretungsberechtigten Geschäftsführer berufen.

Frank Geburek

Vorsitzender der Geschäftsführung

Möhlenhoff GmbH

### Roland Hänel



Roland Hänel ist CTO der grandcentrix GmbH, einer 100%igen Tochter der Vodafone Deutschland. grandcentrix entwickelt IoT-Produkte mit Schwerpunkt auf Mobilfunktechnologien und bietet darüber hinaus Ende-zu-Ende-Entwicklungsdienstleistungen für Geschäftskunden im IoT-Umfeld an.

Roland studierte Elektro- und Nachrichtentechnik an der RWTH Aachen und ist Mitbegründer der GINKO AG. Er verfolgt und entwickelt Technologien im Internetumfeld seit den Anfängen und ist technischer Experte für eine Vielzahl von Netzwerk- und Kommunikationsprotokollen und IT-Systemen. Sein Antrieb ist der sinnvolle und nachhaltige Einsatz von Technologie zur Verbesserung unseres Lebens.

Roland Hänel

[roland.haenel@grandcentrix.net](mailto:roland.haenel@grandcentrix.net)

CTO

grandcentrix GmbH, A Vodafone Company

### Bastian Inthasane



Bastian Inthasane leitet als Transfermanager seit acht Jahren Projekte im Themenfeld Smart Home, Smart Living und Ambient Assisted Living (AAL). Er arbeitet bei Hahn-Schickard am Institut für Mikro- und Informationstechnik in der Anwendungsentwicklung im Bereich Software Solutions. Zusätzlich zu seiner Forschungsarbeit hat er eine Zusatzqualifikation als AAL-Berater und Qualitätsmanagementbeauftragter vorzuweisen. Weiterhin ist er seit fünf Jahren Leiter der Geschäftsstelle des Vereins Smart Home & Living Baden-Württemberg e. V. – Der gemeinnützige Verein hat das Ziel ein Innovationsnetzwerk zu schaffen, in das alle relevanten Akteure eingebunden werden sollen. Hierzu gehören vor allem die Lebensbereiche: Gesundheit und Pflege, Komfort und Lebensqualität, Haushalt und Versorgung, Sicherheit und Privatsphäre sowie Kommunikation und soziales Umfeld.

Bastian Inthasane

[bastian.inthasane@hahn-schickard.de](mailto:bastian.inthasane@hahn-schickard.de)

Transfermanager Anwendungsentwicklung – Software Solutions

Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V.

[bastian.inthasane@shl-bw.de](mailto:bastian.inthasane@shl-bw.de)

Leiter der Geschäftsstelle

Smart Home & Living Baden-Württemberg e. V.

### Stefan Künstler



Stefan Künstler ist Key Account Manager, Business Development Manager und Unternehmer, Gründer und Visionär mit einer ausgeprägten Hands-on-Mentalität.

Seine besondere Kompetenz liegt in den Bereichen der Zutrittskontrolle im Smart Home, im Einsatz von erneuerbaren Energien und der E-Mobilität.

Ursprünglich vom Elektrohandwerk kommend, von Innovation begeistert und angetrieben vom Gedanken der Nachhaltigkeit, hat er sich durch die Vernetzung von gezielt eingesetzten Systemen zu einem Experten auf dem Gebiet von Lösungen mit hohem Mehrwert gemacht.

Seine berufliche Laufbahn begann im ursprünglichen Elektrohandwerk, wo sich schon früh seine leidenschaftliche Begeisterung für technische Innovation zeigte. Getrieben von dem Gedanken an Effizienz und der Entwicklung nachhaltiger Lösungen mit hohem Mehrwert, hat er sich zu einem Experten auf diesem Gebiet entwickelt.

Im Fokus stehen Lösungen, die einfach, sicher und komfortabel sind. Er versteht die Bedeutung dieser drei Prinzipien für die Akzeptanz und den langfristigen Erfolg von Projekten.

Er ist ein Mensch, der sich mit Leidenschaft und Entschlossenheit technischen Herausforderungen stellt. Die Integration von Innovation, Effizienz, Sicherheit und Nachhaltigkeit macht ihn zu einem inspirierenden Vordenker.

Stefan Künstler

[Stefan.kuenstler@ekey.net](mailto:Stefan.kuenstler@ekey.net)

Key Account Management

ekey biometric systems,

[Stefan.kuenstler@kl-energie.com](mailto:Stefan.kuenstler@kl-energie.com)

Geschäftsführer

KL Energie GmbH

**Daniel Lux**



Daniel Lux ist ein echter Europäer: Er wurde in Deutschland geboren, machte sein Abitur an der Europäischen Schule in Brüssel, studierte Informatik (künstliche Intelligenz) in den Niederlanden und lebt jetzt in Dänemark. Daniel spricht fünf Sprachen fließend und ist Autor des Buches »Atmosphäre, CO<sub>2</sub> on my Mind«, das die Auswirkungen von CO<sub>2</sub> auf die physische und psychische Gesundheit des menschlichen Körpers beschreibt.

Daniel ist Geschäftsführer und Mitgründer des Unternehmens Seluxit (2006), das sich mit dem Internet der Dinge und Energieeffizienz befasst. 2018 brachte er Seluxit erfolgreich an die Börse Nasdaq First North in Kopenhagen (Ticker: SLXIT). Zu den Kunden von Seluxit gehören Husqvarna/Gardena, wo Seluxit eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der Smart-Garden-Lösung spielte, und RWE/Innogy, wo Seluxit drahtlose Kommunikationslösungen für intelligente Zähler, Ladestationen und die Smart Home-Lösung entwickelte. Daniel ist der Inhaber von sechs Patenten in den Bereichen drahtlose Technologie, Kryptologie und Energieeffizienz.

Daniel Lux

[daniel@seluxtit.com](mailto:daniel@seluxtit.com)

CEO Seluxit A/S, Denmark

**Dr. Christoph Rathfelder**

Dr. Christoph Rathfelder leitet die Gruppe Anwendungsentwicklung am Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. und ist stellvertretender Leiter des Bereiches Software Solutions. Nach seinem Studium der Informatik an der Universität Karlsruhe war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum Informatik und promovierte 2013 am KIT in Karlsruhe. Die aktuellen Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten reichen hierbei von der Integration intelligenter Systeme über die Interoperabilität bis hin zur Mensch-Maschine-Schnittstelle. Die Anwendungsdomänen erstrecken sich dabei von der Produktionstechnik bis zur Medizintechnik. Ein Schwerpunkt ist dabei die Entwicklung von integrierten Anwendungsszenarien im Smart Home, in dem er schon verschiedene Forschungs- & Entwicklungsprojekte initiieren konnte. Darüber hinaus war und ist Dr. Rathfelder Mitbegründer des Vereines Smart Home & Living Baden-Württemberg e.V. und hat seit dessen Gründung die Position des stellv. Vorsitzenden inne. Seit mehreren Jahren ist er auch Sprecher des Arbeitskreises Smart-Day und maßgeblich für die Veranstaltungen des Vereines verantwortlich.

**Patrick Reschke**

Seit mehr als 20 Jahren ist Patrick Reschke als Unternehmer in den Bereichen Technologie und digitale Innovationen tätig.

Aus der Passion für eSport und Gaming erwuchs das Verständnis für Digitale Geschäftsmodelle und das Know-how, Unternehmen bei der Digitalen Transformation zu begleiten oder diese einzuleiten.

Eckpunkte seiner Karriere bildeten die Gründung einer Competitive Games Liga Ende der 1990er Jahre, 2006 schuf er seine ersten Digitalen Zwillinge von Rennstrecken für das BMW Sauber F1 Team und entwickelte Simulatoren für das Fahrertraining. Zu der Zeit legte er auch den Grundstein für die noch heute bestehende eSport-Schulmeisterschaft.

Nachfolgend entwickelte er Digitalisierungsstrategien für Unternehmen und näherte sich dabei den Themen 3D-Modellierung, Visualisierung von Daten und Geschäftsprozessen an sowie der strategischen Erstellung von Digitalen Zwillingen.

Seit 2015 teilt er sich die Geschäftsführung der Northdocks GmbH mit Joachim Perschbacher und verantwortet die Bereiche Vertrieb und Marketing. Er erkannte das Potential der Digitalen Zwillinge als Kommunikationswerkzeug für die Erstellung

von Industrie-4.0-Strategien und bei deren Umsetzungen. Zu seinen Kunden zählen Unternehmen wie Intel, Microsoft, Merck, Kölner Dom, Henkel, Evonik und Currenta.

In seiner Freizeit setzt er sich ehrenamtlich mit der Rolle des Computerspiels in den Medien und Kulturpädagogik auseinander. Sein Ziel ist es, Spielende und Nicht-Spielende zu einem reflektierten Umgang mit Computerspielen anzuregen, auf ästhetische Gesichtspunkte des Mediums einzugehen und dessen kulturelle Verortung zu diskutieren. Virtual Reality ist für ihn auch in der Jugendarbeit ein elementares Werkzeug, um umfangreiche und komplizierte Zusammenhänge einfach und verständlich darstellen zu können.

Patrick Reschke

[patrick.resckke@northdocks.com](mailto:patrick.resckke@northdocks.com)

CEO Northdocks GmbH

### Tom Rudolph



Tom Rudolph ist bei der Miele & Cie. KGaA im Geschäftsbereich Smart Home für Innovation im Bereich mechatronischer Systeme verantwortlich. Nach dem Studium der Elektrotechnik (Dipl.-Ing. FH) war er zunächst als Entwickler tätig. Als technologieorientierte Führungspersönlichkeit begleitete er anschließend verschiedene Managementpositionen bei Industrieunternehmen wie Siemens Mobile, HYPERCOM GmbH (heute Verifone GmbH), SMA Solar Technology AG und Testo SE & Co. KGaA im Bereich Produktentwicklung von Komponenten, Geräten und Systemen sowie App- und Web-Applikationen. Er ist bekannt für sein breites technisches Fachwissen und seine Problemlösungskompetenz, seine kreative technische Denkweise und sein Bestreben, neue Technologien für jedermann zugänglich und benutzerfreundlich zu machen.

Bei der SMA Solar Technology AG war er verantwortlich für die Entwicklung von Kommunikationsprodukten und Systemlösungen für Photovoltaikanlagen und dezentrale Energiemanagementsysteme. Basierend auf diesen Erfahrungen und der Überzeugung, dass digital vernetzte Geräte und Systeme sowie innovative Technologien im Bereich der regenerativen Energieerzeugung und -speicherung einen wesentlichen Beitrag zu einer stabilen Energieversorgung und zum Klimaschutz leisten können, engagiert er sich erneut als Vorstandsmitglied der EEBUS Initiative e.V. intensiv für die weltweite Zusammenarbeit von Wissenschaft, Forschung und Industrie zur weiteren Standardisierung von Schnittstellen und Protokollen für die Integration von dezentralen Energieerzeugungsanlagen und Verbrauchern, einschließlich Haushaltsgeräten, in intelligente und voll digitalisierte Energiemanagementsysteme.

Er genießt die Zeit mit seiner Familie und widmet sich, wenn es die Zeit erlaubt, als versierter Handwerker Haus, Hof und Garten sowie Hobbyfotografie. In seinem Wohnort engagiert er sich zudem für kommunalpolitische Themen.

Tom Rudolph

[tom.rudolph@miele.com](mailto:tom.rudolph@miele.com)

Director Innovation Electronic Systems

### **Olaf Schindler**



Olaf Schindler hat einen Doppelabschluss in Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften von der RWTH Aachen und ist CEO und Gründer der Vreeda GmbH, einem zukunftsorientierten Unternehmen, das sich darauf konzentriert, Kunden vollständige Transparenz über ihre Datennutzung zu ermöglichen. Olaf glaubt, dass Daten die neue Währung der digitalen Wirtschaft sind und dass Kunden die volle Kontrolle und das Eigentum über ihre Datenbestände verdienen.

Seine Leidenschaft für datenbasierte Geschäftsmodelle hat ihren Ursprung in seiner Karriere im europäischen Energiesektor, wo er eine proprietäre Smart Home-Einheit in ein offenes, branchenübergreifendes Ökosystem umgewandelt hat, was 2019 in der Gründung von Livisi und der derzeit größten B2C-IoT-Plattform Europas gipfelte. Außerdem hat er Vreeda im Jahr 2020 gegründet und dabei sein Fachwissen in den Bereichen Datenmonetarisierung und Ethik genutzt, um eine Plattform zu schaffen, die es Kunden ermöglicht, ihre Daten gegen Prämien und Vorteile verschiedener Partner auszutauschen. Über die Leitung von Vreeda hinaus ist er ein Vordenker und Berater im Bereich digitaler Dienstleistungen und teilt regelmäßig seine Erkenntnisse und Visionen darüber, wie IoT verschiedene Branchen revolutionieren und Mehrwert für Kunden und Unternehmen gleichermaßen schaffen kann. Die Freude an seinem Job liegt für ihn darin, gegen den Status quo zu kämpfen und digitale Innovationen voranzutreiben.

Olaf Schindler

[olaf@vreedacom](mailto:olaf@vreedacom)

CEO Vreeda GmbH

**Ivo Siebers**

Ivo Siebers ist SVP Global Logistics bei der TK Elevator GmbH. TKE, vormals ThyssenKrupp Elevator AG, ist einer der weltweit größten Hersteller und Service Dienstleister für Aufzüge und Fahrtreppen. Das Produktprogramm von TKE umfasst neben Aufzügen, Fahrtreppen und Fahrsteige, Fahrgastbrücken sowie Treppen- und Plattformlifte. Vor seiner Tätigkeit für TKE bekleidete Ivo verschiedene Managementpositionen im Bereich der Entwicklung, dem Produktmanagement und im Service für die Dorma GmbH (Gebäudetüren) sowie die Schindler AG (Aufzüge und Fahrtreppen). In seiner aktuellen Position gestaltet er die globale Ersatzteillogistik von TKE in Richtung auf bedarfsorientierte und ressourcenschonende Lieferprozesse um. Die Digitalisierung und das Internet der Dinge (IoT) sind die Grundsteine für diese Transformation. Ivo studierte Maschinenbau an der Technischen Universität in Berlin und Business Administration am IMD in Lausanne. Seine Motivation ist die Anwendung intelligenter und vernetzter Systeme für die nachhaltige und lebenswerte Gestaltung unserer Umwelt.

Ivo Siebers

[ivo.siebers@tkelevator.com](mailto:ivo.siebers@tkelevator.com)

SVP Global Logistics

**Mike Siebers**

Mike Siebers ist Medien & Grafikdesigner, Fotograf und Berater für Digitale Strategien. Mit seinem fundierten Know-how unterstützt er als Geschäftsführer von Faceland.com einen breiten Kundenstamm und hat für jedes Problem eine Lösung. In der sich durch Künstliche Intelligenz schnell entwickelnden Welt findet er Begeisterung für die Möglichkeiten, die diese neue Technologie bietet und geht mit gutem Beispiel in der Nutzung, aber auch der Vermittlung, von KI-Inhalten voran. Sein Ziel ist es, Unternehmen mithilfe von einem breitgefächerten Set an Digital-Tools zu unterstützen und auf das nächste Level zu bringen.

Mike Siebers

[mike@faceland.com](mailto:mike@faceland.com)

CEO Faceland

**Neil Simon-Weaver**

Neil Simon-Weaver berät Unternehmen schwerpunktmäßig zum deutschen und europäischen Datenschutzrecht und digitaler Regulierung, insbesondere im Immobiliensektor, die mit den Herausforderungen und Chancen der digitalen Transformation konfrontiert sind. Er verfügt über umfangreiche Erfahrung in der Gestaltung und Umsetzung von Datenschutzstrategien, Compliance-Programmen, dazu gehört die Beratung zu internationalen Datenflüssen und Datennutzungsgeschäftsmodellen. Darüber hinaus ist er erfahren im Austausch mit Datenschutzaufsichtsbehörden, auch bei streitigen Verfahren. Er veröffentlicht zudem regelmäßig juristische Fachbeiträge, insbesondere zu datenschutzrechtlichen Fragen.

Neil Simon-Weaver

[neil.simonweaver@osborneclarke.com](mailto:neil.simonweaver@osborneclarke.com)

Senior Associate/Rechtsanwalt

Osborne Clarke Rechtsanwälte Steuerberater Part mbB

**Philipp P. Spangenberg**

Philipp P. Spangenberg ist Director R&D für Unified Endpoint Management & Industrie 4.0 bei der baramundi Software GmbH in Augsburg.

In seiner vorigen Position leitete er als Gründer und Geschäftsführer die BlueID GmbH in München bis zu deren Verkauf im Sommer 2022. Die BlueID entwickelt cloudbasierte Zutrittskontrollsysteme für Smarte Gebäude und vereint dabei herausragenden Nutzungskomfort von elektronischen Türschlössern, mobile Anwendungen und sehr sicheren kryptografischen Verfahren.

Als Mitglied in der OSS-Association e. V. war Philipp P. Spangenberg maßgeblich an der Entwicklung des »Standard Mobile Access by OSS« für smartphonebasierten Zutritt beteiligt.

Seit der Gründung seines ersten Unternehmens PPS-Systems GmbH im Jahr 2000 leitet er die Entwicklung mobiler Sicherheitslösungen für verschiedenste Branchen. Das Unternehmen, mit Kunden wie Sixt, AIR LLOYD Luftfahrttechnik und BMBF, verkaufte er im Jahr 2008.

Als Experte für IT-Sicherheit, Smartphonesicherheit und Verschlüsselungssysteme berät er große Automotive- und IT-Unternehmen. Philipp P. Spangenberg ist zudem Mitglied des Vorstands des Sicherheitsnetzwerks München e.V. sowie berufen in das Expertengremium »IT-Sicherheit« der bayerischen Staatsregierung.

Philipp P. Spangenberg

Mail: [philipp@philipp-spangenberg.de](mailto:philipp@philipp-spangenberg.de)

### Dr. Marc Störing



Dr. Marc Störing ist auf datenschutzrechtliche Beratung spezialisiert und hat einen starken technischen Hintergrund. Er berät intensiv zum deutschen und europäischen Datenschutzrecht. Häufig berät er dabei zu technologienahen Fragen. Bevor er 2008 zu Osborne Clarke gewechselt ist, hat er eine international mehrfach ausgezeichnete Software entwickelt. Er ist erfahren im Austausch mit Datenschutzbehörden, auch bei streitigen Verfahren. Einen besonderen Schwerpunkt bildet dabei die Beratung zum Arbeitnehmerdatenschutzrecht. Als Geschäftsführer der OC Services GmbH ist er darüber hinaus bestens mit der eher internen Perspektive des Datenschutzbeauftragten vertraut. Über besondere Expertise verfügt er schließlich im Bereich des Signaturrechts und der eIDAS-Verordnung.

Dr. Marc Störing

[marc.stoering@osborneclarke.com](mailto:marc.stoering@osborneclarke.com)

Partner/Rechtsanwalt

Osborne Clarke Rechtsanwälte Steuerberater Part mbB

### Mirko Twardy



Mirko Twardy ist seit mehr als elf Jahren als Unternehmensberater tätig und hat in dieser Zeit schon das eine oder andere große Förderprojekt im Bausektor zum Erfolg geführt. Er ist Experte auf diesem Gebiet und kennt sich insbesondere mit der Erstellung von innovativen Konzepten und den politischen Rahmenbedingungen, die solche Projekte begleiten, aus.

Mirko ist Unternehmer durch und durch und gründete sein erstes Unternehmen im Alter von 19 Jahren. Er machte sein Hobby zum Beruf und leitete während seines Studiums eine Tennisakademie. Dass er dadurch zum Gründer wurde, wurde ihm erst später bewusst. Neben seiner Tätigkeit als Tennistrainer studierte er Wirtschaftswissenschaften und Geographie. Sein Studium schloss er mit einem Master ab. Nach dem