



Fraunhofer IRB Verlag



# SMART BAUEN

Architektonische und technische Strategien für  
energieoptimierte Gebäude, Quartiere und Städte

# SMART BAUEN

Fraunhofer IRB Verlag

für  
Christiane, Fabio, Emilio

gewidmet  
Gerhard Hausladen

# SMART BAUEN

Architektonische und technische Strategien für  
energieoptimierte Gebäude, Quartiere und Städte

Prof. Dr. Mike de Saldanha

Fraunhofer IRB Verlag

- Prof. Kristian Kaffenberger\_Architekturbüro,  
Dilshofen
- Dill Kahn\_Atelier.Bim, Riedstadt
- Benjamin Hossbach\_[phase eins], Berlin
- Prof. Florian Nagler\_Architekten GmbH,  
München
- Johanna Uhland\_Uhland GmbH, Darmstadt
- Sibylle Bornefeld\_Sauerbruch Hutton, Berlin
- Martin Rauch\_Lehm Ton Erde Baukunst,  
Schlins
- Roger Boltshauser\_Architekten, Zürich
- Georg Bechter\_Architektur + Design,  
Hittisau
- Arnold Wild\_Architekt, Konstanz
- Dr. Michael Schäfer\_ehemaliger Deutscher  
Botschafter in China
- Özlem Gün\_h\_da, Hochschule Darmstadt
- Prof. Dietmar Eberle\_Baumschlager Eberle  
Architekten, Lustenau
- Prof. Alexander Reichel\_Architekten, Kassel
- Karlheinz Beer\_Büro für Architektur und  
Stadtplanung, München
- Simon Speigner\_sps, Thalgau
- Prof. Hermann Kaufmann\_HK Architekten,  
Schwarzach
- Peter Haiderl\_Peter Haiderl.Architektur,  
München
- Prof. Anke Mensing, Andreas Sedler\_opus  
Architekten, Darmstadt
- Frank Steinbacher\_Steinbacher-Consult,  
Neusäß
- Dr. Daniel Teichmann\_Hydrogenious LOHC  
Technologies GmbH, Erlangen
- Tobias Hoffmann\_Vonovia AG, Bochum
- Gerrit Ellerwald\_Ampeers Energy GmbH,  
München
- Dr. Karsten Schmidt\_Ampeers Energy GmbH,  
München
- Dr. Marc Weinstock\_DSK-BIG, Kronshagen
- Prof. Dr. Frank Bomarius\_Fraunhofer IESE,  
Kaiserslautern
- Jürgen Jost\_Jost Energy AG, Grünwald
- Vinzenz Singer\_Singer IC, Bayreuth
- Rolf Disch\_SolarArchitektur, Freiburg
- Peter Mussaeus\_PwC Legal, Frankfurt a. M.

**Mike de Saldanha**

Autor

**Sabine Uhland**

Konzept, Layout, Grafiken, Fotos, Redaktion

**Sigune Meister**

Idee, Thematik, Lektorat

Seit Anbeginn des energiesparenden Bauens haben sich verschiedene Strategien und Strömungen herausgebildet – angefangen bei einem auf aktive und passive Sonnenenergie gestützten Ansatz in den 1970er- und 1980er-Jahren, gefolgt von einer auf absolutes Einsparen basierten Strategie beim Passivhaus. Eine weitere Bandbreite ergibt sich aktuell im Technisierungsgrad, von absoluten Lowtech-Gebäuden bis hin zu Hightech-Strategien, die auf die Potenziale der Digitalisierung und der künstlichen Intelligenz setzen.

Der Autor favorisiert keinen dieser Ansätze als alleiniges Allheilmittel, vielmehr gilt es, für die jeweilige Bauaufgabe und örtliche Situation aus den gegebenen Möglichkeiten ein ganzheitliches Konzept zu entwickeln, das den Nutzeranforderungen weitreichend entspricht. Deshalb besteht der Ansatz des vorliegenden Buches darin, eine Vielzahl von architektonischen, technischen, energetischen und raumklimatischen Strategien im Kontext mit ihren jeweiligen Protagonisten vorzustellen. Um die vielschichtige Thematik in der Linearität eines Buches abilden zu können, wurde dieses in die Hauptkapitel »Mensch«, »Raum«, »Hülle«, »Haus«, »Stadt« und »Land« untergliedert.

**Mensch** Die Aspekte der Behaglichkeit werden, gegliedert nach den Sinnen, thematisiert und dabei die wichtigsten planungsrelevanten Parameter zusammengestellt und erläutert. Die Herausforderungen und mögliche Strategien einer kreativen Konzeptentwicklung und

Planung werden diskutiert. Ein Exkurs führt in die Themengebiete »BIM« und »Energie im Architekturwettbewerb« ein.

**Raum** Die Zusammenhänge zwischen Lüftung und Raumkonditionierung werden beschrieben und diesbezügliche technische Systeme und Konzepte sowie ihre jeweiligen Einsatzbereiche aufgezeigt. Darüber hinaus werden die künstliche Beleuchtung und Tageslichtnutzung sowie die digitale Steuerung von technischen Systemen im Raum thematisiert.

**Hülle** Einer Zusammenstellung physikalischer Vorgänge an Fassaden folgen verschiedene Strategien für Dämmung und Sonnenschutz sowie mögliche Fassadenkonzepte. Es werden aktuelle Konstruktionsprinzipien im Detail gezeigt und innovative Materialien vorgestellt.

**Haus** Neben verschiedenen Energieerzeugungskonzepten für Gebäude werden raumklimatische Strategien für Wohn-, Verwaltungs-, Unterrichts- und Versammlungsgebäude aufgezeigt. Planungshinweise für die jeweiligen Nutzungen ergänzen die Erläuterungen.

**Stadt** In diesem Kapitel wird auf den aktuellen Trend der energetischen Betrachtung über das einzelne Gebäude hinaus, hin zu einem übergeordneten Konzeptansatz, der mehrere Gebäude, ein Quartier oder ganze Stadtteile einbezieht, eingegangen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Sektorenkopplung.

# EINBLICK

**Land** Sowohl die ökonomischen als auch ökologischen Potenziale im Kontext der Energiewende werden aufgezeigt. Ein Überblick über aktuelle Gesetze sowie regulatorische Rahmenbedingungen vervollständigt das Werk.

**Ausblick** Der Autor wagt einen Blick in die Zukunft des energieoptimierten Bauens auf die Jahre 2030, 2040 und 2050.

Um die komplexen Themen anschaulich und praxisnah zu vermitteln, werden in allen Kapiteln Projektbeispiele vorgestellt und durch ein Statement des jeweiligen Planers ergänzt. Damit wird ein direkter Praxisbezug hergestellt. Die Betrachtung der ökonomischen Aspekte und Kosten sowie konkrete Planungsstrategien runden die unterschiedlichen Themenbereiche jeweils ab.

Das Buch wendet sich an Architekten, für die Behaglichkeit und niedriger Energieverbrauch wichtige Ziele ihrer Arbeit sind, und an Ingenieure, die eine Optimierung der Gebäudestruktur und Fassade erreichen möchten. Für Studierende führt es die Disziplinen »Entwurf«, »Konstruktion«, »Bauphysik« und »Gebäudetechnik« ganzheitlich zusammen, sodass ein interdisziplinärer Blickwinkel bereits in der Ausbildung gegeben ist. Bauherren, Investoren und allen am Bauen Interessierten vermittelt es die Wissensgrundlage, um Konzepte, Entwürfe und Gebäude im Kontext der Energiewende kompetent beurteilen zu können und damit bessere Entscheidungen zu treffen.

Entsprechend der Vielschichtigkeit des Themas wurde das Buch im Dialog entwickelt. Für die fachliche Detaillierung haben zahlreiche Experten ihr Wissen einfließen lassen und viele Planer und Akteure ihre Praxiserfahrungen geteilt. Für den kreativen Input sei allen Beteiligten gedankt. Meiner Lektorin, Sigune Meister vom Fraunhofer IRB Verlag, gilt mein besonderer Dank dafür, die Thematik »Smart bauen« zur richtigen Zeit angestoßen und das Thema durch kritischen Dialog geschärft zu haben. Sabine Uhland danke ich für die innovative Konzeption des Buches, die frische grafische Umsetzung und die inspirierende, kreative Zusammenarbeit über drei Jahre hinweg.

Gewidmet ist dieses Werk Gerhard Hausladen, mit dem mich ein jahrzehntelanger gemeinsamer Weg beim innovativen Bauen verbindet und der mir ermöglicht hat, auf diesem Gebiet zu arbeiten und zu forschen. Ich verdanke dieser Inspiration meine berufliche Laufbahn und viele wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse, die in das vorliegende Buch eingeflossen sind.

Ich wünsche allen Leserinnen und Lesern viel Spaß und interessante Entdeckungen bei der Reise durch die Welt der Sinne, der Physik, der Architektur, der Technik und des Designs – der Welt des smarten Bauens.

München, Darmstadt, Port Adriano  
im April 2021

Mike de Saldanha

<b>EINBLICK</b>	<b>7</b>	I Kunstlicht	66
		I Ökonomie der Raumkonditionierung	68
		I Totenstube, Vrin	70
<b>INHALT</b>	<b>9</b>		
I Zeitreise – Konzepte von früher bis heute	10		
<b>MENSCH</b>	<b>13</b>		
I Ganzheitliche Behaglichkeit	14	I Fassade als Schnittstelle	74
I Visuelle Behaglichkeit	16	I Fassadenkonzepte	78
I Akustische Behaglichkeit	18	I Bauphysik der Hülle	84
I Thermische Behaglichkeit	20	I Wärmeschutz	86
I Olfaktorische Behaglichkeit	22	I Anwendung von Dämmstoffen	90
I Kreativität und Planung	24	I Glas	92
I Building Information Modeling (BIM)	30	I Sonnenschutz	94
I Energie im Wettbewerb	34	I Fassadenkonstruktionen	98
I Naturhotel Tannerhof, Bayrischzell	36	I Mehrschichtige Fassaden	100
<b>RAUM</b>	<b>39</b>	I Monolithische Fassaden	102
I Raumkonditionierung	40	I Holzkonstruktionen	104
I Natürliche Lüftung	48	I Holzbau	106
I Mechanische Lüftung	50	I Lehmbau	114
I Raumkonditionierungssysteme	54	I Strohballenbau	118
I Gebäudesteuerung und Smart Home	56	I Bauen mit Bambus	120
I »The Living« – Microenergie-apartment	61	I Begrünte Fassade	122
I Speichermasse	62	I Gebäudeintegrierte Photovoltaik	124
I Technikintegration	63	I Hybride Energiefassade	132
I Tageslicht	64	I Ökonomie der Gebäudehülle	136
		I »Haus 2226« in Lustenau, Österreich	140
<b>HÜLLE</b>	<b>73</b>		

# INHALT

<b>HAUS</b>	<b>143</b>	<b>LAND</b>	<b>217</b>
Standortfaktoren	144	Energiewende im Baubereich	218
Wärme- und Kälteerzeugungssysteme	146	Digitalisierung	222
Energiekonzepte für Gebäude	150	50 Jahre Energiegesetze in Deutschland	224
Technikflächen	154	Energieeinsparverordnung (EnEV) 2016	226
Wohngebäude	156	EnEV-Nachweis Wohngebäude	228
Gemischtgenutzte Gebäude	158	EnEV-Nachweis Nichtwohngebäude	230
Bürogebäude	160	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz	233
Unterrichtsgebäude	162	Mieterstrommodell	234
Versammlungsgebäude	164	Kundenanlage	236
Ökonomie der Energietechnik	166	Gebäudeenergiegesetz (GEG)	239
Wohn- und Bürohaus, Darmstadt	172		
<b>STADT</b>	<b>175</b>	<b>AUSBLICK</b>	<b>241</b>
Potenziale von Quartieren	176	2020–2030 Die digitale Dekade	242
Mobilität	182	2030–2040 Die Green-Tech-Phase	244
Sortimo Innovationspark, Zusmarshausen	186	2040–2050 Das interplanetare Zeitalter	248
Energiekonzepte für das Quartier	188		
Energiespeicherung	192		
Wasserstoff-Research-Center, Vonovia AG	200		
Sektor gekoppelte Quartiere	202		
Musterquartiere	206		
Ökonomie von Quartieren	210		
Brooklyn – »place to be« in Erlangen	212		
		<b>ANHANG</b>	<b>251</b>
		Lebenswege und Stationen	252
		Literatur, Normen und Gesetze	254
		Fotografen und Bildnachweis	284
		Stichwortverzeichnis	290
		Impulse und Unterstützung	296
		Impressum	297