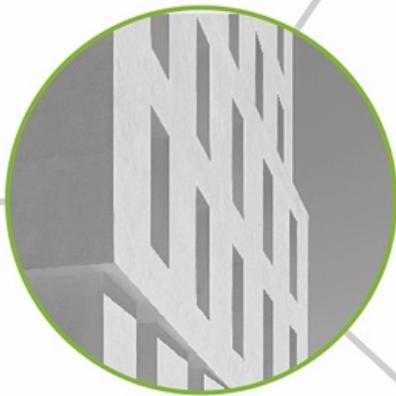


Fraunhofer IRB  Verlag



Mike de Saldanha

SMART BAUEN

Architektonische und technische Strategien für
energieoptimierte Gebäude, Quartiere und Städte

SMART BAUEN

Architektonische und technische Strategien für
energieoptimierte Gebäude, Quartiere und Städte

Prof. Dr. Mike de Saldanha

Fraunhofer IRB Verlag

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 abbilden 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

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

INHALT

HAUS	143	LAND	217
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		
STADT	175	AUSBLICK	241
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	ANHANG	251
Wasserstoff-Research-Center, Vonovia AG	200	Lebenswege und Stationen	252
Sektorgekoppelte Quartiere	202	Literatur, Normen und Gesetze	254
Musterquartiere	206	Fotografien und Bildnachweis	284
Ökonomie von Quartieren	210	Stichwortverzeichnis	290
Brucklyn – »place to be« in Erlangen	212	Impulse und Unterstützung	296
		Impressum	297



Mike de Saldanha
Geburt 1966

Energieanlagen-
elektroniker



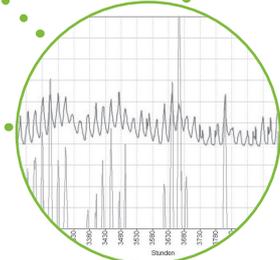
Solarmobil
Expedition



ZUB Zentrum für
Umweltbewusstes
Bauen, Kassel



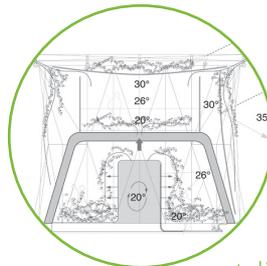
Ingenieurbüro
Hausladen, München



Gesamthochschule
Kassel



Kooperation
China



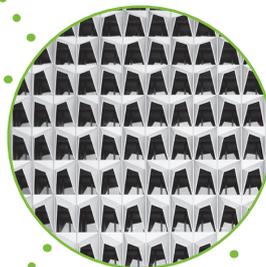
atelier.ClimaDesign,
München



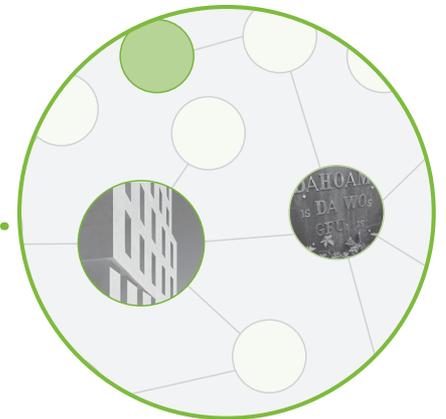
Technische Universität
München



Kooperation
Dubai



Hochschule Darmstadt
Architektur u. Innenarchitektur,
Gebäudetechnologie +
Energietechnik



Sabine Uhland
Geburt 1989



Tischlerin

Uhland GmbH,
Darmstadt



Architekturbüro
herzig | architekten,
Darmstadt

LEBENSWEGE UND STATIONEN

| Prof. Dr. Mike de Saldanha

Lebensweg

geboren in München_05.04.1966
aufgewachsen in Goa (Indien), Lissabon und
München_1966–1978
verheiratet_2010 mit Christiane de Saldanha
zwei Kinder_2001 Fabio, 2005 Emilio

Ausbildung

Lehre zum Energieanlagenelektroniker_1982–1985 Siemens AG München,
Abschluss mit bayrischem Staatspreis
eigene Firma für Fotografie_1986, München
Fachabitur_1987 Fachoberschule, München
Studium Architektur_1987–1992 Fachhochschule,
München und Würzburg
Studium Philosophie_1993–1994 Universität
Würzburg
Studium Energie und Umwelt_1994–1996
Universität Gesamthochschule Kassel
Studium Architektur_1995–1996 Universität
Gesamthochschule Kassel
Diplom Architektur_1996 am FG Technische
Gebäudeausrüstung, Prof. Dr.-Ing. G. Hausladen:
Dynamische Gebäudesimulation

Solarmobilexpedition

Entwicklung und Konstruktion eines Langstrecken-
solarmobils_1994, Kassel
Solarexpedition nach Nordafrika_1995,
Kassel, Marseille, Tunis, Djerba
Mitwirkung in der Arbeitsgemeinschaft
Solartechnik_1994–1997, Kassel

Ingenieurbüro Hausladen

Mitwirkung bei der nachhaltigen Konzeption
von großen Bauprojekten und klimatisch-
technische Beratung bei renommierten,
internationalen Architekturwettbewerben_1996–2010,
Kirchheim bei München

Universität Gesamthochschule Kassel

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am FG Technische
Gebäudeausrüstung, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen_1998–2001
Fachbereich Architektur, Gesamthochschule Kassel

Initiierung und Konzeption des Zentrums für
Umweltbewusstes Bauen_1998, Kassel
Begleitforschung im Programm Solaroptimiertes
Bauen, Zentrum für Umweltbewusstes Bauen_1999–2002,
Kassel

Technische Universität München TUM

Wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl
Bauklimatik und Haustechnik, Prof. Dr.-Ing.
Dr. h. c. Gerhard Hausladen_2002–2007
Fachbereich Architektur, TU München
Initiierung der Gruppe Climadesign_2003,
München
Konzeption der Ausstellung Climadesign auf
der BAU_2003, 2005, 2007, München
Promotion am Lehrstuhl Bauklimatik und
Haustechnik_2006, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c.
Gerhard Hausladen/Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser:
Interaktion von Hülle, Struktur und Raum

atelier.ClimaDesign

Alleingesellschafter des Ateliers für ganzheitliche
Architekturentwicklung, Energiekonzepte,
Technologieberatung und Simulation_seit
2002, München

Hochschule Darmstadt h_da

Professur für Gebäudetechnologie + Energietechnik
am Fachbereich Architektur und Innenarchitektur_seit
2010
Etablierung ClimaDesignlabor_2011
Initiierung eines Dialogprojekts mit dem Goetheinstitut
in Shanghai_2011
Hochschulkooperation mit China_2012,
Shenyang Jianzhu University, Liaoning
Beauftragter für Internationalisierung und
Forschung_seit 2013
Hochschulkooperation mit Dubai_2015,
Ajman University, UAE
Mitglied des Zentrums für Forschung und
Entwicklung_seit 2016

Publikationen

über 40 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen
Fachzeitschriften

Einführung in die Bauklimatik_2003 Ernst & Sohn, Berlin
 Bauklimatik und Energietechnik für hohe Häuser_2003 Beitrag in Betonkalender 2003 Ernst & Sohn, Berlin
 ClimaDesign – Lösungen für Gebäude, die mit weniger Technik mehr können_2005 Callwey, München
 ClimaSkin – Konzepte für Gebäudehüllen, die mit weniger Energie mehr leisten_2006 Callwey, München
 Beitrag in Umweltbewusstes Bauen, Festschrift zum 60. Geburtstag von Gerd Hauser_2008 Fraunhofer IRB, Stuttgart
 Bauphysikkalender (Beiträge)_2004 und 2007 Ernst & Sohn, Berlin
 Klimagerecht Bauen – Ein Handbuch_2012 Birkhäuser, Basel

Fachliche Aktivitäten

Beirat des Studiengangs Klimaengineering an der Donau Universität Krems_2002–2010
 Gründungsmitglied Climadesign e.V._2007
 Mitglied des Aufsichtsrat Jost Energy AG_ seit 2016, München
 Handelsblatt Energy Award 2017_Gewinner in der Kategorie »Smart Infrastructure« mit dem Quartiersenergiekonzept »Brucklyn«
 Mitglied der Handelsblatt Energy Academy_ seit 2018, Berlin
 Gründungsmitglied des Open District Hub der Fraunhofer-Gesellschaft und Sprecher der »Arbeitsgruppe Quartiere«_2018, München
 Aufsichtsratsmitglied Ampeers Energy_2019



I Sabine Uhland

Lebensweg

geboren in Fulda_16.04.1989
 aufgewachsen in Fulda_1989–2010
 Wohnort Darmstadt_ seit 2010
 verheiratet_2020 mit Johanna Uhland

Ausbildung

Fachabitur_2007, Fachoberschule Fulda
 Lehre zur Tischlerin_2007–2010, Fulda
 Studium Architektur_2010–2017 Hochschule Darmstadt
 Master of Arts Architektur_2017 Hochschule Darmstadt

Hochschule Darmstadt h_da

Mitarbeit am Fachbereich Architektur – Modellbau_2011–2016, Darmstadt
 Mitwirkung am Projekt ClimaDesign 2.0, FG Gebäudetechnologie + Energietechnik_2016, Darmstadt

Uhland GmbH

Mitwirkung in den Bereichen Entwurf, Fertigung, Firmenpräsenz_ seit 2013, Darmstadt

Lamott.Lamott Architekten

Mitwirkung an diversen Architekturwettbewerben, europaweit_2014, Stuttgart

herzig | architekten

Mitarbeit bei herzig | architekten, Architekten Ingenieure GmbH_ seit 2016, Darmstadt



Prof Dr. Mike de Saldanha:

»Wer sich beim Planen nur nach Normen und Richtlinien richtet, baut Gebäude, die effizient, aber nicht nachhaltig sind!«

Sabine Uhland:

»Nachhaltiges, smartes Bauen erfordert ein Umdenken, Weiterdenken und oft auch ein Zurückdenken in der Gesellschaft.«