

Alexander Lawrenz

# Diffusionsoffener Holzrahmenbau des Bio-Solar-Hauses

Grundlagen und Anwendung in der Praxis

---

# Diffusionsoffener Holzrahmenbau des Bio-Solar-Hauses

---

Alexander Lawrenz

# Diffusionsoffener Holzrahmenbau des Bio-Solar-Hauses

Grundlagen und Anwendung in der Praxis

Alexander Lawrenz  
Hochschule Ulm/Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg  
Rottenburg am Neckar, Deutschland

ISBN 978-3-658-28684-2                      ISBN 978-3-658-28685-9 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-28685-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

---

## Kurzfassung

Das Bio-Solar-Haus (BSH), entwickelt vom Dipl.-Ing. Klaus Becher, ist gegenüber konventionellen Neubauten so konzipiert, dass es in Zusammenhang mit einer einfachen technischen Gebäudeausrüstung und modernen Wandkonstruktion trotz geringeren Energieaufwandes denselben wenn nicht sogar besseren Wohnkomfort bietet. Kernsegment bildet hierbei das Haus-im-Haus-Prinzip: Zwei Gebäudeschalen die unabhängig voneinander errichtet werden. Die zwischen den beiden Schalen angeordnete, mit dem Wintergarten und Spitzboden verbundene Luftschicht umschließt die komplette innen liegenden Gebäudedekubatur und soll planmäßig wie eine zusätzliche Dämmebene wirken. Die zweischalige Außenwandkonstruktion ist in diffusionsoffener Holzrahmenbauweise errichtet und soll sowohl den im Innenraum anfallenden Wasserdampf als auch andere gasförmige Fluide ohne zusätzliches Lüften (Fenster/Lüftungsanlage) abführen. Diese Fluide fallen aufgrund der Anwesenheit von Personen und deren Tätigkeiten im Innenraum/im Gebäude (duschen/kochen/atmen etc.) an.

Im Rahmen dieser Masterarbeit gilt es u. a. zu untersuchen, wie sich der Wasserdampf, der im Innenraum anfällt, sowohl in den Wandbauteilen als auch in der Luftschicht verteilt. Dies inkludiert ebenso die Behaglichkeit der Raumluft. Dazu wird ein realisiertes BSH in-situ vermessen, parallel dazu im Sinne einer Referenz Wandprüfkörper in einem Klimaschrank hinsichtlich ihrer Diffusions- und Feuchtespeichereigenschaften untersucht und zudem entsprechende Bauteilschichten sowie das BSH anhand von WUFI-Fallbeispielen simuliert.

Dadurch soll eine Grundlage für weiterführende Forschungsarbeiten geschaffen werden, die sich dem diffusionsoffenen Holzrahmenbau im speziellen des Haus-im-Haus-Prinzip widmen und eine Alternative zu konventionellen Baustilen, welche bspw. auf ein Lüftungskonzept angewiesen sind, bieten.

---

## Danksagung



Bedanken möchte ich mich bei:

- Herrn Ludger Dederich für die bisher einzigartige Unterstützung und Betreuung auf Augenhöhe,
- der Firma Bio-Solar-Haus allen voran bei Herrn Hubert Becher für die Zusammenarbeit, den Besuch im Sonnenpark und die Ermöglichung einer Masterabschlussarbeit,
- der Familie Rössle für ihre Bereitschaft ihr Wohnhaus als Referenzobjekt nutzen zu können sowie ganz konkret für die Führung eines Nutzerprotokolls,
- Frau Carola Demski für die Bereitstellung von Messinstrumenten,
- Herrn Jodok Braun bei der Unterstützung der hochschulintern durchgeführten Prüfungen,
- Herrn Breining für den spontanen Luftdichtigkeitstest am BSH,
- Herrn Volker Fux von der HfT-Stuttgart für die Bereitstellung der CO<sub>2</sub>-Sonde
- der Firma Gutex und Herrn Alexander Kögler für unterschiedliche Holzfaserdämmstoffplatten, welche als Ausgangsstoff für die hochschulinternen Prüfungen genutzt wurden,
- der Firma Stopper für die kostenlose Überlassung des wasserdampfdichten Verbundmaterials Vacufol (Dampfsperre),

- dem Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP) – Stuttgart für die freie Verfügbarkeit der Simulationsprogramme WUFI® Pro 6 und WUFI® Plus sowie den Support sowie
- beim Springer-Verlag für die Möglichkeit meine Arbeit veröffentlichen zu dürfen und im Besonderen bei Frau Danulat für die geduldige und stets freundliche Zusammenarbeit.

Alexander Lawrenz

Hochschule Ulm/Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

Rottenburg am Neckar, Deutschland

[lawrenz.alexander@googlemail.com](mailto:lawrenz.alexander@googlemail.com)

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
1.1	Holzrahmenbauweise .....	1
1.2	Bio-Solar-Haus-Prinzip .....	2
	Literatur .....	6
<b>2</b>	<b>Methodik</b> .....	7
2.1	Grundlagen .....	7
2.2	Nachweisverfahren und Verordnungen .....	10
2.3	Messdurchführungen und Simulationen .....	14
	Literatur .....	16
<b>3</b>	<b>In-Situ–Messung am Bio-Solar-Haus Rottenburg</b> .....	19
3.1	Temperatur & Feuchte .....	19
3.2	CO <sub>2</sub> -Gehalt .....	20
<b>4</b>	<b>Klimaschrankprüfstand</b> .....	23
4.1	Wandprüfkörper .....	23
4.2	Versuchsaufbau .....	25
	Literatur .....	28
<b>5</b>	<b>WUFI®-Simulation</b> .....	29
5.1	WUFI® Pro .....	29
5.2	WUFI® Plus .....	30
	Literatur .....	33
<b>6</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	35
6.1	Luftschichtdefinition .....	35
6.2	Klimaschrankversuch .....	36
6.3	In-situ-Messungen .....	40
6.4	Glaser-Verfahren .....	48
6.5	Gebäudesimulation .....	49
	Literatur .....	60

<b>7</b>	<b>Diskussion</b> .....	61
7.1	Ausblick .....	62
7.2	Zusammenfassung .....	62
<b>8</b>	<b>A – Baustoffdaten der Wandbauteile für BSH und Ref. Holzrahmenbau</b> ...	65
8.1	A.1 Merkblatt Zellulose .....	66
8.2	A.2 TM Gipsfaserplatte Fermacell. ....	67
8.3	A.3 TM Holzfaserweichfaserplatte Multitherm. ....	68
8.4	A.4 TM Holzweichfaserplatte Thermowall .....	69
8.5	A.5 Holzfaserweichplatte Multiplex-top .....	70
8.6	A.6 TM Unterspannbahn & Firstband .....	71
8.7	A.7 Bauteildaten Referenzholzrahmenbau .....	71
	Literatur. ....	72
<b>9</b>	<b>B – Tabellen zu Dampfdrücken und Tauwasserausfall</b> .....	73
9.1	B.1 – Sattdampfdrucktabelle ( $p_s$ ) .....	73
9.2	B.2 – Sattdampfkonzentration ( $c_{s1}$ ) und Wasserdampf-Taupunkttemperatur in Luft .....	75
	Literatur .....	76
<b>10</b>	<b>C – Diagramme zu Sorptionskurven und Flüssigtransportkoeffizienten der Bauteile</b> .....	77
<b>11</b>	<b>D – Wärmeübergangswiderstände für Luftschichten und unbeh. Räume</b> ...	79
11.1	D.1 Wärmedurchlass- und Wärmeübergangswiderstände aus .....	79
11.2	D.2 Wärmeübergangswiderstand $R_{ui}$ nach (Maßong 2010, S. 119) für unbeheizte Räume .....	80
	Literatur. ....	80
<b>12</b>	<b>E – Systemansichten des BSHs der Familie Rössle</b> .....	81
<b>13</b>	<b>F – Diagramme der Messdaten WUFI® Pro BSH innere Hausschale</b> .....	89



Um Gewissheit darüber zu bekommen, ob und wenn ja, warum das Prinzip des Bio-Solar-Hauses (BSH) nach anerkannten Regeln der Bautechnik funktioniert, soll dieses Fachbuch Antworten liefern. Dazu sind u. a. die Diffusionseigenschaften des BSHs zu untersuchen und der Feuchteschutz zu bestätigen. Zusätzlich ist die Luftschicht zwischen den Wandschalen zu definieren und herauszufinden, ob eine wärmedämmende Eigenschaft vorliegt.

## 1.1 Holzrahmenbauweise

Entstanden ist die Holzrahmenbauweise in Nordamerika als Weiterentwicklung des europäischen Fachwerks. Deshalb kann in dieser Region auf eine vergleichsweise lange Tradition zurückgeblickt werden, während im europäischen Raum weiterhin die Massivbauweisedominiert (Schmidt et al. 2009, S. 9). Dabei sprechen einige nennenswerte Vorteile für das Konstruktionsprinzip der Holzrahmenbauweise. Mit horizontalen und vertikalen Vollholzprodukten wird eine großflächige Rahmenkonstruktion erzeugt, die wiederum von Holzwerk- und anderen Plattenwerkstoffen beidseitig beplankt wird. In Verbindung mit in den Gefachen eingebrachten ökologischen Wärmedämmstoffen entstehen so leichte, dennoch stabile und nachhaltig energieeffiziente Bauteile für die Gebäudehülle.

Zur Veranschaulichung der Referenz für den diffusionsoffenen Holzrahmenbau dient Abb. 1.1 Hierbei handelt es sich um eine Holzrahmenbauweise mit vorgezogener hinterlüfteter Fassade und zusätzlicher Installationsebene. Besonderheit hierbei ist, dass anfallender Wasserdampf, größtenteils von der Witterung unbeeinflusst, durch den Wind abtransportiert werden kann. Wärmedämmtechnisch besitzt die Fassade jedoch keine Eigenschaften. Durch eine hydrophobierte mitteldichte Holzfaserverplatte (MDF) soll außen-seitige Feuchtigkeit am Eindringen gehindert werden. Der Wandaufbau ist in Tab. 1.1