

# Passivhäuser in Holzbauweise

Planen · Bauen · Betreiben

mit 236 Abbildungen und 17 Tabellen

**Architekt Gerrit Horn, Zimmermeister**

ist Inhaber eines Architektur- und Ingenieurbüros,

Teilhaber einer Zimmerei und spezialisiert auf Holz-Passivhäuser.



# Inhaltsverzeichnis

	Geleitwort .....	5
	Vorbemerkung des Autors .....	8
<b>1</b>	<b>Gebaute Passivhäuser in Holzbauweise .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Motivation .....</b>	<b>25</b>
2.1	Warum bauen wir eigentlich Passivhäuser? .....	25
2.2	Und warum bauen wir mit Holz? .....	26
2.3	Eine gute Lösung .....	28
<b>3</b>	<b>Was ist ein Passivhaus? .....</b>	<b>31</b>
3.1	Definition Passivhaus .....	31
3.2	Warum heißt das Passivhaus eigentlich Passivhaus? .....	31
3.3	Jahres-Heizwärmebedarf unter 15 kWh je Quadratmeter ...	32
3.3.1	Unterschied Heizwärmeverbrauch und Heizwärmebedarf ...	33
3.3.2	Ermittlung des Heizwärmebedarfs .....	35
3.3.3	PassivHausProjektierungsPaket PHPP – der zuverlässige Nachweis für den Passivhaus-Standard .....	36
3.4	Mit dem PHPP das Passivhaus genau berechnet .....	36
3.5	Heizlast unter 10 Watt pro Quadratmeter .....	41
3.5.1	Herleitung des Heizlastkriteriums .....	42
3.5.2	Rechnerische Herleitung der maximalen Heizlast .....	43
3.5.3	Was passiert, wenn die Heizleistung mehr als 10 W/m <sup>2</sup> beträgt?	44
3.5.4	Muss ein Passivhaus ausschließlich über die Zuluft beheizt werden? .....	45
3.6	Primärenergiebedarf < 120 kWh/(m <sup>2</sup> a) .....	45
3.7	Luftdichtigkeit n <sub>50</sub> ≤ 0,6 h <sup>-1</sup> .....	47
3.8	Wo liegt der Unterschied zu anderen Energiestandards und Gebäudebezeichnungen? .....	47
3.9	Wider der Förderverwirrung: Was ist der Unterschied zwischen einem Passivhaus und einem KfW-Effizienzhaus? .....	50
3.9.1	Förderdschungel: .....	50
3.9.2	Was ist eigentlich ein KfW-Effizienzhaus? .....	50
3.9.3	Wie sieht die Förderung konkret aus? .....	51

3.9.4	Unterschied zwischen dem „KfW-Effizienzhaus 70 (EnEV 2009)“ und dem Passivhaus in bezug auf Herstellungskosten und Gesamtkosten aus Finanzierung und Energie. ....	51
3.9.5	Investitionskostenunterschied. ....	51
3.9.6	Warum sollte man trotzdem Passivhäuser bauen? . ....	52
3.9.7	Fazit . ....	53
3.10	Übertemperaturhäufigkeit . ....	53
3.11	Zertifizierung von Passivhäusern, Passivhaus-Planern und passivhausgeeigneter Komponenten. ....	53
<b>4</b>	<b>Entwerfen von Passivhäusern. ....</b>	<b>57</b>
4.1	Ist ein kompakter Gebäudekörper ein absolutes Muss? . ....	57
4.2	Zonierung des Grundrisses: Ja oder Nein? . ....	58
4.3	Erste Skizzen mit dem 6B-Stift ? . ....	59
4.4	PHPP geht vor Konstruktion . ....	59
<b>5</b>	<b>Gebäudehülle . ....</b>	<b>61</b>
5.1	Reduktion der Wärmebrücken . ....	62
5.1.1	Ermittlung des Wärmebrückenverlustkoeffizienten $\Psi$ . ....	63
5.2	Die Passivhaus-Außenwand aus Stein oder Holz? . ....	66
5.2.1	Gut gemauert . ....	67
5.2.2	Vergleich von Massivbau-Varianten . ....	68
5.2.3	Kein Holzweg mit Holzstegträgern. ....	69
5.2.4	Tragende Installationsebene. ....	71
5.2.5	Fazit . ....	73
5.3	Der Sockelpunkt im Massivbau und bei Holzkonstruktionen .	73
5.3.1	Dämmung auf der Bodenplatte oder Kellerdecke. ....	74
5.3.2	Dämmung unter der Bodenplatte . ....	76
5.3.3	Welche Dämmung kommt unter die Bodenplatte und wie wird das ganze frostsicher? . ....	76
5.3.4	Voll gedämmte Kellerdecke im Holzbau . ....	78
5.3.5	Warme Füße . ....	78
5.4	Deckenanschlüsse bei Passivhäusern . ....	79
5.4.1	Der Massivbau hat es einfach . ....	79
5.4.2	Innenputz luftdicht angeschlossen . ....	79
5.4.3	Holzbau: Ohne Lücken mit Tücken . ....	81
5.4.4	Richtige Lastweiterleitung beachten . ....	81
5.4.5	Vielfalt mit Holz. ....	81
5.4.6	Auskragungen. ....	83
<b>6</b>	<b>Haustechnik im Passivhaus. ....</b>	<b>85</b>
6.1	Wohnklima und feuchtebedingte Bauschäden. ....	86
6.1.1	Die unsichtbare Gefahr durch Wasserdampf . ....	86
6.1.2	Relative und absolute Feuchtigkeit . ....	87

6.1.3	Luftwechsel .....	89
6.1.4	Lüftungswärmeverluste reduzieren .....	91
6.2.	Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung .....	92
6.2.1	Strombedarf des Lüftungsgerätes .....	94
6.2.2	Wärmetauscher .....	94
6.2.3	Lüftungsinstallation und Luftverteilung .....	95
6.2.4	Ventile .....	96
6.2.5	Schalldämmung der Lüftungsanlage: .....	98
6.2.6	Brandschutz .....	99
6.2.7	Wärmedämmung der Rohrleitungen .....	100
6.2.8	Luftheizregister .....	100
6.2.9	Frostsicherung .....	100
6.2.10	Erdwärmetauscher .....	101
6.2.11	Filter .....	104
6.2.12	Lüftungsplanung vom Fachingenieur .....	106
6.2.13	Einmessen der Anlage nach Fertigstellung .....	107
6.2.14	Sommerklima im Passivhaus – eine entscheidende Fragestellung .....	107
6.2.15	Heiz-/Kühlregister .....	108
6.2.16	Qualitätssicherung beim Lüftungsbau .....	108
6.3	Beheizung .....	109
6.3.1	Heizwärme verteilen .....	110
6.3.2	Heizwärmeerzeugung .....	112
6.4	Vorgefertigte Technikzelle .....	121
6.5	Integration der Haustechnik in ein Holz-Passivhaus .....	121
6.5.1	Hausanschlussraum .....	121
6.5.2	Leitungsführung .....	122
6.6	Fotovoltaik am Passivhaus .....	123
6.7	Sanitär- und Elektroinstallationen in Passivhäusern .....	125
6.7.1	Luftdichtigkeit der Gebäudehülle .....	125
6.7.2	Rohrbelüfter bei Abwasserrohren .....	125
6.7.3	Energieeffizienz bei der Elektroinstallation .....	126
<b>7</b>	<b>Holzbau – Stand heute</b> .....	<b>127</b>
7.1	Der Weg zum Holztafelbau .....	127
7.2	Vorfertigung contra Baustellenkonstruktion .....	128
7.3	Qualität im Holzhausbau .....	129
7.3.1	Allgemeines .....	130
7.3.2	Aufgabenwandel .....	131
7.3.3	Kundenzufriedenheit .....	131
7.3.4	Qualität der Ausführung des Baukörpers .....	132
7.3.5	Komfort in der Nutzungsphase .....	133
7.3.6	Passgenauigkeit .....	133
7.3.7	Tragkonstruktion: Statik .....	134
7.3.8	Qualitätssicherung – Qualitätsmanagement – ISO 9001 .....	134

7.3.9	Ü-Zeichen für geschlossene Dach-, Wand- und Deckentafeln .	136
7.3.10	Gütezeichen, Qualitätsgemeinschaften . . . . .	138
7.3.11	Ablauf einer Qualitätssicherung . . . . .	140
7.4	Holzbauplanung. . . . .	143
7.4.1	Aufbau einer Wandtafel. . . . .	145
7.4.2	Raster. . . . .	145
7.4.3	Gebäudeaussteifung. . . . .	146
7.4.4	Bepunktungen. . . . .	146
7.4.5	Verbindungsmittel. . . . .	146
7.4.6	Rippen. . . . .	146
7.5	Transportmaße. . . . .	147
7.6	Den Wind nicht unterschätzen!. . . . .	148
<b>8</b>	<b>Bauphysik für Holz-PH. . . . .</b>	<b>151</b>
8.1	Anforderungen an die Gebäudehülle . . . . .	151
8.2	PHPP U-Wert-Berechnung. . . . .	152
8.3	Wärmebrückenberechnung . . . . .	153
8.3.1	Normen müssen kritisch betrachtet werden . . . . .	154
8.3.2	Holz gibt's in jedem Haus . . . . .	154
8.3.3	Wieviele Wärme geht durch das Holz?. . . . .	155
8.3.4	Wärmeleitfähigkeit in der Normung . . . . .	155
8.3.5	Beispielrechnung mit unterschiedlichen Werten . . . . .	156
8.3.6	Klarheit durch Messungen . . . . .	157
8.3.7	Auswirkungen auf die Praxis . . . . .	157
8.3.8	Viel diskutiert – endlich Klarheit: . . . . .	158
8.3.9	Fazit . . . . .	158
8.4	Luftdichtigkeit . . . . .	158
8.4.1	Vermeiden von Bauschäden durch luftdichte Gebäude . . . . .	159
8.4.2	Können Wände atmen ? . . . . .	159
8.4.3	Wie dicht ist das Haus? . . . . .	160
8.4.4	$n_{50} = 0,6h^{-1}$ – der Grenzwert für Passivhäuser. . . . .	162
8.4.5	Leckageortung . . . . .	162
8.4.6	Zeitpunkt von Luftdichtigkeitsmessungen . . . . .	163
8.4.7	Luftdichtigkeit als Planungsaufgabe . . . . .	163
8.4.8	Im Massivbau dichtet der Stuckateur das Mauerwerk. . . . .	164
8.4.9	Anschluss an andere Bauteile. . . . .	165
8.4.10	Luftdichte Holzkonstruktionen. . . . .	165
8.4.11	Mit oder ohne Installationsebene . . . . .	168
8.4.12	Holz arbeitet . . . . .	168
8.4.13	Setzungen vermeiden. . . . .	169
8.4.14	Durchdringungen . . . . .	169
8.4.15	Luftdichtigkeit bei Fensteranschlüssen. . . . .	171
8.4.16	Ungeeignete Bauprodukte. . . . .	171
8.4.17	Fazit . . . . .	171
8.5	Wasserdampfdiffusion . . . . .	172

<b>9</b>	<b>Holzbaukonstruktionen für PH</b> .....	175
9.1	Außenwände .....	175
9.1.1	Installationsebene .....	177
9.1.2	Wandanschlüsse .....	177
9.1.3	Fensteranschluss .....	177
9.1.4	Konstruktion 1: tragende Installationsebene .....	179
9.1.5	Konstruktion 2: thermisch getrennter Träger mit nichttragender Installationsebene .....	181
9.1.6	Konstruktion 3: Holzstegträger ohne Installationsebene .....	183
9.2	Beispiel für die Entwicklung und Fertigung eines Außenwandelementes .....	184
9.2.1	Fazit .....	186
9.3	Hochwärmegedämmte Dachkonstruktionen .....	186
9.4	Deckenkonstruktionen .....	190
9.4.1	Deckenanschluss .....	190
9.4.2	Unterer Gebäudeabschluss .....	193
9.5	Holzmassivbauweisen für Passivhäuser .....	193
9.5.1	Brettstapel- und Dübelholzbauweise .....	193
9.5.2	Brettschichtholzbauweise .....	194
9.5.3	Brettsperrholzbauweise .....	194
9.5.4	Holzwerkstoffplattenbauweise .....	196
9.5.5	Brettlagenholzbauweise .....	196
9.5.6	Außenliegende Dämmung .....	196
9.5.7	WDVS auf Holzprodukten .....	197
9.5.8	Vorgesetzte Fassade .....	197
9.5.9	Fazit Holzmassivbauweisen .....	198
9.6	Gebäude- und Wohnungstrennwände im Holzbau .....	199
9.6.1	F 30-F 90-Gebäudetrennwände .....	199
9.6.2	Schallschutz .....	201
9.6.3	Luftdichtigkeit .....	202
9.6.4	Wärmebrücken .....	202
9.6.5	Alternativ: Wohnungseigentumsgesetz .....	203
9.6.6	Wohnungstrennwände .....	204
9.6.7	Abschließende Hinweise .....	205
9.6.8	Fazit .....	205
<b>10</b>	<b>Fenster und Türen</b> .....	207
10.1	Passivhaustaugliche Fenster .....	207
10.2	Worauf sollten Handwerker und Architekten bei der Fensterauswahl achten? .....	207
10.3	Was ist in der Zukunft noch zu erwarten? .....	209
10.4	Welches Fenster wird für welchen Zweck gebraucht? .....	209
10.5	Warum Dreifachverglasungen? .....	210
10.5.1	Berechnung des Fenster U-Wertes .....	213

10.6	Passivhausfenster mal anders . . . . .	213
10.7	Begriffe rund um das Thema Passivhaus-Fenster . . . . .	216
10.8	Passivhaustaugliche Haustüren . . . . .	220
10.9	Dachflächenfenster im Passivhaus . . . . .	221
<b>11</b>	<b>Verschattungseinrichtungen . . . . .</b>	<b>223</b>
11.1	Das Passivhaus bietet mehr Komfort . . . . .	223
11.2	Das Passivhaus ist auch im Sommer komfortabel . . . . .	224
11.3	Dachüberstände und Balkone als Verschattungen . . . . .	224
11.4	Außenliegende Verschattung . . . . .	224
11.5	Mit Rolläden verdunkeln . . . . .	225
11.6	Ohne Gurt . . . . .	226
11.7	Mehr Licht mit Jalousien . . . . .	226
11.8	Screens und Markisen . . . . .	227
11.9	Montage von Jalousien und Screens . . . . .	228
11.10	Mit Klappläden klappt's auch . . . . .	229
11.11	Gestaltung mit Schiebeläden . . . . .	229
11.12	Verschattungen für Dachflächenfenster . . . . .	230
11.13	Der Laubbaum im Garten . . . . .	230
11.14	Fazit . . . . .	230
<b>12</b>	<b>Beispielgebäude . . . . .</b>	<b>231</b>
12.1	Forstliches Dienstgebäude . . . . .	231
12.1.1	Projektbeschreibung . . . . .	232
12.1.2	Projektdateien . . . . .	233
12.1.3	Spezifische Baukosten . . . . .	235
12.1.4	Planung . . . . .	236
12.1.5	Details . . . . .	238
12.1.6	Fotos Bauablauf . . . . .	242
12.2	Passivhaus in Düsseldorf an einer Bahnlinie . . . . .	245
12.2.1	Aufgabenstellung für den Planer . . . . .	245
12.2.2	Schallschutz-Anforderungen . . . . .	246
12.2.3	Lösungssuche . . . . .	246
12.2.4	Gestaltung des Grundrisses . . . . .	246
12.2.5	Passivhaus: hoher Komfort auch beim Schallschutz . . . . .	251
12.2.6	Außenbauteile . . . . .	251
12.2.7	Bewährungsprobe . . . . .	255
12.2.8	Fazit . . . . .	255

<b>13</b>	<b>Marketing: Wie kommt das Passivhaus zum Kunden?</b> .....	257
13.1	Der Markt für Passivhäuser .....	257
13.2	Das Passivhaus zahlt die Rente .....	257
13.2.1	Allgemeinwissen: Das Passivhaus rechnet sich .....	257
13.2.2	Die individuelle Lebensfinanzierung .....	259
13.2.3	Das Passivhaus zahlt eine Rente von 590 € pro Monat .....	259
13.2.4	Weitere Finanzvorteile des Passivhauses .....	261
13.2.5	Zusammenfassung .....	262
16.3	Mehr Komfort vermarkten .....	263
<b>14</b>	<b>Juristische Aspekte zur Planung und Beratung bei Passivhäusern</b> ..	265
14.1	juristische Hürde: Energiebedarf und Energieverbrauch .....	265
14.2	Das Passivhaus, der Passivhaus-Nachweis mittels PHPP und die Passivhaus-Zertifizierung .....	267
14.3	Nicht jedes als Passivhaus verkaufte Gebäude ist auch eines ..	268
14.4	Luftdichtigkeit bei mehreren Gewerken .....	269
14.5	Gutachten rund ums Passivhaus – Sachverständige für das Passivhaus .....	269
14.6	Zusammenfassung .....	270
<b>15</b>	<b>Anhang</b> .....	271
15.1	Technische Daten der Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen im Überblick .....	271
15.2	Nutzerhandbuch .....	272
15.2.1	Nutzerverhalten im Winter .....	272
15.2.2	Nutzerverhalten im Sommer .....	273
15.2.3	Filterwechsel der Lüftungsanlage .....	275
15.2.4	Wartung Lüftungsanlage .....	275
15.3	Kontaktadressen .....	276
15.4	Verwendete und empfohlene Literatur .....	278
15.5	Stichwortverzeichnis .....	282