

ANHANG 2



Infos PHPP

1 Thermischer Komfort	3
1.1 Interne und solare Wärmegewinne	3
1.2 Sommerbypass.....	4
1.3 Luft-Erdwärmetauscher	5
2 Heizungsversorgung und Brauchwarmwasserbereitung	6
2.1 Änderung der Innenraumtemperatur	6
2.2 Heizlastberechnung im PHPP	7
2.3 Berücksichtigung der Verschattung	9
3 Energieeffizienz von Komfortlüftungen	10
3.1 Frischluftbedarf	10
3.2 Mittlerer Luftwechsel und Luftaustausch ..	10
3.3 Unterdruck- und Gleichdruckbetrieb.....	11
3.4 Hinweis auf das Pflichtblatt Lüftung	11
3.5 Sonstige allgemeine Hinweise	12
4 Strombedarf	13
4.1 Haushaltsstrombedarf	13
4.2 Tages- und Kunstlichtnutzung	13
4.3 Hilfsstrombedarf	14

1 Thermischer Komfort

1.1 INTERNE und SOLARE WÄRMEGEWINNE

Die Projektierung des Passivhauses sollte, zumindest wenn Personenbelegung und Geräteausstattung des zu planenden Gebäudes bekannt sind, mit den tatsächlichen internen Wärmegegewinnen im Tabellenblatt „Interne Wärmegegewinne“ kurz „IWQ“ des Passivhaus Projektierungs Pakets (PHPP) erfolgen. Dazu sind im Wesentlichen **drei Schritte** notwendig:

1.) Im Tabellenblatt „Nachweis“ muss beim Punkt „interne Wärmequellen – Art der verwendeten Werte“ von „Standard“ auf „PHPP Berechnung Wohngebäude“ umgestellt werden (siehe Abbildung 1).

Architekt:
Straße:
PLZ/Ort:
Haustechnik:
Straße:
PLZ/Ort:
Baujahr:
Zahl WE:
Raumes Volumen V_R :
Personenzahl:
Energiebezugsfläche:
Energiebezugsfläche:
Verwendet: Monatsverfahren
Energiekennwert Heizwärme:
Heizlast:
Innentemperatur: 20,0 °C
Interne Wärmequellen: 0,0 W/m²
mittlere Geschosshöhe: m
Berechnung Strombedarf / interne Wärmegegewinne
Gebäudeart: Wohngebäude
Interne Wärmequellen
Nutzung: Wohnen
Art der verwendeten Werte: PHPP Berechnung Wohngebäude
Personenanzahl projektiert
Nachweis der Anforderungen
Nachweis
Monatsverfahren
Energiekennwert Heizwärme Jahresverfahren
Energiekennwert Heizwärme Monatsverfahren

Verwendet:	Monatsverfahren	Zertifizierungsanforderungen	Erfüllt?
Wert Heizwärme:	kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	
Heizlast:	W/m ²	10 W/m ²	

Abbildung 1: Tabellenblatt „Nachweis“ - Umstellen der verwendeten Werte
(Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt)

2.) Im zweiten Schritt muss das Tabellenblatt „Strom“ sorgfältig ausgefüllt werden. Die Angaben zu den verwendeten Haushaltsgeräten bzw. der Beleuchtung sollten so genau wie möglich erfolgen.

3.) Im dritten Schritt wird dann der automatisch ermittelte Wert für die tatsächlichen internen Wärmegegewinne im Tabellenblatt „IWQ“ in das vorgesehene Kästchen eintragen (siehe dazu Abbildung 2).

HINWEIS

Soll das projektierte Gebäude vom Passivhaus Institut Darmstadt zu einem „Qualitätsgeprüften Passivhaus“ zertifiziert werden, muss bei der Berechnung mit internen Gewinnen von 2,1 W/m² gerechnet werden. Dann empfiehlt sich die Durchführung einer zweiten separaten Berechnung des Gebäudes. Eine Version wird für die Zertifizierung herangezogen, in der zweiten Version können dann die tatsächlichen internen Wärmegegewinne kalkuliert werden. Diese zweite Version sollte dann auch für die weiteren Betrachtungen und Entscheidungen herangezogen werden. Nähere Informationen zur Zertifizierung zum „Qualitätsgeprüften Passivhaus“ können den Zertifizierungskriterien¹ des Passivhaus Institutes Darmstadt entnommen werden.

¹ Passivhaus Institut Darmstadt - Zertifizierung als „Qualitätsgeprüftes Passivhaus“ - Kriterien für Passivhäuser mit Wohnnutzung; http://www.passiv.de/03_zer/Gebaud/Kriter.pdf

1 Thermischer Komfort

Passivhaus-Projektierung
INTERNE WÄRMEGEWINNE

Objekt: Passivhaus-Endhaus Kranichstein

Nutzung: Wohnen **1,34** W/m² Berechnungsergebnis aus diesem Blatt

Art der verwendeten Werte: PHPP Berechnung Vorkal

Ergebnis aus oberer Zeile hier eintragen: **1,34** W/m²

Berechnung interne Wärme Haushalte

Spalte für:

Anwendung	Verfügbares (1/0) bzw. Anzahl Personen	Personen Wohnfläche (1/0)	Normverbrauch	Nutzungsfaktor	Häufigkeit	Heizwärmebedarf (kWh/a)	Heizzeit (h/a)	Bei Elektroblanz mitgerechnet?	Verfügbarkeit	genutzt in Zeitraum (h/a)	interne Wärmequelle (W)
Geschirrspülen	1	1	1,1 kWh/Anw.	1,00	65 / (P/a)	319	*	0,30	/	8,76	11
Waschen	1	1	1,0 kWh/Anw.	1,00	57 / (P/a)	241	*	0,30	/	8,76	8
Trocknen mit Wascheleine	1	0	0,0 kWh/Anw.	0,88	57 / (P/a)	0	*	1,00	/	8,76	0
Energieverbr. durch Verdunstung	1	0	0,0 kWh/Anw.	0,60	57 / (P/a)	0	*	1,00	/	8,76	0
Kühlen	1	1	0,3 kWh/Anw.	1,00	365 dia	102	*	1,00	/	8,76	12
Gefrieren	1	0	0,6 kWh/Anw.	0,90	365 dia	181	*	1,00	/	8,76	0
oder Kombination	0	1	0,7 kWh/Anw.	1,00	365 dia	0	*	1,00	/	8,76	0
Kochen	1	1	0,3 kWh/Anw.	1,00	500 / (P/a)	557	*	0,50	/	8,76	32
Beleuchtung	1	1	20,8 W	1,00	2,9 kh/(P/a)	269	*	1,00	/	8,76	31
Elektronik	1	1	80,0 W	1,00	0,55 kh/(P/a)	196	*	1,00	/	8,76	22
Kleingeräte/sonstiges	1	1	50,0 W	1,00	1,0 / (P/a)	223	*	1,00	/	8,76	25
Hilfsgeräte (s. Blatt Hilfsstrom)	0	0,0					*		/		5
Sonstige Einrichtungen (s. Bl. Strom)	0	0,0					*		/		0
Personen	4	1	80,0 W/P	1,00	8,76 kh/a	3124	*	0,55	/	8,76	196
Kaltwasser	4	1	-5,0 W/P	1,00	8,76 kh/a		*		/		-22
Verdunstung	4	1	-25,0 W/P	1,00	8,76 kh/a	-976	*	1,00	/	8,76	-111
Summe											209
Kenwert											1,34
Wärmeangebot aus internen Quellen											7,2

225 d/a

W/m² **1,34**
kWh/(m²a) **7,2**

Abbildung 2: Tabellenblatt „IWQ“ – projektierte interne Wärmegegewinne übernehmen

Neben den internen Wärmegegewinnen hat naturgemäß auch der solare Wärmeeintrag einen Einfluss auf die Raumtemperatur.

Um dazu die tatsächlichen Gegebenheiten abzubilden, ist die korrekte Eingabe in das Tabellenblatt „Verschattung“ bzw. auch „Verschattung-S“ erforderlich. Im Tabellenblatt „Verschattung-S“ können zusätzliche Abminderungsfaktoren für die Sommermonate eingetragen werden, beispielsweise die Verschattung durch umliegende Laubbäume oder durch einen zusätzlichen temporären Sonnenschutz. Auch zukünftige Gebäude bzw. Bäume oder ähnliches, die bald zu einer Verschattung der transparenten Flächen führen könnten, sollten berücksichtigt werden.

1.2 SOMMERBYPASS

Die Berücksichtigung des Sommerbypass der mechanischen Lüftungsanlage erfolgt im Tabellenblatt „Sommer“ unter dem Punkt „Lüftung Sommer“. Nachfolgende Abbildung 3 zeigt einen Auszug dieses Unterpunktes im genannten Tabellenblatt.

1 Thermischer Komfort

30 **Lüftung Sommer** kontinuierliche Lüftung zur Sicherstellung ausreichender Luftqualität

31

32 Luftwechsel durch freie Lüftung (Fenster & Fugen) oder mechanische Abluft, Sommer:

33

34 Anlagenluftwechsel Sommer:

35

36

37 $n_{l, frei}$ $n_{l, Anlage}$ Φ_{WRG} $n_{l, Rest}$

38 1/h 1/h 1/h 1/h

39 energetisch wirksamer Luftwechsel n_l $0,000 + 0,000 * (1 - 0,000) + 0,046 = 0,046$

40

Abbildung 3: Tabellenblatt „Sommer“ – Eingabe der Lüftung im Sommer
(Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt)

- ...hier Luftwechsel eingeben, der bei natürlicher Lüftung oder mechanischer Abluftanlage entsteht; Berechnung des Luftwechsels kann im Tabellenblatt „SommLuft“ erfolgen (Hinweis zu Tabellenblatt „SommLuft“ siehe weiter unten)
- ...wenn die mechanische Zu- und Abluftanlage auch im Sommer in Betrieb ist, muss hier der Luftwechsel der Anlage eingegeben werden
- ☐ ...hier **mit** WRG ankreuzen, wenn die mechanische Zu- und Abluftanlage über **keinen** Sommerbypass verfügt

1.3 LUFT-ERDWÄRMETAUSCHER

Die Berechnung der Effizienz von Luft-Erdwärmetauschern kann u.a. mit der Software „PHLuft“ des Passivhaus Institutes Darmstadt (PHI) erfolgen.

Das Programm kann kostenlos von der Homepage² des PHI bezogen werden. Ebenso sind darin detaillierte Informationen zur Software samt Hinweise zur Eingabe der notwendigen Parameter verfügbar. Nachfolgende Abbildung 4 zeigt einen Auszug aus dem Berechnungsprogramm.

Erdreichwärmetauscher

Datei: default Datensatz: 7 S. Oberheingr. Wetterregion: von 01.10 bis 31.03 Betriebszeit: Hilfe

Erdbreich Bodentyp: Dichte [kg/m³]: 1800 Wärmeleitfähigkeit [W/mK]: 1.45 Temperaturleitfähig. [m²/s]: 6.015e-7

Randbedingung Luftvolumenstrom [m³/h]: 120 Verlegetiefe [m]: 1.5 Tiefe Grundwassersp. [m]: 30

Lüftungskanal Rohrrinnendurchmesser [mm]: 90 Rohrwandstärke [mm]: 5 Rohrrauigkeit [mm]: 1 Wärmeleitfähigkeit [W/mK]: 1.5 Länge der Einzelrohre [m]: 20

Ergebnisse min. Austrittstemperatur [°C]: Wärmezu / abfuhr [kWh/a]: Netto-Wärmeabgabe [kWh/a]: Druckverlust [Pa]: Jahresarbeitszahl [-]: Wärmebereitstellungsgrad [%]:

Berechnung Berechnung starten Grafik anzeigen

Rohrregister Anzahl der Rohre [-]: 3 Durchmesser Verteiler [mm]: 160 Ventilatorwirkungsgrad [%]: 15 Abstand der Rohre [m]: 1 Durchströmung nach Tichelmann Durchströmung in Mäanderform

Abbildung 4: Auszug Berechnungsprogramm „PHLuft“
(Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt)

² Passivhaus Institut Darmstadt – PHLuft10 Programm zur Unterstützung von Planern von Passivhaus-Lüftungsanlagen; www.passiv.de/04_pub/Literatur/PHLuft/PHLuft10.zip

2 Heizungsversorgung & Brauchwarmwasserbereitung

2.1 ÄNDERUNG DER INNENRAUMTEMPERATUR

Grundsätzlich kann bei der Projektierung angedacht werden, diese mit einer höheren Innentemperatur durchzuführen. Untersuchungen³ haben gezeigt, dass eine Raumtemperatur von 20°C in der Realität kaum eingehalten wird, sondern diese zum Teil deutlich höher liegt. Eine Projektierung mit höheren Raumtemperaturen würde daher vielmehr den tatsächlichen Gegebenheiten entsprechen.

Die dementsprechende Änderung der projektierten Raumtemperatur erfolgt im Tabellenblatt „Nachweis“ unter dem Punkt „Innentemperatur“ (siehe Markierung Abbildung 5).

HINWEIS

Wird eine Zertifizierung des Gebäudes zum „Qualitätsgeprüften Passivhaus“ angestrebt, hat die Projektierung mit 20°C Innenraumtemperatur zu erfolgen. Auch hier empfiehlt sich allerdings wiederum die Projektierung des Gebäudes in zwei Versionen. 1. Version mit 20°C Raumtemperatur zur Zertifizierung – 2. Version mit höherer Innenraumtemperatur für die weiteren Betrachtungen und Entscheidungen.

Eine Berechnung mit höheren Innenraumtemperaturen darf nur in Abstimmung mit dem/r zuständigen Bauherren/ Bauherrin erfolgen!

Bauherr(en):	Bauherrengemeinschaft Passivhaus		
Straße:			
PLZ/Ort:	D-64289 Darmstadt		
Architekt:	Prof. Bott/Ridder/Westermeyer		
Straße:	Jahnstr. 8		
PLZ/Ort:	D-64285 Darmstadt		
Haustechnik:	öeb Dipl.-Ing. Norbert Stärz		
Straße:	Bahnhofstr. 49		
PLZ/Ort:	D-64319 Pfungstadt		
Baujahr:	1991	Innentemperatur:	20,0 °C
Zahl WE:	1	Interne Wärmequellen:	1,3 W/m²
Umbautes Volumen V _g :	665,0 m³	mittlere Geschosshöhe:	2,7 m
Personenzahl:	4,5		

Orte mit Bezug auf Energiebezugsfläche			
Energiebezugsfläche:	156,0 m²		
	Verwendet:	Monatsverfahren	Zertifizierungsanforderungen
Energiekennwert Heizwärme:	16 kWh/(m²a)		15 kWh/(m²a)
Heizlast:	10 W/m²		10 W/m²
Drucktest-Ergebnis:	0,2 h ⁻¹		0,6 h ⁻¹
Primärenergie-Kennwert	69 kWh/(m²a)		120 kWh/(m²a)
Heizung, Kühlung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):			
Primärenergie-Kennwert			

Abbildung 5: Tabellenblatt „Nachweis“ - Veränderung der Innenraumtemperatur (Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt)

³ Wagner, W.; Spörk-Dür, M.; Lechner, R.; Suschek-Berger, J. (2010); Ergebnisse der messtechnischen Begleituntersuchungen von „Haus der Zukunft“ – Demonstrationsbauten – Leitfaden; BMVIT; Wien

2 Heizungsversorgung & Brauchwarmwasserbereitung

2.2 HEIZLASTBERECHNUNG IM PHPP

Die Ermittlung der Heizlast erfolgt im PHPP für zwei unterschiedliche Wetterszenarien:

- **Szenario 1:** tiefere Außentemperatur
höhere Einstrahlungswerte
- **Szenario 2:** höhere Außentemperatur
geringere Einstrahlungswerte

Die dazu erforderlichen Wetterdaten werden mittels dynamischer Simulation ermittelt.⁴

Anzumerken ist, dass für die Berechnung der Heizlast nicht die Norm-Außentemperatur, sondern der Mittelwert der Tageschwankung am Tag der Erreichung der Norm-Außentemperatur herangezogen wird (siehe Skizze Abbildung 6).

Die Berechnung der Heizlast erfolgt im dafür vorgesehenen Tabellenblatt „Heizlast“. Für die Kalkulation der Heizlast im PHPP sind keine gesonderten Eingaben notwendig. Die erforderlichen Daten werden automatisch aus den anderen Tabellenblättern übernommen.

Das Ergebnis wird am Ende des Tabellenblattes dargestellt. Interessant ist dabei der Vergleich mit dem Ergebnis der Berechnung der maximalen Heizleistung der Lüftungsanlage, welches

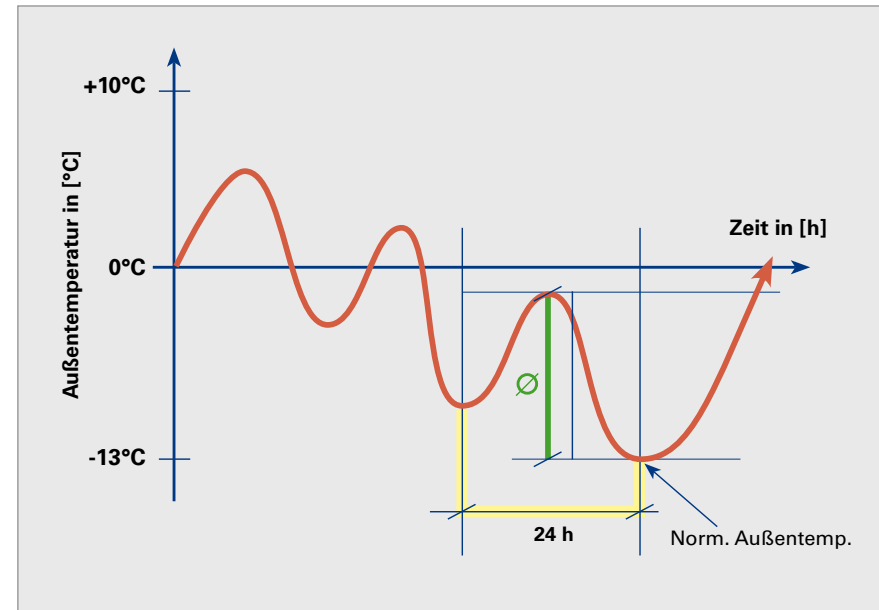


Abbildung 6: Skizze zur Bestimmung der Bezugsaußentemperatur bei der Heizlastberechnung; (Quelle: AEE INTEC)

ebenfalls im Tabellenblatt „Heizlast“ dargestellt wird (siehe Abbildung 7). Nur dieser Wert gibt im Endeffekt Auskunft darüber, ob eine alleinige Wärmeversorgung des Gebäudes über eine reine Luftheizung möglich ist oder nicht.

⁴ Vgl. Feist, W.; Pfluger, R.; Kaufmann, B.; Schnieders J.; Kah, O. (2007): Passivhaus Projektierungs Paket 2007 – Anforderungen an qualitätsgeprüfte Passivhäuser; Handbuch; Passivhaus Institut Darmstadt

2 Heizungsversorgung & Brauchwarmwasserbereitung

81	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
82																		
83																		
84																		
85																		
86																		
87																		
88																		
89																		
90																		
91																		
92																		
93																		
94																		
95																		
96																		
97																		
98																		

Heizwärmelast P_H

wohnlächenspezifische Heizwärmelast P_H / A_{EB}

Eingabe max. Zulufttemperatur: 52 °C
Max. Zulufttemperatur $\vartheta_{zu, Max}$: 52 °C
Zulufttemperatur ohne Nachheizung

zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist $P_{Zuluft, Max}$

$P_V - P_G = 1557$ bzw. 1457

$= 1557$ W

$= 10,0$ W/m²

$\vartheta_{zu, Min}$ 18,0 °C 18,1 °C

$= 1314$ W spezifisch 8,4 W/m²

Über die Zuluft beheizbar? (ja/nein) **nein**

Abbildung 7: Tabellenblatt „Heizlast“ – Ergebnis der Heizlastberechnung und der Berechnung der max. Heizleistung der Lüftungsanlage (Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt)

- ...Ergebnis der Heizlastberechnung für das projektierte Gebäude in W und bezogen auf die Energiebezugsfläche in W/m²
- ...Ergebnis der Berechnung der maximalen Heizleistung der projektierten Lüftungsanlage in W und in W/m²
- ...Auskunft darüber, ob eine alleinige Wärmeversorgung über die Lüftungsanlage ausreichend ist oder nicht

HINWEIS

Soll das Gebäude ausschließlich über eine Luftheizung mit Wärme versorgt werden, muss unbedingt auf die oben beschriebenen Ergebnisse im Tabellenblatt „Heizlast“ Rück-

sicht genommen werden, da es sonst zu einer Wärmeunterversorgung der Wohnungen kommen und dies Unbehaglichkeit hervorrufen kann.

Als zusätzliche Möglichkeit kann, ebenfalls im Tabellenblatt „Heizlast“, die Bewertung eines einzelnen Raums hinsichtlich einer kritischen Heizlastsituation erfolgen. Für den zu untersuchenden Raum sind folgende Eingaben notwendig:

- Wohnfläche
- Projektierte Außenluftmenge der Lüftungsanlage
- Wärmetauschende Flächen und deren U-Werte gegen Außenluft & Erdreich u. gegenüber anderen Wohnungen
- Angaben zu Risikofaktoren (Lage im Gebäude, thermische Trennung zu Nachbarräumen, Luftaustausch mit Nachbarräumen, Undichtheiten)

Aus diesen Angaben wird im Anschluss das Gesamtrisiko für den Raum sowie gegebenenfalls konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet.⁴

Abbildung 8 zeigt einen Auszug aus dieser Berechnung, wobei das Ergebnis der Risikobestimmung samt Ableitung einer Empfehlung am Ende ersichtlich ist (orange Markierung).

Die Risikobestimmung für einen konkreten Einzelraum sollte auf jeden Fall dann durchgeführt werden, wenn im Zuge der Planung der Verdacht besteht, dass Räume auf Grund ihrer Lage oder Ausrichtung mit Wärme unterversorgt werden könnten. Dies kann z.B. bei Eckräumen in Nord-Richtung möglich sein.

2.3 BERÜCKSICHTIGUNG DER VERSCHATTUNG

Für das Ergebnis der Berechnung des Heizwärmebedarfs sowie der Heizlast ist die korrekte Abbildung der solaren Gewinne von großer Bedeutung.

Bei der Projektierung von Passivhäusern gilt es unbedingt die derzeitige, aber vor allem auch bekannte zukünftige, Verschattungen der transparenten Flächen detailliert zu berücksichtigen. Nur so kann gewährleistet werden, dass die solaren Gewinne der Realität entsprechend in der Planung abgebildet sind. Von Bedeutung ist dabei das Tabellenblatt „Verschattung“, in dem für jede eingegebene transparente Fläche die jeweilige Verschattungssituation bemessen werden kann.

Mehr Infos zur Eingabe der Verschattung in das Passivhaus Projektierungs Paket sind dem dazugehörigen Handbuch zu entnehmen.⁴

Abbildung 8: Tabellenblatt „Heizlast“ - Risikobestimmung eines kritischen Raums
(Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt)

3 Energieeffizienz von Komfortlüftungen

3.1 FRISCHLUFT-BEDARF

Bei der Projektierung der Lüftungsanlage sollte lt. PHPP-Handbuch⁴ von einem Frischluftbedarf pro Person von rund $30 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{Person})$ ausgegangen werden. Dieser Wert kann sowohl für Wohngebäude, als auch für Bürogebäude herangezogen werden. Besondere Achtung gilt es jedoch bei Gebäuden mit hoher körperlicher Aktivität der BenutzerInnen (z.B. Sporthallen). In diesem Fall wird ein höherer Frischluftbedarf empfohlen.

3.2 MITTLERER LUFTWECHSEL UND LUFTAUUSTAUSCH

Bei der Projektierung sollte ein mittlerer Luftwechsel von $\geq 0,3 \text{ h}^{-1}$ eingehalten werden. Gleichzeitig gilt es aber auch ein Augenmerk auf den mittleren Luftaustausch (in m^3/h) zu legen (siehe Abbildung 9). Bei geringer Personenanzahl kann sich an dieser Stelle ein zu hoher personenbezogener Frischluftbedarf (vgl. Kapitel 3.1) ergeben, was in weiterer Folge zu einem unbehaglichen Raumklima im Gebäude führen kann.

Grundsätzlich könnten im PHPP die täglichen Betriebszeiten der versch. Lüftungsstufen eingegeben werden. Da das Nutzerverhalten in den meisten Fällen nicht im Detail bekannt ist, ist es auch nicht zweckmäßig, das genaue Regelungsverhalten im Tabellenblatt „Lüftung“ abzubilden. Sinnvoll ist es hier einen mittleren Luftwechsel über das Jahr (siehe grüne Markierung).

HINWEIS

Für die Zertifizierung des Gebäudes zum „Qualitätsgeprüften Passivhaus“ muss die Projektierung mit einem mittleren Lüftungsvolumenstrom von $20\text{-}30 \text{ m}^3/\text{h}$ je Person im Haushalt durchgeführt werden. Mindestens gilt es jedoch einen 0,30-fachen Luftwechsel (bezogen auf Energiebezugsfläche $\times 2,5 \text{ m}$ Raumhöhe) einzuhalten. Die verwendeten Luftmassenströme müssen dann in weiterer Folge auch den tatsächlichen Einregulierungswerten entsprechen.¹

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
54		Frischluft pro Person			$\text{m}^3/(\text{P} \cdot \text{h})$	30					
55		Frischluftbedarf			m^3/h	134		Bad			
56		Ablufträume					Küche	Bad	(nur Dusche)	WC	
57		Anzahl					1	1	1	1	
58		Abluftbedarf pro Raum			m^3/h	60	40	20	20		
59		Abluftbedarf gesamt			m^3/h	140					
60											
61		Auslegungsvolumenstrom (Maximum)			m^3/h	152					
62											
63		Berechnung des mittleren Luftwechsels									
64			tägl. Betriebszeiten		Faktoren bezügl. Maximum			Luftvolumenstrom		Luftwechsel	
65											
66		Betriebsarten		h/d				m^3/h		$1/\text{h}$	
67		Maximum				1,00		152		0,39	
68		Standard		24,0		0,77		117		0,30	
69		Grundlüftung				0,54		82		0,21	
70		Minimum				0,40		61		0,16	
71											
72						Mittelwert	0,77	mittlerer Luftaustausch (m^3/h)		mittlerer Luftwechsel ($1/\text{h}$)	
73								117		0,30	
74											
75											

Abbildung 9: Tabellenblatt „Lüftung“ – mittlerer Luftwechsel ($1/\text{h}$) und mittlerer Luftaustausch (m^3/h); (Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt)

3 Energieeffizienz von Komfortlüftungen

3.3 UNTERDRUCK- UND GLEICHDRUCK-BETRIEB

Zentrale Zu- und Abluftanlagen können grundsätzlich entweder im Unterdruckbetrieb oder im Gleichdruckbetrieb errichtet werden. Der Unterdruckbetrieb ist dadurch gekennzeichnet, dass der Abluftvolumenstrom höher ist als der Zuluftvolumenstrom. Dadurch soll verhindert werden, dass belastete Raumluft aus Küche, Bad und WC in die Aufenthaltsbereiche einströmt. Bei einem Gleichdruckbetrieb wird der Abluftvolumenstrom gleich dem Zuluftvolumenstrom bemessen.

In der Projektierung können diese beiden unterschiedlichen Betriebsweisen im Tabellenblatt „Lüftung“ unter dem Punkt „Art der Lüftung“ berücksichtigt werden (siehe Abbildung 10).

Eine „balancierte Passivhauslüftung“ (Fall 1) beschreibt dabei einen Gleichdruckbetrieb, in dem der Frischluftvolumenstrom dem Abluftvolumenstrom entspricht. Der Begriff „Reine Abluft“ (Fall 2) steht für einen Unterdruckbetrieb mit einem größeren Abluft- als Frischluftvolumenstrom.

3.4 HINWEIS AUF DAS PFLICHTBLATT LÜFTUNG

Für die Planung und Einregulierung der Volumenströme je Raum wird der Einsatz des „Pflichtblatt Lüftung“ empfohlen. Dieses

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4				Objekt: Passivhaus-Endhaus Kranichstein					
5									
6				Energiebezugsfläche A_{EB}		m ²	156		(Blatt Flächen)
7				Raumhöhe h		m	2,5		(Blatt Heizwärme)
8				Raumluftvolumen Lüftung ($A_{EB} \cdot h$) = V_L		m ³	390		(Blatt Heizwärme)
9									
10				Art der Lüftungsanlage					
11				<input checked="" type="checkbox"/> Balancierte Passivhauslüftung					1 bitte ankreuzen
12				<input type="checkbox"/> Reine Abluft					2
13									
14				Infiltrationsluftwechsel					
15									
16				Windschutz-Koeffizienten e und f					
17									
18				Koeffizient e für Abschirmungsklasse			mehrere Einwirkungs-seiten	eine Einwirkungs-seite	
19									
20				keine Abschirmung			0,10	0,03	
21				mäßige Abschirmung			0,07	0,02	
22				starke Abschirmung			0,04	0,01	

Abbildung 10: Tabellenblatt „Lüftung“ – Unterscheidung Gleichdruck- und Unterdruckbetrieb bei der Projektierung; (Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt)

Pflichtblatt liegt als Excel-Datei dem Passivhaus Projektierungs-Paket bei.

Durch eine detaillierte Planung der Luftmengenverteilung soll so dafür gesorgt werden, dass zum einen jeder Raum ausreichend be- und entlüftet wird (über Zu- und Abluftventile bzw. Überströmöffnungen) und zum anderen, dass ein optimierter Betrieb der Lüftungsanlage möglich ist.

Mehr Informationen zum „Pflichtblatt Lüftung“ und der erforderlichen Eingaben bei der Planung und Einregulierung sind dem Handbuch⁴ zu entnehmen.

3 Energieeffizienz von Komfortlüftungen

3.5 SONSTIGE ALLGEMEINE HINWEISE

Im Tabellenblatt „Lüftung“ ist zur Berechnung des stündlichen Infiltrationsluftwechsels das Netto Volumen V_{n50} beim Drucktest (Blower-Door-Test) einzugeben. Dieses Volumen muss allerdings nicht mit dem wirksamen Luftvolumen V_L übereinstimmen. Die Korrektur der unterschiedlichen Volumina erfolgt in der Berechnung des Infiltrationsluftwechsels durch den Faktor V_{n50}/V_L .

Wird das zentrale Lüftungsgerät außerhalb der thermischen Hülle aufgestellt und betrieben, so kann dies ebenfalls im Tabellenblatt „Lüftung“ berücksichtigt werden (Abbildung 11 – grüne Markierung). Als Temperaturen für den Aufstellungsraum (blaue Markierung) werden beim Keller ca. 10°C und bei Aufstellung im Außenbereich (Bsp. „Holzhütte“) ca. 5-6°C empfohlen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
73										
74										
75										
76										
77	Auswahl des Lüftungsgeräts mit Wärmerückgewinnung									
78										
79	<input type="radio"/> Gerät innerhalb der thermischen Hülle									
80	<input checked="" type="radio"/> Gerät außerhalb der thermischen Hülle									
81										
82										
83										
84	Auswahl Lüftungsgerät	Wärmerückgewinnungsgerät					Wärmebereitstellungsgrad η_{WRG}	spez. Leistungsaufnahme [Wh/m³]	Einsatzbereich [m³/h]	
85							0,83	0,40	k.2	
86	Leitwert Zuluftkanal	Ψ	W/(mK)	0,164		Berechnung siehe unten				
87	Länge des Zuluftkanals		m	1,1						
88	Leitwert Abluftkanal	Ψ	W/(mK)	0,223		Berechnung siehe unten				
89	Länge des Abluftkanals		m	1,5						
90	Temperatur des Aufstellungsraumes (nur eintragen falls Gerät außerhalb der thermischen Hülle)		°C	11		Innenraum mittl. Außen mittl. Erdreich				
91										
92										
93	Effektiver Wärmebereitstellungsgrad	$\eta_{WRG,eff}$					82,4%			

Abbildung 11: Tabellenblatt „Lüftung“ – Lüftungsgerät außerhalb der thermischen Hülle; (Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt)

4 Strombedarf

4.1 HAUSHALTSSTROMBEDARF

Die Berechnung des Haushaltsstrombedarfs für Wohngebäude erfolgt im Tabellenblatt „Strom“, für Nicht-Wohngebäude im dazugehörigen Tabellenblatt „StromNiWo“.

Bei der Projektierung sollte auf eine möglichst genaue Abbildung des zu erwartenden Strombedarfs geachtet werden. Das bedeutet, dass idealerweise im Zuge der Planung bereits festgelegt wird, welche Haushaltsgeräte (samt deren Energieeffizienz) zukünftig im Einsatz sein werden/sollen.

Durch diese detailgetreue Abbildung der Haushaltsgeräte wird nicht nur Haushaltsstrom in der Energiebilanz richtig berücksichtigt, sondern auch die tatsächlich zu erwartenden internen Wärmegewinne werden in weiterer Folge bei der Projektierung des Gebäudes herangezogen (vgl. dazu Kapitel 1.1).

Das Tabellenblatt „Strom“ kann allerdings nicht nur zur Berechnung des Haushaltsstrombedarfs verwendet werden. Gleichzeitige sind auch Analysen des Strom-Einsparpotenzials und dessen Auswirkungen auf die Gesamt-Energiebilanz möglich. So kann z.B. überprüft werden, welche Wirkung der Einsatz stromsparender Geräte, oder sogar der Verzicht auf einige Haushaltsgeräte, auf die End- und Primärenergiebilanz des Gebäudes hat (Bsp. Wäschetrockner).

Erneut gilt es zu betonen, dass die Gebäude-NutzerInnen und -EigentümerInnen schon in der Planungsphase darauf hingewiesen werden sollten, dass der Einsatz elektrischer Geräte im

Sommer auf ein Minimum zu begrenzen ist, um so die internen Wärmequellen und die damit verbundene mögliche Überhitzung im Sommer zu vermeiden.



HINWEIS

Die Zertifizierung des Gebäudes zum „Qualitätsgeprüften Passivhaus“ hat lt. Kriterien¹ des Passivhaus Institutes Darmstadt mit den Standardwerte nach PHPP zu erfolgen. Hierbei empfiehlt sich allerdings wiederum die Projektierung in zwei Versionen. Eine Version mit den Standardwerten für die Zertifizierung, eine zweite Version mit den tatsächlichen Werten für die weiteren Betrachtungen und Entscheidungen.

4.2 TAGES- & KUNSTLICHTNUTZUNG

Das Tabellenblatt „StromNiWo“ kann nicht nur genutzt werden, um den Strombedarf von Nicht-Wohngebäuden zu berechnen, sondern auch um Tages- und Kunstlichtnutzungen zu überprüfen bzw. zu ermitteln. So kann z.B. in der Projektierung eine etwaige tageslichtabhängige Beleuchtungskontrolle durch die Eingabe der Beleuchtungssteuerung (manuell, autark (nicht) ausschaltend, Bussystem) sowie durch die Einbeziehung möglicher Präsenzmelder berücksichtigt werden.

4 Strombedarf

Angemerkt sei allerdings, dass sich der Energiebedarf der Beleuchtung nicht nur durch den Einsatz energieeffiziente Leuchtmittel, eine optimierte Beleuchtungssteuerung sowie Präsenzmelder reduzieren lässt, sondern auch durch eine höchstmögliche Ausnutzung des natürlichen Tageslichtes. Eine optimierte Tageslichtplanung und -simulation sollte daher im Zuge des Planungsprozesses durchgeführt werden. Eine besondere Aufmerksamkeit gilt es ebenfalls auf das Verhalten der NutzerInnen zu legen. Dadurch können ebenfalls erheblichen Reduktion des Stromverbrauchs für die Beleuchtung erreicht werden.

Auf dieses vorhandene Energieeinsparpotenzial sollten die zukünftigen Gebäude-EigentümerInnen und -NutzerInnen ebenfalls bereits in der Planungsphase hingewiesen werden.

Mehr Informationen zur tageslichtabhängigen Beleuchtungskontrolle und der vorhandenen Möglichkeit der Analyse der Tages- und Kunstlichtnutzung finden sich im Handbuch⁴ zum PHPP.

4.3 HILFSSTROMBEDARF

Die Berechnung des Hilfsstrombedarfs, der für die haustechnische Anlage des Gebäudes erforderlich ist, erfolgt im Tabellenblatt „Hilfsstrom“.

Die Projektierung des Strombedarfs für Lüftung, Heizung und Trinkwarmwasserbereitung sollten wiederum so detailliert wie möglich und bereits auf die (geplanten) eingesetzten Geräte und Systeme hin erfolgen. Nur so kann der Hilfsstrombedarf bei der Berechnung der Energiebilanzen (End- und Primärenergie) korrekt einfließen.

Wird die mechanische Lüftungsanlage auch im Sommer betrieben, muss dieser Umstand auch bei der Berechnung des Hilfsstrombedarfs berücksichtigt werden. Dazu wird im Tabellenblatt „Hilfsstrom“ beim Punkt „Lüftung im Sommer – vorhanden (1/0)“ der Wert auf 1 gestellt (siehe Abbildung 12).

Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Anwendung	vorhanden (1/0)	in wärmetauschender Hülle (1/0)	Normbedarf	Nutzungsfaktor	Betriebsdauer	Bezugsgröße	Strombedarf (kWh/a)
Lüftungsanlage							
Lüftung im Winter	1	1	0,40 Wh/m³	0,30 h⁻¹	5,4 kh/a	390 m³	253
Lüftung im Sommer	1	1	0,40 Wh/m³	0,30 h⁻¹	3,4 kh/a	390 m³	157
Enteisung WT	0	0	304 W	1,00	0,1 kh/a	1	0
Heizungsanlage							
Eingabewert Nennleistungsaufnahme d. Pumpe			21 W	1			
Umwälzpumpe	1	0	21 W	0,8	5,4 kh/a	1	87
el. Leistungsaufnahme des Kessels bei 30% Last							
Hilfsenergie Kessel Heiz.	1	0	25 W	1,00	2,40 kh/a	1	61
Hilfsenergie Stückholz- / Pelletfeuerung	0	0					0
Trinkwarmwasser-Anlage							
Eingabewert mittl. Leistungsaufnahme d. Pumpe			6 W				

Abbildung 12: Tabellenblatt „Hilfsstrom“ – Lüftung im Sommer aktiv

Zusätzlich kann das Tabellenblatt „Hilfsstrom“ erneut für gleichzeitige Analysen des Strom-Einsparpotenzials und dessen Auswirkungen auf die Gesamt-Energiebilanz verwendet werden. So kann z.B. überprüft werden, welche Wirkung der Einsatz stromeffizienter Geräte und Systeme, auf die End- und Primärenergiebilanz des Gebäudes hat.