



**PEP**

**Promotion of European Passive Houses**

## **Working Paper 1.2 Passive House Solutions**

**DEUTSCHE ÜBERSETZUNG durch proKlima**

**Isolda Strom**

**Identifikation: DHV\_WP1.2**

**Loes Joosten**

**Datum: 22-12-2005**

**Chiel Boonstra**

**Anhang: 6**

**DHV**

**Verteilung: PEP-Konsortium**

**Ergebnis**

**1.3**

---

**Intelligent Energy**  **Europe**

Das PEP-Projekt wird teilweise von der Europäischen Kommission im Programm [Intelligent Energy Europe](#) unterstützt. EIE/04/030/S07.39990

Das PEP-Konsortium besteht aus den folgenden Partnern:

Energy research Center of the Netherlands	ECN		Niederlande	Koordinator
Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE Institute for Sustainable Technologies	AEE INTEC		Österreich	Partner
Building Research Establishment	BRE		Großbritannien	Partner
DHV Building and Industry	DHV		Niederlande	Partner
Ellehauge & Kildemoes	EK		Dänemark	Partner
National University of Ireland	NUID		Irland	Partner
Passiefhuis-Platform	PHP		Belgien	Partner
proKlima	ProKlima		Deutschland	Partner
Passiv House Institut	PHI		Deutschland	Unterauftragnehmer von proKlima
Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges Tekniske Høgskole	SINTEF		Norwegen	Partner
Technical research Centre of Finland	VTT		Finnland	Partner

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>3</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>4</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>4</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>4</b>
<b>AKRONYME UND ABKÜRZUNGEN .....</b>	<b>6</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>6</b>
<b>1 EINLEITUNG.....</b>	<b>7</b>
<b>2 BASISLÖSUNGEN FÜR PASSIVHÄUSER.....</b>	<b>9</b>
2.1 DÄMMUNG (AUBENWÄNDE, DACH, BODENPLATTEN/KELLERDECKEN, FENSTER & TÜREN) .....	9
2.2 WÄRMEBRÜCKEN .....	16
2.3 LUFTDICHTHEIT .....	18
2.4 LÜFTUNGSANLAGE MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG .....	20
2.5 DÄMMUNG DER LÜFTUNGSROHRE UND WARMWASSERLEITUNGEN.....	22
2.6 MINIMALE RAUMHEIZUNG FÜR EIN BEHAGLICHES INNENRAUMKLIMA.....	23
2.7 GUTE LUFTQUALITÄT DURCH REGELMÄßIGEN LUFTAUSTAUSCH.....	26
2.8 VERGLASUNG UND ORIENTIERUNG DER FENSTER.....	28
2.9 (SOLARE) WARMWASSERBEREITUNG .....	29
2.10 ENERGIEEFFIZIENTE HAUSHALTSGERÄTE & BELEUCHTUNG .....	32
2.11 ZUSAMMENFASSUNG .....	34
<b>3 ALLGEMEINE NATIONALE HEMMNISSE BEI DER REALISIERUNG VON PASSIVHÄUSERN .....</b>	<b>36</b>
3.1 ÖSTERREICH .....	37
3.2 BELGIEN .....	38
3.3 DÄNEMARK.....	38
3.4 DEUTSCHLAND .....	39
3.5 IRLAND .....	39
3.6 NIEDERLANDE.....	40
3.7 NORWEGEN.....	41
3.8 GROßBRITANNIEN .....	41
3.9 ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG DES PASSIVHAUSKONZEPTEs .....	42
3.10 SCHLUSSFOLGERUNG .....	42
<b>WEITERFÜHRENDE LINKS:.....</b>	<b>44</b>
<b>ANHANG .....</b>	<b>48</b>

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: BEISPIELE FÜR „BEST PRACTICE DETAILS“ DER THERMISCHEN GEBÄUDEHÜLLE	10
ABBILDUNG 2: BEISPIELE FÜR „BEST PRACTICE DETAILS“ DER THERMISCHEN GEBÄUDEHÜLLE	11
ABBILDUNG 3: BEISPIELE FÜR „BEST PRACTICE DETAILS“ DER THERMISCHEN GEBÄUDEHÜLLE	12
ABBILDUNG 4: DURCHSCHNITTLLICHE U-WERTE DER AUßENBAUTEILE (WAND, DACH, BODENPLATTE/KELLERDECKE) IN DEN PARTNERLÄNDERN	13
ABBILDUNG 5: BEISPIELE VON 3-FACH VERGLASUNGEN IN FENSTERRAHMEN ( $U=0,8 \text{ W/(M}^2\text{K)}$ )	14
ABBILDUNG 6: AUßENMAßBEZOGENER WÄRMEBRÜCKENVERLUSTKOEFFIZIENT $\Psi \leq 0,01 \text{ W/(MK)}$ , QUELLE: SINTEF BYGGFORSK, PHI, PROKLIMA	16
ABBILDUNG 7 BLOWER-DOOR-TEST, QUELLE: WWW.PASSIVHAUS.DE	18
ABBILDUNG 8 WÄRMEÜBERTRAGER, QUELLE: WWW.PASSIVHAUS.DE	20
ABBILDUNG 9 BALANCIERTER LÜFTUNGSBETRIEB, QUELLE: INFORMATIEPUNT DUURZAAM BOUWEN WWW.IPDUBO.NL	20
ABBILDUNG 10 WÄRMEÜBERTRAGER, QUELLE: PHI	20
ABBILDUNG 11 DÄMMUNG DER AUßENLUFT- UND FORTLUFTKANÄLE, QUELLE: PHI	22
ABBILDUNG 12 REGELMÄßIGER AUSTAUSCH DER FILTER IST WICHTIG FÜR DIE RAUMLUFTQUALITÄT, QUELLE: AEE INSTITUT FÜR NACHHALTIGE TECHNOLOGIEN	26
ABBILDUNG 13 EINSATZ VON ÜBERSTÄNDEN, QUELLE: NOVEM, 2000, „DE ZON IN STEDENBOUW EN ARCHITECTUUR“	28

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Passivhauslösungen/ -maßnahmen	7
---	---

## Literaturverzeichnis

1. Feist, W., Peper, S., Görg, M., CEPHEUS Project Information No. 38: Final Publical Report, Darmstadt Juli 2001.
2. Feist, W., Pfluger, R., Kaufmann, B., Schnieders, J., Kah, O., Passive House Planning Package 2004, Darmstadt 2004.
3. [http://europa.eu.int/comm/energy/demand/legislation/domestic\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/energy/demand/legislation/domestic_en.htm)
4. Novem, 2000, „De zon in stedenbouw en architectuur“
5. <http://www.passiefhuisplatform.be>
6. <http://www.maisonpassive.be>
7. <http://www.passivehouse.be>
8. Proceedings of the Benelux Passive House Symposium 2005, Aalst, Belgien
9. La Maison Passive. Introduction pour les architectes et les futures maîtres d'ouvrage. Ed. PHP & La Cambre Architecture, Berchem, 2005
10. Proceedings of PHS 2004 2nd Benelux Passive House Symposium, Gent, Belgien, Ed. PHP, Berchem

11. PHPP 2003 Benelux – instrument voor de kwaliteitsbewaking van passiefhuizen, Ed. PHP, Berchem
12. Proceedings of PHS 2003 1st Benelux Passive House Symposium, Turnhout, België, Ed. PHP, Berchem
13. Mlecnik Erwin, 19. November 2005: seminarie op Architecture & Energie 2050, Brussel
14. Cobbaert Bart, 21-23. September 2005: airtightness of low energy buildings op AIVC conference, Brussel
15. Cobbaert Bart, 'Certificatiesysteem voor passiefhuizen', Benelux Passive House Symposium 2005, 21. Oktober 2005, Aalst, België.
16. Mlecnik Erwin, 'Passiefhuizen: energiebesparingspotentieel en klimaatkans voor de bouwsector', Benelux Passive House Symposium 2005, Oktober 21, 2005, Aalst, België.
17. Cobbaert Bart, 'Airtightness in low energy buildings', AIVC conference 2005, Brussel, België
18. Mlecnik Erwin, 'Developing an indigenous market for passive solar houses', See the Light 2005, Galway, Ierland
19. Mlecnik Erwin, 'Passive House Projects in Belgium', 9e internationale Passivhaustagung April 29-30, 2005, Ludwigshafen, Deutschland
20. Cobbaert Bart, 'PHPP: instrument voor de kwaliteitsbewaking van passiefhuizen', 2nd Benelux Passive House Symposium PHS 2004, Oktober 22, 2004, Gent, België. (S. 73-88)
21. Mlecnik Erwin, 'Kwaliteitsbewaking van passiefhuizen en energiezuinige woningen', 2nd Benelux Passive House Symposium PHS 2004, Oktober 22, 2004, Gent, België. (S. 133-147)
22. Mlecnik Erwin, 'Stand van zaken passiefhuizen', 2nd Benelux Passive House Symposium PHS 2004, Oktober 22, 2004, Gent, België. (S. 2-14)
23. Mlecnik Erwin, 'Demand and supply solutions for more passive buildings: implementation of PHP', 21th conference on Passive and Low energy Architecture PLEA 2004, September 19-22, 2004, Eindhoven, Nederlande
24. Mlecnik Erwin, 'The Success of the Passive House in Belgium', 8e Europäische Passivhaustagung EPHT 2004, April 16-18, 2004, Krems a.d. Donau, Österreich (S. 585-589)
25. Mlecnik Erwin, 'Passive House Platform: 1 year later', 1st Benelux Passive House Symposium PHS 2003, Oktober 24, 2003, Turnhout, België. (S. 161-179)
26. Cobbaert Bart, 'Living Today: ontwerp en realisatie van luchtdichtheid', 1st Benelux Passive House Symposium PHS 2003, Oktober 24, 2003, Turnhout, België. (proc. 106-120)
27. Mlecnik Erwin, 'PHP: towards radical energy reduction in Flemish buildings', 7e Internationale Passivhaustagung, Februar 21-22, 2003 Hamburg, Deutschland (S. 271-274)

## Akronyme und Abkürzungen

CEPHEUS	Cost efficient Passive Houses as European standards
BHKW	Blockheizkraftwerk
FW	Fernwärme
WW	Warmwasserbereitung
GIW	Garantie Instituut Woningbouw (guarantee institute housing construction)
Low-e	low-emittance
PH	Passivhaus
SFP	Specific Fan Power
SME	Small medium enterprise
VOC	Volatile organic compound
VSE	Very small enterprise

## Zusammenfassung

Dieses Arbeitspapier gibt einen Überblick zu Passivhauslösungen. In den Partnerländern wurde eine Bestandsaufnahme zu den in Passivhäusern ausgeführten Lösungen erstellt. Hieraus wurden die am häufigsten angewandten Basislösungen identifiziert und näher beschrieben. Darüber hinaus wurde die übliche Baupraxis der Länder erfasst und der Abstand zum Passivhausstandard dargestellt. Die Bestandsaufnahme der Partnerländer ist dem Anhang des Arbeitspapiers zu entnehmen.

Die Analyse der Passivhaus-Lösungen der Partnerländer ergibt eine hohe Priorität für die Energieeffizienz der thermischen Hülle, die durch einen hohen Dämmstandard für Außenwände, Dach, unteren Gebäudeabschluss sowie Fenster und Türen, wärmebrückenfreie und luftdichte Konstruktionen gekennzeichnet ist. Wegen der hohen Luftdichtheit spielt ein geeignetes Lüftungssystem zur Sicherstellung einer sehr guten Innenluftqualität eine große Rolle. Aber auch effiziente (semi-solare) Heizsysteme für die kombinierte (Niedertemperatur-) Raumheizung und Warmwasserbereitung sind ein wichtiges Thema in den Partnerländern. Andere Basislösungen für Passivhäuser zeigen geringere Abweichungen zu üblichen Standards in den Partnerländern und weniger Hemmnisse.

Kapitel 3 stellt die Hemmnisse und Lösungsansätze zu deren Überwindung dar. Die häufigsten Hemmnisse in den Partnerländern sind: begrenztes Know-how, Ausführungsqualität und Fertigungsniveau sowie die Marktakzeptanz von Passivhäusern. Basierend auf den Lösungsvorschlägen müssen die Arbeitsschwerpunkte auf das Schaffen praktischer Informationen und Lösungen für die am Baubeteiligten, Ausbildung für Installateure und Bauunternehmen sowie auf die verstärkte Kommunikation des Passivhauskonzeptes gelegt werden.

## 1 Einleitung

Ein Passivhaus hat definitionsgemäß einen Jahres-Heizwärmebedarf von weniger als 15 kWh je m<sup>2</sup> beheizter Wohnfläche und einen maximalen jährlichen Primärenergiebedarf von 120 kWh/m<sup>2</sup> für Raumheizung, Warmwasserbereitung und sämtliche Haushaltsanwendungen.

Zur Erfüllung dieser Bedingung steht an erster Stelle die Reduzierung des Energiebedarfs des Gebäudes. Hohe Effizienz beim Energieeinsatz ist das Hauptmerkmal des Passivhauskonzeptes. Ein weiteres Merkmal ist die Nutzung passiver (solarer) Techniken. Mit einer wesentlich verbesserten Energieeffizienz ist der verbleibende Energieverbrauch so gering, dass eine Deckung allein durch erneuerbare Energiequellen möglich wird.

Die Projektpartner haben eine Bestandsaufnahme zu Passivhauslösungen sowie zum Umfang ihrer Anwendung in den jeweiligen Ländern durchgeführt (siehe Anhang). Maßnahmen zur Umsetzung des Passivhauskonzeptes sind in Tabelle 1 aufgelistet. Sofern möglich wurden übliche Ausführungsstandards für Passivhäuser ergänzt.

Nach dem Zusammentragen technischer Maßnahmen, die in Passivhaus-Beispielen der Partnerländer eingesetzt werden, erfolgte eine Unterteilung in drei Kategorien: „Basislösungen“, „oft angewandte optionale Lösungen“ und „andere optionale Lösungen“. Die Basislösung kommt bei allen Passivhausbeispielen zum Einsatz, während optionale Lösungen nicht in jedem Fall anzutreffen sind. Tabelle 1 zeigt die 3 Kategorien und ggf. Orientierungswerte.

Maßnahme/Lösung	Passivhausstandard
<b>1. Hoher Dämmstandard</b>	
Außenwände	$U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Dach	$U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Bodenplatte/Kellerdecke	$U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Fensterrahmen/Tür	$U \leq 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Verglasung	$U \leq 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Wärmebrücken	Verlustkoeffizient $\Psi \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$
Luftdichtheit	$n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
Kompaktheit	
<b>2. Wärmerückgewinnung</b>	
Luft-Luft-Gegenstromwärmetauscher	Wärmerückgewinnung $\eta \geq 75 \%$
Erdwärmetauscher (EWT)	Frostfreie Temperaturen nach EWT
Gedämmte Luftkanäle	
Sonstige Wärmerückgewinnung (z.B. Lüftung & Abwasserleitungen)	
Wärmerückgewinnung Warmwasser	
Gedämmte Warmwasserleitungen	
Minimaler Heizwärmebedarf	Nachheizung über die Zuluft / Niedertemperaturheizung
Effiziente Heizsysteme mit geringer Leistung	Biomasse, Wärmepumpe, Erdgas, KWK (z.B. Fernwärme), etc.
Luftwechselrate	Min. $0,4 \text{ h}^{-1}$ oder $30 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{Person})$ oder nationale Vorschrift
<b>3. (Passiv-)solare Gewinne</b>	
Verglasung	Energiedurchlassgrad $g \geq 50 \%$
Solare Warmwasserbereitung	
Thermische Masse in Gebäudehülle	
Solare Orientierung	
Nächtliche Verschattung	
Verschattungsfaktor [%] (Ost, West)	
<b>4. Stromeffizienz</b>	
Haushaltsgeräte mit EU-Label (A-G)	Senkung des Energieverbrauchs um 50 % im Vergleich zum Durchschnittsverbrauch
Warmwasseranschlüsse für Waschmaschine/Geschirrspüler	
Kompaktleuchtstofflampen	
Regelmäßiger Filteraustausch des Lüftungssystems	
Gleichstrommotoren für Ventilatoren	
Effiziente Ventilatoren	$\leq 0,45 \text{ W/(m}^3\text{/h transportierter Luft)}$
<b>5. Erneuerbare Energien</b>	
Windkraft	
Photovoltaik	
Solarthermische Energie	
Biomasse	
Andere	

	Basislösung
	Oft angewandte optionale Lösung
	Andere optionale Lösung

Tabelle 1: Passivhauslösungen/ -maßnahmen

In den folgenden Abschnitten wird jede Basislösung beschrieben, zusammen mit Informationen zur Bandbreite, dem Abstand des landesüblichen Standards zu den Anforderungen an ein Passivhaus, länderspezifischen Hemmnissen und Anreizen, sowie den Hauptbefürwortern in den Partnerländern. Dadurch bietet sich ein internationaler Überblick zu den jeweils erforderlichen Lösungen, wesentlichen Aspekten und Ansätzen zur Umsetzung des Passivhausstandards in den Partnerländern. Detaillierte Informationen zu Passivhauslösungen enthält der Anhang. Allgemeine Hemmnisse und mögliche Lösungsansätze in den Partnerländern sind in Kapitel 3 zusammengestellt.



## 2 Basislösungen für Passivhäuser

### 2.1 Dämmung (Außenwände, Dach, Bodenplatten/Kellerdecken, Fenster & Türen)

#### **Beschreibung**

Eine hervorragende thermische Qualität der Gebäudehülle ist eine der wichtigsten Bedingungen zur Umsetzung von Passivhäusern: Sehr gute Dämmung und hohe Luftdichtheit minimieren die Wärmeverluste über die Außenhülle. Auf den folgenden Seiten werden Dämmmaßnahmen in den Partnerländern dargestellt.

#### **Bandbreite**

Gebaute Passivhausbeispiele in den Partnerländern weisen U-Werte zwischen 0,09 und 0,15 W/(m<sup>2</sup>K) auf.

Typische Beispiellösungen für die Außenbauteile von Passivhäusern in den verschiedenen Ländern sind in den Abbildungen 1-3 auf den nächsten Seiten zusammengefasst. Die Unterschiede zeigen sich in:

- der Bauweise: Holz oder Massiv
- der thermischen Masse: hoch oder niedrig
- der Art der Fassadengestaltung: Putz oder Klinker

Die Vielfalt der Konstruktionen verdeutlicht, dass auch unter Einbeziehung der regionalen Randbedingungen wie Bautradition und -vorschriften in den jeweiligen Ländern Lösungen für Passivhäuser vorhanden sind.

Abbildung 1: Beispiele für „Best Practice Details“ der thermischen Gebäudehülle

	Facade Out – In	Floor	Roof	Window Out - In	Construction/ examples
Germany					
Belgium					
Norway					
Austria					
Finland					

Abbildung 2: Beispiele für „Best Practice Details“ der thermischen Gebäudehülle


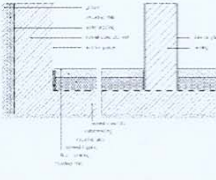
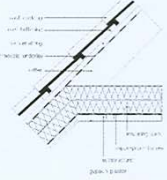
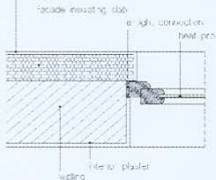
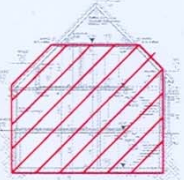
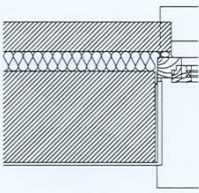
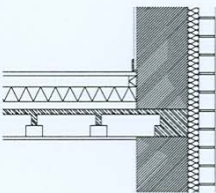
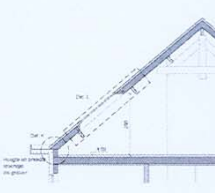
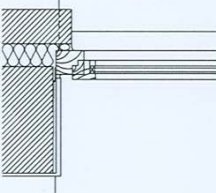

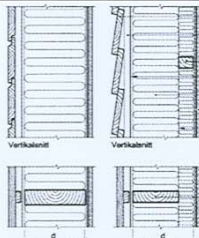
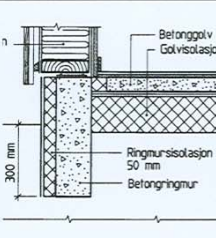
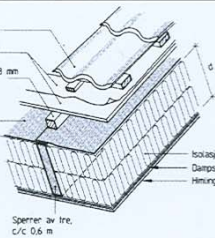
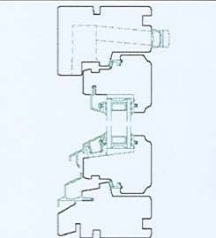

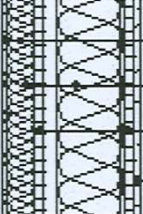
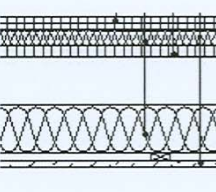
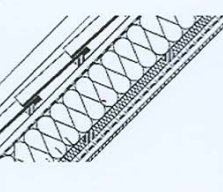


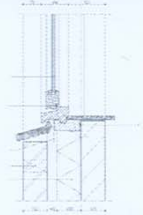
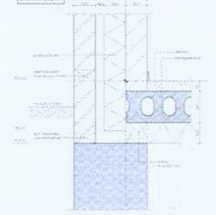
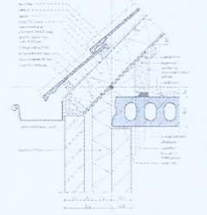



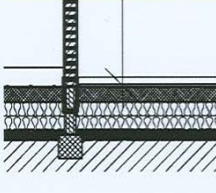

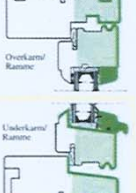
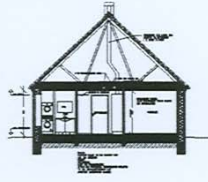
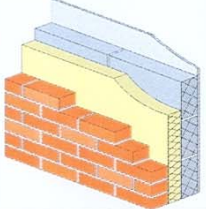
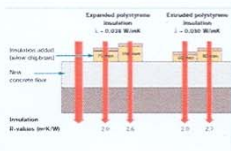
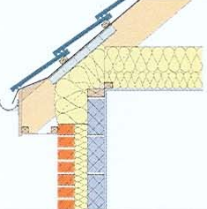
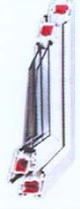

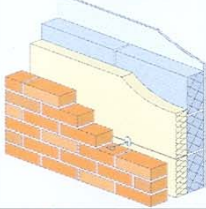
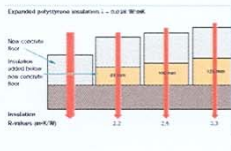
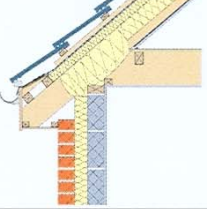
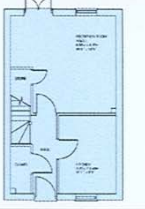
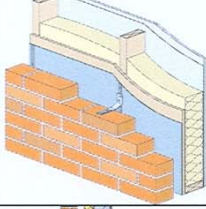
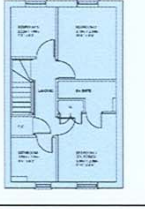
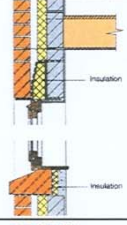
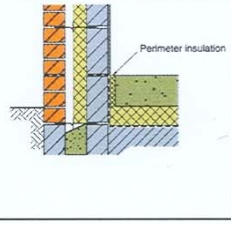
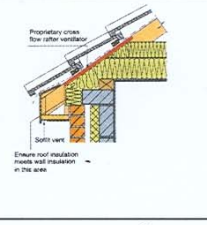

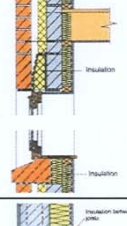
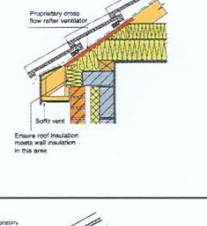
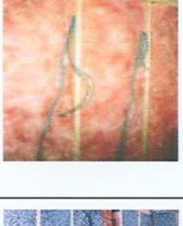
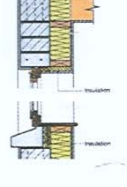
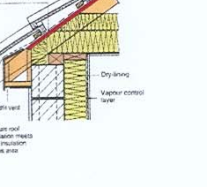

	Facade Out – In	Floor	Roof	Window Out - In	Construction/ examples
Germany					
Belgium					
Norway					
Austria					
Netherlands					
Denmark					



Abbildung 3: Beispiele für „Best Practice Details“ der thermischen Gebäudehülle

	Facade Out – In	Floor	Roof	Window Out - In	Construction/ examples
UK					
					
					
Ireland					
					
					

## **Abstand zu den Anforderungen an ein Passivhaus**

### Außenwände, Dächer und Bodenplatten/Kellerdecken

Die U-Werte für Außenbauteile entsprechend der üblichen Ausführungspraxis in den Ländern im Vergleich zu Passivhauskonstruktionen sind in Abbildung 4 dargestellt.

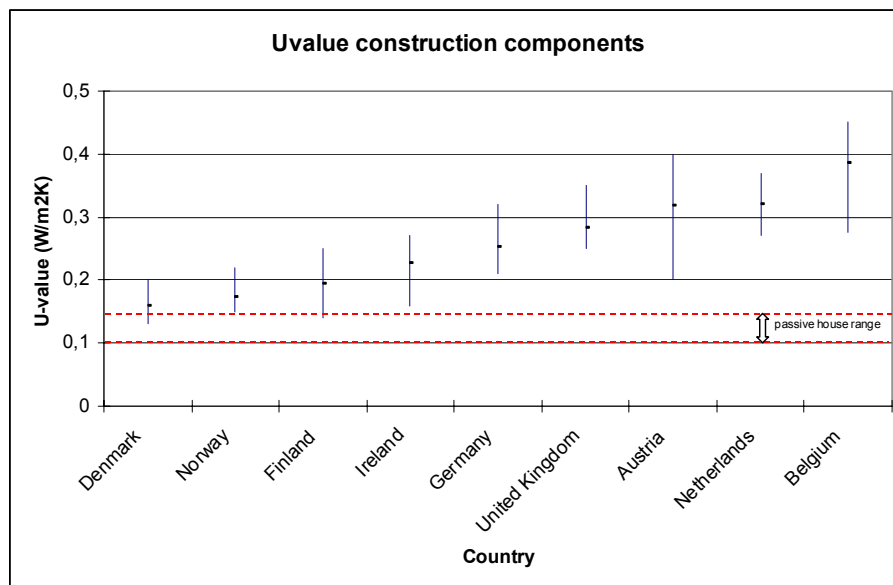


Abbildung 4: Durchschnittliche U-Werte der Außenbauteile (Wand, Dach, Bodenplatte/Kellerdecke) in den Partnerländern

Die durchschnittlichen U-Werte reichen in der Praxis von 0,16 bis 0,39 W/(m²K). Dabei zeigt sich, dass der Standard in den Skandinavischen Ländern nah an die Kriterien eines Passivhauses reicht. In anderen Fällen sind die Standards an die thermische Gebäudehülle jedoch weit von den Anforderungen an ein Passivhaus entfernt und eine Erhöhung der Anforderung ist erforderlich.

### Fenster und Rahmen

Fensterrahmen mit U-Werten kleiner 0,8 W/(m²K) (Abbildung 5) entsprechen nicht dem üblichen Standard in den meisten Ländern. In den Niederlanden wird beispielsweise für Fensterrahmen ein U-Wert von maximal 2,4 W/(m²K) verlangt. Ebenso zählt die Dreifach-Verglasung nicht zur gebräuchlichen Ausführung.

Der U-Wert von üblicherweise eingesetzten Verglasungen und Fensterrahmen liegt deutlich höher als beim hocheffizienten Passivhaus-Standard von 0,8 W/(m²K).

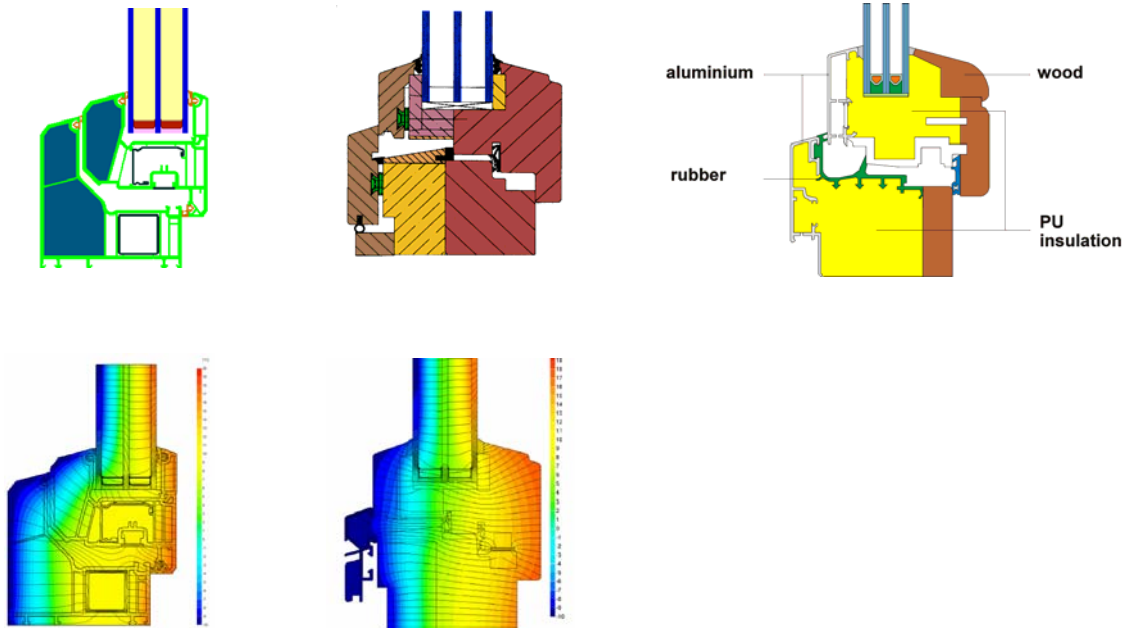


Abbildung 5: Beispiele von 3-fach Verglasungen in Fensterrahmen ( $U=0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ )

Quelle: Passivhaus Institut PHI, Passiefhuis-Platform vzw

### Hemmnisse und Anreize

Hemmnisse und Anreize der Partnerländer bezüglich der Dämmung der thermischen Gebäudehülle sind nachfolgend aufgeführt.

Österreich: Gute Komponenten sind für alle Bestandteile der Gebäudehülle verfügbar.

Belgien: Erhöhung der Dämmstoffstärke ist nicht machbar mit den vorhandenen Komponenten der traditionellen Ziegelbauweise. Langsame Markteinführung geeigneter Fensterrahmen. Fehlen von Standards für die Luftdurchlässigkeit von Fenster und Türen.

Dänemark: Fehlen von guten Fensterkomponenten. Die vorherrschende Tradition des Ziegelmauerwerks stellt ein Hemmnis für die Realisierung von passivhaus-tauglichen Außenwänden dar.

Irland:

1. Wohnungsbau privater Bauträger
2. Hochkonjunktur im Baugewerbe
3. Wenig Baustellenkontrollen
4. Handwerklich schlechte Bauausführung
5. Undichte Baukonstruktionen
6. Fehlende Verfügbarkeit von Passivhaus-Komponenten

Deutschland: Die traditionelle Bauweise des zweischaligen Ziegelmauerwerks ist ein Hemmnis für die Realisierung passivhaustauglicher Außenwände. Gute Komponenten sind für alle Bestandteile der Gebäudehülle allgemein verfügbar.

Niederlande: Die traditionelle Ziegelmauerwerk-Bauweise stellt ein Hemmnis für die Realisierung passivhaustauglicher Außenwände dar. Fehlende Marktverfügbarkeit geeigneter Fensterrahmen.

Norwegen: Fehlende Marktverfügbarkeit geeigneter Fensterrahmen.

GB: Für traditionelle Wandkonstruktionen gibt es keine Anker und Stürze, mit denen höhere Dämmstoffstärken realisiert werden können. Bei vorgehängten Fassaden stellt das kein Problem dar.

Bei Wänden stellen die Bauausführung und das Ausbildungsniveau ein Problem dar.

Die Einführung neuer Detaillösungen für Dächer ist bei großen Bauunternehmen ein Problem. Geeignete Komponenten sind aber allgemein verfügbar.

Sorgfältige Verlegung der Dämmung auf dem Boden ist zur Vermeidung von Komprimierung des Dämmstoffs erforderlich.

Bei Türen bestehen Probleme mit der Luftdichtheit und Wärmebrücken.

Die Tradition des Ziegelmauerwerks stellt in einigen Ländern eine besondere Herausforderung dar. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist eine detaillierte Ausführungsplanung, die Verfügbarkeit von geeigneten Elementen wie Mauerwerksankern, und die Verbesserung des Fertigungsniveaus notwendig. Wenn die Marktsituation es zulässt, könnten alternative Wandaufbauten entwickelt werden.

Ein weiteres Problem ist die fehlende Verfügbarkeit von geeigneten Fensterkomponenten in einigen Ländern. In Ländern wie Österreich und Deutschland sind diese Komponenten leicht erhältlich. Durch den temporären Import dieser Komponenten könnte dieses Problem behoben werden. Die zu erwartende Nachfrage wird die Marktsituation zukünftig verbessern.

### ***Befürworter***

Gruppen, die eine wesentliche Rolle beim Einsatz passivhaustauglicher Dämmung und Fenster spielen könnten, werden nachstehend aufgeführt.

Österreich: Gemeinschaft der Dämmstoffindustrie - [www.gdi.at](http://www.gdi.at)

Herstellerliste für passivhausgeeignete Produkte vom Passivhaus Institut - [www.passiv.de](http://www.passiv.de).

Belgien: Die regionalen Regierungen erlassen Vorschriften für die zu erreichenden U-Werte. Systemanbieter, Dämmstoffindustrie, Fensterhersteller. Verbände der Wohnungswirtschaft wie VCB, Bouwunie, CCW.

Deutschland: Gesamtverband der Dämmstoffindustrie - [www.gdi-daemmstoffe.de](http://www.gdi-daemmstoffe.de)

GB: Fertigteilhersteller, Dämmstoffindustrie, Zulieferer

Verglasungs- und Türenhersteller

Niederlande: Dämmstoffindustrie, Fensterbauer  
[www.glasnet.nl](http://www.glasnet.nl))

Irland: Dämmstoffindustrie

Norwegen: Dämmstoffindustrie und Fensterbauer

## 2.2 Wärmebrücken

### Beschreibung

Wärmebrückenfreie Konstruktionen sind ein wesentliches Merkmal von Passivhäusern. Der außenmaßbezogene Wärmebrückenverlustkoeffizient für alle Bauteilanschlüsse sollte kleiner als  $0,01 \text{ W/(mK)}$  sein. Wichtig ist die genaue Planung und Ausführung dieser Anschlüsse, insbesondere im Bereich der Fenster- und Türrahmen, sowie Boden- und Dachanschlüsse.

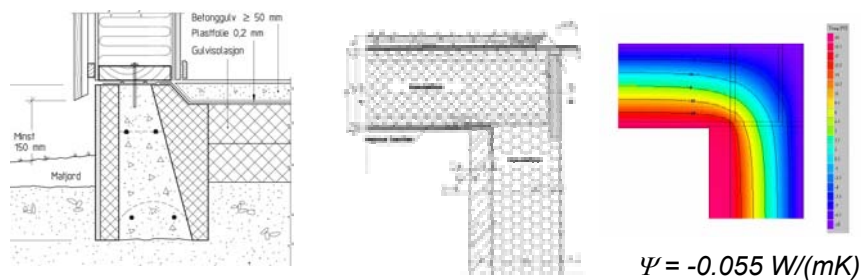


Abbildung 6: außenmaßbezogener Wärmebrückenverlustkoeffizient  $\Psi \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$ ,  
Quelle: SINTEF Byggforsk, PHI, ProKlima

### Bandbreite

Die Optimierung von wärmebrückenrelevanten Detailanschlüssen ist erforderlich, je nach Konstruktionsart und verwendeten Baumaterialien variieren die Lösungen, vgl. Abbildung 1 und 6. Die  $\Psi$ -Werte der untersuchten Passivhaus-Beispiele liegen zwischen  $-0,055$  und  $0,01 \text{ W/(mK)}$ .

### Abstand zu den Anforderungen an ein Passivhaus

Die  $\Psi$ -Werte üblicher Bauteilanschlüsse in den Partnerländern reichen von  $0,03$  bis  $0,3 \text{ W/(mK)}$ . Deutschland und Dänemark liegen mit ihren Standards näher an den Anforderungen eines Passivhauses als die Niederlande und Großbritannien. Zur Erfüllung der Anforderungen an den Passivhausstandard ist die konstruktive Optimierung der Detailanschlüsse notwendig.

### Hemmnisse und Anreize

Hemmnisse und Anreize der Partnerländer in Bezug auf wärmebrückenfreie Konstruktionen sind nachfolgend aufgeführt.



Belgien: Fehlendes Wissen und Fertigniveau bei (Sub-) Unternehmen. Fehlende Detaillösungen für Passivhäuser.

Dänemark: Begrenztes Know-how.

Deutschland: Teils gute von Herstellern entwickelte passivhaustaugliche Details (z.B. Marmorit, Isorast), teils Wissensdefizite unter Planern.

Mindeststandard für Anschlussdetails ist durch die Normung vorgegeben (DIN 4108, Beiblatt 2).

Auf der Internetseite [www.baudetails.info](http://www.baudetails.info) werden Detaillösungen und  $\Psi$ -Werte für die Modernisierung mit Passivhauskomponenten gezeigt.

Niederlande: Begrenztes Know-how und Ausführungsniveau, wenig Baustellenkontrollen, vorgefertigte Elemente könnten eine Lösung des Problems sein.

Norwegen: Das unterschiedliche Fertigungsniveau der Baufirmen stellt ein Problem dar.

GB: Fehlende Detaillösungen und Baustellenüberwachung.

Irland: Begrenztes Know-how zu Konstruktionsdetails, fehlendes Fertigungsniveau und Ausführungskontrollen, handwerklich schlechte Bauausführung.

In einigen Ländern sind Informationen und Ausbildung zu wärmebrückenoptimierten Konstruktionen erforderlich, um Wissen und Ausführungsqualität zu verbessern. Dieses könnte in Form von Standarddetails und Unterrichtsmaterial für Baufirmen und Prüfer erreicht werden.

### **Befürworter**

Gruppen, die eine wichtige Rolle bei der Einführung wärmebrückenoptimierter Konstruktionen spielen könnten, sind nachfolgend aufgeführt.

Belgien: Bauteams, die Garantien für Projekte geben (Architekten, Ingenieurbüros, Provisionsvertreter, Bauunternehmen), Detaillösungen bereitgestellt durch (Vereinigungen der) Dämmstoffhersteller, Systembauer, Gewerkschaften

GB: Architekten und Planer.

Niederlande: Planer, Hersteller vorgefertigter Elemente, Dämmstoffhersteller, Bauunternehmen.

Irland: Architekten, Bauunternehmen, Passivhaus-Komponentenhersteller.

## 2.3 Luftdichtheit

### Beschreibung

Die Luftdichtheit der Gebäudehülle spielt bei der Konstruktion von Passivhäusern eine große Rolle, vor allem bei Anschlüssen zwischen Bauteilen, wie im Bereich der Fenster und Türen. Mit Hilfe eines Luftdichtheitstests (Abbildung 7) wird die Luftwechselrate bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal gemessen. Als Standard für ein Passivhaus ist ein Wert von  $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$  einzuhalten.



Abbildung 7 Blower-Door-Test, Quelle: [www.passivhaus.de](http://www.passivhaus.de)

### Bandbreite

Ebenso wie beim wärmebrückenfreien Konstruieren und bei guter Dämmung gibt es für luftdichte Konstruktionen je nach Bauweise und eingesetzten Elementen zahlreiche Detaillösungen. Die  $n_{50}$ -Werte der dargestellten Passivhaus-Beispiellösungen der Partnerländer reichen von 0,2 bis  $0,61 \text{ h}^{-1}$ .

### Abstand zu den Anforderungen an ein Passivhaus

Die Luftdichtheit des üblichen Standards der Partnerländer liegt bei folgenden  $n_{50}$ -Werten:

Österreich:  $1 \text{ h}^{-1}$

Belgien:  $7,8 \text{ h}^{-1}$  (Richtwert des nationalen Standards:  $1-3 \text{ h}^{-1}$ )

Dänemark:  $2,3 \text{ h}^{-1}$

Deutschland:  $1,5$  bis  $3 \text{ h}^{-1}$

Niederlande:  $2,32 \text{ h}^{-1}$

Norwegen:  $2 \text{ h}^{-1}$

GB:  $4 \text{ h}^{-1}$

Der übliche Ausführungsstandard der meisten Länder erreicht die Anforderungen für Passivhäuser nicht. Eine Verbesserung der Planungs- und Ausführungsqualität ist auch hier erforderlich.

**Hemmnisse und Anreize**

Im folgenden sind Hemmnisse und Anreize in den Partnerländern in Bezug auf luftdichte Konstruktionen genannt.

Belgien: Beschränktes Know-how (Baufirmen, Architekten).

Dänemark: Beschränktes Know-how.

Deutschland: Steigende Anzahl von Luftdichtheitstests in Deutschland (Bonus-Regelung im EnEV-Nachweis, wenn eine Messung durchgeführt wird).

Niederlande: Fertigungsniveau der ausführenden Firmen und fehlende Baustellenkontrollen stellen Hemmnisse für luftdichte Konstruktionen dar.

Norwegen: Das unterschiedliche Fertigungsniveau der Baufirmen stellt ein Problem dar.

GB: Ausführungsqualität beim Bauen und fehlende Prüfung, ob Pläne luftdichte Konstruktionen enthalten.

Irland: fehlendes Fertigungsniveau, handwerklich schlechte Ausführung, fehlende Baustellenkontrollen, wenig Wissen über Konstruktionsdetails. Die Bauvorschriften fordern keine Luftdichtheitstests.

Wie beim wärmebrückenfreien Konstruieren sind in einigen Ländern Informationen und Ausbildung zu luftdichten Konstruktionen erforderlich, um Wissen und Ausführungsqualität zu verbessern. Dieses könnte in Form von Standarddetails und Unterrichtsmaterial für Baufirmen und Prüfer erreicht werden.

**Befürworter**

Gruppen, die eine wichtige Rolle bei der Durchsetzung luftdichter Konstruktionen entsprechend dem Passivhaus-Standard spielen könnten, werden nachstehend aufgeführt.

Österreich: Dienstleisterfirmen für Luftdichtheitstests (siehe auch Anhang).

Belgien: Dienstleisterfirmen für Luftdichtheitstests, Bauunternehmen

GB: Bauunternehmen und Architekten

Irland: Dienstleisterfirmen für Luftdichtheitstests.

## 2.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

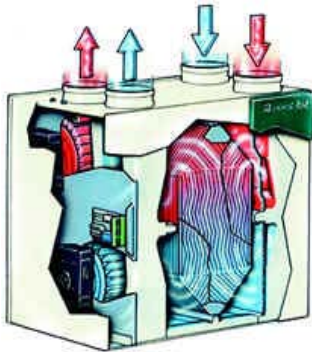


Abbildung 8 Wärmeübertrager,  
Quelle: [www.energiebureaulimburg.nl](http://www.energiebureaulimburg.nl)

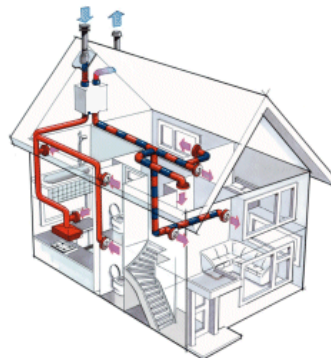


Abbildung 9 balancierter  
Lüftungsbetrieb, Quelle:  
Informatiepunt Duurzaam Bouwen  
[www.ipdubo.nl](http://www.ipdubo.nl)



Abbildung 10  
Wärmeübertrager,  
Quelle: PHI

### Beschreibung

Mit Hilfe von Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung lassen sich die Lüftungswärmeverluste erheblich reduzieren. Diese Maßnahme ist eine wesentliche Voraussetzung zum Erreichen des Passivhausstandards. Hauptelement einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist der Wärmeübertrager. Weitere Maßnahmen wie Isolierung der Lüftungsleitungen sind für Passivhäuser wichtig, um die Effizienz des Systems zu optimieren. Da Passivhäuser nur sehr geringe Heizlasten haben, kann das Lüftungssystem zur Raumheizung verwendet werden. Natürlich ist auch im Passivhaus der Einsatz einer zentralen Niedertemperaturheizung möglich (z.B. mit wenigen Heizkörpern geringer Temperatur).

### Bandbreite

Wärmerückgewinnung der Lüftungswärme kann nur in Verbindung mit mechanischer Lüftung erreicht werden. Hierbei ist es wichtig, auf den regelmäßigen Austausch der Luftfilter zu achten. Besonders in Ländern, in denen Lüftungsanlagen verhältnismäßig neu sind, könnten Nutzer sich der Notwendigkeit zur Wartung nicht bewusst sein und die Luftqualität darunter leiden (Darüber hinaus verbessert ein regelmäßiger Filteraustausch die Effizienz der Ventilatoren.). Die Passivhaus-Beispiele in den Partnerländern weisen einen Wärmerückgewinnungsgrad von 75% bis 90% auf.

### Abstand zu den Anforderungen an ein Passivhaus

In einigen Ländern wie z.B. Deutschland werden Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung noch wenig eingesetzt. In den meisten Ländern ist diese Technik jedoch erhältlich und eine verbreitete Energiesparmaßnahme geworden. Der Wärmerückgewinnungsgrad schwankt zwischen 65 und 90%. Wie nachstehend dargestellt, stimmt die übliche Praxis in vielen Ländern bereits jetzt mit dem Passivhausstandard überein, während in den anderen Fällen zumindest die Technologie vorhanden ist.

- Österreich:  $\geq 75\%$  Wärmerückgewinnung.
- Belgien: Lüftung der Gebäude erst ab 2006 gefordert (über Fenster oder (teil-) mechanisch), 90% Wärmerückgewinnung vorhanden.
- Dänemark:  $>65\%$  Wärmerückgewinnung.
- Niederlande: Vorhandene Häuser haben natürliche Luftzufuhr und mechanische Abluftanlagen, übliche Ausführungspraxis bei Neubauten ist die Verwendung von Lüftungsanlagen mit einer Wärmerückgewinnung (bis zu 95%).
- Norwegen: Keine, aber Wärmerückgewinnung  $>75\%$  ist erhältlich.
- Deutschland: Übliche Ausführungspraxis ist Fensterlüftung, aber Systeme  $>75\%$  Wärmerückgewinnung sind verfügbar.
- GB: Keine, üblich ist die Lüftung von Gebäuden über Fenster, aber zentrale Lüftungsanlagen mit effizienter Wärmerückgewinnung  $>75\%$  sind erhältlich.
- Irland: Keine, die meisten neuen Wohnungen werden über Fenster belüftet mit Abluftabsaugung in Küchen und Badezimmern. Hocheffiziente Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind durch Import verfügbar.

### **Hemmnisse und Anreize**

Hemmnisse und Anreize in den Partnerländern bezüglich des Einsatzes von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind nachfolgend aufgeführt.

- Österreich: Gute Komponenten sind erhältlich.
- Belgien: Gute Komponenten sind erhältlich. Fehlen von Handwerkern, die sich mit dem Einbau der Technik auskennen. Fehlen von projektbezogener Qualitätssicherung (Einregulierung der Luftvolumenströme, üblicherweise keine Nutzerhandbücher, Installation in staubiger Umgebung, keine Nutzereinweisung, korrekte Dimensionierung zusätzlicher Bauteile wie Erdwärmeübertrager und Nachheizregister).
- GB: Keine Hemmnisse.
- Niederlande: Ein Anreiz zum Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in den Niederlanden ist die kommende Verschärfung von Energieeffizienzvorschriften. Auf der anderen Seite besteht bei Zu-/Abluftsystemen die Notwendigkeit Wartungsverträge abzuschließen, damit ein regelmäßiger Filteraustausch sichergestellt ist. Ohne regelmäßige Wartung könnten schlechte Erfahrungen mit der Luftqualität dem Ruf von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung schaden.
- Norwegen: Die neuen gesetzlichen Standards sind vermutlich ein Anreiz.
- Irland: Hocheffiziente Lüftungsanlagen sind nur über Import erhältlich. Die vorhandenen Bauvorschriften bieten keinen Anreiz. Die übliche Ausführungspraxis ist die Lüftung über Fenster und Abluftabsaugung in Küche und Bädern.

Der Einsatz von Lüftungstechnik mit Wärmerückgewinnung stellt kein Hemmnis für die Entwicklung von Passivhäusern in den Partnerländern dar.

### **Befürworter**

Befürworter der Verwendung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung werden nachstehend aufgeführt.

Österreich: Liste der Produzenten entsprechend den zugelassenen Produkten des Passivhausinstitut Darmstadt - [www.passiv.de](http://www.passiv.de).

Belgien: HVAC-Hersteller/Installateure und ihre Branchenorganisationen (ATIC, UBIC..).

Niederlande: Hersteller von Wärmerückgewinnungssystemen ([www.stichtinghrv.nl](http://www.stichtinghrv.nl)), Hersteller von Lüftungsanlagen und Installateure.

GB: Hersteller von Lüftungsgeräten und Installateure.

Norwegen: Lieferanten von Wärmetauschern.

Irland: Lieferanten von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und Installateure.

## **2.5 Dämmung der Lüftungsrohre und Warmwasserleitungen**

### **Beschreibung**

Zur Vermeidung von Wärmeverlusten sind in Passivhäusern die Lüftungsrohre und Warmwasserleitungen sehr gut zu dämmen.

### **Bandbreite**

Die Dämmung von Lüftungsrohren und Warmwasserleitungen ist in allen Partnerländern verfügbar und durchführbar. Die Durchschnittswerte für Dämmstoffdicken bei den Passivhausbeispielen liegen bei:

- >6 cm bis >10 cm für Lüftungskanäle,
- Ungefähr halber Leitungsdurchmesser für Warmwasserleitungen.



Abbildung 11 Dämmung der Außenluft- und Fortluftkanäle, Quelle: PHI

### **Abstand zu den Anforderungen an ein Passivhaus**

In etwa der Hälfte der Partnerländer werden Leitungen und Rohre gedämmt, während dies

in den anderen Ländern nur selten vorkommt. Die Ausführungspraxis muss an die Anforderungen für Passivhäuser angeglichen werden, Hemmnisse zur Dämmung von Leitungen gibt es nur wenige.

### **Hemmnisse und Anreize**

Hemmnisse und Anreize der Partnerländer in Bezug auf die Isolierung von Lüftungskanälen und Warmwasserleitungen sind nachfolgend aufgeführt.

GB: Keine Bauvorschriften und unterschiedliche Ausführungspraxis. Für die Dämmung von Rohren sind Komplettlösungen vorhanden.

Diese Anforderungen des Passivhausstandards stellen kein bedeutendes Hemmnis dar. Die Durchführung dieser Maßnahmen erfordert lediglich mehr Aufmerksamkeit in der Ausführung, aber keine komplizierten Komponenten oder Fähigkeiten.

Irland: Übliche Praxis ist die Dämmung von Heizkessel, Speicher und aller Rohrleitungen.

### **Befürworter**

Gruppen, die eine wichtige Rolle bei der Umsetzung von Dämmstandards für Leitungen und Rohre spielen können, werden nachstehend aufgeführt.

Belgien: Installateure, Hersteller (Ausbildung der Installateure), Baufirmen

GB: Hersteller von Lüftungsanlagen / Installateure von Heizungs- und Lüftungstechnik.

Niederlande: Hersteller und Installateure von Lüftungstechnik

Irland: Hersteller von Lüftungsanlagen / Installateure von Heizungs- und Lüftungstechnik.

## **2.6 Minimale Raumheizung für ein behagliches Innenraumklima**

### **Beschreibung**

Um ein behagliches Innenraumklima in einem Passivhaus zu erzielen, reicht eine Heizung begrenzter Leistung aus, um den verbliebenen, äußerst geringen Restwärmebedarf abzudecken. Es gibt unterschiedliche Methoden, wie diese Heizenergie bereitgestellt werden kann: z.B. durch Nacherwärmung der Zuluft über die Lüftungsanlage oder über Heizkörper mit niedriger Temperatur. Die Zuführung der Restwärme über die Zuluft hat den Vorteil, dass zusätzliche Infrastruktur zum Verteilen der Heizenergie entfällt.

### **Bandbreite**

In den Passivhausbeispielen wurden folgende Lösungen ausgeführt: Sole-Wasser-



Wärmepumpe in Kombination mit thermischer Solaranlage, Wärmebereitstellung über Fußbodenheizung; kleiner Biomassekessel in Kombination mit thermischer Solaranlage, Wärmebereitstellung über Niedertemperatur-Wandheizung; Gasheizung in Kombination mit thermischer Solaranlage versorgt ein Nachheizregister, Wärmebereitstellung über die Zuluft; Fernwärme und thermische Solaranlagen zum Erwärmen der Zuluft & Bad-Heizkörper.

### ***Abstand zu den Anforderungen an ein Passivhaus***

Der übliche Standard für Raumheizung in den Partnerländern ist nachstehend aufgeführt:

- Österreich: Pelletskessel in Kombination mit thermischer Solaranlage für zentrale Wand- und Fußbodenheizung.
- Belgien: Zentralheizung mit Gas-Brennwertkessel, Heizkörpern und Thermostat zur Temperaturregelung. Auch Öl-Heizkessel.
- Dänemark: Fernwärme, Erdgas- oder Ölkessel, Wasser als Wärmeträger zur Versorgung von Heizkörpern und/oder Fußbodenheizung, Thermostat zur Temperaturregelung.
- Deutschland: Zentralheizung mit Brennwertkessel und Heizkörpern mit Thermostatventilen zur raumweisen Temperaturregelung.
- Niederlande: Zentralheizung mit Gas-Brennwertkessel, Heizkörpern und Thermostat zur Temperaturregelung. Die Vorlauftemperaturen sind in der Regel hoch, Heizkörper mit niedrigen Vorlauftemperaturen, Wand- oder Fußbodenheizungen sind eher sporadisch anzutreffen.
- Norwegen: Elektrische Heizung (durch Wasserkraft erzeugt) über Sockelleisten, Thermostat zur Temperaturregelung.
- GB: Brennwertkessel.
- Irland: Ölkessel mit Wasser als Wärmeträger, Thermostat zur Temperaturregelung, Verkleidung von Heizkörpern.

Die beiden Hauptunterschiede zwischen den Passivhausbeispielen und dem üblichen Standard der Partnerländer bestehen in der Art der Wärmeerzeugung und –bereitstellung im Gebäude: In der üblichen Ausführungspraxis ist der Energieträger in der Regel Gas, während bei Passivhäusern häufig ein effizienter Wärmeerzeuger in Kombination mit einer thermischen Solaranlage zum Einsatz kommt. Die Heizwärmeverteilung erfolgt üblicherweise über ein Rohrnetz mit Heizkörpern (im allgemeinen hohe Vorlauftemperaturen), während in den Passivhausbeispielen die Restwärme über Heizkörper mit geringer Vorlauftemperatur bzw. Fußboden-/Wandheizungen oder über die Zuluft der Lüftungsanlage bereitgestellt wird.

### ***Hemmnisse und Anreize***

Hemmnisse und Anreize der Partnerländer in Bezug auf den minimalen Restwärmebedarf sind nachfolgend aufgeführt.

- Österreich: Gute Wärmepumpenkomponenten sind verfügbar, aber es ist notwendig,



geeignete Konzepte für den Einsatz erneuerbarer Energien zu erarbeiten (Raumheizung und Warmwasserbereitung für Passiv- oder Niedrigenergiehäuser). Alternativen zum Wärmepumpen-Kompaktaggregat müssen entwickelt werden. Aktuell untersucht AEE INTEC das Potential und Lösungen für Fernwärme-Konzepte mit Solarenergie und Biomasse in Neubausiedlungen.

Österreich gehört im Hinblick auf den Einsatz thermischer Solarsysteme zur Raumheizung und Warmwasserbereitung zu den führenden Ländern in der Welt. Die Produktqualität ist ziemlich hoch, aber es gibt noch Defizite in der Planungs- und Ausführungsqualität großer Anlagen. Anlagen zur Warmwasserbereitung in Einfamilienhäusern sind Standard. Systeme hoher Qualität werden meist als "plug-and-play"-Systeme verwirklicht.

Belgien: Komponenten sind verfügbar. Bauherren befürchten, dass sie zusätzliche Systeme zur Heizung oder Kühlung benötigen werden, oder sie wünschen aus psychologischen Gründen einen offenen Kamin. Installateure legen Heizsysteme aus Sicherheitsgründen mit überdimensionierter Leistung aus.

Deutschland: Es gibt kaum technische Hemmnisse in Deutschland.

Dänemark: Abnahmepflicht von Fernwärme im Bereich des öffentlichen Fernwärmenetzes, diese wird vielleicht für Niedrigenergiehäuser in den neuen Vorschriften abgeschafft werden.

Niederlande: Anforderung an ein bestimmtes Niveau der Heizleistung, um die Kriterien der GIW-Garantie zu erfüllen (freiwilliges Garantieprogramm, dessen Einhaltung den Marktwert eines Hauses erhöht).

Norwegen: Hemmnisse: Fehlen von erschwinglichen, kleinen Biomasse-Brennern, günstigen wassergeführten Heizsystemen und Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung, nur wenige Anbieter für Sonnenkollektoren und Anschlusszwang an Fernwärme. Anreize: Das neue Energielabel-System.

GB: Mangelnde Fähigkeiten der Arbeitskräfte und Baukosten gegenüber dem Standard.

Irland: Thermische Solaranlagen zur Deckung des Restwärmebedarfs sind kostspielig ohne Förderung. Wärmepumpen und Fußbodenheizungen werden zunehmend eingesetzt. Es gibt auch einen irischen Hersteller von Pelletskesseln, so dass eine bessere Verfügbarkeit der Anlagen gegeben ist.

### ***Befürworter***

Gruppen, die eine wichtige Rolle bei der Umsetzung von Heizsystemen mit minimaler Leistung spielen können, werden nachstehend aufgeführt.

Österreich: Liste der Produzenten entsprechend den zugelassenen Produkten des Passivhausinstitut Darmstadt - [www.passiv.de](http://www.passiv.de).

Belgien: Medien.

Niederlande: Produzenten von Heizanlagen.

GB: Hersteller und Installateure.

Irland: Hersteller und Installateure.

## 2.7 Gute Luftqualität durch regelmäßigen Luftaustausch

### **Beschreibung**

Gute Luftqualität ist lebenswichtig für die Bewohner eines Hauses. Die Luftqualität wird vor allem durch die Menge an Frischluft beeinflusst, die in die Wohnung kommt. Diese Frischluft ersetzt die verbrauchte Luft, die (biologische) Verschmutzungsstoffe, überschüssige Feuchtigkeit und flüchtige organische Verbindungen (VOCs) enthält, freigesetzt von Baumaterialien, Teppichen, Möbeln und anderen Haushaltsgegenständen als Ergebnis von Alterungs- und Zersetzungsprozessen. Wegen der extremen Luftdichtheit der Passivhäuser ist der regelmäßige Luftwechsel über eine mechanische Lüftungsanlage besonders wichtig. Außerdem muss der Schallpegel beachtet werden, der durch die Lüftungsanlage produziert wird. Aufgrund des hohen Dämmstandards ist das Gebäude anfälliger für höhere Geräuschpegel, die störend auf die Bewohner wirken können.



*Abbildung 12 regelmäßiger Austausch der Filter ist wichtig für die Raumluftqualität, Quelle: AEE Institut für Nachhaltige Technologien*

### **Bandbreite**

Die Feuchtigkeit eines Klimas kann Einfluss auf die erforderliche Luftwechselrate zur Sicherstellung guter Luftqualität haben. Die Anforderungen des Passivhausstandards für die Luftwechselrate sind  $0,4 \text{ h}^{-1}$  oder  $30 \text{ m}^3/(\text{Person} \cdot \text{h})$ , es sei denn, die nationalen Anforderungen liegen höher. Wenn die nationalen Anforderungen deutlich höhere Luftwechselraten vorsehen als die Standardwerte für Passivhäuser, verursacht das höhere Wärmeverluste für Passivhäuser in diesem Land, die auf andere Weise ausgeglichen werden müssen. In den Passivhausbeispielen liegt die Bandbreite zwischen  $0,22 - 0,69 \text{ h}^{-1}$ .

### **Abstand zu den Anforderungen an ein Passivhaus**

In allen Ländern wird das Minimum von  $0,4 \text{ h}^{-1}$  in der üblichen Ausführungspraxis erreicht, siehe unten. Häufig liegen die nationalen Regelungen (geringfügig) höher als der Standardwert für Passivhäuser. Die Niederlande haben die höchste Anforderung.

Österreich:  $\geq 0,4 \text{ h}^{-1}$  oder  $30 \text{ m}^3/(\text{Person} \cdot \text{h})$

Belgien:  $\geq 0,4 \text{ h}^{-1}$  oder  $30 \text{ m}^3/(\text{Person} \cdot \text{h})$  (in Flandern keine Pflicht vor 2006)

Dänemark:  $\sim 0,5 \text{ h}^{-1}$

Deutschland:  $\sim 0,5 \text{ h}^{-1}$

Niederlande:  $\sim 0,9 \text{ h}^{-1}$

Norwegen:  $\sim 0,5 \text{ h}^{-1}$

GB:  $\sim 0,61 \text{ h}^{-1}$  (empfohlen in nationalen Dokumenten  $0,5 - 1,0 \text{ h}^{-1}$ )

Irland: Empfohlen in Bauvorschriften:

- Größe von Lüftungsöffnungen zur Grundlüftung: nicht weniger als  $6500 \text{ mm}^2$  und

- Größe von Lüftungsöffnungen zur Stoßlüftung: mindestens  $1/20$  der Grundfläche des Raumes.

Für mechanische Lüftungsanlagen: 30 Liter je Sekunde Abluft in Küche- und Technikräumen; 15 Liter je Sekunde Abluft in den Badezimmern.

### **Hemmnisse und Anreize**

Abgesehen von der Tatsache, dass Bauvorschriften eingehalten werden müssen, sind keine weiteren Hemmnisse erkannt worden.

Da Passivhäuser eine hohe Luftdichtheit haben, ist eine ausreichende, durch die Lüftungsanlage zu erbringende Luftwechselrate wichtiger als in der allgemeinen Baupraxis, und die Fehlertoleranz ist geringer. Folglich muss bei der Ausführung vor allem auf die tatsächliche Realisierung der erforderlichen Luftwechselrate geachtet werden.

### **Befürworter**

Gruppen, die eine wichtige Rolle bei der Umsetzung von guter Luftqualität spielen können, werden nachstehend aufgeführt.

Belgien: Installateure und Bauträger.

Niederlande: Bauträger ([www.neprom.nl](http://www.neprom.nl)), Hersteller von Lüftungsanlagen ([www.stichtinghrv.nl](http://www.stichtinghrv.nl)), Baukontrolleure, Bewohner.

Norwegen: Verband der Lüftungstechnikingenieure.

## 2.8 Verglasung und Orientierung der Fenster

### Beschreibung

Mit optimaler Fensterorientierung (nach Süden hin) und Verglasungsqualitäten mit hohem g-Wert und niedrigem U-Wert lassen sich die solaren Gewinne maximieren. (Wenn verfügbar, können adequat dimensionierte Überstände oder Markisen eingesetzt werden, die die niedrige Wintersonne in das Gebäude lassen, während im Sommer die Fenster zur Vermeidung von Überhitzung verschattet werden.)

Passivhaus-taugliche Fenster sind im Allgemeinen mit 3-Scheiben-Verglasung mit low-e-Beschichtung und gut dämmenden Rahmen ausgestattet und lassen mehr Solargewinne in das Gebäude hinein als Wärmeverluste aus dem Gebäude hinaus.

### Bandbreite

Der g-Wert der betrachteten Passivhausbeispiele liegt bei 45% und höher.

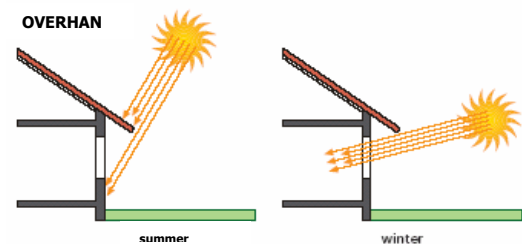


Abbildung 13 Einsatz von Überständen,  
Quelle: Novem, 2000, "De zon in stedenbouw  
en architectuur"

### Abstand zu den Anforderungen an ein Passivhaus

Die üblichen Standards für g-Werte sind nachfolgend aufgelistet:

<u>Österreich:</u>	>50%
<u>Belgien:</u>	60-70%
<u>Deutschland:</u>	58%
<u>Niederlande:</u>	60-70%
<u>Norwegen:</u>	60-70%
<u>GB:</u>	>50%
<u>Irland</u>	>50%

In der üblichen Praxis kommen Verglasungen mit geeigneten g-Werten zum Einsatz. Die 3-Scheiben-Verglasung mit low-e-Beschichtung und niedrigem U-Wert zählt jedoch nicht zum allgemeinem Standard und erfordert daher Aufmerksamkeit.

### **Hemmnisse und Anreize**

Im Hinblick auf den g-Wert von Fenstern gibt es keine Hemmnisse. Dabei ist anzumerken, dass eine sinnvolle Wahl der Verglasung in jeder individuellen Situation getroffen werden sollte.

Hemmnisse und Anreize in Bezug auf Orientierung und Verglasung sind nachstehend aufgeführt:

Belgien: Fensterbauer sind nicht gewohnt, mit der schweren 3-Scheiben-Verglasung zu arbeiten. Dies erfordert mehr Arbeitskräfte oder Hilfsgeräte zum Anheben. Die Verglasung wird häufig erst nach dem Einbau der Rahmen eingefügt.

GB: Örtliche Randbedingungen können die Orientierung der Fenster einschränken. Die bevorzugte Südorientierung wird jedoch in den Bauvorschriften berücksichtigt.

Irland: Alle 3-fach verglasten Fenster müssen importiert werden, da es keine eigenen Hersteller in Irland gibt.

Die Fensterorientierung muss unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen erfolgen.

### **Befürworter**

Gruppen, die eine wichtige Rolle beim Einsatz von Verglasungen und der Planung der Fensterorientierung spielen können, werden nachstehend aufgeführt.

Befürworter für Verglasung und sinnvolle Orientierung der Fenster sind nachstehend aufgelistet.

Belgien: Planer, Architekten, Verglasungshersteller, Fensterbauer.

UK: Planer/ Bauträger.

Niederlande: Architekten, Planer, Verglasungshersteller (Glas Branche Organisatie: [www.glasnet.nl](http://www.glasnet.nl)).

Irland: Planer, Architekten, Bauträger.

## **2.9 (Solare) Warmwasserbereitung**

## **Beschreibung**

Ebenso wie andere Gebäude benötigt das Passivhaus ein System, das für warmes Wasser sorgt. Wie bei der Raumheizung ist es wichtig, dass das System primärenergetisch effizient ist und/oder eine geringe Leistung hat, um die Nachfrage zu befriedigen. Im Allgemeinen wird die Warmwasserbereitung in einem Passivhaus mit dem System zur Raumheizung kombiniert. In allen betrachteten Passivhausbeispielen erfolgt die Warmwasserbereitung über thermische Solaranlagen, die mit unterschiedlichen Wärmequellen kombiniert werden.

## **Bandbreite**

Wie erwähnt wird die Warmwasserbereitung im Passivhaus üblicherweise mit dem Raumheizsystem kombiniert. Die Lösungen in den betrachteten Passivhausbeispielen sind: Sole-Wasser-Wärmepumpe und thermische Solaranlage (1-2 m<sup>2</sup> Kollektorfläche je Person) und/oder Gasheizung; kleiner Biomassekessel u. thermische Solarkollektoren; Solar/Gas-befeuerteter Kombinationskessel; Warmwasserspeicher, der durch thermische Solaranlage und/oder Fernwärme versorgt wird.

## **Abstand zu den Anforderungen an ein Passivhaus**

Der übliche Standard für die Warmwasserbereitung ist nachstehend aufgelistet:

<u>Österreich:</u>	Pelletsessel mit solarthermischer Unterstützung, kombiniert mit Raumheizung.
<u>Belgien:</u>	Kombinationstherme, Gas-Wasserheizer, Wärmeerzeugung zur Raumheizung und Warmwasserbereitung erfolgt in einem Gerät.
<u>Dänemark:</u>	Fernwärme, Gas- oder Ölkessel versorgt einen Warmwasserspeicher, kombiniert mit Raumheizung.
<u>Germany:</u>	Gas-Brennwertkessel mit Warmwasserspeicher, kombiniert mit Raumheizung.
<u>Niederlande:</u>	Gas-Brennwerttherme zur direkten Warmwasserbereitung, kombiniert mit Raumheizung.
<u>Norwegen:</u>	Elektroheizung (durch Wasserkraft erzeugt) mit Warmwasserspeicher, kombiniert mit Raumheizung.
<u>GB:</u>	Gas-Brennwerttherme versorgt einen Warmwasserspeicher mit 37,5 mm Partikelschaumdämmung und medium duty coil (typischerweise 15-25 min. Aufheizphase).
<u>Irland:</u>	Pelletsessel mit solarthermischer Unterstützung, kombiniert mit Raumheizung. (Wie im einzigen Passivhaus in Irland aktuell verwendet).

Ähnlich wie bei der Raumheizung besteht der Unterschied zwischen der Warmwasserbereitung in Passivhäusern und den üblichen Hausstandards in der Wärmequelle. Im Allgemeinen wird Gas als Energieträger genutzt, meistens mit Speicher, während Passivhäuser häufig thermische Solaranlagen in Verbindung mit anderen effizienten Wärmeerzeugern verwenden.

### **Hemmnisse und Anreize**

Hemmnisse und Anreize in Bezug auf die (solare) Warmwasserbereitung sind nachstehend aufgeführt:

Österreich: Gute Wärmepumpenkomponenten sind verfügbar, aber es ist notwendig, geeignete Konzepte für den Einsatz erneuerbarer Energien zu erarbeiten (Raumheizung und Warmwasserbereitung für Passiv- oder Niedrigenergiehäuser). Alternativen zum Wärmepumpen-Kompaktaggregat müssen entwickelt werden. Aktuell untersucht AEE INTEC das Potential und Lösungen für Fernwärme-Konzepte mit Solarenergie und Biomasse in Neubau-Siedlungen.

Österreich gehört im Hinblick auf den Einsatz thermischer Solarsysteme zur Raumheizung und Warmwasserbereitung zu den führenden Ländern in der Welt. Die Produktqualität ist ziemlich hoch, aber es gibt noch Defizite in der Planungs- und Ausführungsqualität großer Anlagen. Anlagen zur Warmwasserbereitung in Einfamilienhäusern sind Standard. Systeme hoher Qualität werden meist als "plug-and-play"-Systeme verwirklicht.

Belgien: Belsolar-Bescheinigung für Solaranlagen ausrüstung. Heißwassertemperaturen sind im Hinblick auf die Vermeidung von Legionellen definiert. Fehlende Erfahrung mit Wärmerückgewinnung von Abwasser.

Deutschland: Es gibt kaum technische Hemmnisse in Deutschland.

Dänemark: Abnahmepflicht von Fernwärme im Bereich des öffentlichen Fernwärmenetzes, diese wird vielleicht für Niedrigenergiehäuser in den neuen Vorschriften abgeschafft werden.

Niederlande: Begrenzte Verfügbarkeit integrierter kompakter Heizregister zur Warmwasserbereitung. Fehlen von kleinen Wärmepumpen.

Norwegen: Hemmnisse: Fehlen von erschwinglichen, kleinen Biomasse-Brennern, günstigen wassergeführten Heizsystemen und Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung, nur wenige Anbieter für Sonnenkollektoren und Anschlusszwang an Fernwärme. Anreize: Das neue Energielabel-System.

GB: Thermische Solarkollektoren sind nicht weit verbreitet, dennoch sehr kosteneffektiv und überall innerhalb GB verfügbar. 2006 werden die Bauvorschriften die Entwicklung vorantreiben. Die meisten europäischen Produkte sind verfügbar.

Irland: Großes Angebot an thermischen Solaranlagen zur Warmwasserbereitung ist

PEP: Promotion of European Passive Houses  
 verfügbar. Dennoch ungenügende Ausbildung und Zertifizierung für Planer und Installateure. Zudem gibt es keine Fördermöglichkeiten für thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung.

### **Befürworter**

Gruppen, die eine wichtige Rolle bei der (solaren) Warmwasserbereitung spielen können, werden nachstehend aufgeführt.

Österreich: Österreichische Vereinigung für die Verwendung solarthermischer Energie  
[www.austriasolar.at](http://www.austriasolar.at)

Belgien: Vereinigungen wie Belsolar, ODE-Vlaanderen, IDEG

Niederlande: Systemhersteller

GB: Installateure von Wärmepumpen. Installateure solarthermischer Anlagen, Hersteller. Bezüglich Fernwärme: Regierung, regionale Baubehörden, große Bauträger.

Irland: Irische Vereinigung für Solarenergie, Solar Energie Group, DIT, Installateure solarthermischer Anlagen

Norwegen: Hersteller und Anbieter solcher Systeme.

## **2.10 Energieeffiziente Haushaltsgeräte & Beleuchtung**

### **Beschreibung**

Im Hinblick auf Haushaltsgeräte und Beleuchtung berichtet die Europäische Kommission folgendes:

*“Der Energiebedarf der Haushalte macht 25 % des gesamten Endenergiebedarfs in der EU aus. Der Stromverbrauch für in Haushalten genutzte Geräte zeigt den größten Anstieg. Höhere Standards für Wohnen und Komfort, vermehrter Kauf elektrischer Geräte und der ansteigende Energiebedarf zur Klimatisierung von Gebäuden sind wichtige Gründe dieses vorherrschenden Trends. Der Energieverbrauch durch Verbrauchselektronik und neue Medien wie Internet wächst ebenfalls stetig an.”*

Energieeffizienz ist ein Grundprinzip des Passivhauses, aber trotz dieser Bedeutung wird die Effizienz von Haushaltsgeräten lediglich als „*optionale* Passivhauslösung“ bezeichnet. Haushaltsgeräte haben, wie zuvor erwähnt, einen großen Anteil am Energieverbrauch. Die Vorgabe, energieeffiziente Haushaltsgeräte zu verwenden, wird signifikanten Einfluss auf den Energieverbrauch in einer Wohnung haben. Dennoch gehören Haushaltsgeräte nicht zum Gebäude selbst und die Möglichkeit der Einflussnahme des Planers/Bauunternehmens ist daher gering. Je nach Situation, Art der Geräte und lokalen Vorschriften variieren die Möglichkeiten der Beeinflussung. Beispielsweise werden in einigen Ländern bestimmte



Gebäude schlüsselfertig mit Waschmaschine und Einbauküche übergeben. In anderen Fällen sind keine Haushaltsgeräte beinhaltet, so dass keine Kontrollmöglichkeit für zukünftig in der Wohnung genutzte Geräte besteht.

Die Beeinflussung der Effizienz von Haushaltsgeräten und Beleuchtung sieht die EU mit zwei unterschiedlichen Formen der Gesetzgebung vor:

- **EU Label Schema:** Der Markt für Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen, Geschirrspüler, Backöfen, Systeme zur Raumklimatisierung etc. ist für den Verbraucher sichtbar, ein klares und verpflichtendes Label für den tatsächlichen Energieverbrauch von Haushaltsgeräten stellt den Verbrauchern beim Kauf Wissen zur Verfügung, welche Geräte energieeffizient sind.

Dieses Label wird für folgende Geräte verwendet: Kühlschränke, Gefrierschränke und ihre Kombinationen; Elektrobacköfen; Klimaanlage; Lampen; Geschirrspüler; kombinierte Trockner und Waschmaschinen; Trockner; Waschmaschinen; Haushaltsgeräte.

- **Anforderungen an die minimale Effizienz:** Verpflichtende Anforderungen an die Effizienz regen Hersteller von Haushaltsgeräten an, das Produktdesign im Hinblick auf die Senkung des Energieverbrauchs in der Nutzungsphase zu verbessern.

Diese Anforderungen werden für folgende Geräte verwendet: Leuchtstoffröhren; Elektrische Kühlschränke, Gefrierschränke und ihre Kombinationen; Warmwasser-Boiler.

### **Bandbreite**

Die CEPHEUS-Ergebnisse zeigen, dass beim Passivhausstandard bezüglich der Energieeffizienz von Haushaltsgeräten eine Verringerung des Energiebedarfs von 50% gegenüber den üblichen Standards erreichbar ist. (Diese Anforderung deckt sich teilweise mit der Passivhausdefinition eines maximalen Jahres-Primärenergiebedarfs von etwa 42 kWh/m².) In Passivhäusern und „best practice“-Ausführungen wurden folgende Werte angetroffen: Empfehlung zum Gebrauch von Geräten mit dem Label A/B und Energiesparlampen (Österreich). A++-Geräte und Beleuchtung mit dem A-Label sind vorhanden (Großbritannien).

### **Abstand zum Ziel**

Der übliche Standard für energieeffiziente Haushaltsgeräte ist nachstehend gelistet:

Österreich: Empfehlung: Geräte mit dem Label A/B und Energiesparlampen.

Belgien: Keine speziellen Geräteanforderungen im üblichen Standard.

Dänemark: Keine speziellen Geräteanforderungen im üblichen Standard.

Deutschland: Keine speziellen Geräteanforderungen im üblichen Standard.

Niederlande: Keine speziellen Geräteanforderungen im üblichen Standard.

Norwegen: EU Label.

GB: Geräte mit dem Label A/B sind überwiegend Standard, schätzungsweise 30% energieeffiziente Beleuchtung ist in Bauvorschriften gefordert.

Irland: Geräte mit dem Label A und B sind Standard.

Generell ist festzustellen, dass abgesehen vom EU-Label nicht viele Anforderungen an die Energieeffizienz von Haushaltsgeräten etabliert wurden. Damit bestehen sehr viele Verbesserungsmöglichkeiten zur Senkung des Energieverbrauchs um 50% im Vergleich zum üblichen Standard.

### ***Hemmnisse und Anreize***

Anreize in Bezug auf den Einsatz energieeffizienter Haushaltsgeräte sind nachstehend aufgeführt:

GB: Schlechter als D-klassifizierte Geräte sind nicht mehr erhältlich.

Norwegen: Anreiz: Das kommende Energieeffizienz-Label System.

Ein wichtiges Hemmnis stellt die häufig nicht vorhandene Entscheidungsbefugnis über die zum Einsatz kommenden Haushaltsgeräte und die Beleuchtung nach Fertigstellung des Gebäudes dar. Dies Problem tritt mehr oder weniger in allen Partnerländern auf. Hierauf wurde zu Beginn des Kapitels bereits detailliert eingegangen.

### ***Befürworter***

Gruppen, die eine wichtige Rolle beim Einsatz energieeffizienter Haushaltsgeräte und Beleuchtung übernehmen können, sind nachstehend aufgelistet.

Belgien: Hauseigentümer, Groen Licht Vlaanderen

GB: Spezifikationen, Haushaltsvorstände.

Niederlande: Hersteller elektrischer Geräte & Beleuchtung, Bewohner.

Norwegen: Lieferanten von Haushaltsgeräten.

Irland: Bauunternehmen/Hauseigentümer.

## ***2.11 Zusammenfassung***

Die Analyse der Passivhaus-Lösungen der Partnerländer ergibt eine hohe Priorität für die Energieeffizienz der thermischen Hülle, die durch einen hohen Dämmstandard für Außenwände, Dach, unteren Gebäudeabschluss sowie Fenster und Türen, wärmebrückenfreie und luftdichte Konstruktionen gekennzeichnet ist. Wegen der hohen

Luftdichtheit spielt ein geeignetes Lüftungssystem zur Sicherstellung einer sehr guten Innenluftqualität eine große Rolle. Aber auch effiziente (semi-solare) Heizsysteme für die kombinierte (Niedertemperatur-) Raumheizung und Warmwasserbereitung sind ein wichtiges Thema in den Partnerländern. Andere Basislösungen für Passivhäuser zeigen geringere Abweichungen zu üblichen Standards in den Partnerländern und weniger Hemmnisse. Im folgenden Kapitel sind die wichtigsten Barrieren für die Umsetzung von Passivhäusern zusammengestellt.

### 3 Allgemeine nationale Hemmnisse bei der Realisierung von Passivhäusern

Drei Kategorien für Hemmnisse bei der Realisierung von Passivhäusern wurden identifiziert. Für jede Art wird ein Lösungsvorschlag angegeben. Zur Überwindung der Hemmnisse ist die Einbeziehung von Befürwortergruppen wichtig. Diese Beteiligten haben ein Interesse an der Umsetzung spezifischer Lösungen für Passivhäuser. Eine Auswahl möglicher Befürworter für einzelne Bereiche wurde in den vorherigen Kapiteln gelistet.

Die Hemmnisse und mögliche Lösungsansätze sind nachstehend aufgeführt.

Hemmnis	Lösungsansatz
Technisch/Konstruktiv:	
- <b>Verfügbarkeit</b> von Komponenten (V)	Ein temporärer Import von Komponenten kann dieses Hemmnis überwinden. Mit Anstieg der Nachfrage wird sich die regionale Verfügbarkeit verbessern.  Eine andere Möglichkeit kann die Entwicklung von Komponenten (zusammen mit den Befürwortergruppen) für bestimmte Projekte sein. Erfahrungen anderer Länder können genutzt werden.
- Begrenztes <b>Wissen</b> (W)	Information und Training z.B. über zielgruppenspezifische Informationsmaterialien und Workshops.
- <b>Nutzerverhalten</b> (N)	Information und Einweisung z.B. über „Nutzerhandbücher“ mit Anleitungen, Basiswissen sowie Informationen zum Nutzerverhalten und den Auswirkungen auf den Energieverbrauch, oder ein regelmäßiges Feedback zum Energieverbrauch während der Nutzung.
- <b>Konstruktionskenntnisse</b> (K)	Information und Training z.B. mit einem Praxis-Leitfaden, der umfassende Visualisierungen richtiger Ausführungen enthält, sowie Informationen zur Relevanz von qualitätvoller Arbeit und den Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Eine andere Lehrmethode könnte ein praktisches Arbeitstraining sein (mit Zertifikat).
Marktbezogen:	
- <b>Finanziell</b> (F)	Informationen zu tatsächlichen Kosten und den (finanziellen) Vorteilen (einschließlich Fördermöglichkeiten)

- 
- PEP: Promotion of European Passive Houses
- **Unbekanntes Konzept (U)** Kommunikation und Information wichtiger Beteiligter (zukünftige Eigentümer, Bauträger, Architekten, etc.) im Hinblick auf das Passivhauskonzept und seine Vorteile.
  - **Marktakzeptanz (M)** Kommunikation und Information wichtiger Beteiligter (zukünftige Eigentümer, Bauträger, Architekten, etc.) im Hinblick auf das Passivhauskonzept und seine Vorteile. Darstellung eines Vergleichs mit der üblichen Ausführungspraxis.

Staatlich:

- **Bauvorschriften (B)** Einbeziehung der Behörden bei der Entwicklung von Passivhäusern. Kommunikation der Vorteile des Passivhauskonzeptes (z.B. CO<sub>2</sub>-Einsparungen).

Im folgenden Kapitel sind die Hemmnisse in den jeweiligen Partnerländern - nach den drei verschiedenen Kategorien geordnet - dargestellt.

### 3.1 Österreich

*Technisch/konstruktive Hemmnisse:*

Es gibt kaum technische Hemmnisse in Österreich. Gute Komponenten sind allgemein verfügbar. Die wenigen technischen Hemmnisse sind:

- Energiekonzepte sind nicht vollständig durchdacht (was z.B. zu Problemen mit dem Lüftungssystem führen kann, Beispiele: ungedämmte und schlecht zu reinigende Kanäle). (W) (K)
- Die Ausbildung von Planern, Handwerkern und Installateuren muss ausgedehnt und verbessert werden. (W) (K)
- Der allgemeine Gebäudezustand muss verbessert werden (vor allem die Luftdichtheit). (W) (K)
- Die Wartung und Qualitätssicherung von Lüftungssystemen müssen verbessert werden (z.B. regelmäßiger Filteraustausch). (N) (W)
- Alternativen zu Wärmepumpen (Kompakteinheiten) müssen entwickelt werden. (V) (W)
- Gute Komponenten sind verfügbar, aber es ist weiterhin notwendig, geeignete Konzepte auf Basis erneuerbarer Energien für sehr niedrigen Bedarf zu entwickeln (Warmwasserbereitung und Raumheizung für Passivhäuser und Niedrigenergiehäuser). (V) (W)

*Marktbezogene Hemmnisse:*

- Es gibt immer noch Informationsdefizite bei den verschiedenen Zielgruppen (Wohnungsunternehmen, Hersteller von Fertighäusern und Endverbrauchern, etc.) (U)

### 3.2 *Belgien*

*Technisch/konstruktive Hemmnisse:*

- Produktion/Konstruktion: Es existieren viele verschiedene Konstruktionsarten in Belgien, die auf das Passivhauskonzept noch abgestimmt werden müssen. Das größte Hemmnis ist die Tradition des Ziegelmauerwerks. Bauunternehmer müssen Erfahrung mit neuen Gebäudekonstruktionen sammeln. (W) (K)
- Berechnung/Zertifizierung: Viele der derzeit gebauten Häuser werden ohne Qualitätsgarantie erstellt, was zu schlechten Beispielen führen könnte. (W) (K)
- Sprachbarriere: Passivhäuser werden hauptsächlich in der flämischen Region gebaut, da hier Informationen auf Niederländisch verfügbar sind. (W)
- Ausbildung: Kleine, mittlere und sehr kleine Unternehmen haben nur wenig Zeit für Innovationen und benötigen Anleitung und Beratung. (W)

*Marktbezogene Hemmnisse:*

- Finanziell: Baukosten und andere Prioritäten bei den Subventionen: Passivhäuser kosten mehr und werden nicht durch Zuschüsse unterstützt. (F)
- Bekanntheit/Komfort: Das Passivhauskonzept ist eingeführt, aber es sind weiterhin Bemühungen erforderlich, das Konzept einer breiten Öffentlichkeit näher zu bringen (vor allem Architekten und zukünftigen Bauherren). (M)
- Da Informationen zu Passivhäusern hauptsächlich in niederländischer Sprache verfügbar sind, werden die meisten Gebäude in der Flämischen Region gebaut. (M)

### 3.3 *Dänemark*

*Technisch/konstruktive Hemmnisse:*

- Fehlen von guten Fensterkomponenten. (V)
- Begrenztes Wissen über Wärmebrücken. (W) (K)
- Begrenztes Wissen über Luftdichtheit. (W) (K)
- Es fehlen Anleitungen für gute Gebäudeausführungen von Passivhäusern. (W)
- Sehr begrenztes Wissen, aber wachsendes Interesse bei Architekten, Kunden etc.

(U)

*Marktbezogene Hemmnisse:*

- Sehr begrenztes Wissen, aber wachsendes Interesse bei Architekten, Kunden etc. (U)
- Politiker sind immer noch unwissend im Hinblick auf Passivhäuser. (U) (B)
- Kein offizielles Passivhausprogramm mit finanzieller Förderung. (F)

*Staatliche Hemmnisse:*

- Politiker sind immer noch unwissend im Hinblick auf Passivhäuser. (U) (B)
- Es besteht Anschlusszwang für Fernwärme, dieser wird vielleicht in den neuen Gebäudevorschriften für Niedrigenergiehäuser abgeschafft. (B)
- Die neue Richtlinie berücksichtigt keine Passivhäuser. (B)

### 3.4 Deutschland

*Technisch/konstruktive Hemmnisse:*

- Wissensdefizite bei Architekten, Beratern, Bauunternehmen, Verkaufspersonal: Kontinuierliche Weiterbildung ist nicht etabliert im Bausektor. Die Arbeitslosigkeit der Architekten ist hoch und die Einkommen gehen runter, so dass sich eine wachsende Anzahl Weiterbildungsangebote nicht mehr leisten kann. (W)

*Marktbezogene Hemmnisse:*

- Passivhäuser sind unbekannt: Kunden kennen den Komfort eines Passivhauses nicht und halten die Technik für kompliziert. (U) (M)
- Investitionskosten sind entscheidend: CEPHEUS zeigte, dass Passivhäuser zu konkurrenzfähigen Preisen am Markt angeboten werden können. Obwohl die Verkaufspreise nur marginal von den Preisen der "Normal-Energie-Häuser" abwichen, kann diese Preisdifferenz jedoch entscheidend sein. Zur Zeit ist Sparsamkeit in Deutschland populär und häufig sind die Investitionskosten das wichtigste Kriterium für den Kauf. (F)
- Es gibt kaum technische Hemmnisse in Deutschland. Komponenten sind verfügbar, allerdings kann die traditionelle zweischalige Ziegelbauweise in Norddeutschland ein Hemmnis sein. (M)

### 3.5 Irland

*Technisch/konstruktive Hemmnisse:*

- 3-fach Verglasung und andere Passivhauskomponenten müssen importiert werden. (A)
- Begrenztes Wissen bei Planern, Architekten, Bauunternehmen und Installateuren. (W) (K)
- Begrenztes Wissen über Wärmebrücken und Luftdichtheit. (W) (K)
- Ziegelmauerwerk, Betonfertigteilewände und Holzrahmenbau sind die üblichen Konstruktionssysteme. Diese müssen an das Passivhauskonzept angepasst oder um weitere Systeme ergänzt werden.
- Ausbildungsgrad der Handwerker/Bauunternehmen.
- Gebäudequalität bezüglich einer dauerhaften Luftdichtheit.

*Marktbezogene Hemmnisse:*

- Fehlen von Informationskampagnen zu Passivhäusern für zukünftige Bauherren, Bauträger, Planer, Architekten und Bauhandwerker. (U) (M)
- Fehlen von Förderprogrammen. (F)

*Staatliche Hemmnisse:*

- Vorhandene Standards. (B)
- Berechnungsmethode und Zertifizierung. (W)

### 3.6 Niederlande

*Technisch/konstruktive Hemmnisse:*

- Das größte Hemmnis stellt die Tradition des Ziegelmauerwerks dar. Niedrige U-Werte bedeuten dickere Wände. Zur Vermeidung extrem dicker Wände sollten andere Außenverkleidungen und Konstruktionen bevorzugt werden. (W)
- Begrenztes Wissen über Wärmebrücken und Luftdichtheit. (W) (K)
- Die Verfügbarkeit geeigneter Fensterrahmen ist ein Problem. (V)
- Lüftung: Wartungsverträge sind zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Lüftungssystems notwendig, ansonsten könnten Probleme mit der Luftqualität und hoher Stromverbrauch der Ventilatoren auftreten, wie zuvor beschrieben. (N)
- Fehlen kleiner Wärmepumpen. (V) (W)

*Marktbezogene Hemmnisse:*

- Der niederländische Markt für Häuser kann als push-Markt charakterisiert werden. Bauträger realisieren jährlich viele große Hausprojekte. Die Stadtverwaltung spielt



eine große Rolle bei der Festlegung von Zielen für die Bauträger. Die Nutzer/Käufer kaufen was sie kaufen können ohne viel Interesse und Wissen zu Standards wie dem Passivhaus. (U) (M)

- Ein weiteres Hemmnis ist die Tradition des Ziegelmauerwerks. Neben erforderlichen technischen Lösungen, die zur Vermeidung dicker Wandkonstruktionen benötigt werden, gibt es auch einen marktbezogenen Aspekt: Die Niederländer sind an diese Bauweise gewöhnt und verbinden Qualität damit. (M)

#### *Staatliche Hemmnisse:*

- Aktuell werden viele Gebäude mit der (freiwilligen) GIW-Garantie gebaut. Diese Garantie setzt voraus, dass das Gebäude entsprechend bestimmter Vorschriften erstellt wurde. Anforderungen hinsichtlich der Heizleistung kann das Passivhaus möglicherweise nicht erfüllen, was seine Position am Markt schwächen könnte, obwohl die Qualität vergleichbar oder höher als bei Gebäuden mit GIW-Garantie ist. (M) (B)

### **3.7 Norwegen**

#### *Technisch/konstruktive Hemmnisse:*

- Fehlen von guten Fensterkomponenten. (V)
- Fehlen von bezahlbaren kleinen Bio-Brennern, kostengünstigen wasserbasierten Heizungssystemen und Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung. (V)
- Nur wenige Lieferanten von Solarkollektoren. (V)

#### *Andere Barrieren sind:*

- Wissensdefizite bei Planern. (W)
- Fokus auf Investitionskosten, anstelle der Qualität des Endproduktes. (W)
- Unterschiedliche Ausführungsqualität der Bauunternehmen. (K)

#### *Staatliche Hemmnisse:*

- Anschlusszwang an Fernwärme (B)

### **3.8 Großbritannien**

#### *Technisch/konstruktive Hemmnisse:*

- Ausführungsqualität und nicht vorhandene Kontrolle der luftdichten Konstruktionen in den Plänen sind die größten Probleme. (W) (K)
- Es fehlen Teile wie Maueranker und Stürze zur Ausführung der traditionellen

Wandkonstruktionen in höheren Dämmstoffstärken. (V)

- Die Bauausführung und das Ausbildungsniveau stellen ein Problem dar. (W) (K)
- Ein Austausch der Filter von mechanischen Lüftungsanlagen findet häufig nicht statt, was zu Problemen führen kann. (N)
- Die Anpassung neuer Details ist für große Bauunternehmer ein Hemmnis. (W) (K)
- Berechnungsmethoden. (W)
- Verfügbarkeit von Heizsystemen geringer Leistung. (V)

*Marktbezogene Hemmnisse:*

- Änderung der traditionellen Ziegelbauweise. (M)
- Kundenwünsche - sie erwarten eine Zentralheizung und wünschen Kamine. (M)
- Frühere freiwillige Zertifikate waren erfolglos. (U)

*Staatliche Hemmnisse:*

- Vorhandene Standards. (B)

### 3.9 Zukünftige Entwicklung des Passivhauskonzeptes

Schlüsselfragen bezüglich der Übertragung des Passivhausstandards in die Partnerländer sind:

- Zertifizierung und Ausführungskontrollen für Passivhäuser.
- Möglichkeiten der Datenerhebung für eine Zertifizierung.
- Genauigkeit der Werte:
  - o Auslegung runder Fenster
  - o Berechnung von Pufferzonen
  - o Verschattungssysteme
  - o Voreinstellwerte für Technologie ohne Zertifikat
  - o Verschattungskoeffizienten für Nachbargebäude (Zukunft/Gegenwart).
- Kosteneffiziente Abläufe.

Diese Punkte sollten zu einem frühen Zeitpunkt der Umsetzung von Passivhäusern in den Partnerländern angesprochen werden. Einige Fragen erfordern unterschiedliche Ansätze in jedem einzelnen Land, während andere innerhalb dieses Projektes multilateral gelöst werden können. In den weiteren Arbeitspaketen wird auf die Kernpunkte im Detail eingegangen werden.

### 3.10 Schlussfolgerung

Die häufigsten Hemmnisse in den Partnerländern sind: begrenztes Know-how, Ausführungsqualität und Fertigungsniveau sowie die Marktakzeptanz von Passivhäusern. Basierend auf den Lösungsvorschlägen des vorigen Kapitels müssen die Arbeitsschwerpunkte auf das Schaffen praktischer Informationen und Lösungen für die am Baubeteiligten, Ausbildung für Installateure und Bauunternehmen sowie auf die verstärkte Kommunikation des Passivhauskonzeptes gelegt werden.

## Weiterführende Links:

### **Belgien**

#### **Allgemeine staatliche Portale zur Energieeffizienz**

Region Flämen Region <http://www.energiesparen.be>

Walloon Region <http://energie.wallonie.be>

Brüssel Region <http://www.ibgebim.be>

#### **Organisationen für nachhaltiges Bauen und Energie**

APERRE [www.apere.org](http://www.apere.org)

Centrum Duurzaam Bouwen [www.cedubo.be](http://www.cedubo.be)

Groen Licht Vlaanderen [www.groenlichtvlaanderen.be](http://www.groenlichtvlaanderen.be)

Nature & Progrès [www.natpro.be](http://www.natpro.be)

Negawatt [www.negawatt.be](http://www.negawatt.be)

ODE-Vlaanderen [www.ode.be](http://www.ode.be)

Passiefhuis-Platform [www.passiefhuisplatform.be](http://www.passiefhuisplatform.be)

VIBE [www.vibe.be](http://www.vibe.be)

#### **Hersteller**

Unternehmen und Institute mit Passivhauserfahrung:

[http://www.passiefhuisplatform.be/?col=/php\\_vzw/leden&lng=nl&doc=lijst](http://www.passiefhuisplatform.be/?col=/php_vzw/leden&lng=nl&doc=lijst)

#### **Weitere Vereinigungen**

Agoria [www.agoria.be](http://www.agoria.be)

ATIC [www.atic.be](http://www.atic.be)

Bouwunie [www.bouwunie.be](http://www.bouwunie.be)

Confédération Construction Wallonne [www.ccw.be](http://www.ccw.be)

FEE [www.feebel.be](http://www.feebel.be)

UBIC [www.ubic.be](http://www.ubic.be)

Ventibel [www.ventibel.be](http://www.ventibel.be)

Vlaamse Confederatie Bouw [www.vcb.be](http://www.vcb.be)

### **Deutschland**

[www.ig-passivhaus.de](http://www.ig-passivhaus.de)

[www.passiv.de](http://www.passiv.de)

[www.passivhaustagung.de](http://www.passivhaustagung.de)

[www.proklima-hannover.de](http://www.proklima-hannover.de)

### **Irland**

#### **Organisationen**

Sustainable Energy Ireland <http://www.sei.ie>

Renewable Energy Information Office <http://www.sei.ie/reio.htm>

#### **Solarenergie**

Irish Solar Energy Association <http://www.irishsolar.com>

Diese website enthält eine vollständige Liste mit Installationsbetrieben und Anbietern von Solaranlagen.

UCD Energy Research Group <http://erg.ucd.ie>

Solar Energy Group, DIT <http://focas.dit.ie/groups/SolarEnergy/index.html>

## **Biomasse**

Irish Bioenergy Association <http://www.irbea.org/>

## **Holz**

Ireland's Natural and Renewable Energy Source [www.woodenergy.ie](http://www.woodenergy.ie)

Both websites include complete lists of suppliers and installers of biomass related products.

## **Anbieter von Lüftungssystemen mit Wärmerückgewinnung**

<http://www.aerventgroup.com>

<http://www.aerventgroup.com>

[Air Purification Systems Ltd.](http://www.airpurification.ie)

<http://www.airpurification.ie>

[Atlantic Canada Home Ireland Ltd.](http://atlanticcanadahome.com)

<http://atlanticcanadahome.com>

[Mitsubishi Electric](http://www.MitsubishiElectric.ie)

<http://www.MitsubishiElectric.ie>

[ProAir Systems](http://www.ProAir.ie)

<http://www.ProAir.ie>

[Radon Ireland Group](http://www.ProAir.ie)

<http://www.ProAir.ie>

[Low Energy Solutions Ltd.](http://www.conserve-energy.com)

<http://www.conserve-energy.com>

## **Dämmung**

[Aerobord Ltd.](http://www.aerobord.ie/)

<http://www.aerobord.ie/>

[Alan Beattie Manufacturers Agent](mailto:alanbeattie@eircom.net)

[alanbeattie@eircom.net](mailto:alanbeattie@eircom.net)

[Ecowise Insulation Ltd.](mailto:ecowise@eircom.net)

[ecowise@eircom.net](mailto:ecowise@eircom.net)

[Homatherm holzFlex 040](http://www.ecologicalbuildingsystems.com/)

<http://www.ecologicalbuildingsystems.com/>

[Kingspan Insulation Ltd.](http://www.insulation.kingspan.com)

<http://www.insulation.kingspan.com>

[Sheep Wool Insulation Ltd.](http://www.sheepwoolinsulation.ie)

<http://www.sheepwoolinsulation.ie>

[U-Value Insulation](mailto:info@uvalue.biz)

[info@uvalue.biz](mailto:info@uvalue.biz)

[Western Insulation](mailto:colmglynn@eircom.net)

[colmglynn@eircom.net](mailto:colmglynn@eircom.net)

[Xtratherm Ltd.](http://www.ochrewool.ie)

[Ochre Wool Teo](mailto:ochrewool@eircom.net)

[ochrewool@eircom.net](mailto:ochrewool@eircom.net)

### **Luftdichtheitsmessungen**

Urban Institute Ireland [www.urbaninstitute.net](http://www.urbaninstitute.net)

UCD Energy Research Group <http://erg.ucd.ie>

### **Produkte für die Luftdichtheit**

Proclima Airtight Solutions <http://www.ecologicalbuildingsystems.com>

### **3-Scheiben-Verglasungen**

3-Scheiben-Verglasungen werden üblicherweise aus Kontinentaleuropa importiert, weil es in Irland keine Hersteller gibt.

### **Niederlande**

#### **Organisationen für nachhaltiges Bauen**

Agentschap voor Duurzaamheid en Innovatie SenterNovem [www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl)

Nationaal Dubo Centrum <http://www.dubo-centrum.nl/>

#### **Erneuerbare Energien**

Organisatie voor Duurzame Energie <http://www.duurzameenergie.org>

#### **Hersteller**

Developers platform [www.neprom.nl](http://www.neprom.nl)

Window/ door manufacturers: Glas Branche Organisatie [www.glasnet.nl](http://www.glasnet.nl)

Ventilation system manufacturers ([www.stichtinghrv.nl](http://www.stichtinghrv.nl))

Stichting WTA <http://www.stichtingwta.nl/>

Gebäudeeigentümer: vereniging eigen huis <http://www.eigenhuis.nl/VerenigingEigenHuis>

### **Norwegen**

[www.lavenergiboliger.no](http://www.lavenergiboliger.no)

[www.sintef.no/lavenergiboliger](http://www.sintef.no/lavenergiboliger)

### **Großbritannien**

#### **Allgemeine Informationen zu Passivhäusern in Großbritannien**

[www.passivhaus.org.uk](http://www.passivhaus.org.uk)

(gepflegt von The Building Research Establishment)

#### **Luftdichtheitsmessung**

The Air Tightness and Testing Measurement Association

[www.attma.org](http://www.attma.org)

#### **Dämmung**

National Insulation Association (NIA)

Tel: 01525 383313

Web: [www.insulationassociation.org.uk](http://www.insulationassociation.org.uk)

Insulated Render and Cladding Association (INCA)

Tel: 01428 654 011

Web: [www.inca-ltd.org.uk](http://www.inca-ltd.org.uk)

### **Verglasung**

Glass and Glazing Federation

Tel: 0870 042 4255

Web: [www.ggf.org.uk](http://www.ggf.org.uk)

Fenestration Self-Assessment Scheme

Tel: 0870 780 2028

Web: [www.fensa.co.uk](http://www.fensa.co.uk)

British Fenestration Rating Council (BFRC)

Tel: 08700 278 494

Web: [www.bfrc.org](http://www.bfrc.org)

### **Luftdichtheit**

National Insulation Association (NIA)

Tel: 01525 383313

Web: [www.insulationassociation.org.uk](http://www.insulationassociation.org.uk)

Draught Proofing Advisory Association Limited

Tel: 01428 654011

Web: [www.dpaa-association.org.uk](http://www.dpaa-association.org.uk)

### **Heizung und Warmwasser**

HHIC (Heating and Hot water Information Council)

Tel: 0845 600 2200

Web: [www.centralheating.co.uk](http://www.centralheating.co.uk)

CORGI (Council of Registered Gas)

Tel: 0870 401 2200

Web: [www.corgi-gas-safety.com](http://www.corgi-gas-safety.com)

OFTEC (Oil-Firing Technical Association)

Tel: 0845 6585080

Web: [www.oftec.org](http://www.oftec.org)

Heating Efficiency Testing and Advisory Service Ltd (HETAS Ltd)

Tel: 01242 673257

Web: [www.hetas.co.uk](http://www.hetas.co.uk)

The Solid Fuel Association

Tel: 0845 601 4406

Web: [www.solidfuel.co.uk](http://www.solidfuel.co.uk)

The British Electrotechnical and Allied Manufacturers' Association

Tel: 020 7793 3000

Web: [www.beama.org.uk](http://www.beama.org.uk)



## Anhang

Passive House Solutions Austria

Passive House Solutions Denmark

Passive House Solutions Germany

Passive House Solutions Ireland

Passive House Solutions Netherlands

Passive House Solutions Norway

Passive House Solutions UK