

# PUR

Der Hochleistungs-Dämmstoff

## AUS FORSCHUNG UND TECH

2004 | Sommerlicher Wärmeschutz  
NR. 4

Herausgeber: IVP – Industrieverband  
Polyurethan-Hartschaum e.V.

Das Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V.  
(FIW) München hat im Auftrag des IVP anhand  
einer thermischen Gebäudesimulation die  
Auswirkungen verschiedener Steildachkon-  
struktionen auf das Raumklima eines ausge-  
bauten Dachgeschosses untersucht.

ISBN 3–932 500–26–1

© 2002 by IVP  
2. Auflage, Januar 2004

## *Sommerlicher Wärmeschutz*

<b>1. Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2. Sommerlicher Wärmeschutz in Verordnungen und DIN-Normen</b>	<b>4</b>
<b>3. Faktoren, die den sommerlichen Wärmeschutz beeinflussen</b>	<b>4</b>
<b>4. Wärmespeichervermögen von Dämmstoffen und wirksamer Sonnenschutz</b>	<b>6</b>
<b>4.1 Thermische Computersimulation</b>	<b>6</b>
<b>4.2 Optimale Dachdämmung mit PUR-Hartschaum</b>	<b>7</b>
<b>5. Faktoren ohne Bedeutung: Temperaturamplitudenverhältnis und Phasenverschiebung</b>	<b>8</b>
<b>6. Fazit</b>	<b>9</b>
<b>7. Literatur und Planungshilfen</b>	<b>9</b>

---

## 1. Einleitung

Wohnbehaglichkeit ist Lebensqualität. Dazu gehören angenehme Temperaturen im ganzen Haus – im Winter warm, im Sommer kühl.

Behaglichkeit und Gesundheit der Hausbewohner hängen stark von der Qualität des Raumklimas ab. Eine wichtige Voraussetzung für ein angenehmes Raumklima und somit für das Wohlbefinden der Bewohner schaffen die bauphysikalischen Eigenschaften der Raum umschließenden Bauteile – Dächer, Decken und Wände –.

Ist vom baulichen Wärmeschutz bei Neu- und Altbauten die Rede, denkt man in erster Linie an den winterlichen Wärmeschutz mit dem Ziel, Bauschäden zu vermeiden und Heizenergie einzusparen.

Der sommerliche Wärmeschutz hat die Aufgabe, an heißen Sommertagen die Raumtemperatur – vor allem in Wohnungen unter dem Dach – auf einem erträglichen Niveau zu halten.

---

## Sommerlicher Wärmeschutz in Verordnungen und DIN-Normen

2.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) [1] schreibt vor, dass bei Gebäuden, deren Fensterflächenanteil größer als 30 % ist, die in der DIN 4108-2 [2] festgelegten höchstzulässigen Sonneneintragskennwerte einzuhalten sind.

Die Sonneneintragskennwerte sind von bestimmten Faktoren abhängig, die die solare Energieeinstrahlung positiv oder negativ beeinflussen.

---

## Faktoren, die den sommerlichen Wärmeschutz beeinflussen

3.

Die klimatischen Bedingungen eines Raumes hängen im Sommer hauptsächlich von folgenden Faktoren ab:

- Sonneneinstrahlung durch Fenster oder sonstige Verglasungen
- Sonnenschutzvorrichtungen
- Wärmespeichervermögen der Innenbauteile (leichte oder schwere Bauart)
- Sommerliche Klimaregion
- Lüftung (vor allem in der zweiten Nachthälfte)
- Interne Wärmequellen (Haushaltsgeräte, Beleuchtung, Personen).

### Faktoren „Sonneneinstrahlung, Fenster und Sonnenschutz“

Den größten Einfluss auf das sommerliche Raumklima hat die Sonneneinstrahlung, die durch Fenster oder sonstige Verglasungen in den Innenraum gelangt.

Die Intensität der einfallenden Sonneneinstrahlung wird bestimmt durch:

- Anteil der Fensterfläche an der Außenwand- und/oder Dachfläche
- Verhältnis von Fensterfläche zur Grundfläche des Raumes
- Fensterorientierung
- Fensterneigung
- Art der Verglasung (Gesamtenergiedurchlassgrad)
- Rahmenanteil der Fenster.

Durch Sonnenschutzmaßnahmen (z. B. Jalousien, Markisen oder Fensterläden) an lichtdurchlässigen Bauteilen kann das Eindringen von solarer Strahlungsenergie erheblich reduziert werden.

## Faktor „Sommerliche Klimaregion“

Der regionale Standort eines Gebäudes und das dort herrschende Klima haben ebenfalls einen Einfluss auf die sommerlichen Raumtemperaturen. Deutschland ist deshalb in drei Klimaregionen aufgeteilt – sommerkühle, gemäßigte und sommerheiße Gebiete.

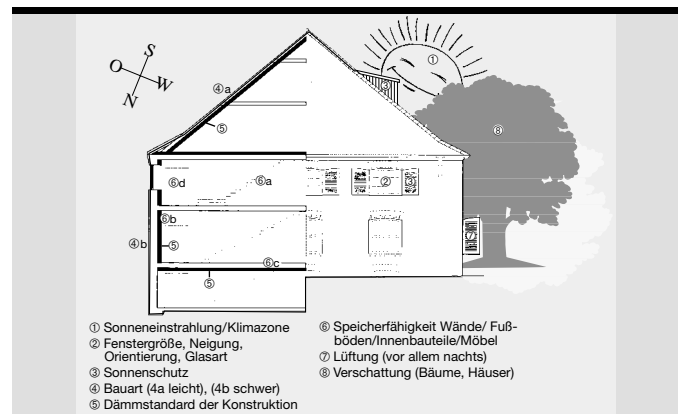
Für diese Klimaregionen sind unterschiedliche Grenzwerte der Innentemperaturen festgelegt, die bei den erforderlichen Maßnahmen für den sommerlichen Wärmeschutz zu berücksichtigen sind [2, 3].

## Faktor „Lüftung“

Entscheidend beeinflusst wird das Raumtemperaturniveau im Sommer durch eine gute Lüftung der Räume in der Nacht. Durch die nächtliche Lüftung wird die in den Wänden, im Fußboden und in Decken tagsüber gespeicherte Wärme wieder abgeführt. Diese „Speichermassen“ nehmen am nächsten Tag wieder überschüssige Sonnenenergie auf, wodurch die Raumtemperatur abgesenkt wird.

## Faktoren „Bauart und Wärmespeicherfähigkeit der Innenbauteile“

Die Erwärmung der Räume eines Gebäudes hängt auch vom Wärmespeichervermögen der Bauteile, und zwar insbesondere der Innenbauteile ab. So speichert beispielsweise eine schwere Platte die Wärme besser als eine leichte; eine dicke Schicht kann mehr Wärme aufnehmen als eine dünne.



Faktoren, die den sommerlichen Wärmeschutz und das Innenraumklima beeinflussen | Bild 1

## 4. Wärmespeichervermögen von Dämmstoffen und wirksamer Sonnenschutz

Das Wärmespeichervermögen von Dämmstoffen hat keinen besonderen Einfluss auf das sommerliche Innenraumklima, wie dies Hersteller von Holz- oder Zellulose-Faserstoffen mit Hinweis auf das größere Wärmespeichervermögen dieser Materialien behaupten.

Das Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. (FIW) München untersuchte anhand thermischer Computer-Simulationen, welche Auswirkungen PUR-Hartschaum-Dämmplatten bzw. Holzfaserplatten in verschiedenen Steildachkonstruktionen auf das Raumklima haben [4].

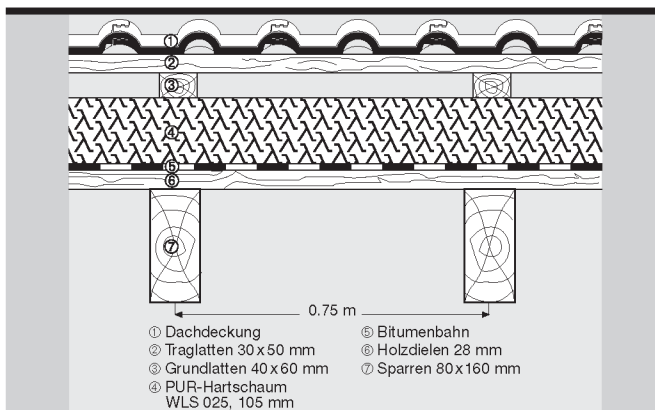


Bild 2 Steildachkonstruktion mit 105 mm PUR-Hartschaum (WLS 025), als Dämmung auf den Sparren, Profilholzschalung mit Luftdichtheitsschicht, sichtbare Sparren.

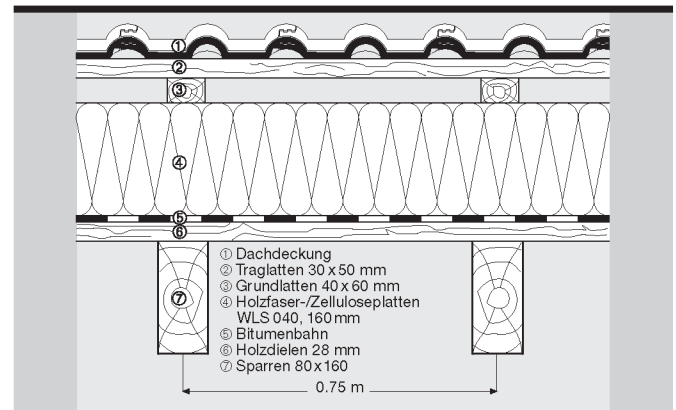


Bild 3 Steildachkonstruktion mit 160 mm Holzfaserplatte (WLS 040), als Dämmung auf den Sparren, Profilholzschalung mit Luftdichtheitsschicht, sichtbare Sparren.

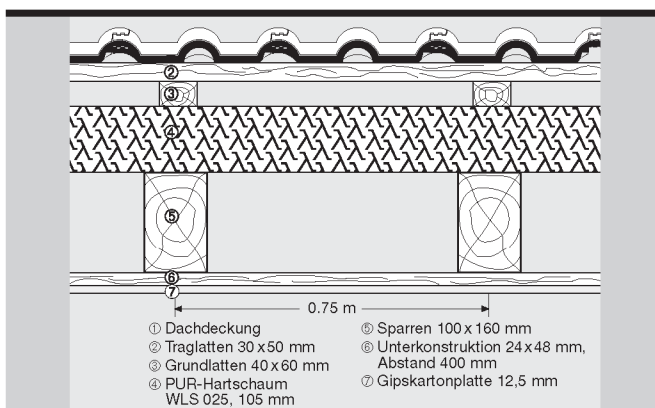


Bild 4 Steildachkonstruktion mit 105 mm PUR-Hartschaum (WLS 025), als Dämmung auf den Sparren, Gipskartonplatte unter den Sparren.

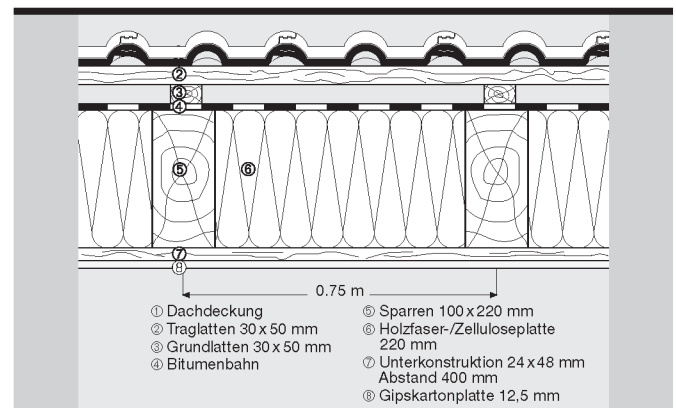


Bild 5 Steildachkonstruktion mit 220 mm Holzfaserplatte (WLS 040), als Dämmung zwischen den Sparren, Gipskartonplatte unter den Sparren.

## Ergebnisse der Simulationen – ohne Sonnenschutz

Ohne Sonnenschutz heizt sich der Innenraum nachmittags bis auf eine Temperatur von 31° C auf. Die im Raum gemessenen Temperaturen zeigen, dass die Wärmespeicherefähigkeit der unterschiedlichen Dämmstoffe keine Rolle spielt. Der Temperaturunterschied im Innenraum beträgt maximal 0,6 K.

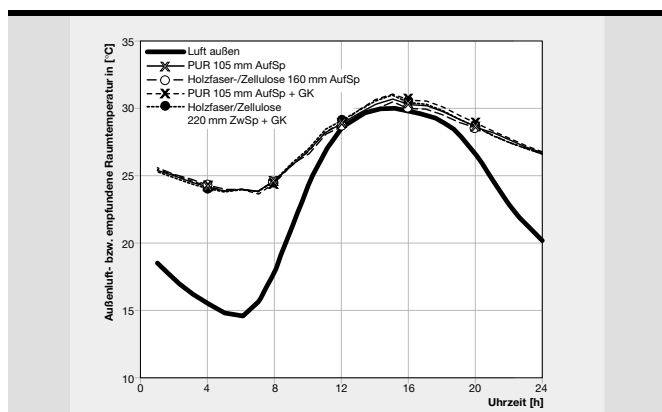


Bild 6 Außentemperatur und Raumlufttemperaturen am heißesten Tag einer heißen Sommerwoche – ohne Sonnenschutz

## Ergebnisse der Simulationen – mit Sonnenschutz

Wenn das Dachfenster mit einem Sonnenschutz ausgestattet wird, ist die Raumlufttemperatur nachmittags deutlich niedriger als die Außentemperatur; die Raumlufttemperatur liegt immer unter 25° C. Auch in diesem Fall hat die Art des Dämmstoffes keinen wesentlichen Einfluss auf die Temperatur im Innenraum.

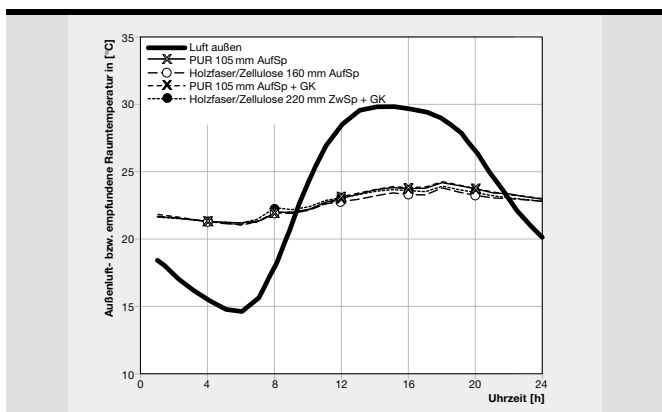


Bild 7 Außentemperatur und Raumlufttemperaturen am heißesten Tag einer heißen Sommerwoche – mit Sonnenschutz

Die Ergebnisse der thermischen Computer-Simulationen verdeutlichen,

- dass die einfallende Sonneneinstrahlung den größten Einfluss auf das sommerliche Raumklima hat und daher insbesondere ein wirksamer Sonnenschutz an der Fensterfläche ein angenehmes Raumklima schafft
- dass der Einfluss der unterschiedlichen Wärmespeicherefähigkeit der Dämmstoffe bei gleichem Wärmedurchgangskoeffizient vernachlässigbar gering ist.

Die Art der Dämmstoffe – PUR-Hartschaum bzw. Holzfaserplatten – hat kaum Einfluss auf die empfundene Raumtemperatur.

Im Gegensatz zum sommerlichen Wärmeschutz haben Dämmstoffe für den winterlichen Wärmeschutz eine enorme Bedeutung.

## Optimale Dachdämmung mit PUR-Hartschaum

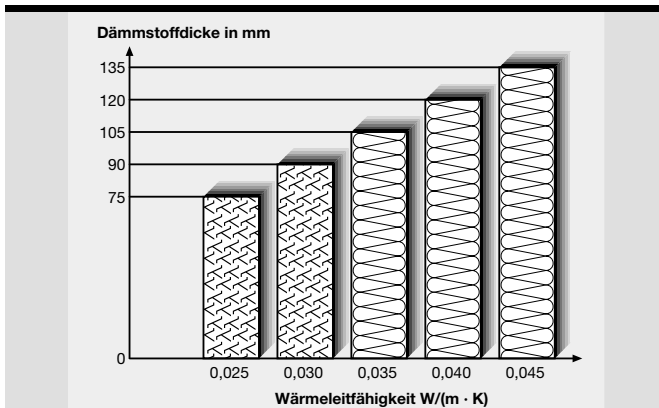
4.2

Im Neu- und im Altbau kann das Steildach auf den Sparren, unter den Sparren oder zwischen den Sparren gedämmt werden. Empfehlenswert ist eine Dämmung auf den Sparren. Das Dach wird dabei vollständig eingehüllt, die gesamte Dachkonstruktion ist rundum sicher geschützt und die Sparren wirken nicht als Wärmebrücken.

Insbesondere bei einer Altbausanierung bietet die Dämmung auf den Sparren gravierende Vorteile: kein Raumverlust, keine Beeinträchtigung im Hausinneren, kein Baulärm und kein Schmutz. Vorhandene Installationen und Deckenverkleidungen müssen nicht neu verlegt bzw. erneuert werden.

Für die Leistung eines Dämmstoffes gilt: je höher die Wärmeleitfähigkeit, desto dicker muss gedämmt werden – je niedriger die Wärmeleitfähigkeit, desto leistungsfähiger sind bereits dünne Dämmschichten.

PUR-Hartschaum-Dämmstoffe werden in den Wärmeleitfähigkeitsstufen WLS 025 (diffusionsdicht) und WLS 030 (diffusionsoffen) angeboten[5].



**Bild 8** Dämmstoffdicken in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit bei einem U-Wert von  $0,30 W/(m^2 \cdot K)$ ; hier ohne Berücksichtigung der Wärmeübergangswiderstände

Mit PUR-Hartschaum lässt sich optimal und kostengünstig dämmen, denn

- es wird Baumaterial bei den Dachsparren gespart; der Sparren muss nur an die statischen Anforderungen und nicht an die Dämmdicke – wie z. B. bei der Zwischensparrendämmung – angepasst werden
- es werden Kosten durch die schnelle und günstige Verlegung gespart
- es wird eine hohe Dämmwirkung ohne Schwachstellen erzielt.

– Weitere Vorteile von PUR-Hartschaum Dämmstoffen zahlen sich aus:

- Optimale Dämm-Lösungen gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV)
- Energieeinsparung und spürbar weniger Heizkosten
- Schonung der Rohstoffreserven und Entlastung der Umwelt
- Steigerung von Gebäudewert und Wohnkomfort

PUR-Hartschaum ist die Bezeichnung für eine Dämmstoff-Familie, die auch sogenannte PIR-Schäume mit einschließt.

## Faktoren ohne Bedeutung: Temperaturamplitudenverhältnis und Phasenverschiebung

5.

Im Sommer schwankt die Außenlufttemperatur bei intensiver Sonneneinstrahlung in einem 24-Stunden-Rhythmus und bewirkt eine Wärmewelle durch die Außenbauteile in Richtung Innenräume.

Das Verhältnis der maximalen Temperaturschwankung an der inneren Bauteiloberfläche zur maximalen Schwankung an der äußeren Bauteiloberfläche wird als Temperaturamplitudenverhältnis (TAV) bezeichnet. Das Temperaturamplitudenverhältnis sollte idealerweise möglichst klein sein.

Die zeitliche Verzögerung der oben beschriebenen Wellenbewegung durch das Bauteil wird als Phasenverschiebung ( $\varphi$ ) bezeichnet.

*Im Wohnungsbau haben Temperaturamplitudenverhältnis und Phasenverschiebung jedoch keinen Einfluss auf den sommerlichen Wärmeschutz [6].*

Die Verwendung von Faserdämm-Materialien aus beispielsweise Holzwerkstoffen oder Zellulose mit angeblich besseren TAV-Werten führt nicht zu einer spürbaren Absenkung der Raumtemperatur. Vergleichende Berechnungen haben außerdem gezeigt, dass Aufsparrendämmungen auf 28 mm Holzschalung sowohl mit PUR-Hartschaum-Dämmung (Dicke: 105 mm) als auch mit einer Weichfaserdämmung (Dicke: 190 mm) **die gleiche Phasenverschiebung von etwa 6,8 Stunden bewirken.**

Faktoren, wie Temperaturamplitudenverhältnis und Phasenverschiebung aber auch andere gelegentlich genannte Produkteigenschaften, wie Wärmeindringkoeffizient, und Temperaturleitfähigkeit, **haben keine Bedeutung für den sommerlichen Wärmeschutz**

Diese Eigenschaften werden daher auch bei der Ermittlung der maximal zulässigen und tatsächlichen Sonneneintragskennwerte nach DIN 4108-2 nicht berücksichtigt.

## 6. Fazit

In der modernen Architektur werden große Fenster- oder Verglasungsflächen und nach Süden ausgerichtete Gebäude immer beliebter. Bei dieser Bauweise müssen jedoch geeignete Maßnahmen getroffen werden, um den sommerlichen Wärmeschutz sicherzustellen.

- Sonnenschutzvorrichtungen an den nach Süden ausgerichteten Fensterflächen sowie Lüftungsmöglichkeiten während der Nacht sind von besonderer Bedeutung für ein behagliches Raumklima während der Sommerperiode.
- Die Speicherfähigkeit von Wärmedämmstoffen ist beim sommerlichen Wärmeschutz „vernachlässigbar“.
- Der bei Wohngebäuden anzuwendende vereinfachte Nachweis für die Begrenzung solarer Wärmeeinträge ist in der DIN 4108-2 festgelegt. Mit dem in dieser Norm beschriebenen Rechenverfahren lässt sich prüfen, ob die baulichen Maßnahmen hinsichtlich der genannten Einflussgrößen ausreichen, um eine sommerliche Überhitzung der Räume zu vermeiden.

Der IVPU empfiehlt deshalb: Bereits bei der Planung von Gebäuden müssen die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz berücksichtigt werden.

### ***Wohnkomfort unterm Dach mit PUR-Hartschaum-Dämmung auf den Sparren!***

- Angenehme Temperaturen im ganzen Haus – im Winter warm, im Sommer kühl
- Raumgewinn durch PUR-Aufsparrendämmung mit leistungsfähigen Dämmschichten
- Optimale Wärmedämmung ohne Wärmebrücken
- Hohe Energieeinsparung und spürbar weniger Heizkosten
- Geringere Kosten durch schnelle und dadurch günstige Verlegung

## Literatur und Planungshilfen

## 7.

- [1] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 16. November 2001.
- [2] DIN 4108-2  
Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Abschnitt 8: Mindestanforderung an den sommerlichen Wärmeschutz.
- [3] Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik: Handbuch der Klimatechnik; Band 2: Berechnung und Regelung. Verlag C. F. Müller GmbH, 2. Auflage, 1988.
- [4] Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. (FIW) München: Sommerliches Temperaturverhalten eines Dachzimmers bei unterschiedlichem Dachaufbau. Untersuchungsbericht vom 13.11.2000.
- [5] Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e.V. (Hrsg.): Eigenschaften von PUR-Hartschaum-Wärmedämmstoffen. Stuttgart, 1998.
- [6] Feist, W.: Passivhaus, Sommerklima-Studie. Dezember 1998.  
und  
Gertis K. und Hauser G.: Instationärer Wärmeschutz. In: Berichte aus der Bauforschung, Heft 103, 1975.

Der IVPU hat ein Formblatt erstellt, das mit dem vereinfachten Nachweisverfahren die Ermittlung des maximal zulässigen und des tatsächlichen Sonneneintragskennwertes nach DIN 4108-2 erleichtert. Das Formblatt ist auf der IVPU Website [www.ivpu.de](http://www.ivpu.de) veröffentlicht oder kann kostenlos beim IVPU bestellt werden.

ISBN 3-932 500-26-1

**IVPU** · Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V. · Kriegerstraße 17 · 70191 Stuttgart  
Telefon (07 11) 29 17 16 · Telefax (07 11) 29 49 02  
E-mail: [ivpu@ivpu.de](mailto:ivpu@ivpu.de) · Internet: [www.ivpu.de](http://www.ivpu.de)