



**STYROPOR**  
*Expanding the Future*

# Faktenblätter

**Information der Güteschutzgemeinschaft Polystyrol-Hartschaum**

**Stand: 10/2025**

## ÜBERSICHT FAKTENBLÄTTER

### Styropor

Styropor spart kostbare Energie  
Styropor hat ausgezeichnete Dämmeigenschaften  
Styropor schont wertvolle fossile Ressourcen  
Styropor wird energiesparend hergestellt  
Styropor hat hervorragende Öko-Kennwerte  
Styropor ist ebenso diffusionsoffen wie Holz  
Styropor hilft Schimmel zu vermeiden  
Styropor setzt keine umweltschädlichen Gase frei  
Styropor ist gesundheitlich unbedenklich  
Styropor ist hoch belastbar  
Styropor ist angenehm und einfach zu verarbeiten  
Styropor ist für Innenräume geeignet  
Styropor ist langlebig  
Styropor ist wirtschaftlich  
Baustyropor ist schwerbrennbar  
Styropor-Abfälle sind zu 100 Prozent recycelbar  
Mechanisches Recycling von Styropor-Abfällen  
Lösemittelbasiertes Recycling von Styropor-Abfällen  
Energierückgewinnung aus Styropor-Abfällen  
Deponierung von Styropor-Abfällen  
Das polymere Flamschutzmittel (pFR)  
Das Flamschutzmittel HBCD

### WDVS

Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) aus Styropor  
WDVS schaffen ein angenehmes Raumklima  
WDVS sind ein Gestaltungselement der Architektur  
WDVS sind langlebig  
WDVS sind im Brandfall sicher  
Rückbau eines WDVS

## Styropor spart kostbare Energie

**Ob Neubau oder die Sanierung bestehender Gebäude: Wärmedämmungen aus Styropor tragen dazu bei, Energie einzusparen. Das senkt nicht nur die Heizkosten, sondern macht auch unabhängiger von Energieimporten aus Krisengebieten.**

- Bereits 1991 wurde in Kranichstein (Deutschland) das erste Passivhaus-Projekt mit 27,5 cm Styropor-Dämmung in den Außenwänden erfolgreich realisiert.



Quelle: Passivhaus Institut

### Projektinformation

Baujahr: 1991

Wohnfläche: 624 m<sup>2</sup>

Heizwärmebedarf: 10,5 kWh/m<sup>2</sup>a

- Die Sanierung eines Mehrfamilienwohnhauses in Wien mit Styropor zeigt eindrucksvoll, dass eine Reduktion des Heizwärmebedarfs um 95 % gegenüber dem Altbestand möglich ist.



Quelle: Andreas Kronberger

### Projektinformation

Baujahr: 1888 / Sanierung: 2012 - 2014

Nutzfläche Bestand: 618 m<sup>2</sup>

Nutzfläche Dachgeschoßausbau: 215 m<sup>2</sup>

Heizwärmebedarf vor Sanierung:  
178 kWh/m<sup>2</sup>a

Heizwärmebedarf nach Sanierung:  
7,6 kWh/m<sup>2</sup>a

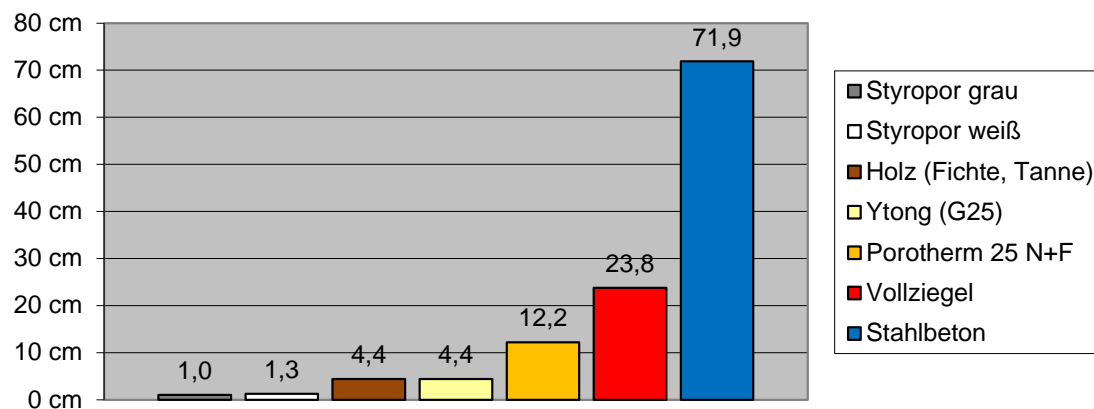
- Die am 7. Juni 2010 in Kraft getretene EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden hat sich zum Ziel gesetzt, den Energieverbrauch in den Mitgliedstaaten bis 2020 um 20 % zu senken. Außerdem müssen bis 31. Dezember 2020 alle neuen Gebäude Niedrigstenergiegebäude sein.

## FAKTENBLATT

# Styropor hat ausgezeichnete Dämmeigenschaften

Luft zählt zu den ganz schlechten Wärmeleitern. Aus diesem Grund plustern Vögel ihr Federkleid bei niedrigen Temperaturen auf, um sich mit einem schützenden Luftpolster zu umgeben und Wärmeverluste zu reduzieren. Auch Styropor verdankt seine ausgezeichneten Wärmedämmeigenschaften der Tatsache, dass es zu 98 % aus Luft besteht, die in der Zellstruktur eingeschlossen ist.

- 1 cm dickes graues Styropor hat die gleiche Wärmedämmwirkung wie 72 cm Stahlbeton!



- Nicht zuletzt aufgrund der ausgezeichneten Dämmeigenschaften, sondern auch deswegen, weil ihre Verarbeitung rasch, unkompliziert und mit gesundheitlich unbedenklichem Material erfolgt, haben Fassadenplatten aus Styropor den höchsten Anteil an Wärmedämmverbundsystemen in Europa.

### In total (weighted)

EPS: 70 % MW: 26 % Others: 4 %

### Eastern Europe

EPS: 52 % MW: 46 % Others: <1 %

### Northern Europe

EPS: 16 % MW: 84 % Others: <1 %

### Western Europe

EPS: 71 % MW: 26 % Others: 4 %

### Central Europe

EPS: 71 % MW: 26 % Others: 4 %

### Southeast Europe

EPS: 78 % MW: 16 % Others: 7 %

### Southern Europe

EPS: 80 % MW: 14 % Others: 6 %



Quelle: European Association for External Thermal Insulation Composite Systems (EAE)

## Styropor schont wertvolle fossile Ressourcen

Gebot der Stunde ist es, den Verbrauch von Erdöl einzuschränken. Styropor ist zwar ein Erdölprodukt, benötigt aber außerordentlich wenig von diesem wertvollen Rohstoff, da es zu 98 % aus Luft und zu lediglich 2 % aus Polystyrol, dem Zellgerüst, besteht. Über die Lebensdauer des Produktes betrachtet können mit jedem Liter Erdöl, aus dem Styropor zur Dämmung von Gebäuden hergestellt wird, bis zu 200 Liter Heizöl eingespart werden. Es gibt somit wohl kaum eine bessere Verwendung für Erdöl, als Dämmstoff daraus zu erzeugen!

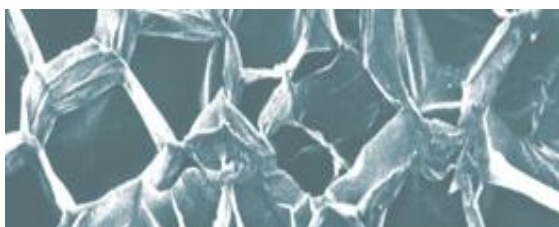


Foto: Zellgerüst von Styropor unter dem Mikroskop

- Die aktuellen Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) gemäß ISO 14025 zeigen ganz klar, dass Styropor weit weniger fossile Ressourcen (Erdöl, Erdgas, Kohle, etc.) benötigt – abzulesen am Kennwert Primärenergieinhalt nicht erneuerbar (PENRT) – als die „ökologischen Alternativen“ Mineralschaum und Holzfaser.

Dämmstoff für WDVS	PENRT MJ *)	EPD-Nr.
Styropor grau	44,64	<a href="#">EPD-IVH-20220127-CBG1-DE</a>
Styropor weiß	53,43	<a href="#">EPD-IVH-20220129-CBG1-DE</a>
Hanffaser	55,00	<a href="#">baubook-Nr. 1383 ip</a>
Mineralschaum	64,06	<a href="#">EPD-XEL-20250256-IBA1-DE</a>
Steinwolle	75,82	<a href="#">EPD-IES-0010768</a>
Holzfaser	90,32	<a href="#">EPD-STE-20200173-IBA1-DE</a>

\*) je Funktionseinheit (1 m<sup>2</sup> Fläche mit R = 1 m<sup>2</sup>·K/W)

Quelle: Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) und baubook

- Nur 0,1 % des gesamten Erdölverbrauchs wird für die Herstellung von Styropor verwendet.

## Styropor wird energiesparend hergestellt

Die Europäische Union hat sich zum Ziel gesetzt, den Energieverbrauch von Gebäuden zu senken. Aber auch Dämmstoffe sollten möglichst energiesparend hergestellt werden. Aufgrund des geringen Rohstoffeinsatzes (98 % Luft, 2 % Polystyrol) und der sparsamen Herstellung erfordert die Produktion von Styropor insgesamt betrachtet weniger Energie, als jene der „ökologischen Alternativen“ Mineralschaum und Holzfaser. Details sind den aktuellen Umwelt-Produkt-deklarationen (EPD) gemäß ISO 14025 zu entnehmen.

Dämmstoff für WDVS	Herstellungsenergie MJ *)	EPD-Nr.
Styropor grau	46,76	<a href="#">EPD-IVH-20220127-CBG1-DE</a>
Styropor weiß	54,49	<a href="#">EPD-IVH-20220129-CBG1-DE</a>
Mineralschaum	70,46	<a href="#">EPD-XEL-20250256-IBA1-DE</a>
Steinwolle	92,00	<a href="#">EPD-IES-0010768</a>
Hanffaser	117,48	<a href="#">baubook-Nr. 1383 ip</a>
Holzfaser	180,93	<a href="#">EPD-STE-20200173-IBA1-DE</a>

\*) je Funktionseinheit (1 m<sup>2</sup> Fläche mit R = 1 m<sup>2</sup>·K/W)

**Quelle:** Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) und baubook

- Die Herstellungsenergie (inklusive Rohstoffeinsatz) umfasst die gesamte erneuerbare und nicht erneuerbare („fossile“) Primärenergie sowie Energie aus Sekundärbrennstoffen. Für Styropor gibt es vielfältige Verwertungsmöglichkeiten am Ende der Nutzungsdauer. Die damit verbundenen Energiegutschriften sind in den oben angegebenen Werten nicht berücksichtigt.
- Bei der thermischen Sanierung eines Hauses aus den 70er Jahren mit Styropor-Dämmplatten wird die gesamte Herstellungsenergie innerhalb von 2 bis 4 Monaten hereingespielt. Über die Lebensdauer betrachtet amortisiert sich der Energieeinsatz bis zu 200-fach. Jeder m<sup>3</sup> Styropor spart daher so viel Energie ein, dass ein PKW damit über 30.000 km fahren kann.



## Styropor hat hervorragende Öko-Kennwerte

Aufgrund seines geringen Rohstoffeinsatzes (98 % Luft, 2 % Polystyrol) und seiner sparsamen Herstellung hat Styropor eine hervorragende Ökobilanz. Die Auswertung der aktuellen Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) hinsichtlich der drei wesentlichen Kennwerte „Primärenergieinhalt nicht erneuerbar (PENRT)“, „Treibhauspotential (GWP)“ und „Versäuerungspotential (AP)“, zusammengefasst im  $\Delta\text{OI3}$ -Index, verdeutlicht, dass sich Styropor durchaus auf Augenhöhe mit den „ökologischen Alternativen“ Mineralschaum und Holzfaser befindet.

Dämmstoff für WDVS	PENRT MJ *)	GWP kg CO <sub>2</sub> - Äquiv. *)	AP kg SO <sub>2</sub> - Äquiv. *)	$\Delta\text{OI3}$	EPD-Nr.
EPS grau	44,64	1,82	0,0042	<b>2,35</b>	<a href="#">EPD-IVH-20220127-CBG1-DE</a>
EPS weiß	53,43	1,83	0,0026	<b>2,43</b>	<a href="#">EPD-IVH-20220129-CBG1-DE</a>
Hanffaser	55,00	-3,08	0,0126	<b>3,00</b>	<a href="#">baubook-Nr. 1383 ip</a>
Holzfaser	90,32	-2,63	0,0092	<b>3,80</b>	<a href="#">EPD-STE-20200173-IBA1-DE</a>
Mineralschaum	64,06	5,97	0,0067	<b>4,03</b>	<a href="#">EPD-XEL-20250256-IBA1-DE</a>
Steinwolle	75,82	4,35	0,0204	<b>5,97</b>	<a href="#">EPD-IES-0010768</a>

\*) je Funktionseinheit (1 m<sup>2</sup> Fläche mit R = 1 m<sup>2</sup>·K/W)

Quelle: Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) und baubook

- Der  $\Delta\text{OI3}$ -Index ist umso besser, je niedriger er ist.
- Achtung: Massebezogene Öko-Kennwerte (d.h. pro kg) dürfen nicht miteinander verglichen werden, weil sie nicht berücksichtigen, wie viel Luft in einem Dämmstoff enthalten ist. Während nämlich für die Herstellung von einem m<sup>3</sup> Fassaden-Styropor lediglich 15 bis 18 kg Polystyrol benötigt werden, ist der Materialaufwand bei anderen Fassadendämmstoffen bis zu 10-mal höher. Beispielsweise liegt die Rohdichte von Putzträgerplatten aus Holzfaser bei ca. 190 kg/m<sup>3</sup>. Aber selbst volumenbezogene Öko-Kennwerte (d.h. pro m<sup>3</sup>) sind nicht vergleichbar, weil es auch auf die Wärmeleitfähigkeit ankommt. Daher müssen Dämmstoffe je Funktionseinheit – unter Berücksichtigung von Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit – miteinander verglichen werden.

## Styropor ist ebenso diffusionsoffen wie Holz

Diffusionsoffene Baustoffe zeichnen sich dadurch aus, dass sie dem molekularen Feuchtetransport nur einen geringen Widerstand entgegensetzen. Für viele ist das Ergebnis überraschend, dass der Wasserdampfdiffusionswiderstand von Styropor dem von Holz entspricht. Der sogenannte „Plastiksackerl-Effekt“ kann damit gar nicht auftreten. Um Feuchtigkeit aus Räumen abzuführen ist jedenfalls für eine ausreichende Luftwechselrate zu sorgen. Sie erfolgt durch konventionelle Fensterlüftung (Stoßlüftung) oder durch kontrollierte Wohnraumlüftung (mit Wärmerückgewinnung).

- Bei einer angenommenen Außenlufttemperatur von 0 °C beträgt die aus einem Raum abgeführte Feuchtigkeitsmenge 245,2 g/h, davon entfallen lediglich 3,2 g/h auf Dampfdiffusion durch die Außenwand und ganze 242 g/h auf Luftwechsel durch Öffnen der Fenster!

Außenluft- temperatur °C	Aus einem Raum abgeführte Feuchtigkeitsmenge [g/h]	
	durch Dampfdiffusion durch die Außenwand	durch Luftwechsel (einfach)
-20	5,5	436
-10	4,8	378
0	3,2	242
19	0,4	15

Quelle: Industrierverband Hartschaum

- Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (Symbol  $\mu$ ) gibt an, um welchen Faktor ein Baustoff gegenüber Wasserdampf dichter ist als eine gleich dicke, ruhende Luftschicht. Je größer der  $\mu$ -Wert, desto dampfdichter ist ein Baustoff.

Beispiele für  $\mu$ -Werte:

Luft .....	$\mu = 1$	Beton .....	$\mu = 50 - 100$
Styropor .....	$\mu = 50 - 60$	Glas .....	$\mu = 10.000$
Holz (Fichte) .....	$\mu \approx 54$	PE-Folie (0,1 mm) .....	$\mu = 65.000$

- Bei einer fachgerecht ausgeführten Außenwand findet so gut wie kein Austausch zwischen Raum- und Außenluft statt. Unter diesem Blickwinkel unterscheiden sich Wände aus Baustoffen wie Holz und Ziegel nicht von Wänden aus Beton und Stahl.
- Die weit verbreitete These „atmender Wände“ wurde bereits 1928 widerlegt. Der Bauphysiker Erwin Raisch stellte fest, dass der Luftdurchgang pro Stunde allein durch ein Schlüsselloch 50-mal größer ist als der durch einen m<sup>2</sup> Außenwand!

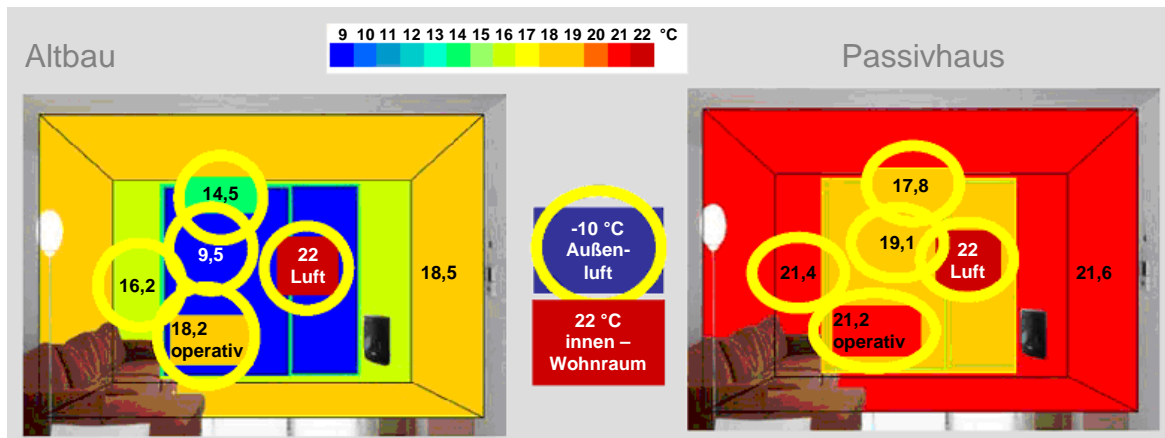


## FAKTENBLATT

# Styropor hilft Schimmel zu vermeiden

Je besser ein Haus gedämmt ist, desto höher die Oberflächentemperatur an der Innenseite der Außenwände und umso geringer die Gefahr von Schimmelbildung. Bei entsprechend gedämmten Althäusern führt Styropor zu einer deutlichen Verbesserung des Raumklimas und damit zu einer entsprechenden Reduzierung der Schimmelpilzsporen.

- Die physikalische Erklärung dieses Phänomens ist einfach: Warme Luft kann weit mehr Wasser aufnehmen als kalte. Beispielsweise enthält Luft mit 20 °C und 60 % relativer Luftfeuchtigkeit ebenso viel g/m<sup>3</sup> Wasserdampf wie Luft mit 15 °C und 80 % relativer Luftfeuchtigkeit. Da Außenwände und Fensteroberflächen immer etwas kälter sind, wird warme Raumluft an diesen Stellen herabgekühlt, dadurch erhöht sich die relative Luftfeuchtigkeit. Schlecht gedämmte Häuser sind daher schimmelgefährdet!
- Die Feuchtigkeitsabfuhr aus Räumen ist durch eine ausreichende Luftwechselrate sicher zu stellen. Sie erfolgt durch konventionelle Fensterlüftung (Stoßlüftung) oder durch kontrollierte Wohnraumlüftung (mit Wärmerückgewinnung).
- Gut gedämmte Häuser bieten höchste Behaglichkeit für ihre Bewohner. Die Oberflächentemperatur der Außenwände weist annähernd Innenraumtemperatur auf, selbst wenn es draußen sehr kalt ist.



Quelle: Helmut Krapmeier, Energieinstitut Vorarlberg

- In jedem Fall sind Wärmebrücken sowohl bei der Planung als auch bei der Verarbeitung der Materialien zu vermeiden. Für Wärmedämmverbundsysteme ist die Verarbeitungsrichtlinie der Qualitätsgruppe Wärmedämmsysteme heranzuziehen.

## Styropor setzt keine umweltschädlichen Gase frei

**Styropor-Zellen enthalten ausschließlich Luft. Die Fluorchlorkohlenwasserstoffe FCKW oder HFCKW wurden bei der Herstellung von Styropor nie eingesetzt. Nach europäischen Richtlinien hergestellte Styropor-Dämmplatten setzen keine umweltschädlichen Gase frei und können daher auch in Innenräumen verwendet werden.**

- Bei der Herstellung von Styropor werden treibmittelhaltige Polystyrol-Perlen mit Wasserdampf erhitzt und bis zum 50-fachen ihres ursprünglichen Volumens aufgebläht. Dabei wird, wie Backpulver beim Kuchenbacken, Pentan als Treibmittel verwendet, das auch in der Natur (Erdgas) vorkommt. Es zählt nicht zu den Treibhausgasen und schädigt nicht die Ozonschicht in der Stratosphäre.

Gehalt einiger Substanzen in der Atmosphäre	
Substanz	Konzentration in ppb*
Kohlendioxid CO <sub>2</sub>	34 600
Methan CH <sub>4</sub>	1 700
Pentan C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2
* 1 ppb (part per billion) = 1 Teil von 1 Milliarde Teilen Beispiel: Eine fünfköpfige Familie stelle 1 ppb der gesamten Weltbevölkerung von derzeit über 5,0 Milliarden Menschen dar.	

**Source:** Industrieverband Hartschaum

- Das Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München hat die Emissionen von flüchtigen organischen Komponenten (VOC) aus Styropor-Dämmplatten bestimmt (Prüfbericht Nr. L1-07-094 vom 06.12.2007). Dabei erfüllten alle untersuchten Produkte die Anforderungen an Bauprodukte bezüglich der unbedenklichen Verwendung in Innenräumen.

## FAKTENBLATT

### Styropor ist gesundheitlich unbedenklich

Torten, Speiseeis und Fisch werden in Styropor verpackt, Stillkissen sind mit Styroporkugeln gefüllt... Wenn Styropor auch nur im Geringsten gesundheitlich bedenklich wäre, würden Gesundheitsministerien und Lebensmittelbehörden die Verwendung von Styropor in so sensiblen Bereichen sofort verbieten.



- Selbst die biologisch so heiklen Bienenvölker wissen Styropor zu schätzen. Bienenkörbe (sogenannte Beuten) aus diesem Baustoff sind langlebig bei geringem Pflegeaufwand. Die Bienen fühlen sich in Styropor-Beuten wohl und beginnen früh mit der Honigproduktion.



Quelle: Wikimedia Commons



Foto: Styropor-Beute

## FAKTENBLATT

### Styropor ist hoch belastbar

Trotz seines geringen Gewichtes ist Styropor extrem stabil: Wärmedämmplatten halten – je nach Produktart – einer Druckbelastung (bei 2 % Stauchung) von 1,5 bis 6 t/m<sup>2</sup> stand. Die Qualität von Fassadendämmplatten hängt ganz wesentlich von ihrer Zerreißfestigkeit ab. Diese Zugfestigkeit – als Maß für die Verschweißung der einzelnen Partikel untereinander – beträgt immerhin 15 t/m<sup>2</sup>.

- Ein ausgezeichnetes Beispiel für die Druckbelastbarkeit von Styropor ist z.B. die Errichtung von Straßendämmen auf schwierigem Untergrund. So wurde etwa die gesamte Formel-1-Strecke von Shanghai samt Tribünen auf einer meterdicken Styropor-Schichte errichtet.



**Foto:** Tribünen der Formel-1-Strecke von Shanghai im Bauzustand

- Durch die hohe Zugfestigkeit quer zur Plattenebene können Fassadendämmplatten aus Styropor Windsogkräften optimal Stand halten. Auf neuwertigen Wandflächen (Mauer- und Hochlochziegel, Hohl- und Vollblocksteine, Betonschalsteine, Mantelbeton) wird auf Dübel komplett verzichtet, eine Verklebung ist ausreichend.



## FAKTENBLATT

# Styropor ist angenehm und einfach zu verarbeiten

**Profis am Bau sind sich einig: Styropor ist höchst angenehm und einfach zu verarbeiten. Zum einen ist Styropor federleicht – ein Dämmstoffpaket mit ca. einem Viertel m<sup>3</sup> wiegt lediglich 3,5 bis 6 kg. Darüber hinaus kann Styropor ohne großen Aufwand bearbeitet werden – der nötige Zuschnitt erfolgt schnell und sauber.**

- Beim Bau von Flachdächern größeren Ausmaßes ist ein relativ hoher Manipulationsaufwand erforderlich. Aus diesem Grund schwören Schwarzdecker auf leichte Dämmplatten aus Styropor.



**Foto:** Gefälledach

- Fassadendämmplatten für Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) können mit Heißdraht-Schneidegeräten rasch, präzise und ohne Staubbelastung zugeschnitten werden.




**Foto:** Styropor-Zuschnitt



**Foto:** WDVS-Verarbeitung

## Styropor ist für Innenräume geeignet

In Innenräumen verwendete Baustoffe sollen geringstmögliche Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aufweisen. Alle Styropor-Dämmstoffe zeichnen sich genau durch diese Eigenschaft aus und erfüllen ohne weiteres die schärfsten europäischen Vorgaben, wie z.B. jene des finnischen Qualitätslabels M1 für emissionsarme Baustoffe oder des österreichischen ÖkoBauKriteriums für nachhaltige Dämmstoffe.

Verordnung oder Regelung	Ergebnis	Version der Verordnung oder Regelung
Finnisches Qualitätslabel	bestanden	<a href="#">Kriterien für Emissionsklasse M1</a> <sup>1</sup>
Österreichische ÖkoBauKriterien	bestanden	<a href="#">Grenzwerte für VOC- und SVOC-Emissionen aus Dämmstoffen</a> <sup>2</sup>
Französische VOC-Verordnung		Verordnung vom März und April 2011 ( <a href="#">DEVL1101903D</a> und <a href="#">DEVL1104875A</a> ) <sup>3</sup>
Deutscher AgBB	bestanden	<a href="#">AgBB</a> vom Februar 2015 <sup>3</sup>
Belgische VOC-Verordnung	bestanden	Königlicher Erlass vom Mai 2015 ( <a href="#">C-2014/24239</a> ) <sup>3</sup>
Indoor Air Comfort®	bestanden	<a href="#">Indoor Air Comfort 5.3a</a> vom März 2015 <sup>3</sup>
EN 717-1 „Bestimmung der Formaldehydabgabe“	E1	Oktober 2004
BREEAM International	konform	<a href="#">GN22: BREEAM Recognised Schemes for VOC Emissions from Building Products</a>

Quelle: baubook, RTS und PlasticsEurope

- Die Überprüfung der Styropor-Dämmstoffe auf VOC-Emissionen erfolgte durch das renommierte Prüflabor Eurofins in Dänemark. Dabei wurde bei 21 für den europäischen Markt repräsentativen Proben festgestellt, dass die Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) – nämlich maximal 58 µg/m<sup>3</sup> nach 28 Tagen – den schärfsten europäischen Grenzwert um ganze 71 % unterschreitet und Formaldehyd überhaupt nicht emittiert wird. Weitere Details siehe [Eurofins-Prüfbericht 392-2016-00418900](#) vom 21. November 2016.
- In Frankreich ist die Verwendung von Styropor für die Innendämmung („Doublage“) weit verbreitet.

<sup>1</sup> TVOC-Grenzwert: 200 µg/m<sup>3</sup> nach 28 Tagen

<sup>2</sup> TVOC-Grenzwert: 300 µg/m<sup>3</sup> nach 28 Tagen

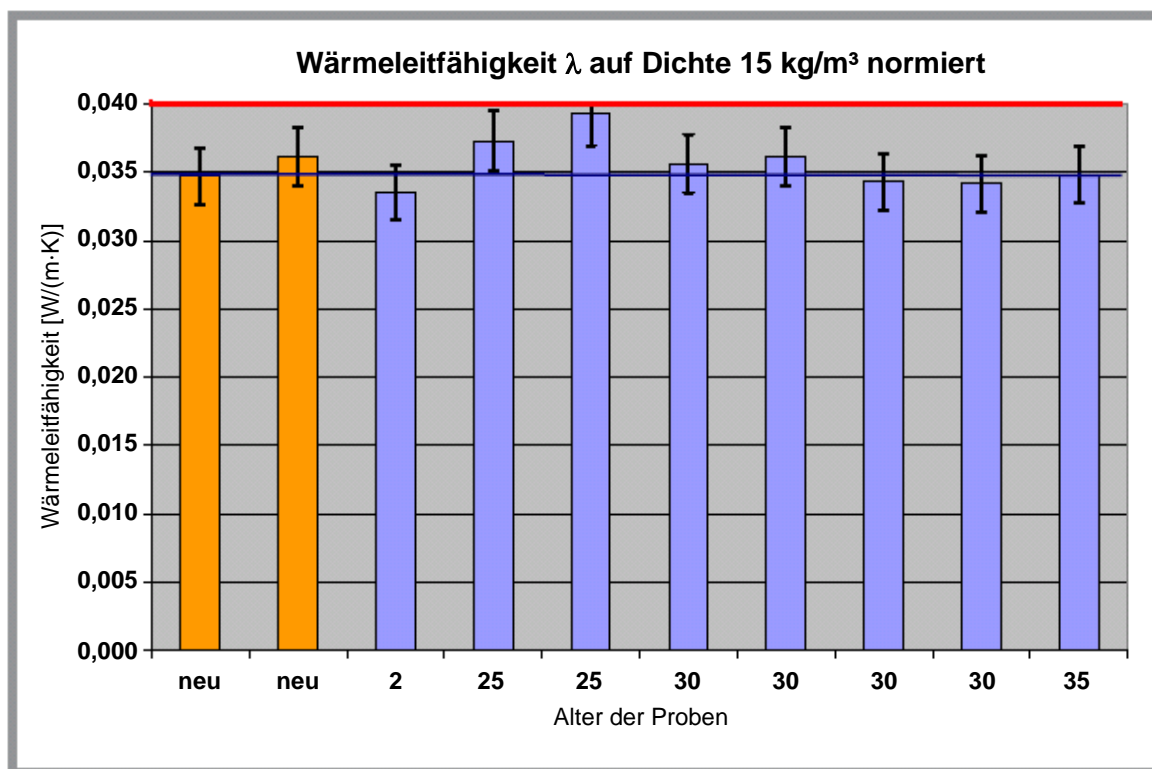
<sup>3</sup> TVOC-Grenzwert: 1.000 µg/m<sup>3</sup> nach 28 Tagen



**FAKTENBLATT**

## Styropor ist langlebig

Styropor hat sich seit Jahrzehnten in der Praxis bewährt und hält ein Gebäudeleben lang. Die Wärmeleitfähigkeit von Styropor wird durch Alterung nicht beeinflusst, da die Dämmwirkung auf Luft basiert. Dies hat eine Schweizer Studie über das Langzeitverhalten von Styropor eindeutig bewiesen.



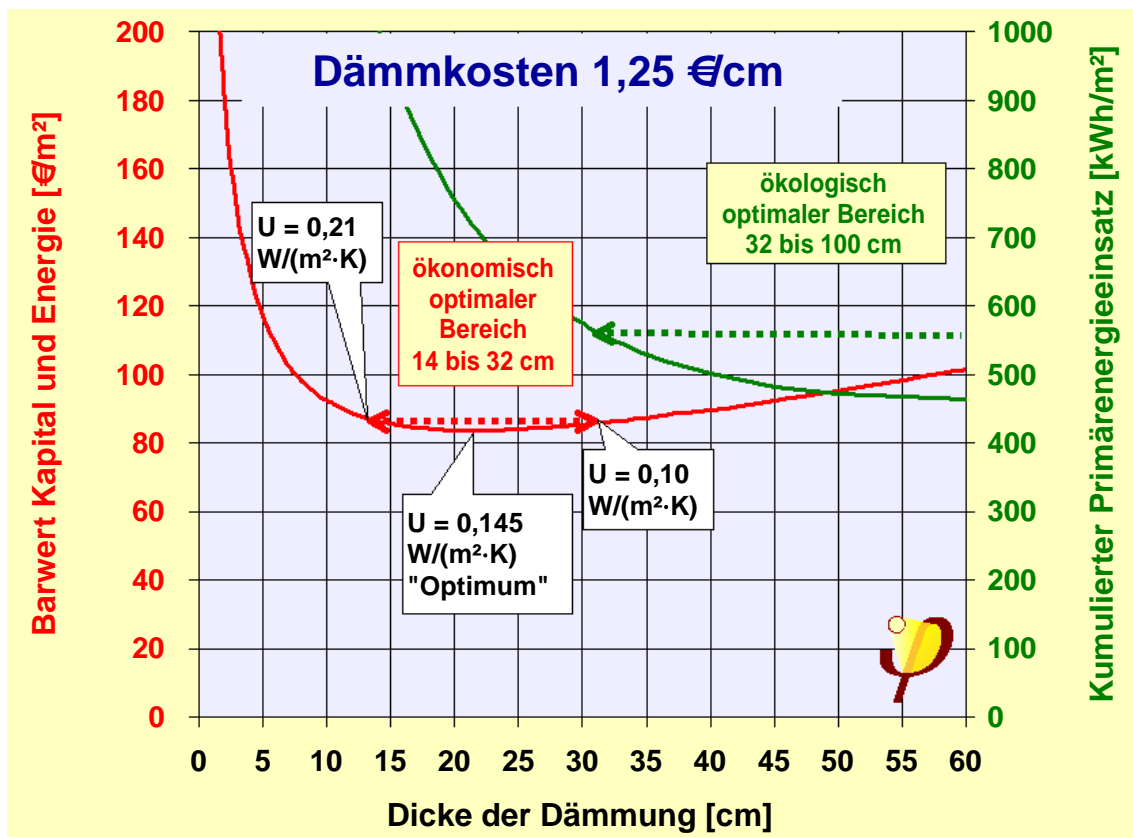
Quelle: Studie "[Alterungsbeständigkeit von EPS mit Langzeitznachweis](#)"  
erstellt durch die Carbotech AG, Basel in Kooperation mit S-E-E.ch, St. Gallen

- Gemäß Umwelt-Produktdeklaration EPD-IVH-2009311-D sind fachgerecht eingebaute Styropor-Dämmstoffe bezüglich ihrer Abmessungen (Länge, Breite, Dicke) und hinsichtlich ihrer bauphysikalischen Eigenschaften langzeitstabil. Sie sind wasserresistent und werden durch Mikroorganismen nicht abgebaut. Bei fachgerechter Verarbeitung entspricht die Nutzungsdauer von Styropor-Dämmstoffen der des damit gedämmten Gebäudes.
- In Zusammenhang mit der Wärmeleitfähigkeit versteht man unter Alterung, dass sich die Dämmwirkung durch das Entweichen von Zellgasen im Laufe der Zeit verschlechtert. Die Dämmwirkung von Styropor basiert auf Luft, die in den Zellen eingeschlossen ist. Es werden keine anderen Zellgase eingesetzt, die über die Jahre entweichen können.

## FAKTENBLATT

### Styropor ist wirtschaftlich

Styropor hat ein wirtschaftlich vernünftiges Preis-Leistungs-Verhältnis. Bei moderaten Anschaffungskosten ist die bestmögliche Wärmedämmung gewährleistet. Die ökonomisch optimale Dämmdicke liegt zwischen 14 und 32 cm. Aus ökologischer Sicht wären sogar noch höhere Dämmdicken anzustreben.



Quelle: Passivhaus Institut

- Durch thermische Sanierung eines Hauses aus den 70er Jahren können ungefähr € 1.000 bis € 2.000 pro Jahr eingespart werden.
- Unter der Voraussetzung, dass die, für die Instandhaltung ohnehin erforderlichen Investitionskosten (sogenannte "Sowieso-Kosten"), nicht in Rechnung gestellt werden, rechnen sich thermische Sanierungen innerhalb von ca. 10 Jahren. Sowieso-Kosten sind z.B. Kosten für Gerüst und Verputzarbeiten, wenn die alte Fassade ohnehin renoviert werden müsste. Dies wird in einer Studie des Landes Oberösterreich ausgeführt.
- Mit Hilfe der Wohnbauförderung rechnen sich thermische Sanierungen noch schneller.

## FAKTENBLATT

### Baustyropor ist schwerbrennbar

**Schwerbrennbarkeit<sup>1</sup>** bedeutet für Baustyropor, dass der Schaumstoff bei Einwirken einer Zündquelle schmilzt, ohne selbst weiter zu brennen. In Österreich verkauftes Baustyropor ist ausschließlich schwerbrennbar. An Verpackungsstyropor werden diese strengen Brandschutzanforderungen jedoch nicht gestellt.

- Anlässlich einer Brandübung der Feuerwehr Mödling wurde versucht, einen Block aus Baustyropor durch direkte Beanspruchung mit einem Flämmer und indirekte Beanspruchung durch brennende Holzpaletten zu entzünden, was in beiden Fällen nicht gelang.



**Foto:** Block aus Baustyropor durch Flämmer beansprucht



**Foto:** Brennende Holzpaletten vor Block aus Baustyropor

- Nur durch ein entsprechend großes Stützfeuer ist eine Entzündung von Baustyropor möglich. Aus diesem Grund dürfen z.B. Bitumenbahnen, Lacke, etc. nicht unmittelbar neben Styropordämmplatten gelagert werden.
- Die Eigenschaft von Styropor, im Brandfall nicht zu glimmen, wird von unseren Feuerwehrleuten sehr geschätzt.

---

<sup>1</sup> gemäß ÖNORM B 3800-1:1988 12 01

## FAKTENBLATT

# Styropor-Abfälle sind zu 100 % recycelbar

Am Ende der sehr langen Nutzungsdauer von Styropor-Dämmstoffen gibt es mehrere, ökologisch und ökonomisch vernünftige Möglichkeiten der Nachnutzung. Eine Variante ist die bloße Wiederverwendung der Dämmplatten. In den meisten Fällen jedoch werden Styropor-Abfälle mechanisch recycelt<sup>1</sup> oder zur Energierückgewinnung eingesetzt<sup>1</sup>. Eine besonders innovative Verwertungsmethode stellt das lösemittelbasierte Recycling<sup>1</sup> dar. Styropor-Abfälle sind ein gesuchter Altstoff. In Österreich besteht sogar eine so hohe Nachfrage, dass jährlich mehr als 100.000 m<sup>3</sup> importiert werden müssen. Nur geringste Mengen an Styropor-Abfällen landen mit Bauschutt vermischt auf der Deponie<sup>1</sup>.

- Styropor-Dämmplatten werden zwecks Wiederverwendung ausgebaut. Sie kommen z.B. als Schutzplatten oder für untergeordnete Wärmedämmungen erneut zum Einsatz.



**Foto:** Gebrauchte Styropor-Platten

- Idealerweise werden die Styropor-Abfälle sortenrein gesammelt, weil nur dadurch ein stoffliches Recycling gewährleistet ist. Falls Baustellenabfälle in einer Mixmulde gesammelt werden, erfolgt die Sortierung erst beim Entsorger.



**Foto:** Styropor-Recyclingsäcke



**Foto:** Abfallsortieranlage

<sup>1</sup> siehe eigene Faktenblätter



## FAKTENBLATT

# Mechanisches Recycling von Styropor-Abfällen

Bei diesem Verfahren werden die Styropor-Abfälle zu Granulat vermahlen. Es wird z.B. Wärmedämmplatten zugesetzt, dient aber auch als Zuschlagstoff für Leichtbeton, gebundene EPS-Schüttungen und Dämmputze sowie als Porenbildner in der Ziegelindustrie.



Fotos: Recyclinganlage

- Bei der Herstellung von Wärmedämmplatten wird bis 20 Gewichtsprozent Recyclat, das aus werksinternen Styropor-Abfällen oder nicht verschmutzten Baustellenabfällen gewonnen wird, zugesetzt.
- Recyclingplatten bestehen bis zu 100 % aus recycelten Baustellen- oder Abbruchabfällen.
- Die Verwendung von gemahlenem EPS als Zuschlag für gebundene EPS-Schüttungen ist in EN 16025-1:2013 normativ geregelt.

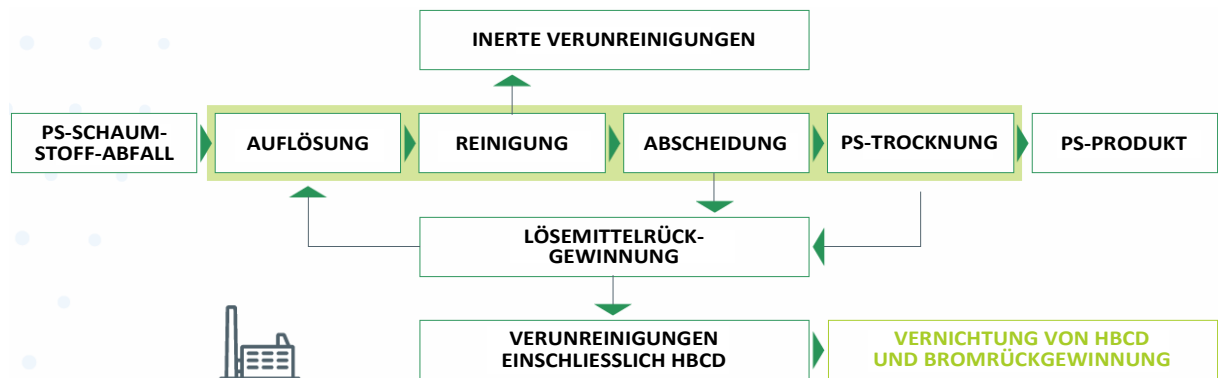


Foto: Gebundene EPS-Schüttung

## Lösemittelbasiertes Recycling von Styropor-Abfällen

Bei diesem Verfahren wird das Polystyrol unter Verwendung von Lösungsmitteln wiedergewonnen. Am bekanntesten ist das CreaSolv®-Verfahren des deutschen Fraunhofer-Institutes für Verfahrenstechnik und Verpackung. Es gewährleistet ein technisch, wirtschaftlich und ökologisch nachhaltiges Recyclingsystem für Styropor-Abfälle und setzt die Vision einer europäischen Strategie für Kunststoffe in einer Kreislaufwirtschaft in die Realität um.

- Beim CreaSolv®-Verfahren wird das Polymer Polystyrol aufgrund seiner spezifischen Löslichkeit in hoher Reinheit wiedergewonnen. Das besondere Potenzial des Verfahrens liegt in der Reinigung des Materials auf molekularer Ebene. Qualitätsbeeinflussende Störstoffe werden schonend und unter Erhalt der Polymereigenschaften entfernt. Bei HBCD-haltigem Styropor besteht die Möglichkeit, das Flammenschutzmittel abzutrennen und daraus das Brom in einem separaten Prozess rückzugewinnen.



- [PolyStyreneLoop](#) ist eine Recyclinginitiative auf Basis des CreaSolv®-Verfahrens. 2021 wurde in Terneuzen, Niederlande eine Demonstrationsanlage mit einer Jahresleistung von 3.300 t eröffnet.



Foto: PolyStyreneLoop

- In Montréal, Kanada hat 2018 das Technologie-Startup [Polystyvert](#) die weltweit erste Anlage für die lösemittelbasierte Aufbereitung von Polystyrol in Betrieb genommen.



## Energierückgewinnung aus Styropor-Abfällen

Der Heizwert von Styropor wird in Müllverbrennungsanlagen und in Zementwerken genutzt: 1 kg Abfälle sparen 1,3 Liter wertvolles Heizöl. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass nur geringe Anforderungen an die Sauberkeit der Styropor-Abfälle gestellt werden.



**Foto:** Müllverbrennungsanlage Spittelau (© MA 20 / Steven Duchon)

- Bei einem im Jahr 2013 durchgeführten Großversuch im Müllheizkraftwerk Würzburg<sup>1</sup> wurde nachgewiesen, dass die Mitverbrennung von HBCD-haltigem Styropor mit keinerlei negativen Auswirkungen für die Umwelt verbunden ist. Das Flammschutzmittel HBCD wird vollständig zerstört<sup>2</sup>. Sogar ein Anteil von bis zu 30 Volumsprozent HBCD-haltiges Styropor bei der Müllverbrennung ändert – aufgrund der hohen Temperatur – nichts an der Zusammensetzung der Endprodukte wie Schlacke, Stäube und Filterrückstände.

<sup>1</sup> siehe PlasticsEurope-Bericht „[Verwertung von Polystyrol-Schaumstoffabfällen mit HBCD](#)“

<sup>2</sup> siehe Waste Management & Research Artikel „[Destruction of the flame retardant hexabromocyclododecane in a full-scale municipal solid waste incinerator](#)“

## Deponierung von Styropor-Abfällen

In der Regel werden Styropor-Abfälle mechanisch recycelt oder zur Energierückgewinnung eingesetzt. Für eine bloße Ablagerung auf Deponien sind sie viel zu kostbar. Styropor ist grundwasserneutral und stellt keine Gefahr für die Umwelt dar. Es darf im Bauschutt auf gewöhnlichen Baurestmassendeponien verbracht werden. Damit unterscheiden sich Styropor-Abfälle in ihrer Deponierbarkeit nicht von anderen Dämmstoffabfällen organischen Ursprungs wie z.B. Kork, Holzfaser oder Hanf!



**Foto:** Baurestmassendeponie (© Pfnier)

- Der Europäische Abfallkatalog (EAK) ordnet Styropor-Abfälle der Abfallschlüsselnummer 17 06 04 „Dämmmaterial“ zu.
- Gemäß österreichischer Deponieverordnung dürfen im Bauschutt Bauwerksbestandteile aus Metall sowie Kunststoff, Holz oder anderen organischen Materialien, wie Papier, Kork, etc. in einem Ausmaß von insgesamt höchstens 10 Volumsprozent enthalten sein.
- Umgangssprachlich werden gefährliche Abfälle auch als „Problemstoffe“ oder „Sondermüll“ bezeichnet. In Österreich geben Abfallverzeichnisverordnung und Abfallverzeichnis Aufschluss über die verschiedenen Abfallarten: Demnach sind z.B. Eisenbahnschwellen oder Flüssigkristallanzeigen (LCD) bei den gefährlichen Abfällen aufgezählt, nicht jedoch Verpackungs- oder Baustyropor.

## FAKTENBLATT

### Das polymere Flammenschutzmittel (pFR)

Dieses innovative Flammenschutzmittel wurde speziell für den Einsatz in EPS-Dämmstoffen entwickelt. Aufgrund seiner hochpolymeren Struktur ist es biologisch nicht verfügbar und kann in Organismen nicht angereichert werden. Das Flammenschutzmittel pFR weist weder bioakkumulierbare noch toxische Eigenschaften auf und stellt somit eine nachhaltige Lösung für EPS-Dämmstoffe dar.

- Das polymere Flammenschutzmittel wurde durch Dow Global Technologies LLC (DGTL) entwickelt. Zurzeit versorgen die Lizenznehmer Chemtura, ICL-IP und Albemarle den globalen Markt.
- Der entscheidende Vorteil des Flammenschutzmittels pFR ist, dass es selbst ein Kunststoff und – wie EPS – nicht wasserlöslich ist. Daher kann es von Organismen nicht aufgenommen werden.



Foto: Plättchen aus reinem pFR



Foto: Plättchen aus reinem pFR (Seitenansicht)

- Die US-Umweltschutzbehörde EPA hat das hervorragende Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltprofil des polymeren Flammenschutzmittels bestätigt ([EPA Publikation 740R14001](#)).
- Umfangreiche Prüfprogramme der Industrie, zusammen mit dem europäischen Verband der Kunststoffherzeuger sowie dem Forschungsinstitut für Wärmeschutz (FIW) zeigten, dass EPS-Dämmstoffe mit dem Flammenschutzmittel pFR ein sehr gutes Brandverhalten aufweisen. Alle anderen positiven Produkteigenschaften, wie Wärmeleitfähigkeit oder mechanische Eigenschaften, werden durch pFR nicht beeinflusst.

## Das Flammenschutzmittel HBCD

HBCD (Hexabromcyclododecan) ist ein Flammenschutzmittel, das über Jahrzehnte bei Styropor-Dämmstoffen eingesetzt wurde. Da HBCD vollständig im Kunststoff „eingebettet“ ist, werden seine umweltrelevanten Eigenschaften nicht auf den Dämmstoff übertragen. Styropor mit dem Flammenschutzmittel HBCD stellt somit keine Gefahr für Menschen oder die Umwelt dar. Seit 1. Jänner 2015 haben die Hersteller in Österreich, Deutschland und in der Schweiz auf das neue Flammenschutzmittel pFR<sup>1</sup> umgestellt. Dämmstoffe, die pFR enthalten, sind in Österreich durch das ÖKU-Label gekennzeichnet.

- Zur Herabsetzung der Entflammbarkeit wurde HBCD jahrzehntelang in Polstermöbeln, Dekorstoffen wie Vorhänge und Gardinen, Freizeitausrüstungen wie Zelte und Planen, Heimtextilien wie Teppichböden und Bettwäsche, (Schutz-)Kleidung sowie in Bauteilen für Elektro- und Elektronikgeräte verwendet.
- Gutachten des Fraunhofer Instituts für Bauphysik haben bewiesen, dass Dämmstoffe aus Styropor das Flammenschutzmittel HBCD weder in die Luft noch ins Wasser emittieren.
- HBCD als Reinstoff wurde in den Anhang XIV der europaweit geltende REACH-Verordnung aufgenommen und als persistenter organischer Schadstoff (POP) durch die UNEP Stockholm Konvention gelistet, konnte aber in Europa bis zum Ablauftermin 21. August 2015 uneingeschränkt verwendet werden. Nach diesem Datum konnte HBCD noch von Unternehmen, denen eine Zulassung gemäß REACH erteilt wurde, bis zum 21. August 2017 verwendet werden.

---

<sup>1</sup> siehe Faktenblatt



## Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) aus Styropor

Fassadendämmungen aus Styropor schonen bereits bei der Herstellung unsere fossilen Ressourcen, sie führen zu enormen Energieeinsparungen und sind überdies kreislauffähig.

- **Schonung fossiler Ressourcen**

Styropor ist zwar ein Erdölprodukt, benötigt aber außerordentlich wenig von diesem wertvollen Rohstoff, da es zu 98 % aus Luft und zu lediglich 2 % aus Polystyrol, dem Zellgerüst, besteht. Über die Lebensdauer des Produktes betrachtet können mit jedem Liter Erdöl, aus dem Styropor zur Dämmung von Gebäuden hergestellt wird, bis zu 200 Liter Heizöl eingespart werden.

- **Brandschutz**

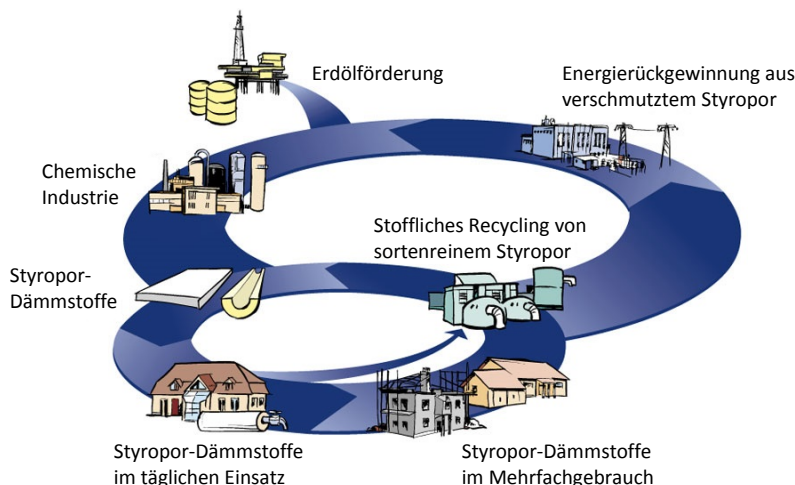
WDVS sind im Brandfall sicher. Zahlreiche Fassadenbrandtests (u.a. durch die MA 39) haben bewiesen, dass 30 cm dicke WDVS einer Brandbelastung von 30 Minuten standhalten.

- **Dauerhaftigkeit**

Fachgerecht ausgeführte WDVS halten nachweislich viele Jahrzehnte lang. Zur Optimierung des Wärmeschutzniveaus auf den neuesten Stand der Technik kommt bereits seit geraumer Zeit die Technik der „Aufdoppelung“ zur Anwendung.

- **Kreislauffähigkeit**

Die vollständige Entfernung des WDVS von der Wand ist heute bereits gängige Praxis. Nach dem Entfernen („Strippen“) des Putzsystems werden die Dämmplatten von der Wand abgelöst und getrennt verwertet, z.B. in gemahlener Form als Zuschlagstoff für Leichtbeton. In Österreich besteht eine so hohe Nachfrage nach Styropor-Abfällen, dass jährlich mehr als 100.000 m<sup>3</sup> importiert werden müssen. Verschmutzte Styropor-Abfälle werden zur Energierückgewinnung eingesetzt. Unabhängig davon darf Bauschutt, der Styropor enthält, auf gewöhnlichen Baurestmassendeponien verbracht werden.



## WDVS schaffen ein angenehmes Raumklima

Ein Wärmedämmverbundsystem an der Außenwand wirkt nicht nur positiv im Winter. Es funktioniert wie eine Thermoskanne, die Kaltes kühl und Heißes warm hält. Die Wärmedämmung sorgt dafür, dass an heißen Tagen Innenräume länger kühl bleiben. Denn die Sonnenwärme dringt nicht so schnell über die Fassade nach innen. Wärmedämmung ist Kälte- und Hitzeschutz zu gleich. Die Wirksamkeit wurde in einem Forschungspark für Baustoffe mit zehn identen Häusern demonstriert, die sich lediglich durch den Wandaufbau unterscheiden.

- Im Jahrhundertsommer 2015 mit Außentemperatur bis 36 °C stiegen im ungedämmten Haus die Innenraumtemperaturen auf über 30 °C. Das mit WDVS gedämmte Ziegelhaus hingegen erreichte maximal 27 °C.

Außenwand	Dämmdicke	Dämmung	Innentemperatur
25 cm Ziegel ungedämmt	–	(Kalk/Zement-Putz)	30 °C
24 cm Holzständer + WDVS	6 cm	EPS grau	29 °C
50 cm Ziegel gefüllt	–	(Kalk/Zement-Putz)	28 °C
20 cm Holzblock + WDVS	20 cm	Holzfaser	28 °C
25 cm Ziegel + WDVS	18 cm	EPS grau	27 °C

Quelle: [Viva Forschungspark](#)

- Bei einem simulierten Heizungsausfall im Winter (-12 °C Außentemperatur) hatte das ungedämmte Haus nach 2 Tagen eine Wandtemperatur von 1 °C und eine Innenraumtemperatur von 4 °C. Die mit WDVS gedämmten Häuser schnitten signifikant besser ab.

Außenwand	U-Wert	Innentemperatur	Wandtemperatur im Putz
25 cm Ziegel ungedämmt	1,80	4 °C	1 °C
24 cm Holzständer + WDVS	0,15	11 °C	7 °C
50 cm Ziegel gefüllt	0,15	13 °C	12 °C
20 cm Holzblock + WDVS	0,15	13 °C	13 °C
25 cm Ziegel + WDVS	0,15	15 °C	15 °C

Quelle: [Viva Forschungspark](#)



## WDVS sind ein Gestaltungselement der Architektur

Optisch ansprechende Häuser, genauso wie unattraktive, gibt es mit und ohne WDVS. Bereits seit geraumer Zeit stehen zahlreiche Fassadenprofile aus Styropor wie etwa Fenster- bzw. Türumrahmungen, Sohlbankprofile, Gurtprofile, Gesimse, Schlusssteine, Bossensteine oder Zierelemente zur architektonischen Gestaltung von Fassaden zur Verfügung. Damit steht dem erwünschten Ziel, neue Häuser attraktiv zu gestalten oder alte Gebäude liebevoll zu restaurieren, nichts im Wege.



**Foto:** Thermenhotel Lutzmannsburg

- Sanierungsbedürftige Gebäude werden durch eine neue Fassade optisch aufgewertet.



**Foto:** Wohnanlage Rankweil-Schleipweg vor Sanierung



**Foto:** Wohnanlage Rankweil-Schleipweg nach Sanierung

## FAKTENBLATT

# WDVS sind langlebig

**Fachgerecht ausgeführte Wärmedämmverbundsysteme halten nachweislich viele Jahrzehnte lang. Zur Optimierung des Wärmeschutzniveaus auf den neuesten Stand der Technik kommt bereits seit geraumer Zeit die Technik der „Aufdoppelung“ zur Anwendung.**



**Foto:** Mehrfamilienwohnhaus Bahnhofstr. 43, 6890 Lustenau mit WDVS aus Styropor (Baujahr 1966)

- Schon 1995 hat die Magistratsabteilung 39 – Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien – ausgeführt, dass für die Deckschicht von WDVS eine mindestens 30-jährige Lebensdauer zu erwarten ist, vom Dämmstoff jedoch eine wesentlich höhere. Dies bedeutet aber nicht, dass die Deckschicht nach 30 Jahren komplett zu erneuern ist, ähnlich wie bei mineralischem Außenputz. Dieser wird bei Instandsetzungsarbeiten auch nur partiell ausgebessert, überrieben und neu beschichtet.
- Wie bei einem Auto sollten WDVS in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Bei Erkennen etwaigen Wartungsbedarfs sind schnellstmöglich Maßnahmen einzuleiten.
- Die Aufdoppelung eines bestehenden WDVS ist in ÖNORM B 6400:2011, Anhang C genormt. Dabei wird auf eine bestehende dünne Styropor-Fassade eine zweite, meist dickere Styropor-Schicht aufgesetzt.

## FAKTENBLATT

### WDVS sind im Brandfall sicher

Zahlreiche Fassadenbrandtests der Magistratsabteilung 39 – Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien – haben bewiesen, dass 30 cm dicke Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) aus Styropor einer Brandbelastung von 30 Minuten standhalten, d.h. innerhalb dieses Zeitraums wurde keine Brandausbreitung an bzw. unter der Oberfläche der Fassade festgestellt und es sind auch keine großen oder brennenden Teile abgefallen.

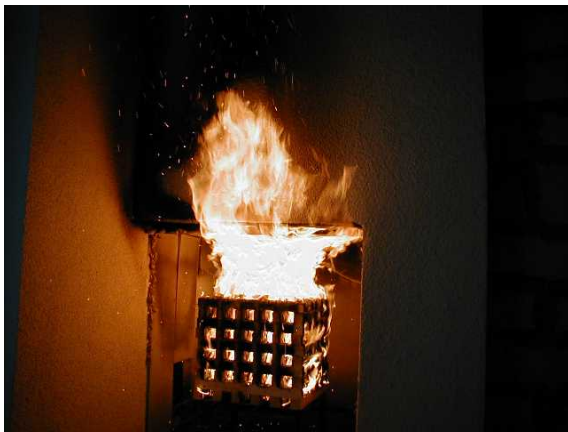


Foto: Fassadenbrandtest

- Feuerpolizei und Feuerwehr Graz führten am Gelände der ehem. Firma Tagger mehrere Fassadenbrandtests an Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) durch. Alle überprüften Systeme hatten die Anforderung, dass keine Brandweiterleitung über die Fassadenoberfläche erfolgen darf, erfüllt. Damit ist bewiesen, dass WDVS die Schutzziele (die Bewohner können das Gebäude selbst verlassen oder durch andere Maßnahmen gerettet werden, die Sicherheit der Rettungsmannschaften wird berücksichtigt und wirksame Löscharbeiten sind möglich) in höchstem Maße garantieren.



Foto: Fassadenbrandtest (27. Prüfminute)



## FAKTENBLATT

### Rückbau eines WDVS

Darunter ist die vollständige Entfernung des Dämmsystems von der Wand zu verstehen, heute bei WDVS aus Styropor bereits gängige Praxis. Optimal ist die sogenannte selektive Vorgehensweise, bei der keine Vermischung der einzelnen Bestandteile des Systems wie z.B. Dämmstoff oder Putz erfolgt. Die andere Möglichkeit ist, das gesamte WDVS von der Gebäudefassade abzuschaben oder abzufräsen. In diesem Fall ist jedoch die nachträgliche Trennung der mineralischen von der organischen Fraktion in einer Baumischabfalltrennanlage erforderlich.

- Selektive Vorgehensweise: Nach dem Entfernen („[Strippen](#)“) des Putzsystems werden die Dämmplatten von der Wand abgelöst und getrennt verwertet. Weitere Verfahren wie etwa das thermische Abschälen des Putzsystems sind noch in Entwicklung.



**Fotos:** Rückbau eines WDVS

- Beim computergestützten System BIBER® wird das gesamte WDVS in einem Arbeitsgang mit einer Fassadenfräse streifenweise entfernt. Gleichzeitig wird der Bauschutt mit einem speziellen Staubsauger in einen Container entsorgt. Die Fräse kann an Hubarbeitsbühnen, Teleskopstapler und Bagger befestigt werden.



**Foto:** Fassadenfräse im Einsatz