

QNG: WENIGER THG-EMISSIONEN IM GESAMTEN LEBENSZYKLUS DURCH BAULICHEN WÄRMESCHUTZ

Tobias Schellenberger
GIH Online-Seminar 08. April 2024

INHALTSÜBERSICHT



- Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf im Gebäudelebenszyklus – Rolle der gedämmten Gebäudehülle und des Dämmmaterials
- Erfüllung der QNG-Anforderungen
- Alles auf Anfang: Rückbau, Recycling und Ressourceneffizienz am Beispiel PU-Dämmstoffe
- Steildachaufbauten mit PU-Dämmung nach DIN 4108-3
- Die Hülle zählt: 5 Aspekte einer nachhaltigen Wärmedämmung

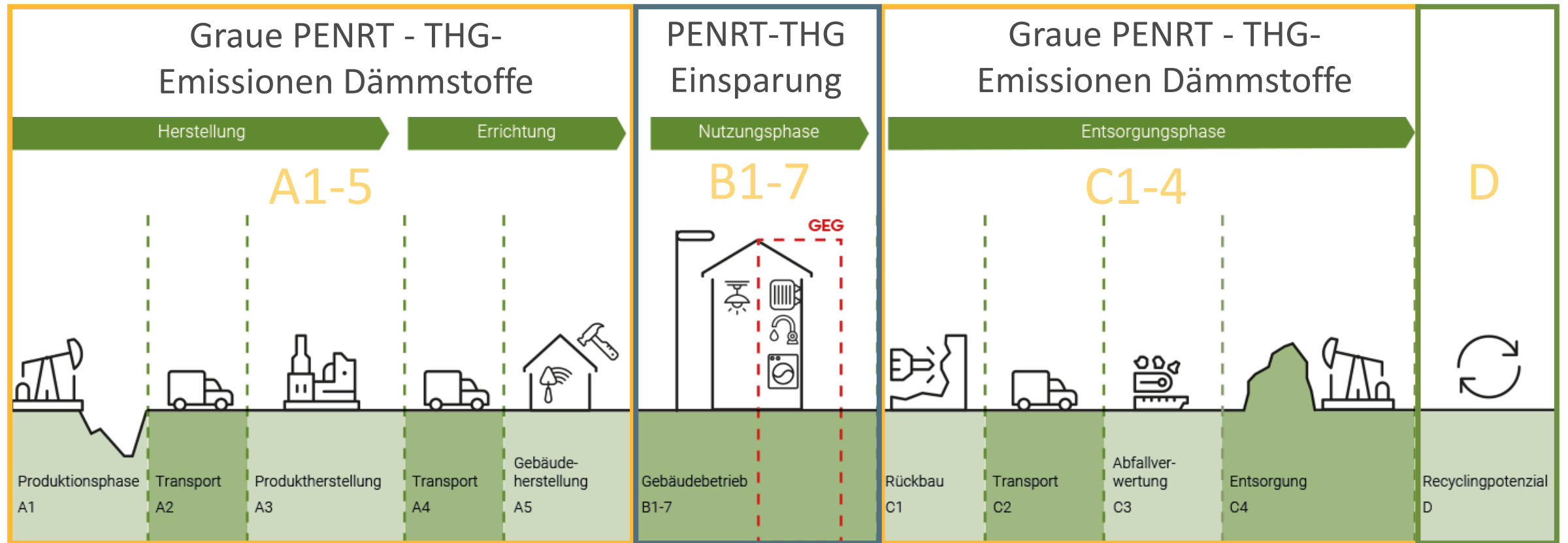


**TREIBHAUSGASEMISSIONEN
UND PRIMÄRENERGIEBEDARF
IM LEBENSZYKLUS**

**ROLLE DER GEDÄMMTEN
GEBÄUDEHÜLLE UND DES
DÄMMMATERIALS**

ÖKOBILANZ DÄMMSTOFFE VS. GEBÄUDE

GRAUE ENERGIE (PENRT) UND THG-EMISSIONEN (GWP)



ÖKOBILANZ DÄMMSTOFFE VS. GEBÄUDE

GRAUE ENERGIE (PENRT) UND THG-EMISSIONEN (GWP)

Die Ökobilanz von Dämmstoffen in der EPD umfasst:

- Gewinnung der Rohstoffe, die Herstellung der Produkte bis zum Einbau im Gebäude (LCA A1-5)
- Rückbau bis zur Entsorgung der Produkte (LCA C1–4)

In der EPD fehlt die Nutzungsphase des Gebäudes. Dieses ist in der Ökobilanz des Gebäudes enthalten. Auch das Recyclingpotenzial der Produkte wird in der EPD nicht berücksichtigt.

Somit wird die Graue Energie dem Dämmstoff und die Energieeinsparung dem Gebäude zugerechnet.

-> Wie verhalten sich Graue Energie (PENRT) und THG-Emissionen (GWP) der Dämmstoffe zur Ökobilanz des (gedämmten) Gebäudes?

VERGLEICHSTUDIE FIW MÜNCHEN

EINFLUSS DER WÄRMEDÄMMUNG AUF DIE ÖKOBILANZ



- In welchem Verhältnis stehen die „grauen“ Emissionen der Dämmstoffe (Herstellung / end of life) zur Emissionseinsparung über den Lebenszyklus des Gebäudes?
- Welchen Einfluss hat die Rohstoffbasis der Dämmstoffe?
- Wie ist die Ökobilanz von Gebäuden, bei denen nur die Gebäudetechnik, nicht aber die Gebäudehülle optimiert wurde?

Diese und andere Fragen hat das FIW München am Beispiel typischer Gebäude und marktgängiger Dämmstoffe beantwortet. Hier werden exemplarisch die Ergebnisse für ein Mehrfamilienhaus dargestellt.

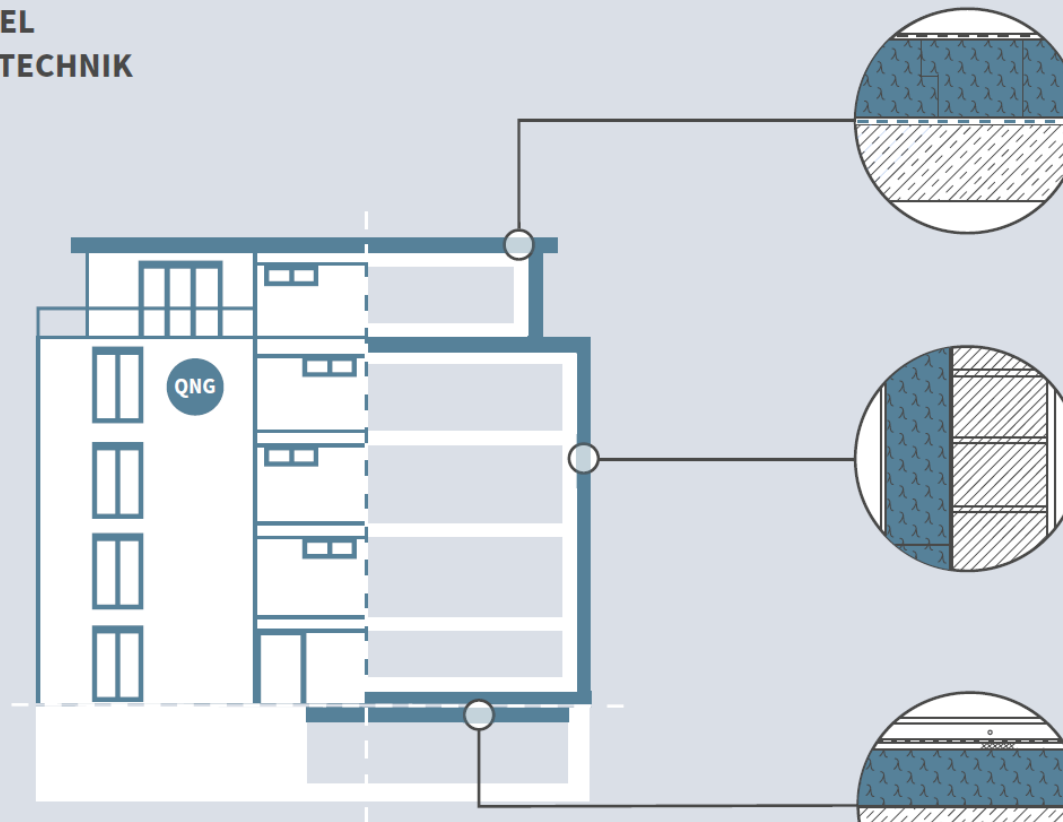
BAUTECHNISCHER STECKBRIEF

MEHRFAMILIENHAUS MIT QNG-SIEGEL BAUKONSTRUKTION UND GEBÄUDETECHNIK

Gebäudetechnik:

Heizung und Warmwasserbereitung:
Wasser/Wasser-Wärmepumpe
(Vor-/Rücklauf 35°/28°C)
PV-Anlage 100 m² auf dem Flachdach
Zentrales Abluftsystem

1.162 m²
Nutzfläche
873 m² beheizt
Keller unbeheizt



Dach aus 20 cm Stahlbetondecke mit oberseitiger Wärmedämmung und Abdichtung:

- Bitumbahn
- Dämmung (je nach Variante)
- Stahlbeton 1% Armenierung 200 mm
- Innenputz 10 mm
- Innenfarbe

Außenwände aus 36,5 cm Ziegel mit Wärmedämmverbundsystem:

- Innenfarbe
- Kalk-Gips-Putz 10 mm
- Klebemörtel mineralisch 4,0 kg/m²
- Dämmung (je nach Variante)
- Glasfasergewebe 0,18 kg/m²
- Kunstharzspachtel 4,0 kg/m²
- VoranstrichKunstharz
- Kunstharzputz 4,0 kg/m²
- Fassadenfarbe

Kellerdecke aus 20 cm Stahlbetondecke mit Wärmedämmung:

- Parkett 20 mm
- Zementstrich 50 mm
- Trittschalldämmung 40 mm
- Dämmung (je nach Variante)
- Stahlbeton 1% Armierung 200 mm
- Innenputz 10 mm
- Innenfarbe

Typengebäude der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen ARGE e. V. Kiel
Energieeffizienzstandard: EH 40 H', 55

MEHRFAMILIENHAUS

UNTERSCHIEDLICHE WÄRMEDÄMM-NIVEAUS MIT GLEICHER ANLAGENTECHNIK

Var 1: Dämmung WSchV82

(Dachdämmung: 80 mm PU)

Wärmepumpe + PV



Var 2: Dämmung QNG EH 40 H'T 55

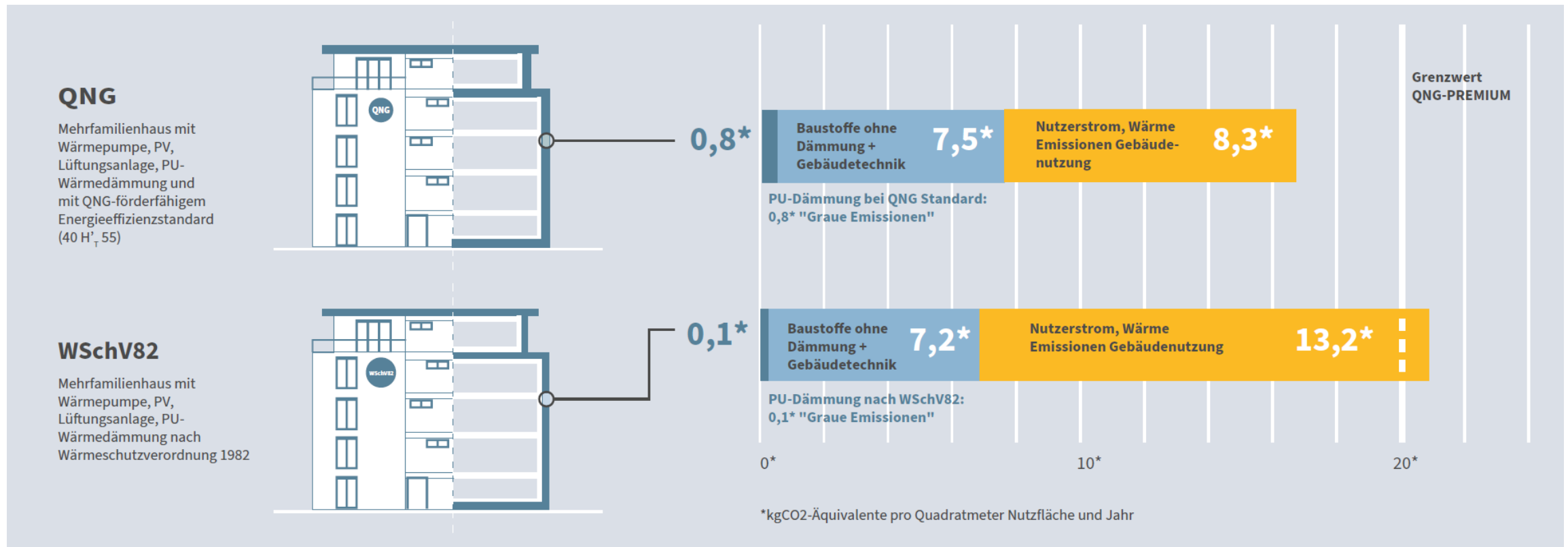
(Dachdämmung: 160 mm PU)

Wärmepumpe + PV



TREIBHAUSGASEMISSIONEN IM LEBENSZYKLUS

VERGLEICH ZWEIER MEHRFAMILIENHÄUSER MIT PU-DÄMMUNG UND MODERNER GEBÄUDETECHNIK ABER UNTERSCHIEDLICHEM EFFIZIENZSTANDARD



MEHRFAMILIENHAUS GRAUE ENERGIE

Mehrfamilienhaus
1162 m² Nutzfläche

Wärmepumpe + PV



Var 1: Dämmung WSchV82

(Dachdämmung: 80 mm PU)

Wärmepumpe + PV

THG-Emissionen in der Nutzung
132 mal höher als Graue Emissionen
Fenster und Dämmung

Var 2: Dämmung QNG EH 40 H'T 55

(Dachdämmung: 80 mm PU)

Wärmepumpe + PV

THG-Emissionen in der Nutzung
10 mal höher als Graue Emissionen
Fenster und Dämmung

THG-Einsparung durch
Verbesserung von WSchV 82 auf
QNG-Niveau 6 mal höher als Graue
Emissionen Fenster und Dämmung

TREIBHAUSGASEMISSIONEN

WIE WIRKT SICH DER DÄMM-STANDARD AUS?

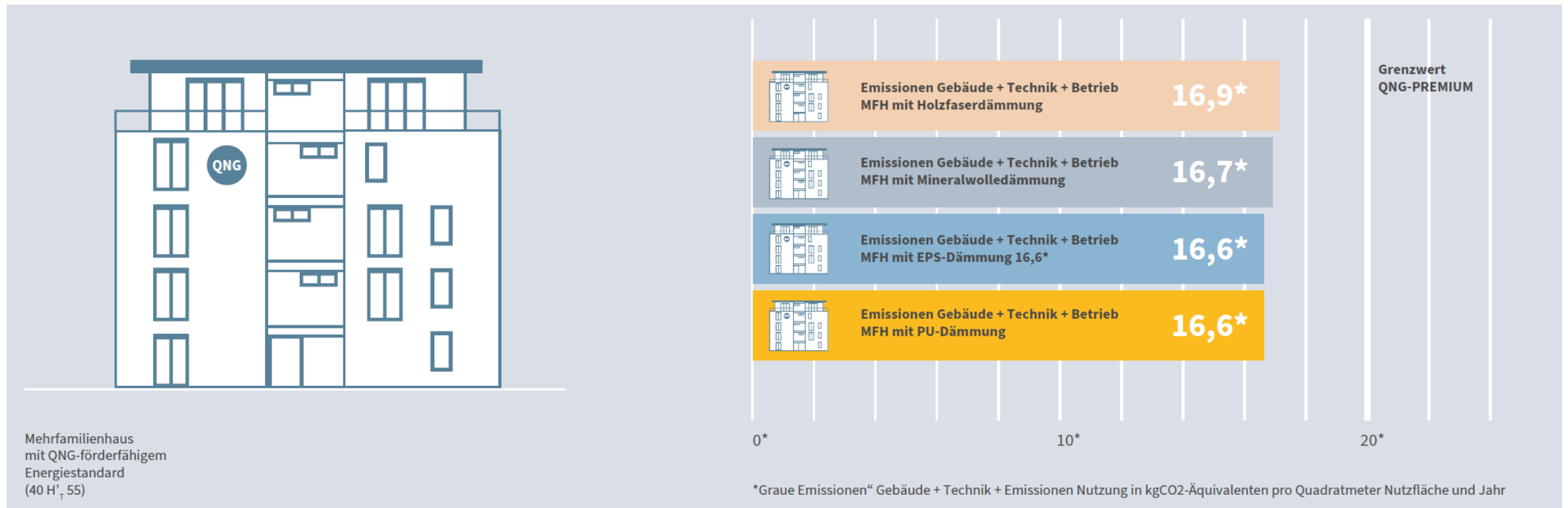
Wird bei einem Gebäude mit schlechter Dämmung nur die Gebäudetechnik modernisiert (Wärmepumpe, PV, Lüftungsanlage), bleiben die Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus hoch. Die Emissionen während der Nutzung übersteigen die Emissionen, die durch die Dämmstoffe verursacht werden, bei Weitem.

Die Energieeffizienz macht den Unterschied. Eine sehr gut gedämmte Gebäudehülle reduziert den CO₂-Fußabdruck des Gebäudes über den Lebenszyklus signifikant.

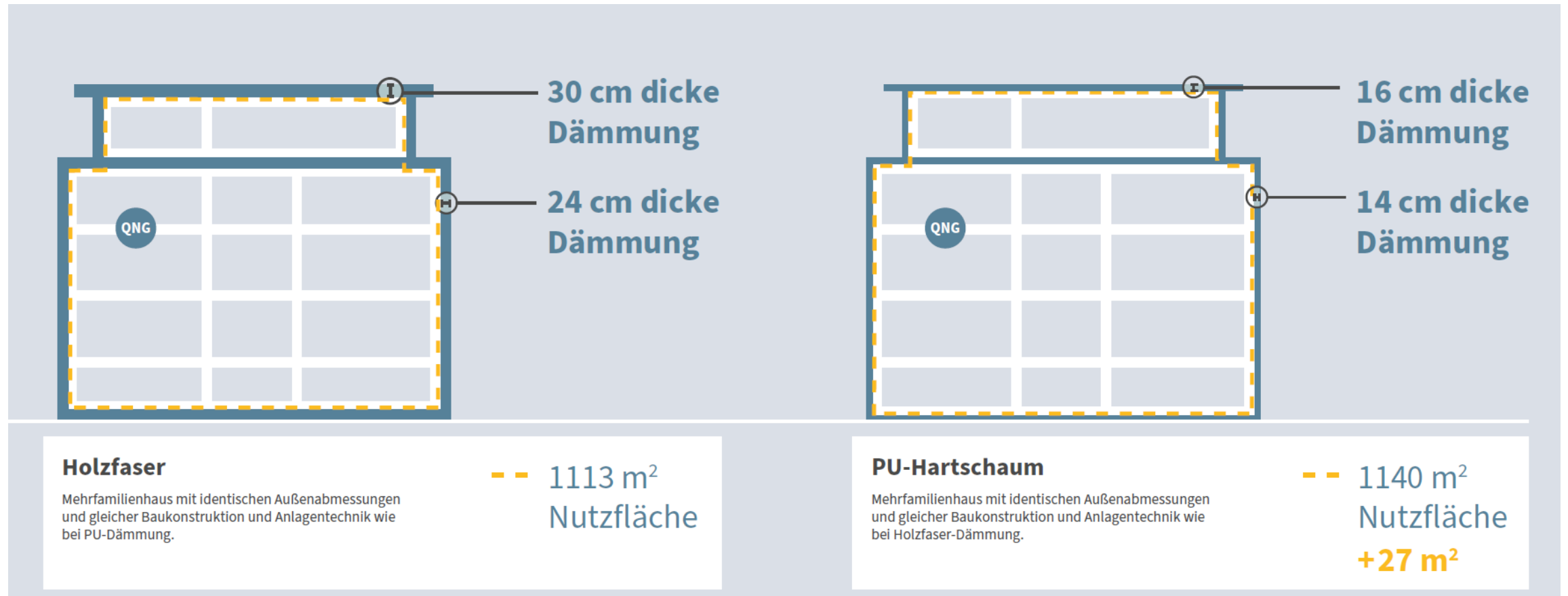
**GUT GEDÄMMTE GEBÄUDEHÜLLE + MODERNE ANLAGENTECHNIK
= ZUKUNFTSWEISENDER BAUSTANDARD**

TREIBHAUSGASEMISSIONEN IM LEBENSZYKLUS

VERGLEICH VON MEHRFAMILIENHÄUSERN MIT GLEICHEM EFFIZIENZSTANDARD (QNG),
MODERNER GEBÄUDETECHNIK ABER UNTERSCHIEDLICHEN DÄMMSTOFFEN



NUTZFLÄCHEN VON QNG-MFH MIT PU- UND HOLZFASERDÄMMUNG



VERGLEICH MEHRFAMILIENHAUS - NUTZFLÄCHE MIT PU- UND HOLZFASERDÄMMUNG

Das Mehrfamilienhaus (MFH) mit PU-Dämmung hat **27 Quadratmeter mehr nutzbare Fläche** als ein mit Holzfaser gedämmtes Gebäude bei gleichen Außenabmessungen und ansonsten identischer Baukonstruktion und Gebäudetechnik. Grund dafür ist, dass die Holzfaser-Dämmschichten bei gleichem Energieeffizienzstandard fast doppelt so dick sein müssen.

TREIBHAUSGASEMISSIONEN EINFLUSS DES DÄMMMATERIALS

Das Mehrfamilienhaus mit Holzfaserdämmung emittiert etwas mehr Treibhausgase über den Gebäudelebenszyklus als das Gebäude mit PU-Dämmung und ansonsten identischer Baukonstruktion und Anlagentechnik. Die anderen Dämmvarianten unterscheiden sich wenig.

Ein Gebäude mit PU-Dämmung hat bei gleichen Außenabmessungen 2,4 % mehr Nutzfläche als ein Gebäude mit HF-, MW- oder EPS-Dämmung. Die THG-Emissionen sind (kgCO₂-Äqu. pro m² Nfl. Und Jahr) entsprechend niedriger.

Die Materialbasis (mineralisch, synthetisch, nachwachsend) ist für Ökobilanz des Gebäudes nicht entscheidend. Dämmleistung wirkt sich positiv auf die LCA aus.



**TREIBHAUSGASEMISSIONEN
UND PRIMÄRENERGIEBEDARF**

**ERFÜLLUNG DER
ANFORDERUNGEN QNG PLUS
NACH DÄMMSTOFFART**

ANFORDERUNGEN QNG PLUS: GWP UND PENRT

Dämmvarianten Mehrfamilienhaus EH 40 H _T 55	GWP Treibhausgasemissionen 24 kg CO ₂ -Äq./m ² ·a	PENRT Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf 96 kWh/m ² ·a
PU	✓	✓
EPS	✓	✓
Mineralwolle	✓	✓
Holzfaser	✓	✓
Anteil Wärmedämmung über den Gebäudelebenszyklus	Weniger als 4 %	2 bis 5 %

ANFORDERUNGEN QNG PLUS: GWP UND PENRT

Alle berechneten Mehrfamilienhäuser mit den Wärmedämmvarianten PU, EPS, Mineralwolle und Holzfaser erfüllen die Anforderungen QNG-PLUS in Bezug auf GWP und PENRT.

Der Anteil der Wärmedämmung an den Treibhausgasemissionen (GWP) des gesamten Gebäudes über den Lebenszyklus beträgt weniger als 4 Prozent. Beim Primärenergiebedarf (PENRT) beträgt der Anteil nur 2 bis 5 Prozent.

Wärmedämmung reduziert die Treibhausgasemissionen und den Primärenergiebedarf des Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus entscheidend.

QNG STOFFSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN SCHADSTOFFVERMEIDUNG IN DÄMMSTOFFEN

Durch das Qualitätszeichen „pure life“ wird die Einhaltung des QNG Anhang-Dokument 313 nachgewiesen.

Grundlage der Zeichenvergabe sind regelmäßige Audits des Herstellwerks und die Entnahme von Produkten für labortechnische Untersuchungen durch unabhängige Stellen (FIW München und Fraunhofer WKI).



Erfüllt QNG-Anforderungen an
Schadstoffvermeidung in Dämmstoffen.
„pure life“ ist eine Marke der ÜGPU.



ALLES AUF ANFANG:

**RÜCKBAU, RECYCLING UND
RESSOURCENEFFIZIENZ AM
BEISPIEL PU-DÄMMSTOFFE**

RÜCKBAU UND WIEDERVERWERTUNG BEISPIEL STEILDACH MIT PU-DÄMMUNG



Die PU-Dämmplatten können leicht zurückgebaut werden, da sie nur mit Nägeln oder Schrauben auf den Sparren befestigt werden.

Nach dem Entfernen der Deckung und der Lattung liegen die Dämmplatten lose und können herausgenommen werden.

RÜCKBAU UND WIEDERVERWERTUNG

PU-Dämmplattenreste können zu Funktionswerkstoffen verarbeitet werden, wenn sie sauber und sortenrein sind, keine Abfälle enthalten, und der europäischen Produktnorm EN 13165 entsprechen.



© IVPU

PU-ZUSCHNITTRESTE: IVPV RÜCKNAHMESERVICE EXKLUSIV FÜR BERLIN, POTSDAM UND BERLINER UMLAND



PU-ZUSCHNITTRESTE: IVPU RÜCKNAHMESERVICE SAMMELGEBIET

Die Systemsäcke mit PU-Materialresten werden von der PDR im Stadtgebiet Berlin, Potsdam und dem Berliner Umland abgeholt.

Die PU-Materialreste werden in stabilen, transparenten Systemsäcken (1,0 m³ Nennvolumen oder 1.000 Liter) gesammelt.

Die Systemsäcke können bei der PDR bestellt werden und werden innerhalb einer Woche zugestellt. Bestellung bei der PDR:

Telefon: +49 (0) 9228 950-222

E-Mail: PU-Hartschaumreste@pdr.de



PU VS. HOLZFASER BEI GLEICHEM R-WERT

10 MAL WENIGER GEWICHT UND 11 % WENIGER GRAUE ENERGIE

1 m² Holzfaser-Dämmung 22 cm



Gleiche Wärmedämmleistung
(R-Wert = 5,5 m²*K/W)

Gewicht: 33 kg

316 MJ / m²

1 m² PU-Dämmplatte 12 cm



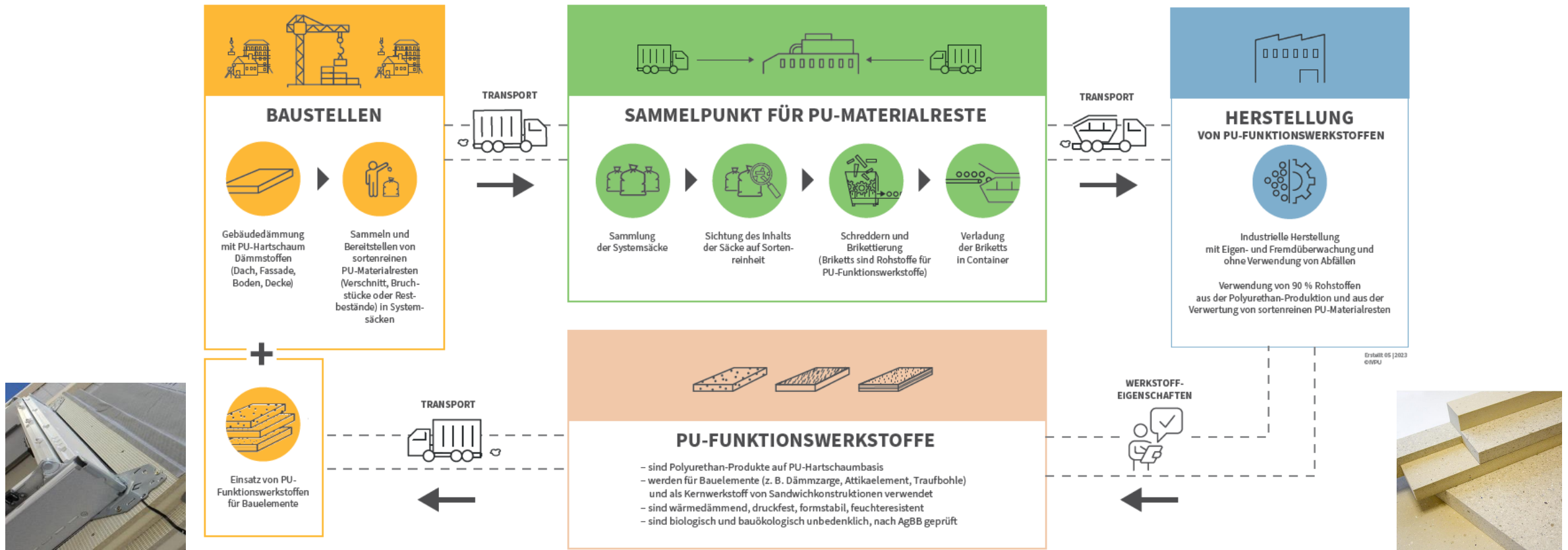
Gleiche Wärmedämmleistung
(R-Wert = 5,5 m²*K/W)

Gewicht: 3,8 kg

282 MJ / m²

**11% weniger
Graue Energie!**

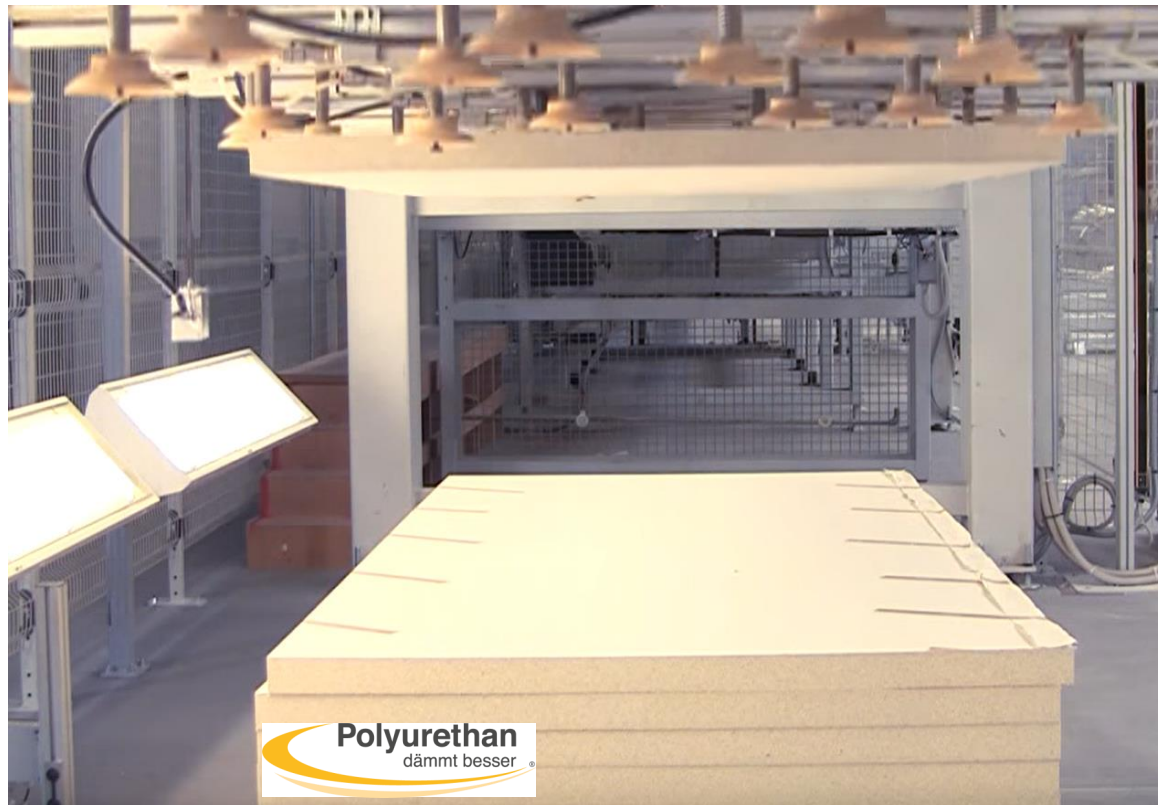
WIEDERVERWERTUNG VOM PU-RESTSTOFF ZUM PU-FUNKTIONSWERKSTOFF



PU-FUNKTIONSWERKSTOFFHERSTELLUNG AUS RESTSTOFFEN



PU-FUNKTIONSWERKSTOFFHERSTELLUNG



AUS EINEM KUBIKMETER PU-DÄMMSTOFFRESTE KANN MAN 3,3 M² PU FUNKTIONSWERKSTOFF (20 MM) HERSTELLEN

PU-Materialreste



- hergestellt im industriellen Maßstab
- 90 % aus Rohstoffen aus der Resteverwertung
- äußerst langlebig, mehrfach recycelbar.
- im Bauwesen als Funktionsdämmstoff vielseitig verwendbar.

PU-Funktionswerkstoff



PU-FUNKTIONSDÄMMSTOFFE ZU 90 % AUS RESTSTOFFEN HERGESTELLT

bestehen bis zu 90 %
aus Rohstoffen aus der
Resteverwertung
im industriellen Maßstab
hergestellt.

äußerst langlebig,
können mehrfach
recycelt werden.

sind im Bauwesen als
Funktionsdämmstoffe
vielseitig verwendbar.



Wärmedämmung
Lambda $\geq 0,083$
W/(m·K) (wie Holzwolle
oder Porenbeton)



als Baustoff europäisch
zugelassen (ETA)

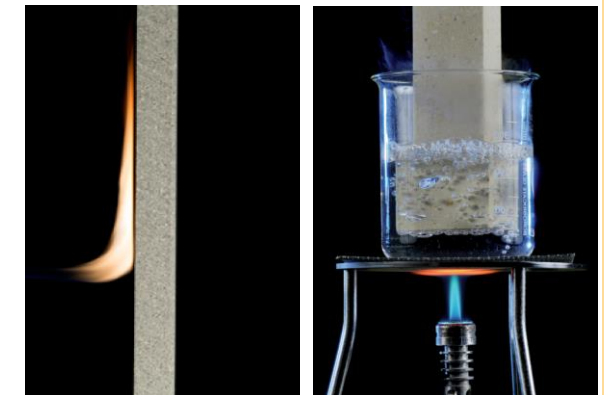


emissionsarm

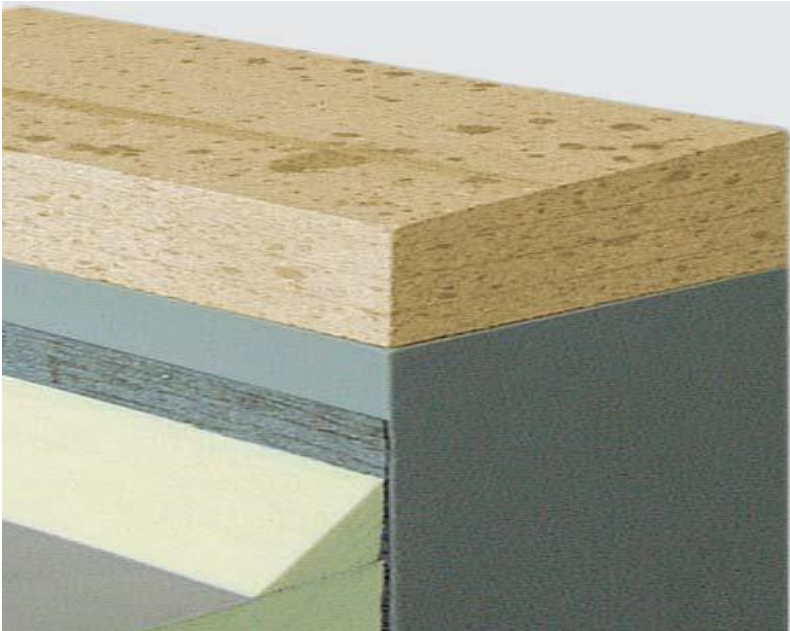
Druckfestigkeit 7,1 MN/m²
(wie leichter Mauerstein)

Wasser- und Fäulnis-
Beständigkeit

Eurobrandklasse C



PU-FUNKTIONSDÄMMSTOFFE ANWENDUNGEN



Flachdachbohle



WDVS-Befestigungsanker



Dachfenster-Dämmzarge



Steildach

NACHWEISFREI UND SICHER

Steildachaufbauten mit
PU-Dämmung
nach DIN 4108-3

BEISPIELHAFTE U-WERT-ANFORDERUNGEN FÜR STEILDÄCHER VON WOHNGBÄUDEN ($\geq 19\text{ °C}$)

Anforderungen Neubau	U-Wert	Anforderungen Sanierung	U-Wert
GEG (Anlage 1) Neubau Technische Ausführung des Referenzgebäudes	$U \leq 0,20\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	GEG (Anlage 7) Anforderung an Sanierung	$U \leq 0,24\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
GEG (Anlage 5) Neubau Vereinfachtes Nachweisverfahren für ein zu errichtendes Wohngebäude	$U \leq 0,14\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	BEG EM Richtlinie Einzelmaßnahme Sanierung	$U \leq 0,14\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Klimafreundlicher Neubau mit QNG-Zertifizierung (EH 40)	$U \leq 0,11\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})^*$	ESanMV Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung **)	$U \leq 0,14\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

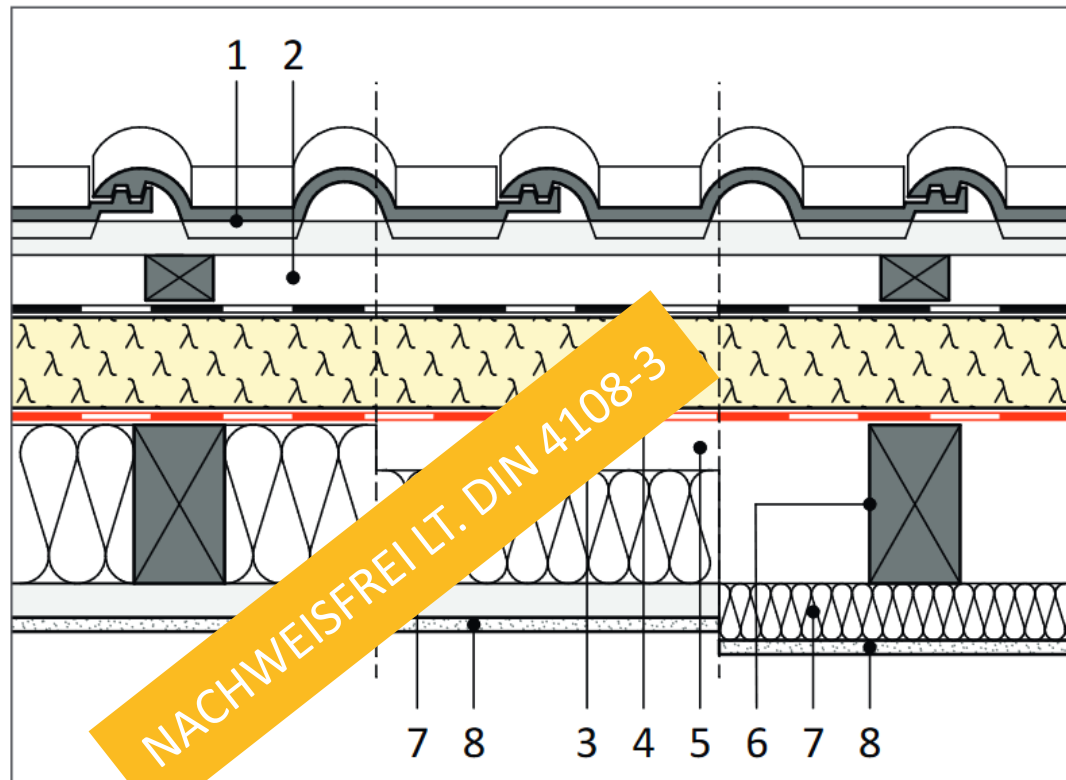
STEILDÄCHER MIT PU-AUFSPARRENDÄMMUNG

NACHWEISFREI UND SICHER

- Für bestimmte mehrschichtigen Steildachaufbauten mit PU-Dämmung ist kein rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls infolge Wasserdampfdiffusion erforderlich, da kein Tauwasserrisiko besteht.
- Für die Beurteilung dieser Konstruktionen ist das Periodenbilanzverfahren nach Glaser nicht geeignet, da es ein stationäres Verfahren mit vereinfachten Klimarandbedingungen für „einfache“ Fälle ist. Der Nachweis kann durch hygrothermische Simulation (WUFI) erfolgen.
- Die Dacheindeckung/-abdichtung muss einen mittleren oder dunkleren Farbton aufweisen, damit eine entsprechende Erwärmung und Rücktrocknung der Konstruktionen möglich ist.

PU-AUFSPARRENDÄMMUNG MIT ZSD

LUFTDICHTHEITSSCHICHT OBERHALB DER TRAGKONSTRUKTION



Grafik 2: PU-Aufsparrendämmung in Kombination mit Zwischensparrendämmung ohne Schalung auf den Sparren – Luftdichtheitsschicht oberhalb der Tragkonstruktion (Sparren)

- 1 | Dachdeckung auf Traglattung
- 2 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
- 3 | PU-Dämmelement $\geq 80 \text{ mm}$ mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e} < 0,5 \text{ m}$)
- 4 | Luftdichtheitsschicht mit $s_d > 2 \text{ m}$
- 5 | ggf. ruhende Luftschicht
- 6 | Sparren
- 7 | Zwischensparrendämmung oder Untersparrendämmung aus Mineralwolle, $R \leq 5,2 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ oder aus Holzfaser, $R \leq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ - in Verbindung mit Schicht 8
- 8 | Raumseitige Bekleidung mit $s_{d,i} = 0,1-10 \text{ m}$, ggf. inkl. Dämmung

PU-AUFSPARRENDÄMMUNG MIT ZSD

LUFTDICHTHEITSSCHICHT OBERHALB DER TRAGKONSTRUKTION

Dämmstoffkombination	U-Wert W/(m ² ·K) Dicke in mm			
PU-Aufsparrendämmung + Mineralfaser-Zwischensparren- oder Untersparrendämmung	≤ 0,24	≤ 0,20	≤ 0,14	≤ 0,11
PU-Hartschaum alukaschiert WLS 023	80	80	80	120
Mineralfaser WLS 040	≥ 20	≥ 60	≥ 180	≥ 180
PU-Hartschaum mineralvlieskaschiert WLS 026 / 027 ²	80	80	80	120
Mineralfaser WLS 040	≥ 40	≥ 80	≥ 200 ¹	≥ 200 ¹
PU-Aufsparrendämmung + Holzfaser-Zwischensparren- oder Untersparrendämmung	≤ 0,24	≤ 0,20	≤ 0,14	≤ 0,11
PU-Hartschaum alukaschiert WLS 023	80	80	100	140
Holzfaser WLS 040	≥ 20	≥ 60	≥ 120	≥ 120

NACHWEISFREI LT. DIN 4108-3



IVPU Planungshilfe 24|01 Nachweisfreie Steildachkonstruktionen nach DIN 4108-3

Baulicher Wärmeschutz

Klimabedingter Feuchteschutz

PU-Vorteile für die Steildachdämmung

- Nachweisfreie Steildachaufbauten mit PU-Dämmung
- Planungs- und Ausführungshinweise
- Nachweisfreie mehrschichtige Steildachaufbauten mit PU-Dämmung
- Dauerhaft luftdichte Anschlüsse

[https://daemmt-besser.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/IVPU Planungshilfe 24-01 Nachweisfreie Steildachaufbauten DIN4108-3 210x297 ONLINE DS.pdf](https://daemmt-besser.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/IVPU_Planungshilfe_24-01_Nachweisfreie_Steildachaufbauten_DIN4108-3_210x297_ONLINE_DS.pdf)



5 ASPEKTE EINES NACHHALTIGEN WÄRMEDÄMMUNG

5 ASPEKTE EINER NACHHALTIGEN WÄRMEDÄMMUNG

- 1. Erneuerbare erfordern Energieeffizienz:** Eine sehr gut gedämmte Gebäudehülle minimiert die Treibhausgasemissionen über den gesamten Lebenszyklus und ist die Voraussetzung für den effizienten und wirtschaftlichen Einsatz erneuerbarer Energien.
- 2. Dämmung lohnt:** Dämmstoffe vermeiden im Laufe des Gebäudelebenszyklus viel mehr CO₂-Emissionen als bei ihrer Herstellung entstehen.
- 3. Besser statt dicker:** Besonders leistungsfähige Dämmstoffe brauchen weniger Platz und ermöglichen kostengünstigere Baukonstruktionen. Dämmleistung wirkt sich auch auf die Ökobilanz positiv aus.
- 4. Weniger Materialeinsatz:** Dauerhaftigkeit, Leistungsfähigkeit und leichtes Gewicht erhöhen die Materialeffizienz von Dämmstoffen.
- 5. Wir brauchen alle:** Die Materialbasis von Dämmstoffen (mineralisch, synthetisch, nachwachsend) ist nicht ausschlaggebend, sondern ihre Leistungsfähigkeit und technische Eignung.

NACHHALTIGKEIT BENÖTIGT VIELFALT WIR BRAUCHEN ALLE DÄMMSTOFFE!

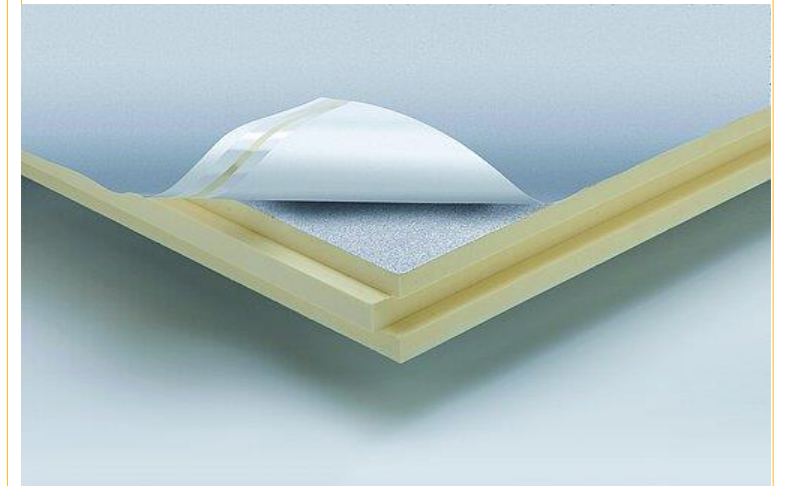
nachwachsend



mineralisch



synthetisch



Ohne eine breite Palette moderner, leistungsfähiger Baustoffe - nachwachsende, mineralische und synthetische - können keine nachhaltigen und klimaneutralen Gebäude gebaut werden.
Nachhaltig Bauen heißt: Die Baukonstruktion in Hinblick auf den Lebenszyklus optimieren und die Baustoffe materialgerecht einsetzen.

BLEIBEN SIE MIT UNS IN KONTAKT



NACHWEISFREI UND SICHER

Steldachaufbauten mit PU-Dämmung nach DIN 4108-3

IVPU PlanungsHilfe 24101
www.daemmt-besser.de



REI 30 STEILDÄCHER MIT PU-AUFSPARRENDÄMMUNG

Feuerhemmende Konstruktionen
Klassifizierungsbericht

IVPU PlanungsHilfe 24103
www.daemmt-besser.de



ENERGIEEFFIZIENT UND NACHHALTIG

Zweischaliges Mauerwerk mit PU-Dämmung

IVPU PlanungsHilfe 24104
www.daemmt-besser.de



IVPU Mitglieder <https://daemmt-besser.de/verband/mitglieder>

Publikationen <https://daemmt-besser.de/mediacenter>

YouTube <https://www.youtube.com/@IvpuDe>

LinkedIn <https://www.linkedin.com/company/ivpu-verband/>

Facebook <https://www.facebook.com/IVPUverband>

KONTAKT



Tobias Schellenberger

Geschäftsführer

Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V.

Heilbronner Str. 154, D-70191 Stuttgart

E-Mail: schellenberger@ivpu.de

www.daemmt-besser.de