

Wirtschaftlich und umweltverträglich dämmen

Ausgabe 2/2008

Markus Welter, dipl. Architekt HTL SIA, Bauconsilium AG, Luzern

Schaumglas-Dämmstoff

Wirtschaftlich und umweltverträglich Dämmen

Markus Welter Luzern

Welchen Dämmstoff wählen? Eine ganzheitliche Betrachtungsweise drängt sich auf. Planer und Bauherren gelangen zunehmend zur Einsicht, dass nur umweloptimierte und langlebige Produkte auch wirtschaftlich sind und dem Anspruch an Nachhaltigkeit genügen. Aus dieser umfassenden Sicht schneidet Schaumglas als Wärmedämmstoff sehr gut ab.

Die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz sind in den letzten zwanzig Jahren stetig gestiegen. Parallel zu diesen Anforderungen und mit zunehmenden Ansprüchen an den Schallschutz wuchs auch der Bedarf an Dämmmaterialien. Die Vielfalt der auf dem Markt verfügbaren Dämmstoffe und -produkte hat sich dadurch stark erhöht. Für die Wahl des richtigen Materials ist ein Überblick nach ganzheitlichen Gesichtspunkten angezeigt. Im vorliegenden Artikel wird der Dämmstoff Schaumglas den geläufigsten im Hochbau eingesetzten Dämmstoffen gegenüber gestellt und mit diesen verglichen.

Als Wärmedämmstoffe im Bauwesen werden gemäss SIA-Norm 279 Materialien verstanden, die eine Wärmeleitfähigkeit λ_D (Nennwert) bis höchstens 0,1 W/(mK) aufweisen. Besonders gute wärmedämmende Eigenschaften weist bekanntlich die Luft auf. Nachteilig wirkt sich jedoch in einer zur Wärmedämmung verwendeten Luftschicht die Zirkulation aus, denn diese führt durch Konvektion zu Wärmeverlusten. Wer gute Wärmedämmwerte erzielen will, muss daher die Konvektion verhindern. Alle im Bauwesen verwendeten Wärmedämmstoffe weisen deshalb eine porige oder fasrige Struktur auf. Die gespeicherte Luft wird so daran gehindert, sich frei zu bewegen.

In Bezug auf die Rohstoffbasis wird in anorganische (mineralische) und organische Dämmstoffe unterschieden. Die organischen Dämmstoffe können zusätzlich in Kunststoffe, die aus Erdöl hergestellt werden (künstlich) und Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (natürlich) unterteilt werden.

Zu den bekanntesten anorganischen bzw. mineralischen Dämmstoffen gehören Steinwolle, Glaswolle und Schaumglas. Zu den organisch künstlichen Dämmstoffen zählen Polystyrol expandiert (EPS), Polystyrol extrudiert (XPS), Polyurethan-Hartschaum (PUR), Polyisocyanurat (PIR) und Phenolharzschaum. Zu den gebräuchlichsten organisch natürlichen Dämmstoffen sind Kork, Holzwolle, Holzfasern, Schaf- und Baumwolle sowie Zellulose zu nennen. Nach ihrer Struktur können Faserdämmstoffe und geschäumte Dämmstoffe unterschieden werden. Bei Ersteren bilden Fasern eine Art Knäuel oder Gewirr, in welchem Luft eingeschlossen ist. Geschäumte Dämmstoffe bestehen aus einer festen Zellstruktur, in denen Luft oder Gas enthalten ist. Gute Wärmedämmstoffe verfügen über eine günstige Kombination von möglichst kleinen Lufträumen und möglichst niedrigem Feststoffgehalt. Geschäumte Materialien sind hier wegweisend.

In Tabelle 1 sind die wesentlichen Baustoffkennwerte der gebräuchlichsten Wärmedämmstoffe zusammengestellt.

Tabelle 1 Baustoffkennwerte von Wärmedämmstoffen

Baustoffkennwerte von Wärmedämmstoffen

Dämmstoff	Polyurethan PUR	Polyisocyanurat PIR	Polystyrol XPS	Polystyrol EPS	Schaumglas	Glaswolle	Steinwolle
Merkmal							
Nennrohddichte kg/m ³ , gem. SIA 279	30 bis 40	30 bis 40	30 bis 45	9 bis 45	110 bis 165	12 bis 100	32 bis 168
Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK) gem. SIA 279	0,026 bis 0,038	0,022 bis 0,028	0,028 bis 0,041	0,032 bis 0,046	0,040 bis 0,051	0,031 bis 0,041	0,034 bis 0,045
Diffusionswiderstandszahl μ, gem. SIA 279	30 bis 150 Diffusionsdicht mit Metall-deckschicht	30 bis 150 Diffusionsdicht mit Metall-deckschicht	80 bis 220 (dickenabhängig)	40 bis 60	∞ dampfdicht	2	2
Druckfestigkeit bzw. Druckspannung bei 10% Stauchung N/mm ² , gem. Herstellerangaben	≥ 0,1	≥ 0,1	0,3 bis 0,7	0,08 bis 0,28	0,63 bis 1,67	0,08 bis 0,55	0,1 bis 0,5
Brandkennziffer gem. Herstellerangaben und Zulassung VKF	5.2 bis 5.3	5.2 bis 5.3	5.1	5.1 bis 5.2	6.3	6q.3	6q.3
Maximale Dauertemperatur °C, gem. Herstellerangaben	90	90	75	80	430	250	250
Wärmebeständigkeit °C für kurzfristige Beanspruchung, gem. Herstellerangaben	200	200	–	100	Schmelzpunkt > 1000	etwa 700 Schmelzpunkt Faser bei etwa 750	etwa 1000 Schmelzpunkt Faser bei über 1000
Graue Energie [MJ-Eq] pro kg gemäss Ökobilanzdaten im Baubereich (KBOB / eco-bau / IPB 2007/1)	102	102	84.2	100	27.1	48.4	22.2
Graue Energie aus nicht erneuerbarer Energie (cumulative energy demand, fossil & nuclear) [MJ-Eq] pro kg gemäss Ökologische Baustoffliste EMPA (Version 1.0.2)	99.6	99.6	83.4	99.5	19.9	43.2	21.0
Umweltbelastungspunkte (UBP) pro kg gemäss Ökobilanzdaten im Baubereich (KBOB / eco-bau / IPB 2007/1)	7220	7220	4570	5360	1250	2120	2120
Umweltbelastungspunkte Entsorgung (UBP) pro kg gemäss Ökobilanzdaten im Baubereich (KBOB / eco-bau / IPB 2007/1)	1860	1860	2010	2010	17.4	29.4	29.4
Anteil erneuerbarer Energieträger %, gem. SIA 493.09 (Deklarationsraster) und Herstellerangaben	0	0	0	2.5	29	29.5	5
Anteil Recyclate Massen%, gem. SIA 493.09 (Deklarationsraster) und Herstellerangaben	0	0	0	10 EPS-Recyclat	60 Altglas (Autoscheiben, Fensterglas)	74.6 Altglas	6 Steinwolle
Entsorgung, gem. SIA 493.09 (Deklarationsraster) und Herstellerangaben	–	–	Rücknahme und Verwertung garantiert	Rücknahme und Verwertung garantiert	Rücknahme und Verwertung garantiert	Rücknahme und Verwertung garantiert	Rücknahme und Verwertung garantiert

– = keine Angaben

(*) Werte gemäss Herstellerangaben

Eigenschaften und Anwendungsbereiche von Schaumglas

Wesentliche Unterschiede bestehen im Feuchtigkeitsverhalten und im Feuchtigkeitsaufnahmevermögen der Wärmedämmstoffe. Wenn ein Teil der im Dämmstoff eingeschlossenen Luft durch Wasser verdrängt wird, erhöht sich die Wärmeleitfähigkeit und das Wärmedämmvermögen wird verschlechtert. Dies kann zum Beispiel durch eine Feuchtigkeitsanreicherung aufgrund von Diffusionskondensat geschehen. Durch eine richtig angeordnete Dampfsperre oder mit einer ausreichenden Luftzirkulation der an den Dämmstoff angrenzenden Luftschicht kann eine Feuchtigkeitsanreicherung in der Wärmedämmschicht verhindert werden. Bei Schaumglas entfällt die Notwendigkeit von Massnahmen gegen ein Auffeuchten des Dämmstoffs. Die Dampfsperre ist hier durch die geschlossenenporige, diffusionsdichte Materialstruktur „eingebaut“. Die hermetisch geschlossenen Zellen des geschäumten Glases machen den Dämmstoff Schaumglas absolut wasser- und dampfdiffusionsdicht und verhindern die Aufnahme von Feuchtigkeit.

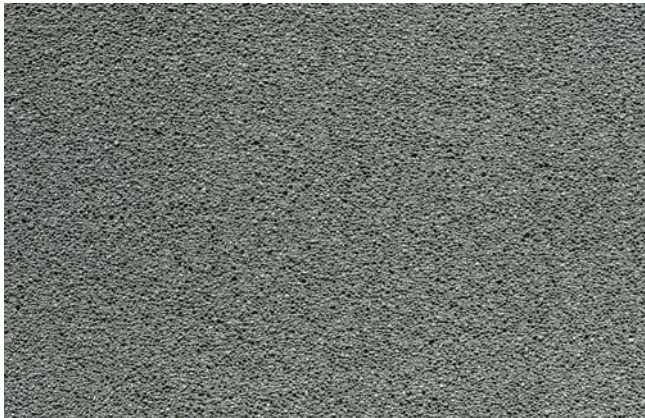


Bild 1 Oberflächenstruktur von Schaumglas: Der Dämmstoff besteht aus Millionen kleiner, hermetisch gegeneinander abgeschlossener, gas- und wasserdichter Glaszellen mit einem Teilvakuum. Schaumglas enthält keine Bindemittel und ist frei von treibhauswirksamen oder ozonschichtabbauenden Treibmitteln (FCKW, HFCKW, HFKW oder anderen Schadstoffen).

Aufgrund seiner Zellgeometrie (vgl. Bild 1) ist Schaumglas zudem aussergewöhnlich druckfest, dies auch bei Langzeitbelastung. Dazu kommen als weitere Vorteile spezifische Eigenschaften des Rohmaterials Glas wie Unbrennbarkeit, Massbeständigkeit (kein Schrumpfen, kein Quellen), Säurebeständigkeit und kein organischer Abbau, sowie unempfindlich gegenüber Nagetieren und Insekten.

Schaumglas eignet sich zum Wärmedämmen der gesamten Gebäudehülle. Aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften ist der Dämmstoff aber in besonderem Masse für Bauteile mit erhöhten Anforderungen an den Feuchtigkeitsschutz geeignet. Das breite Einsatzspektrum umfasst im Wesentlichen folgende Anwendungsbereiche:

- Erdberührte Böden und Wände
- Zweischalen-Mauerwerk
- Aussenwandkonstruktionen (Innen- und Aussendämmung)
- Böden mit hoher Flächen- und Punktbelastung
- Flachdächer bekiest/begehbar/befahrbar/begrünt
- Dachkonstruktionen in Leichtbauweise mit Stahlprofilblechen als Tragschicht
- Dachkonstruktionen mit Sonderformen wie Sheds, Kuppeln, Pyramiden usw.
- Steildächer

Ökologische Bewertung von Schaumglas

Positive Ökobilanz

Bild 2

	Herstellungsenergie	Rohstoffverfügbarkeit	Immissionen Handwerker	Schadstoffabgabe bei Produktion	Emissionen im Brandfall	Langzeitverhalten	Entsorgung/ Recycling
Glaswolle	gelb	hellgelb	orange	gelb	gelb	orange	orange
Steinwolle	hellgelb	hellgelb	gelb	gelb	gelb	orange	orange
Zellulosedämmstoff	hellgelb	hellgelb	hellgelb	hellgelb	gelb	rot	gelb
Rein expandierter Kork	hellgelb	rot	hellgelb	hellgelb	gelb	orange	gelb
Schaumglas	hellgelb	hellgelb	hellgelb	hellgelb	hellgelb	hellgelb	hellgelb
Expandiertes Polystyrol	orange	rot	hellgelb	gelb	orange	orange	orange
Extrudiertes Polystyrol	orange	rot	orange	gelb	orange	gelb	rot
Polyurethan (PUR)	orange	rot	orange	gelb	rot	orange	rot

Legende

hellgelb	gelb	orange	rot	rot	rot	rot	rot
sehr gut	gut	problematisch	problematisch	sehr problematisch	sehr problematisch	sehr problematisch	sehr problematisch

Bild 2 zeigt eine ökologische Bewertung der gebräuchlichsten Wärmedämmstoffe, teils basierend auf den Dokumentationen [2], [3] und [4] gemäss der Literaturangabe im Anhang sowie verschiedener Daten aus dem Internet und leicht angepasst auf Basis eigener Interpretationen. Dabei schneidet Schaumglas im Gesamtvergleich sehr gut ab und generell besser als die organischen Schaumstoffe auf Polystyrol- und Polyurethan-Basis. Es gilt zu beachten, dass innerhalb einer Stoffgruppe beachtliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Produkten bestehen.

Herstellung

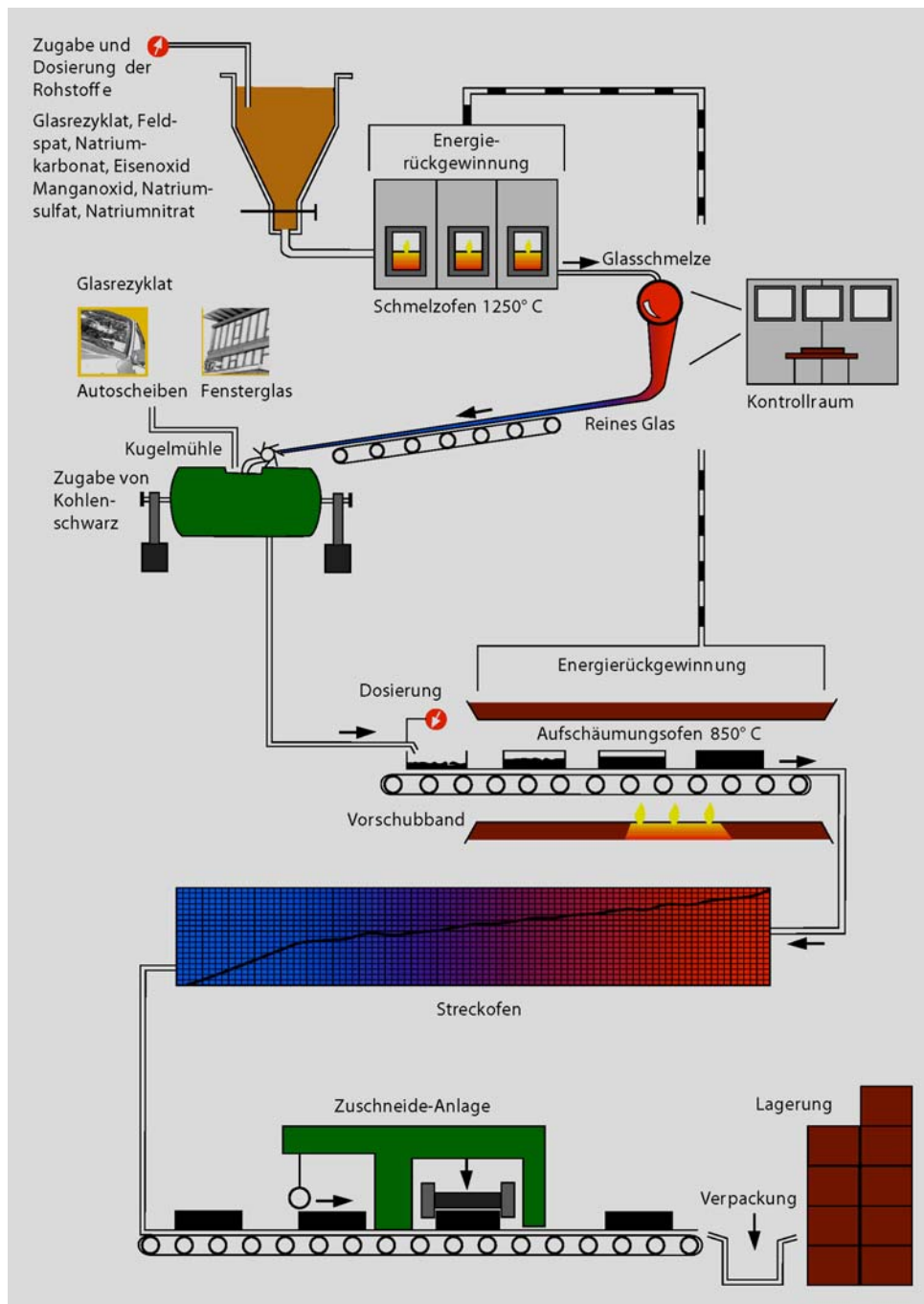


Bild 3. Herstellungsprozess von Schaumglas: Bis vor wenigen Jahren wurde in einer Vorstufe zuerst das Glas aus reinem Quarzsand hergestellt. Diese energieaufwendige Vorstufe der Glasherstellung entfällt heute weitgehend. Die Hauptrohstoffe sind Feldspat und rund 70% Recyclingglas aus defekten Autoscheiben und Fenstergläser sowie Kohlenstoff zur Aufschäumung (keine anderen Treibmittel). Die Produktionsanlagen sind mit energieoptimierten Schmelzöfen ausgerüstet, welche den Herstellungsprozess mit geringerem Energieaufwand erreichen können. Energierückgewinnungssysteme beim Schmelzen und Aufschäumen ermöglichen zudem eine Zweitnutzung der anfallenden Wärme.

Wie kaum ein anderes Wärmedämmprodukt hat Schaumglas in den letzten 10 Jahren einen bemerkenswerten Technologieschub erfahren. Durch eine fortlaufende Modernisierung der Produktionsanlagen mit optimierten Wärmerückgewinnungs-Systemen und Massnahmen zur Erhöhung des Recyclinganteils wurde der Prozess zur Herstellung des Wärmedämmstoffs erheblich verbessert.

Den Hauptrohstoff bildet heute Flachglasrecyclat, welches aus defekten Autoscheiben und Fenstergläsern gewonnen wird. Der Anteil von Recyclingglas beträgt rund 70%. Dadurch konnte der früher grosse Energieaufwand in der ersten Prozessstufe (Schmelzen von Quarzsand zu reinem Glas) wesentlich reduziert werden. Weiter führt der Einsatz von Altglas zu global weniger Transportvolumen (Einsparung beim Rohstofftransport) sowie zu Einsparung von Deponieraum. Ziel ist es, den Anteil von Recyclingglas weiter zu erhöhen und den Produktionsprozess dadurch kontinuierlich zu verbessern. Als weitere Rohstoffe werden Feldspat, Eisenoxyd, Manganoxyd und Natriumkarbonat eingesetzt. Diese für die Herstellung von Schaumglas verwendeten Rohstoffe sind für die Umwelt unbedenklich.

Die Herstellung beruht primär auf einem thermischen Prozess, bei dem für die Schmelzung und das Aufschäumen Energie erforderlich ist. Dazu werden Elektrizität und Erdgas verwendet. Der benötigte Strom besteht aus einem zertifizierten Elektrizitätsmix mit 97.8% Wasserkraft und 2.2% Windenergie, welcher von der Firma Electrabel bezogen wird. Die gelieferte Menge unterliegt der Kontrolle des Renewable Energy Certificate System (RECS). Die Produktionsanlagen sind mit energieoptimierten Schmelzöfen ausgerüstet. Die Energierückgewinnung beim Schmelzen und Aufschäumen ermöglicht zudem eine Zweitnutzung der anfallenden Wärme.

Gemäss der ökologischen Baustoffliste [3], basierend auf dem Datenbestand des Ecoinvent-Zentrum, dem weltweit führenden schweizer Anbieter von konsistenten, transparenten Sachbilanzdaten, konnte der Bedarf an nicht erneuerbarer Energie für die Herstellung von einem Kilogramm Schaumglas von 48.15 MJ (1995) auf 19.9 MJ (2006) verringert werden (Datenbestand ecoinvent Version 1.1 und Ökologische Baustoffliste Version 1.0.2). Im Vergleich mit andern Wärmedämmstoffen weist Schaumglas damit einen sehr guten Wert auf (Tabelle 1 Baustoffkennwerte von Wärmedämmstoffen).

Siehe Tabelle 1

Verarbeitung und Nutzung

Schaumglas enthält keine ökologisch nachteiligen und toxikologisch relevanten Bestandteile (keine treibhauswirksamen oder ozonschichtabbauenden Treibmittel, keine giftigen oder krebserzeugenden Stoffe). Bei der Verarbeitung, beim Einbau auf der Baustelle und während der Nutzungsdauer entstehen somit keine relevanten umwelt- oder gesundheitsgefährdenden Emissionen wie dies bei geschäumten Kunststoffen zum Teil der Fall sein kann.

Schaumglas ist aufgrund seiner Materialeigenschaften (mineralisch, wasserfest, diffusionsdicht, säurebeständig, nicht brennbar, hitzebeständig) äusserst langlebig. Die hohe Lebensdauer des Materials wirkt sich positiv auf das ökologische wie auch ökonomische Lebensprofil der Bauteile und damit des gesamten Bauwerks aus. Unterhalts- und Erneuerungszyklen können durch den gezielten Einsatz von langlebigen Baustoffen entscheidend optimiert werden.

Die Lebensdauer von Dächern mit Schaumglasdämmung kann mit etwa 30 Jahren angenommen werden. Gemäss der SIA Dokumentation 0123 (Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten) wird der Schaumglasdämmschicht sogar eine Lebensdauer von 40 Jahren zugeschrieben.

Eine allgemeine Aussage über die Langlebigkeit von Wärmedämmstoffen macht jedoch wenig Sinn, weil Wärmedämmstoffe, wie andere Baustoffe auch, nur in Kombination mit anderen Materialien zu einem Bauteil und schliesslich die Bauteile zu einem Gebäude zusammengefügt werden. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass beispielsweise Flachdächer mit Schaumglasdämmung im Vergleich zu Flachdachkonstruktionen mit andern Dämmmaterialien eine rund zweimal längere Lebensdauer aufweisen.

Entsorgung

Ein wesentlicher Teilaspekt bei der Bewertung von Dämmstoffen liegt bei der ökologischen Auswirkung durch die spätere Entsorgung. Hier bestehen bei den Wärmedämmstoffen zum Teil grosse Unterschiede. Gesamtbewertungen nach der Methode der ökologischen Knappheit, wie z.B. in den publizierten Ökobilanzdaten im Baubereich [4] hinterlegt, zeigen, dass insbesondere Dämmschichten aus geschäumten Kunststoffen hohe Werte mit Umweltbelastungspunkten aufweisen. Für einzelne Stoffgruppen sind die Werte für die Entsorgung sogar höher als für die Herstellung (Tabelle 1 Baustoffkennwerte von Wärmedämmstoffen).

Gemäss dem Bundesamt für Umwelt BAFU wurden im Jahr 2005 in der Schweiz 11'900'000 Tonnen Bauabfälle verwertet (Tiefbau 6'500'000 t, Hochbau 5'400'000 t). Dies entspricht bezogen auf die damalige Einwohnerzahl von rund 7,5 Mio. ca 1.5 t Bauabfälle pro Einwohner. Im gleichen Jahr betrug die Menge der verwerteten Siedlungsabfälle 327 kg pro Einwohner.

Nach einer Erhebung des BUWAL aus dem Jahr 1996 werden in der Schweiz rund 46% der brennbaren Bauabfälle „wild“ entsorgt das heisst, unkontrolliert abgelagert und im Freien verbrennt. Gemäss dem BUWAL ist rund die Hälfte der Altlasten auf illegale Abfallentsorgung zurückzuführen. Der Anteil dieser Entsorgung ist bei brennbaren Bauabfällen seit Jahren konstant sehr hoch. Es ist davon auszugehen, dass diese „Entsorgungspraxis“ auch noch in der Zukunft betrieben wird. Die unkontrollierte Verbrennung ist wegen massiv höheren Schadstofffrachten auch in Kleinmengen äusserst problematisch. Bei einer offenen Verbrennung können leicht über tausendmal mehr Schadstoffe in die Umwelt gelangen als bei der Verbrennung in einer KVA. Speziell geschäumte Dämmstoffe aus Kunststoff sind diesbezüglich als sehr problematisch einzustufen. Entsprechende Untersuchungen in Deutschland haben gezeigt, dass die bei einer thermischen Zersetzung von Polystyrol-Dämmstoff entstehenden Rauchgase als akut toxisch zu bewerten sind, bei denen schwerwiegende, lang andauernde Gesundheitseffekte nicht auszuschliessen sind.

Schaumglas ist aufgrund der Nichtbrennbarkeit bezüglich der Rauchgastoxizität als unbedenklich zu bewerten.

Recycling

Um die täglich kleiner werdenden Vorräte an natürlichen Rohstoffen zu schonen, ist die gesamte Bauwirtschaft gefordert, Baustoffe und Bauteile zu entwickeln, die mehrmals verwendet werden können.

Recycling ist aber kein Zauberwort. Recycling ist nur dann sinnvoll, wenn im Kreislauf wiederum Produkte gleicher Qualität zum gleichen Preis für den gleichen Bestimmungszweck oder günstigere Produkte für einen anderen Bestimmungszweck entstehen. Recycling ist ökologisch/energetisch nicht vertretbar, wenn im Recyclingprozess mehr Schadstoffe anfallen und ein höherer Energieaufwand als zur Produktion des Erstproduktes erforderlich ist. Letzteres ist auch kostenbestimmend und für die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit eines Recyclingproduktes mitentscheidend.

Die Schaumglasproduzenten haben diesen Handlungsbedarf erkannt und fördern die Rezyklierbarkeit von Schaumglas, um den aktuellen ökologischen Produktanforderungen gerecht zu werden.

Verfahrenstechnisch lässt sich ein rein stoffliches Recycling von Schaumglas mit Wiedereinschmelzen des Altmaterials durchführen. Auch die Auftrennung von Bauteilen mit Schaumglasanteil stellt kein besonderes Problem dar. Sogar die häufig vorkommende Materialkombination von Schaumglasplatten und aufgeklebten Bitumenbahnen lässt sich mit entsprechendem Werkzeug aufschälen, trennen und für das Recycling sortieren. Das stoffliche Recycling von Schaumglas bei gleichbleibendem Herstellungsenergieverbrauch führt aber zu einer Qualitätsminderung und würde sich so im Wettbewerb als nachteilig erweisen.

Aus ökologischer wie auch ökonomischer Sicht wird im Idealfall ein Produkt am Ende seiner Nutzung ohne aufwändige Umwandlungsprozesse einer zweiten Bestimmung zugeführt. Dies trifft speziell für die Verwertung von rückgebauten, alten Schaumglasdämmplatten zu. Im Gegensatz zu andern Wärmedämmstoffen erleidet Schaumglas bei einer Durchfeuchtung des Bauteils keine Beeinträchtigung seiner Materialeigenschaften. Dies gestattet, dass Schaumglas zum Zeitpunkt der erforderlichen Entsorgung ohne spezielle Verfahren verschiedenen Zweitnutzungen zugeführt werden kann. Schaumglasabbruch wird in Brechanlagen zerkleinert und findet mit steigender Nachfrage zunehmend Verwendung als

- Füllkörper im Landschaftsbau
- Füllkörper für Strassenunterbauten
- Wärmedämmung in Form von loser Schüttung
- Grabenfüllmaterial

Gleich wie bei der Herstellung, Verarbeitung und Nutzung des Ursprungsprodukts, ist auch bei der Weiterverwendung des Dämmstoffs unerlässlich, dass schädliche Einwirkungen auf die Umwelt verhindert werden. Bei den für Schaumglas in Frage kommenden Zweitnutzungen handelt es sich um Baumassnahmen im Bereich des Bodens, wo das Material zwangsläufig mit Wasser in Kontakt kommt. Die Abschätzung einer allfälligen Gefährdung des Bodens und des Grundwassers durch Schaumglas und Bitumenrückstände erfolgt nach dem Eluat-Testverfahren gemäss den Richtlinien des BAFU (Bundesamt für Umwelt) und der TVA (Technische Verordnung über Abfälle).

Bei diesem Testverfahren werden Materialproben (Schaumglas-Abbruchstücke mit daran haftenden Bitumenresten) mit CO₂-gesättigtem Wasser und nicht CO₂-gesättigtem Wasser zusammengebracht. Nach 48-stündiger Versuchsanordnung wird das Wasser (Eluat) bezüglich Anreicherung mit Schadstoffen (Elementen Al, As, Ba, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Hg, Zn, Sn, NH₄-N, Cyanid, Fluorid, Nitrit, Sulfid, Phosphat, DOC, EOX, KW) sowie der pH-Wert analysiert.

Bei den durchgeführten Tests mit Bitumenresten behafteten Schaumglasstücken wurden sämtliche Grenzwerte gemäss TVA unterschritten. Der Eluat-Test für Schaumglas ist erfüllt. Schädliche Einwirkungen auf die Umwelt sind beim Einbau von Schaumglas im Boden ausgeschlossen. (EMPA-Untersuchungsbericht Nr. 123544 A, Eluat-Test für Foamglas®).

Schaumglas wird so dem Anspruch einer umweltgerechten Kreislaufwirtschaft im vollen Umfang gerecht. Langlebige und recycelbare Baustoffe wie Schaumglas dienen der Wahrung gesellschaftlicher Interessen wie der Schonung von Rohstoffressourcen und Sparen von Deponieraum.

Ökologischer Vergleich

Als Teil der Methodik zur ökologischen Beurteilung von Konstruktionen und Gebäuden wird die Graue Energie verwendet. Sie ist im Baubereich ein etablierter Kennwert und in verschiedenen Planungsinstrumenten wie z.B. SNARC, eco-devis, OGIP, Thermo 2000 etc. integriert. Auch im Ausland wird die Graue Energie als Umweltbelastungsindikator verwendet.

Gemäss dem Statusbericht Graue Energie zum SIA Effizienzpfad Energie [7] ist die Graue Energie der kumulierte Aufwand an energetischen Rohstoffen, die erforderlich sind um ein Produkt oder eine Leistung an einem bestimmten Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt bereitzustellen. Er umfasst alle vorgelagerten Prozesse bis zum Rohstoffabbau (Primärenergie) und setzt eine Stoffbuchhaltung dieser Prozesse voraus. Die Graue Energie wird in Energieeinheiten ausgedrückt und bezieht sich auf eine physikalische Einheit des Produktes oder der Leistung.

Wie andere Umweltindikatoren auch, basiert die Graue Energie auf Stoffbuchhaltungen und verlangt analog zur Finanzbuchhaltung Regeln für die Zuordnung, Erfassung, Amortisation und Transparenz der Daten. In bisherigen Normen fehlen Vorgaben für standardisierte Systemgrenzen und Bewertungsfragen weitgehend, obwohl diese einen grossen Einfluss auf die Ergebnisse haben. So wird zum Beispiel in den Ökobilanzdaten im Baubereich nach eco-devis/KBOB [4] neben dem Energieaufwand der fossilen und nuklearen Energieträger auch die Wasserkraft mitberücksichtigt. Durch die abweichende Bewertung der Energieträger ergeben sich je nach Organisation zum Teil grosse Unterschiede bei den veröffentlichten Daten.

Aufgrund der zu schmelzenden Rohstoffe ist das Temperaturniveau im Produktionsprozess von Schaumglas etwa gleich hoch wie bei den gebräuchlichsten mineralischen Dämmstoffen (Glaswolle und Steinwolle). Unter Berücksichtigung des hohen Recyclinganteils von hochwertigen Altgläsern, der modernisierten Produktionsanlagen mit Energierückgewinnungssystemen in allen Prozessstufen sowie der ausschliesslichen Verwendung von Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen, wird heute jedoch bei Schaumglas ein Grauenergiewert erreicht, welcher sogar unter dem Wert von mineralischen Dämmstoffen liegt (vgl. Tabelle 1, Baustoffkennwerte von Wärmedämmstoffen).

Auch bezogen auf eine Funktionseinheit mit gleicher Dämmleistung weist Schaumglas im Vergleich mit andern Dämmstoffen eine tiefe spezifische Umweltbelastung auf. Basierend auf eco-devis 364/05 „Flachdacharbeiten mit Dichtungsbahnen Zusatzkomponente zu den Devisierungs-Programmen des NPK“ schneidet Schaumglas bei einer vorgegebenen Dämmleistung von $0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ gut ab. Der Grauenergiewert für das Dämmprodukt FOAMGLAS® T4⁺ beträgt 389 MJ/m^2 . Bei gleichem U-Wert weisen andere Dämmstoffe Grauenergiewerte zwischen 226 MJ/m^2 (Kork) und 381 MJ/m^2 (Steinwolle) auf.

Bei einer Betrachtung der reinen Dämmstoffe für den Flachdacheinbau, basierend auf den Baustoffdaten nach der Ökologischen Baustoffliste der EMPA [3] und bei vorgegebener Dämmleistung von $0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ schneidet Schaumglas mit dem Dämmprodukt FOAMGLAS® T4⁺ sogar am besten ab.

Foamglas® T4 ⁺	XPS Roofmate	EPS 30 Dach	Steinwolle Prima	PUR/PIR Vlies	Kork
350 MJ/m^2	499 MJ/m^2	406 MJ/m^2	383 MJ/m^2	355 MJ/m^2	504 MJ/m^2

Eine objektive Beurteilung des Grauenergieanteils ist letztendlich jedoch nur unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Dämmsysteme möglich. Eine hohe Schadenanfälligkeit und damit kurze Lebenserwartung eines Dämmstoffs relativiert den Vorteil einer ökologischen Herstellung beträchtlich. In dieser Beziehung weist Schaumglas aufgrund seiner langen Lebensdauer und dem grossen Recyclingnutzen entscheidende Vorteile auf. Die lange Funktionsdauer von Schaumglas garantiert nämlich auch eine lange Gebrauchsdauer der Einzelbauteile. Bezogen auf die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes weist Schaumglas damit im Vergleich zu den kurzlebigeren Dämmstoffen eine markant bessere Grauenergiebilanz auf, da die kurzlebigen Dämmmaterialien im gleichen Zeitabschnitt oft mehrmals ersetzt und als Bauabfall entsorgt werden müssen. Auch im Zusammenhang mit der Erneuerung von Einzelbauteilen weist Schaumglas Vorteile auf, weil die Dämmschicht aufgrund der Dauerhaftigkeit meist nicht ersetzt sondern häufig nur ergänzt werden muss.

Besondere Vorteile von Schaumglas

Radondichtigkeit

Radon ist ein radioaktives, nicht explosives, geruch- und farbloses Gas, welches durch den Zerfall von in der Erdkruste vorkommendem Uran entsteht. Die Belastung durch das radioaktive Gas ist in weiten Teilen der Schweiz, hauptsächlich im Alpenraum, ein ernstzunehmendes Gesundheitsrisiko. Nach dem Rauchen gilt Radon als zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs. Da die Radonkonzentration in Gebäuden ein Vielfaches der Freiluftkonzentration betragen kann, gelten sowohl für Wohn- als auch Arbeitsräume Richt- und Grenzwerte für die zulässige Radonbelastung (Eidg. Strahlenschutzverordnung von 1994). Bei Neu- und Umbauten sowie Sanierungen gilt ein Richtwert von 400 Becquerel/m³ (Bq/m³). Bei Grenzwerten über 1000 Bq/m³ in Wohnräumen und 3000 Bq/m³ in Arbeitsräumen besteht sogar Sanierungspflicht.

Je nach Standort ist ein Gebäude über den Kontakt mit dem Baugrund mit mehr oder weniger radonhaltiger Bodenluft belastet, unabhängig davon, ob es sich um einen Neubau oder ein bestehendes Gebäude handelt. Durch Risse und Fugen in erdberührten Böden und Wänden und bei Rohr- und Kabeldurchführungen kann Radon ins Gebäude strömen. Das Radon dringt aufgrund des sogenannten Kamineffekts ins Gebäudeinnere ein. Warme Luft steigt innerhalb des Gebäudes auf und erzeugt im unteren Hausbereich einen Unterdruck, welcher das Radongas „ansaugt“. Um ein Ansaugen zu verhindern, ist es wichtig, dass die Verbindungswege zwischen Baugrund und Raumluft flächig abgeschottet werden. Im Gegensatz zu konventionellen baulichen Massnahmen wie das lokale Abdichten von Eindringstellen, das Nachbetonieren von Naturkellerböden oder lüftungstechnische Massnahmen kann das Problem mit einer durchgehenden Innen- oder Aussendämmung erdberührter Wände und Böden mit Schaumglasplatten von Grund auf gelöst werden. Gleichzeitig dient diese Radonabdichtung als Wärmedämmung und bringt somit doppelten Nutzen. Aufgrund der Materialstruktur von Schaumglas mit Millionen hermetisch geschlossener Glaszellen (gasdicht, druckfest, verrottungsfest, resistent gegen Schädlinge) bleiben die Verbindungswege zwischen dem Baugrund und der Raumluft dauerhaft wirksam abgeschottet.

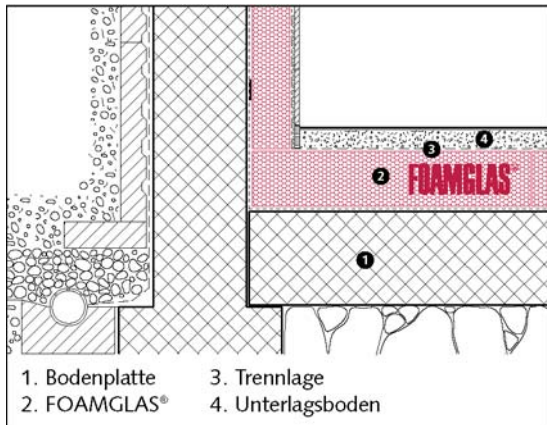


Bild 4. Detailplanskizze Foamglas Innendämmung auf Wand und Bodenplatte (wie in Bauratgeber „Radon“)

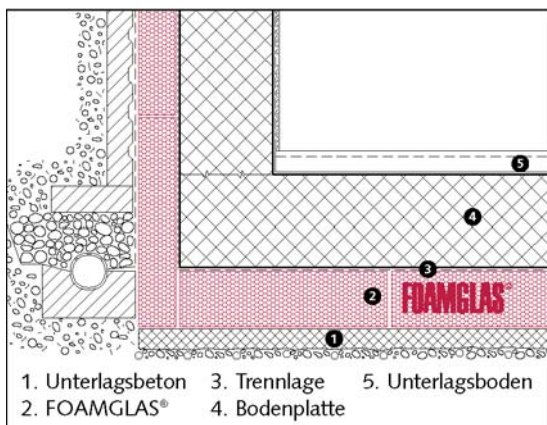


Bild 5. Detailplanskizze Foamglas Aussendämmung auf Wand und Bodenplatte (wie in Bauratgeber „Radon“)

Brandschutz

Viele Gebäude halten trotz gesetzlich erfüllter Brandschutzaufgaben der Wirkung des Feuers und der enormen Hitzeentwicklung nicht stand. Ursache dafür ist meist das Zusammentreffen mehrerer ungünstiger Umstände wie zum Beispiel hohe Brandlast im Gebäudeinnern, rasche Ausbreitung von Brandgasen, starker Wind und schlechter Zugang zum Brandherd. Ein besonderes Risiko stellen Schmel- und Glimmbrände dar, die sich lange unbemerkt im Innern von Bauteilen und Baustoffen ausbreiten. Zwischen verstecktem und offenem Brandausbruch (Risiko der Brandweiterleitung bei glimmbaren Dämmstoffen hinter Verkleidungen und in Hohlräumen) können oft Stunden vergehen.

Im Brandfall stellt die toxische Wirkung der Rauchgase beim Abbrand brennbarer Dämmstoffe ein beachtliches Sicherheitsrisiko dar. Wie Untersuchungen der toxischen Brandgase von Polystyrol-Dämmstoffen nach DIN 53436 bei 400 °C zeigen, kann die Inhalationstoxizität der sich bei thermischer Zersetzung entwickelnden Rauchgase die Fluchtfähigkeit von Personen, die im Brandfall betroffen sind, beeinträchtigen oder gar verhindern. Darüber hinaus sind irreversible oder andere schwerwiegende, lang andauernde Gesundheitseffekte im Nachgang zu einem derartigen Ereignis nicht auszuschliessen.

Gemäss den Schweizerischen Brandschutzvorschriften VKF (Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen) 2004, Baustoffe und Bauteile, Klassierungen (Kap. Brennverhalten) gilt für Schaumglas der Brennbarkeitsgrad 6 (nichtbrennbar, Baustoffe ohne brennbaren Anteil, die nicht entzündbar sind und auch nicht verkohlen oder veraschen).

Die Wärmedämmfähigkeit von Schaumglas bleibt auch in sehr hohen Temperaturbereichen erhalten, ehe das Material bei einer Temperatur von +1'000°C zu erweichen beginnt. Aufgrund der geschlossenzelligen Struktur kann innerhalb des Dämmstoffes kein den Brand fördernder Sauerstoff zum Brandherd gelangen. Ein Schmel- und Glimmbrand innerhalb von Schaumglas ist damit ausgeschlossen. Der Durchtritt heisser Brandgase ist wegen der Dampfdiffusionsdichtheit unmöglich. Weil sich das Anbringen von Dampfsperren erübrigt, wird auch die Brandlast im Vergleich mit anderen Dämmstoffen äusserst gering gehalten. Durch die Wahl geeigneter Baumaterialien kann das Risiko eines Brandausbruchs, vor allem aber auch der Brandausbreitung, wesentlich gemindert werden. Schaumglas kann als anorganischer, nicht brennbarer Dämmstoff mit einem Höchstmass zum vorbeugenden Brandschutz beitragen.

Schlussbemerkung

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass Schaumglas unter ganzheitlichen Aspekten betrachtet als ökonomisch wie ökologisch hervorragend geeigneter Wärmedämmstoff zu bezeichnen ist, der gegenüber geschäumten Kunststoff-Dämmmaterialien und Faserdämmstoffen zusätzliche Vorteile aufweist.

Verfasser: Markus Welter, dipl. Architekt HTL SIA, c/o Bauconsilium AG, Schwanenplatz 7, 6004 Luzern.

Dieser Artikel wurde in gekürzter Fassung in der Fachzeitschrift «der Bauingenieur» 2/2008 veröffentlicht.

Literatur und Quellen

- [1] SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Vornorm 279, Wärmedämmstoffe, Ausgabe 2004
- [2] SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Merkblatt 2001, Wärmedämmstoffe, Ausgabe 2005
- [3] EMPA, Technologie&Gesellschaft, Dübendorf: Ökologische Baustoffliste (Version 1.0.2, Grundlage Ecoinvent Version 1.3, Oktober 2006)
- [4] Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes (KBOB), Ökobilanzdaten im Baubereich 2007/1
- [5] www.bauteilkatalog.ch, elektronischer Bauteilkatalog, Darstellung der Energie- und Stoffflussanalyse in einem aktualisierten Bauteilkatalog, welcher die bestehende SIA Dokumentation D 0123 ersetzt.
- [6] SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Deklarationsraster SIA 493.09: Wärmedämmstoffe
- [7] SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA Effizienzpfad Energie Statusbericht Graue Energie
- [8] Bundesamt für Umwelt BAFU: Abfallmengen und Recycling 2005 im Überblick (August 2006)
- [9] Eidgenössische Strahlenschutzverordnung 1994
- [10] Schweizerische Brandschutzvorschriften VKF (Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Ausgabe 2004)
- [11] EMPA-Untersuchungsbericht Nr. 123544 A, Eluat-Test für Foamglas.