BAUEN IN WEISS

PORIT
PORENSTEIN

Ökobilanz: Daten und Fakten für umwelt-gerechtes Bauen.

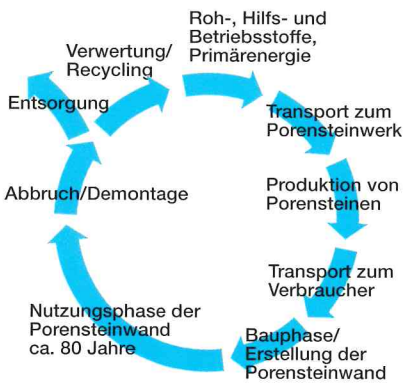
1 Wir bauen für mehr als ein Leben

Zugegeben, im Umweltschutz sind wir heute alle ein ganzes Stück weiter als vor 10 Jahren. Aber gerade was umweltgerechtes Bauen betrifft, gibt es noch viel zu tun. Jeder sollte sich deshalb bewußt machen, daß ein Gebäude nicht nur funktionellen und ästhetischen Ansprüchen genügen muß, sondern vor allem deutliche ökologische Auswirkungen hat. Von der Rohstoffbeschaffung über die verschiedenen Baustoffe entstehen mehr oder weniger große Einflüsse auf den Kreislauf der Natur. Wir legen in dieser Ökobilanz die Fakten auf den Tisch, damit Sie wissen, wie gut sich unsere Porensteine mit der Umwelt vertragen. Denn was wir heute bauen, soll über Generationen hinweg mit der Natur im Einklang bleiben. Bei Porensteinen, wie unsere Produkte genannt werden, handelt es sich um Porenbeton nach DIN 4165, DIN 4166 oder Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.

Die wichtigsten Rohstoffe

Wir haben den Lebenszyklus dokumentiert

Mit dieser Ökobilanz können Sie nachvollziehen, welche Umweltauswirkungen sich durch die Herstellung und Nutzung von Porensteinen ergeben. Von der Rohstoffgewinnung über die einzelnen Produktionsschritte und die Nutzungsphase bis hin zum Recycling.



Porenstein im Lebenszyklus:

Von der Herstellung über die 80jährige Nutzungsphase bis hin zum Rückbau durchlaufen Porensteine einen langen Lebenszyklus. Aber auch danach können sie durch Recycling und Wiederverwertung in einen neuen Wertstoffkreislauf eingehen. Bauen mit Porensteinen ist ein aktiver Beitrag zur langfristigen Schonung von Ressourcen.

Rohstoffverbrauch

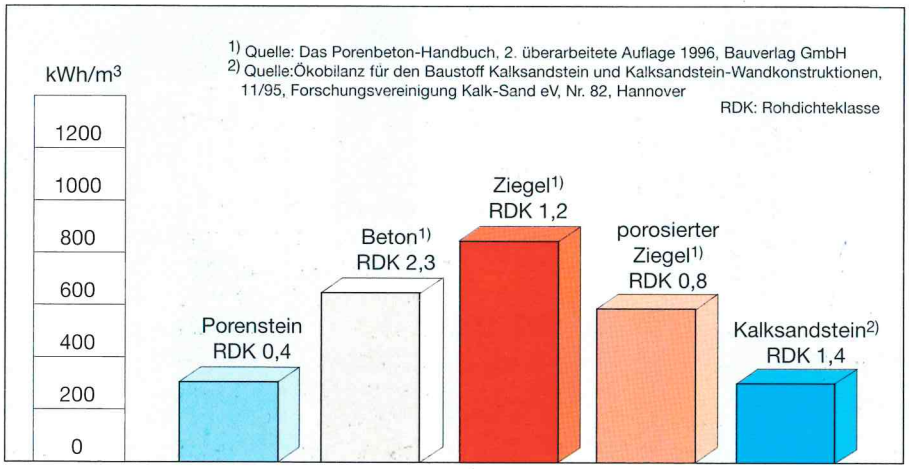
Rohstoff	pro 1.000 t Porenstein
Kalk	184,54 t
Zement	157,15 t
Anhydrit	11,05 t
Aluminium	1,29 t
Sand, erdfeucht	711,76 t
Wasser	1.236 m³

Die Ökobilanz wurde nach den Vorgaben der DIN 14 040 erstellt und umfaßt im einzelnen folgende Punkte:

- Erfassung vorgeschalteter Prozeßketten (Rohstoffgewinnung und -herstellung, z.B. Energieträger und Zement)
- Produktion von Porensteinen
- Transport bis zum Verbraucher
- Bau- und Verarbeitungsphase
- Entsorgung und Recycling
- Emissionen in Luft und Wasser
- Abfall und Abwasser

Die umfangreiche, detaillierte Ökobilanz wurde mit dem Titel „Ökobilanz für den Baustoff Porenbeton und Porenbeton-

Energieverbrauch für die Produktion von 1m³ Baustoff



Produktionskreislauf mit Energiespareffekt

Wandkonstruktionen“ von der Umweltgutachterorganisation & -beratungsgesellschaft AGIMUS erstellt.

Wir machen mehr aus Rohstoffen

Unsere Porensteine werden aus Wasser, Kalk, Sand, Zement und porenbildendem Aluminium hergestellt. Der Rohstoffverbrauch ist vergleichsweise gering. Aus 1 m³ fester Rohstoffe werden 5 m³ Porenstein.

Wir sparen schon bei der Produktion Energie

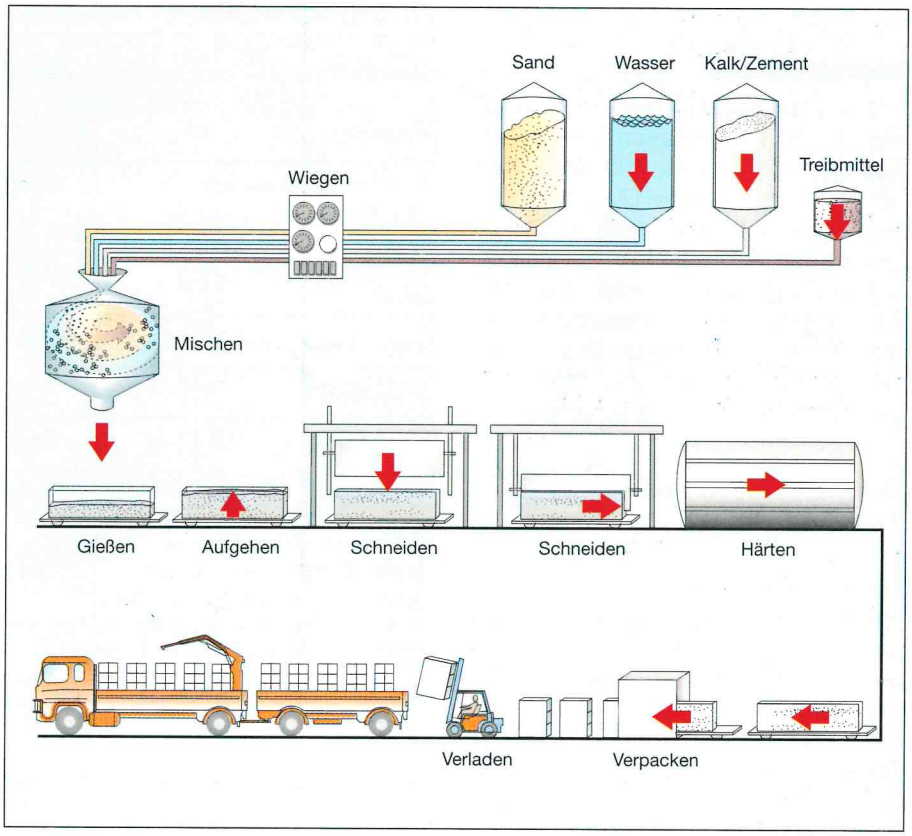
Im Vergleich zu anderen Wandbaustoffen spart Porenstein deutlich Produktionsenergie ein. Dafür sorgen ein geschlossener Produktionskreislauf und die energiesparende Wasserdampfhärtung.

Wir produzieren mit Brauchwasser

Für die Produktion von 1.000 t Porenstein werden durchschnittlich 1.236 m³ Brauchwasser benötigt. Der überwiegende Teil stammt aus eigenen Brunnen.

Produktion mit natürlichen Rohstoffen

Porensteine werden nach DIN-Vorschriften und Zulassungen unter kontinuierlicher Überwachung des Produktionsprozesses hergestellt. Für die Herstellung mischen wir die Stoffe, d.h. den gemahlenen natürlichen Quarzsand, Kalk, Zement und Wasser, mit geringer Menge des Treibmittels Aluminium. Diese Mischung wird in Formen gegossen und treibt durch Porenbildung auf, indem die Reaktion von Bindemittel, Wasser und Aluminium gasförmigen Wasserstoff freisetzt. Nach dem Abbinden werden die standfesten Rohlinge maschinell in verschiedene Steinformate geschnitten, profiliert und anschließend in Autoklaven bei etwa 190 °C und einem Druck von ca. 12 bar mit Wasserdampf gehärtet. Bei dieser Härtung verflüchtigt sich der Wasserstoff, so daß nur noch Luft in den Poren verbleibt. Die fertigen Porensteine werden automatisch gestapelt und mit Schrumpffolien auf Mehrweg-Holzpaletten verpackt.



Produktionsschema

Primärenergieverbrauch

Primär-energieträger	Mengenverbrauch	Primärenergieinhalt [MJ]	Anteil [%]
	pro 1000 t Porenbeton		
Erdgas	31.058 m³	1.118.094	35,93
Propan	300 kg	13.912	0,45
Heizöl EL	8.384 l	301.390	9,69
Heizöl S	6.678 l	271.668	8,73
Diesel	9.612 l	345.542	11,11
Benzin	122 l	3.654	0,12
Braunkohle	27.236 kg	272.361	8,75
Steinkohle	14.812 kg	433.982	13,95
Strom	–	350.846	11,27
Summe	–	3.111.449	100,00

44 % des gesamten Energieverbrauchs entfallen auf die Herstellung, 56 % werden für die Rohstoffgewinnung, die Rohstoffaufbereitung und den Transport genutzt.

Stromverbrauch

Energiequelle	Anteil [%]
Wasser	3,6
Atomkraft	39,2
Steinkohle	27,0
Braunkohle	20,8
Erdgas	6,5
Öl	1,4
MVA	1,5
Summe	100,0

Anteile der Energiequellen im Strom-Mix des Gesamtenergieverbrauchs zur Herstellung von Porensteinen.

3 Hohe Wärmedämmung spart wertvolle Heizenergie

Energieeinsatz

Für den gesamten Herstellungsprozeß von 1.000 t Porenstein werden im Durchschnitt 1.382.793 MJ, was 324,11 kWh/m³ (siehe Diagramm Energieverbrauch Seite 2) sind, an Primärenergie verbraucht. Vom Gesamtenergie-verbrauch entfallen damit nur 44 % direkt auf den Herstellungsprozeß. Der verbleibende Anteil wird für die Gewinnung der Rohstoffe, deren Aufbereitung und Transport aufgewendet.

Schnelle und saubere Verarbeitung

Porensteine lassen sich rationell ver- und bearbeiten. Dabei werden keinerlei gesundheitsgefährdende Stäube oder Fasern freigesetzt. Der beim Sägen entstehende Grobstaub ist unbedenklich, da er nicht lungengängig ist. Reststoffe aus der Produktion entstehen durch Unterschnitt am Rohling. Sie werden zu Nebenprodukten wie Katzenstreu, Ölbinder oder Deckenschüttung weiterverarbeitet.

Porensteine in der Gesamtbilanz

Für eine ganzheitliche Ökobilanz wurden komplette Porensteinwände bewertet. Porensteine werden mit Dünnbettmörtel und anderen Funktionsschichten (Innen- und Außenputz) verarbeitet. Bei den nachfolgenden Bilanzierungen wurden diese Materialien einbezogen. Die Bezugsgröße ist jeweils 1 m² Porensteinwand.

Nutzung über viele Generationen

Bei Porensteinen handelt es sich um einen langlebigen Baustoff mit dauerhafter Qualität, der universell im Mauerwerksbau eingesetzt wird. Die wirtschaftliche Lebensdauer von Wohnbauten berechnet sich auf 80 Jahre. Die funktionelle Lebensdauer von Gewerbe- und Industriebauten beträgt 40 - 50 Jahre.

Eckdaten der bilanzierten Porenstein-Außenwände

Baustoffe	Wand 1	Wand 2	Wand 3	Wand 4
Porenstein	PP 2 - 0,40	PP 2 - 0,40	PP 4 - 0,50	PP 4 – 0,60
Rohdichteklasse nach DIN 4165	0,40	0,40	0,50	0,60
Mittlere Steinrohdichte [kg/dm³]	0,375	0,375	0,475	0,575
Wanddicke Porenstein [cm]	24	36,5	30	30
Außenputz [cm]	1,00	1,00	1,00	1,00
Innenputz [cm]	1,00	1,00	1,00	1,00
Dünnbettmörtel [Dicke in cm]	0,10	0,10	0,10	0,10
Wärmedurchgangskoeffizient **[k-Wert]** der Wand mit 1 cm Außen- und Innenputz [W/(m²K)]	0,41	0,28	0,42	0,47
Primärenergieinhalt pro m² Wand mit 1 cm Außen- und Innenputz nach Erstellung [kWh/m²]	82,14	122,87	127,59	153,52

Mit den in der Ökobilanz betrachteten Steinrohdichten und Wanddicken sind die am häufigsten eingesetzten Steinsorten berücksichtigt.

Wärmetechnische Werte

Porenstein-material	Rohdichteklasse gemäß DIN 4165 [-]	mittlere Steinrohdichte [kg/dm³]	Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit* λ_R[W/(m K)]
PP 2 - 0,40	0,40	0,375	0,11
PP 4 - 0,50	0,50	0,475	0,14
PP 4 - 0,60	0,60	0,575	0,16

* veröffentlicht im Bundesanzeiger vom Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau

Luft-Emissionen und Primärenergiegehalt (PEI)

Emissionen und PEI	Porenstein	Dünnbettmörtel	Putz
CO_2 [kg/kg]	0,543	0,143	0,134
CO [kg/kg]	0,000453	0,0000424	0,0000395
SO_2[kgkg]	0,00128	0,000204	0,000192
NO_x [kg/kg]	0,00142	0,000408	0,000379
N_2O [kg/kg]	0,00000629	0,000000767	0,000000726
NMVOC* [kg/kg]	0,000448	0,0000488	0,000046
PEI [kWh/kg]	0,864	0,188	0,188

* Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe

So wenig Ergänzungsbaustoffe wie möglich

Durch die hohen Wärmedämmeigenschaften, die nahezu fugenlose Verarbeitung und glatte Oberfläche der Porensteine sind nur dünne Putze und minimale Mengen Dünnbettmörtel als Ergänzungsbaustoffe notwendig. Die Tabelle „Luftemissionen und Primärenergieinhalt (PEI)“ zeigt Ergebnisse der Sachbilanz für Porensteine sowie Werte, die nach Herstellerangaben aus den Ökoinventaren berechnet sind.

Heizenergie beeinflußt die Sachbilanz für Außenwände

Für die ökologische Bilanzierung von Porenstein-Außenwänden müssen sowohl die energetischen Aufwendungen zur Herstellung der Wand als auch die nötige Energiemenge für die Beheizung des Gebäudes betrachtet werden. Die Transmissionswärmeverluste durch die Außenwände werden über den Wärmedurchgangskoeffizienten (k-Wert) erfaßt. Um die Höhe des jährlichen Heizenergieverbrauchs zu berechnen, wendet man für die Außenwände folgende Formel näherungsweise an:

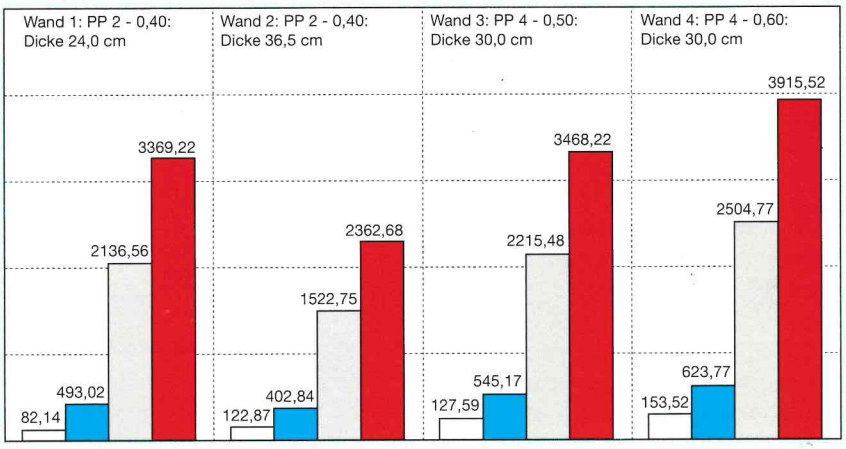
k-Wert x 10 = Liter Heizöl pro m² Wand und Jahr

Bewertung der Ergebnisse

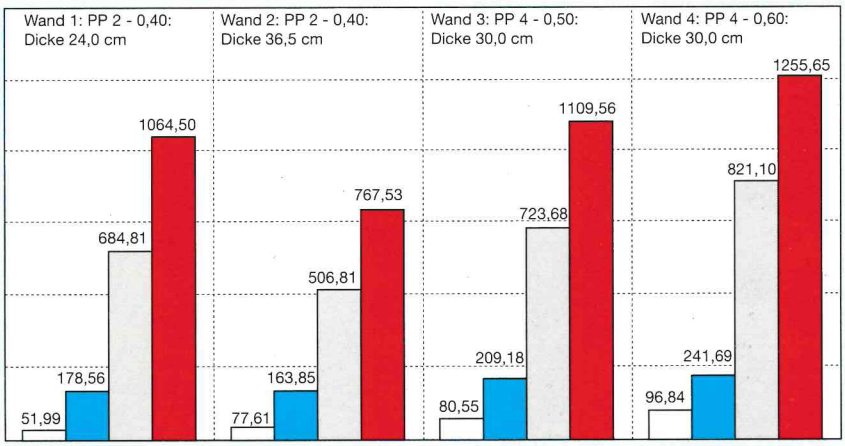
Die Heizenergieverluste der Außenwände während der Nutzung übersteigen die Primärenergieinhalte der Außenwände zum Zeitpunkt der Erstellung um ein Vielfaches. Der Primärenergieinhalt der Außenwand ist proportional zur Wanddicke und Rohdichte des Steins. Die wichtigsten Kenngrößen für die Bewertung der Wände (Primärenergieinhalt und Emissionen) sind in der nebenstehenden Grafik dargestellt. Sie beziehen sich auf die Nutzungsdauer unter Berücksichtigung des k-Wertes der Wandkonstruktion (siehe Tabelle Eckdaten Seite 4).

Hohe Energieeinsparung ohne Zusatzdämmung

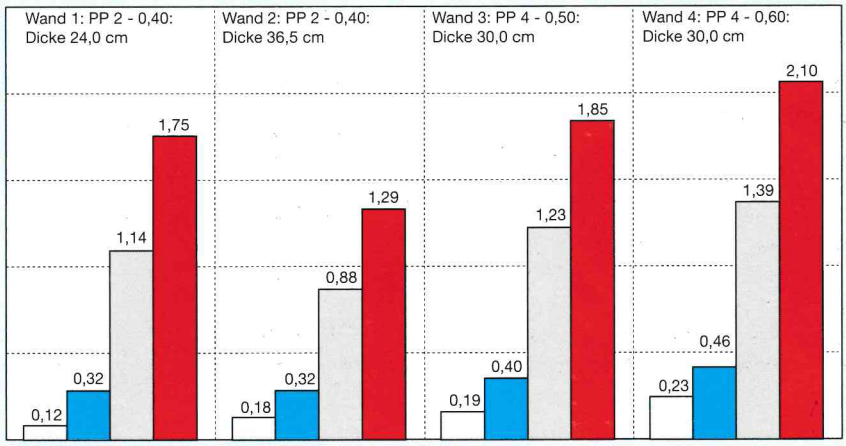
Porensteine haben so ausgezeichnete Wärmedämmeigenschaften, daß für eine gebrauchsfertige, nach der Wärmeschutzverordnung gerechnete Wand lediglich Mörtel und Putze als Ergänzungsbaustoffe eingesetzt werden. Der Einfluß der Putze auf den k-Wert ist gering, wird jedoch mitberechnet.



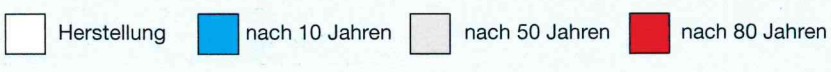
Primärenergieinhalte (kWh/m²) der untersuchten Porensteinwände im Vergleich zur Herstellung und Nutzung



CO_2 (kg/m²) Emissionen durch Herstellung und Nutzung von Porensteinwänden



SO_2 Emissionen (kg/m²) durch Herstellung und Nutzung von Porensteinwänden



4

Solides Bauen zahlt sich lange aus

Mit der Rohdichte steigt der Energieaufwand

Um eine optimale Tragfähigkeit im Mehrgeschoßbau zu gewährleisten, werden Porensteine mit höherer Steinrohdichte eingesetzt. Mit zunehmender Rohdichte steigt gleichzeitig der Primärenergieinhalt, da bezogen auf die Wandfläche das meiste Material verarbeitet wird. Damit verknüpft steigen die gesamten energetischen Aufwendungen während der Nutzung als Außenwand, denn mit steigender Rohdichte steigt auch die Wärmeleitfähigkeit. Über den Nutzungszeitraum von 80 Jahren betrachtet sind daher die Energie-verbräuche und Emissionen von Wand 4 – verglichen mit Wand 2 – am höchsten.

Außenwände mit 36,5 cm sind umweltverträglicher

Außenwandkonstruktionen mit 36,5 cm Dicke haben zwar im Vergleich den höchsten Primärenergieinhalt, doch ihr hoher Wärmeschutz zahlt sich schon nach kurzer Zeit aus.

Umweltschutz beim Rückbau

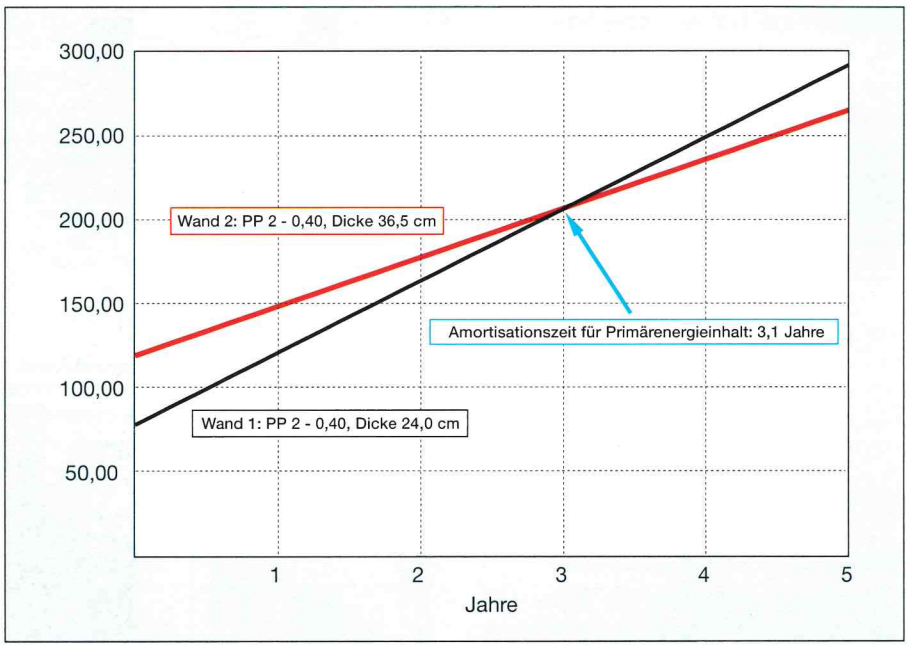
Zur lückenlosen Ökobilanz von Anfang bis zum Ende des Porensteins und zum aktiven Umweltschutz gehört auch der Rückbau. Ist er nach einer langen Nutzungsdauer notwendig, können Porensteine bedenkenlos auf der Deponie (nach TA 1 Siedlungsabfall) gelagert werden. Doch auch verschiedene Wege des Recyclings und der Wiederverwertung sind möglich. Sortenreine Abfälle können in die Produktion zurückgegeben oder zu Nebenprodukten wie Katzenstreu, Ölbindern, Bodenlüftern oder Deckenschüttungen verarbeitet werden.

Wir stellen uns der Verantwortung für die Umwelt und entwickeln gemeinsam mit anderen Unternehmen ökologisch und ökonomisch sinnvolle Wege für die Entsorgung und Weiterverwertung von Porensteinen. Denn das, was wir heute bauen, soll die Umwelt auch in Zukunft nicht belasten.

Mit einem zukunftsweisenden k-Wert von 0,28 W/(m²K) ermöglicht die 36,5 cm dicke Wand aus Porensteinen optimalen Wärmeschutz, der auch anstehende verschärfte Bedingungen erfüllen wird. Zwar wird für diese Außenwand zur Herstellung 34 % mehr Energie als für die 24,0 cm dicke Außenwand verbraucht, dieser Effekt kehrt sich jedoch rasch um.

Aufgrund des besseren Wärmeschutzes sind die Kosten für Heizenergie bei dickeren Außenwänden deutlich geringer. Die Mehraufwendungen für die Herstellung der 36,5 cm dicken Wand amortisieren sich daher bereits nach 3,1 Jahren. Über den Nutzungszeitraum von 80 Jahren betrachtet, ist die solide dickere Außenwand also meßbar umweltverträglicher.

Amortisationszeit für den Primärenergieinhalt (kWh/m²) bei Außenwanddicke 24,0 cm und 36,5 cm



Die wichtigsten Neben- und Recycling-Produkte, die aus Porensteinbruch gemacht werden

PORIT
PORENSTEIN

BAUEN IN WEISS

PORIT Werbegesellschaft mbH
Am Opel-Prüffeld 3 63110 Rodgau
Telefon 06106/2809-99 Fax 06106/2809-99

Rodgauer Baustoffwerke GmbH&Co KG
Am Opel-Prüffeld 3 63110 Rodgau-Dudenhofen
Telefon 06106/2809-0 Fax 06106/2809-40

PORIT Vertriebszentrum Volkach
Im Seelein 34 97332 Volkach
Telefon 09381/8089-0 Fax 09381/8089-20

Steinwerke Laussnitz
Porensteinwerk Laussnitz GmbH&Co KG
Werkstrasse 9 01936 Laussnitz
Telefon 035205/514-0 Fax 035205/514-33

Vertriebslager Kernen/Stetten
E. Bayer Baustoffwerke 73728 Esslingen
Telefon 0711/939290-88 Fax 0711/939290-75

Vertriebslager Rheinau-Freistett
Baustoffwerke Peter 77863 Rheinau-Freistett
Telefon 07844/405-0 Fax 07844/405-15

Porenbetonwerk Havelland GmbH&Co KG
Veltener Strasse 16767 Germendorf
Telefon 03301/5930-0 Fax 03301/5930-14

Vertriebslager Sythen-Haltern
Schenking GmbH&Co KG
Zum Vogelsberg 12 45721 Sythen-Haltern
Telefon 02364/6161 Fax 02364/69397

PORIT online:
www.porit.de

Herausgeber: PORIT Werbegesellschaft mbH 8/98