



Dämmstoffe und Ökologie

Saint-Gobain ISOVER AG ist Hauptpartner für:

MINERGIE-ECO®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

ISOVER
SAINT-GOBAIN

1| Dämmstoffe – der ökologische Mehrwert

Die ökologische Qualität von Baustoffen – neben der ökonomischen und der sozialen Qualität ein Aspekt der Nachhaltigkeit – kann heute dank normierten Erfassungsgrundlagen wissenschaftlich fundiert bestimmt werden. Somit sind auch aussagekräftige Vergleiche von Baustoffen, Konstruktionen und Gebäuden möglich. Um sich aber für eine wirklich ökologische, der Situation angepasste Lösung entscheiden zu können, ist eine umfassende Betrachtung nötig, die alle Aspekte der Ökologie über den ganzen Lebenszyklus des Baustoffs, der Konstruktion oder des Gebäudes umfasst. Ein Indikator, der diese Beurteilung ermöglicht, sind die Umweltbelastungspunkte.

Dämmstoffe unterscheiden sich in ihrer ökologischen Qualität zum Teil deutlich. Vergleicht man verschiedene Dämmstoffe, schneiden leichte Wärmedämmstoffe mit tiefen Wärmeleitzahlen, die also bei wenig Gewicht sehr effizient dämmen, am besten ab. ISOVER-Dämmstoffe aus Glaswolle gehören in diese Kategorie.

Auch Konstruktionen oder sogar ganze Gebäude lassen sich anhand von ökologischen Kriterien vergleichen. In der Gesamtbilanz der Baustoffe eines Gebäudes spielen Dämmstoffe eine untergeordnete Rolle. Die Wahl des Dämmstoffes hat also nur einen geringen Einfluss auf die ökologische Qualität des Gebäudes. Andere Faktoren wie zum Beispiel die Lage des Gebäudes sind um ein Vielfaches wichtiger. Allerdings ist ein guter Dämmstandard eines Gebäudes sehr zentral für die ökologische Qualität des Gebäudes. Damit lässt sich über den ganzen Lebenszyklus des Gebäudes Betriebsenergie einsparen. Bereits nach einem halben Jahr kann die Umweltbelastung, die durch die Dämmstoffe verursacht wird, durch die Energieeinsparungen der Dämmung amortisiert werden.

In dieser Broschüre zeigen wir auf, welchen Einfluss Dämmstoffe konkret auf die Ökobilanz eines Gebäudes haben – über den ganzen Lebenszyklus hinweg.



Abbildung 1: Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit; die Ökologie ist eine Säule oder ein Teilbereich der Nachhaltigkeit.

2| Kriterien für ökologische Baustoffe

Es gibt umfassende Kriterien für die Beurteilung der Ökologie von Baustoffen, Bauteilen und Gebäuden. Deren Anwendung zeigt, dass ISOVER-Dämmstoffe aus Glaswolle ein ökologischer Baustoff sind. Zusätzlich beeinflusst die Anwendung von Dämmstoffen die ökologische Gebäudebilanz positiv.

Der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein SIA hat in seiner Empfehlung SIA 112/1 «Nachhaltiges Bauen – Hochbau» umfassende Kriterien für die Beurteilung der Ökologie von Gebäuden definiert. Ein Bereich umfasst Kriterien, nach denen Baustoffe auf ihre Ökologie beurteilt werden können.

Thema	Kriterium	Ziel
3.1 Baustoffe	3.1.1 Rohstoffe: Verfügbarkeit	Gut verfügbare Primärrohstoffe und hoher Anteil an Sekundärrohstoffen Für die Erstellung eines Gebäudes stehen genügend gut verfügbare Rohstoffe zur Verfügung. Dabei handelt es sich um nachwachsende wie auch nicht nachwachsende Rohstoffe. Das Kriterium bezweckt die Verwendung von «gut verfügbaren» und möglichst wenig «schlechtverfügbaren» Rohstoffen, wobei auch bei guter Verfügbarkeit haushälterisch mit Rohstoffen umzugehen ist.
	3.1.2 Umweltbelastung	Geringe Umweltbelastung bei der Herstellung Die Graue Energie umfasst den Energieverbrauch für die Herstellung der Baustoffe. Sie ist ein wichtiges, aber nicht das einzige Kriterium für den Ressourcenaufwand und die damit verbundenen Umweltbelastungen. Bei einer Gesamtbetrachtung (Ökobilanzen) wird die gesamte Umweltbelastung berücksichtigt (UBP/ökologische Knappheit, Eco-indicator usw.). Die Form eines Gebäudes ist für den Bedarf an Grauer Energie von primärer Bedeutung. Durch kompakte Gebäulichkeiten lassen sich die grössten Einsparungen erzielen.
	3.1.3 Schadstoffe	Wenig Schadstoffe in Baustoffen Das Kriterium bezweckt eine Verminderung der Schadstoffemissionen aus Baustoffen, und zwar im Innen- wie Aussenbereich. Bei den Schadstoffen im Innenbereich ist der Luftwechsel von zentraler Bedeutung. Eine Schadstofffreiheit ist nicht möglich. Durch eine gezielte Auswahl von emissionsarmen/-freien Baustoffen und Einrichtungen lässt sich jedoch ein Grossteil der Schadstoffbelastung erfassen und massgeblich reduzieren.
	3.1.4 Rückbau	Einfach trennbare Verbundstoffe und Konstruktionen zur Wiederverwendung bzw. Verwertung Durch die Wiederverwendung sowie durch die Verwertung (Recycling) von Baustoffen lässt sich Rohmaterial und in den meisten Fällen auch Energie sparen. Ein Rezyklieren ist möglich, wenn sich die Konstruktionen und Systeme in ihre ursprünglichen Komponenten trennen lassen. Gute Austauschbarkeit, gute Trennbarkeit und gute Rezyklierbarkeit von Baustoffen sind die Maximen.

Abbildung 2: Erläuterungen zu den baustoffbezogenen Kriterien aus SIA 112/1 «Nachhaltiges Bauen – Hochbau»

Die ISOVER-Dämmstoffe aus Glaswolle schneiden in allen Bereichen sehr gut ab:



- Mit rund 80% Recyclingglasanteil verwendet ISOVER einen gut verfügbaren, ökologisch sinnvollen Rohstoff. Bei ISOVER-Glaswolle-dämmstoffen befindet sich somit der grösste Teil des Materiales bereits im zweiten Lebenszyklus – eine ökologische Wahl.
- Die Umweltbelastung bei der Herstellung wird durch Optimierungen im Betrieb und die Verwendung von erneuerbaren Energien laufend reduziert. Seit 2013 verwendet Saint-Gobain ISOVER ausschliesslich Elektrizität aus regionalen Fluss-Wasserkraftwerken. Der Verein eco-bau bewertet die leichten ISOVER-Produkte mit der höchsten Einstufung als «sehr gut geeignet für MINERGIE-ECO, 1. Priorität nach ECO-BKP».
- Die ISOVER-Dämmstoffe für die Innenanwendung werden mit einem natürlichen, formaldehydfreien Bindemittel hergestellt und erfüllen die strengsten Anforderungen für die Innenraumluft. Sie wurden mit dem «Eurofins Indoor Air Comfort Gold»-Zertifikat ausgezeichnet.
- Die Glaswolle kann rückgebaut und recykliert werden. So dient sie erneut als Rohstoff für neue Glaswolle oder andere Baustoffprodukte.

Dämmstoffe oder wärmedämmte Bauteile haben aber zusätzlich einen ganz entscheidenden Einfluss auf weitere umweltspezifische Kriterien gemäss SIA 112/1 (in der Abbildung schwarz markiert). Das wichtigste ist die Betriebsenergie eines Gebäudes, die durch den Einsatz von Dämmstoffen reduziert werden kann. Hocheffiziente Dämmstoffe, die bei geringer Dicke eine hohe Dämmleistung erbringen, sind ökologisch vorteilhaft. Die ISOVER-Dämmstoffe gehören in diese Kategorie.

Umweltspezifische Kriterien			
Baustoffe	Betriebsenergie	Boden, Landschaft	Infrastruktur
Rohstoffe:	Wärme (Kälte)	Grundstückfläche	Mobilität
Verfügbarkeit	für Raumklima	Freianlagen	Abfälle aus Betrieb und Nutzung
Umweltbelastung	Wärme für Warmwasser		Wasser
Schadstoffe	Elektrizität		
Rückbau	Deckung Energiebedarf		

Abbildung 3: Umweltspezifische Kriterien aus SIA 112/1 «Nachhaltiges Bauen – Hochbau»

3 | Ökobilanz

Die ökologische Relevanz des Dämmstoffes wird mit einer Ökobilanz auf der Grundlage von anerkannten Normen beurteilt. Diese erlauben es heute, die ökologische Qualität von Dämmstoffen auf einer einheitlichen, wissenschaftlich fundierten, neutralen Basis zu quantifizieren und zu vergleichen.

Eine Ökobilanz, auch bekannt als Life Cycle Assessment (LCA), ist eine systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten während des gesamten Lebenszyklus. Die Erstellung einer Ökobilanz ist durch internationale Normen¹ geregelt: zur Analyse gehören sämtliche Umweltwirkungen während der Produktion, der Nutzungsphase und der Entsorgung des Produktes, sowie die damit verbundenen vor- und nachgeschalteten Prozesse (z.B. die Gewinnung von Rohstoffen oder die Herstellung von Hilfs- und Betriebsstoffen). Zu den Umweltwirkungen zählt man sämtliche umweltrelevanten Entnahmen aus der Umwelt (z.B. Erze, Rohöl) sowie die Emissionen in die Umwelt (wie z.B. Abfälle und Treibhausgase).

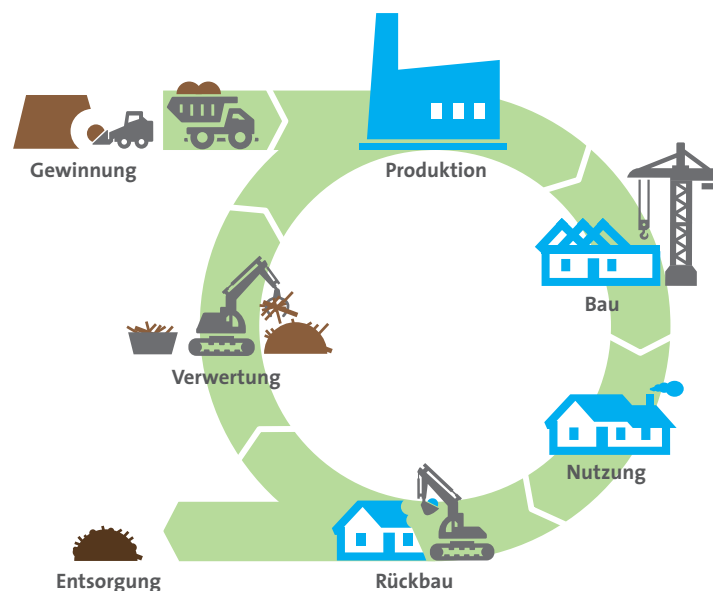


Abbildung 4: Der Gebäude-Lebenszyklus als Grundlage der ökologischen Nachhaltigkeitsbetrachtung

Die Institution ecoinvent - ein Kompetenzzentrum von ETHZ, EPFL, PSI, EMPA und Agroscope² – ist der weltweit führende Anbieter von konsistenten und transparenten Ökobilanzdaten für Produkte, Prozesse und Dienstleistungen. Für den Baubereich publizieren KBOB, eco-bau und IBP³ diese Daten in der periodisch aktualisierten Liste «Ökobilanzdaten im Baubereich». Daraus können allgemein gültige ökologische Kennwerte für Baustoffe (z.T. herstellerspezifische) und Gebäudetechnik (Herstellung + Entsorgung), und für Energie und Transporte (Betrieb, Fahrzeug, Infrastruktur) entnommen werden. Diese Liste enthält einen Teil der von ecoinvent aufgearbeiteten Daten und ist öffentlich zugänglich. Die «Ökobilanzdaten im Baubereich» bilden neben den Umweltproduktedeklarationen, in denen die Hersteller firmen- und produktspezifische Ökobilanzdaten nach EN 15804 «Umweltdeklarationen für Bauprodukte» publizieren, die Grundlage der in dieser Broschüre aufgeführten Betrachtungen und Berechnungen.

¹ ISO 14040 und ISO 14044: Life cycle assessment; ISO 14025: Environmental declarations

² Eidgenössische Technische Hochschule Zürich ETHZ, École polytechnique fédérale de Lausanne EPFL, Paul Scherrer Institut PSI, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA, Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung Agroscope

³ Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB, Plattform öffentlicher Bauherrschaften von Bund, Kantonen und Städten mit Empfehlungen zum nachhaltigen Planen, Bauen und Bewirtschaften von Gebäuden und Anlagen eco-bau, Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren IPB. Die Liste ist öffentlich zugänglich im Internet: www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495

4| Indikatoren und Beurteilungsgrössen

Zur ökologischen Beurteilung von Baustoffen, Bauteilen und Gebäuden existieren sehr unterschiedliche Indikatoren. Eine umfassende Gesamtbewertung lässt sich mit Umweltbelastungspunkten UPB realisieren.

Es gibt viele unterschiedliche Kriterien, die für die Beurteilung der Ökologie im Baubereich verwendet werden können. Die meisten dieser Kriterien beziehen sich auf einzelne Bereiche der Ökologie, wie zum Beispiel die Primärenergie, die nicht erneuerbare Primärenergie (Graue Energie) oder die Treibhausgasemissionen. Die Umweltbelastungspunkte UPB hingegen erlauben eine ökologische Gesamtbewertung:

Gesamtbewertung	Teilbewertung		
	Primärenergie gesamt	Nicht erneuerbare Primärenergie/(Graue Energie)	Treibhausgasemissionen
UBP'13			
Die UPB 2013 quantifizieren die Umweltbelastungen durch die Nutzung von Energie- und stofflichen Ressourcen, von Land und Süsswasser, durch Emissionen in Luft, Gewässer und Boden, durch die Ablagerung von Rückständen aus der Abfallbehandlung sowie durch Verkehrslärm.	Die gesamte Primärenergie quantifiziert zusätzlich zur nicht erneuerbaren Primärenergie den kumulierten Energieaufwand der erneuerbaren Energieträger. Die erneuerbaren Energieträger umfassen Wasserkraft, Holz/Biomasse (ohne Kahlschlag von Primärwäldern), Sonnen-, Wind-, geothermische und Umgebungsenergie.	Die nicht erneuerbare Primärenergie quantifiziert den kumulierten Energieaufwand der fossilen und nuklearen Energieträger sowie Holz aus Kahlschlag von Primärwäldern.	Die Treibhausgasemissionen quantifizieren die kumulierten Wirkungen verschiedener Treibhausgase bezogen auf die Leitsubstanz CO ₂ . Die Treibhauswirkung wird auf Basis der Treibhauspotenziale des 5. Sachstandberichts des IPCC (2013) quantifiziert.
Die Umweltauswirkungen der Teilbewertungen sind in der Gesamtbewertung UPB enthalten.	Mit dieser Kenngrösse wird die dem Gebäude zugeführte Energiemenge (Endenergie) gemäss Merkblatt SIA 2031 «Energieausweis für Gebäude» bewertet.	Mit dieser Kenngrösse wird die Bezugsgrösse gemäss Merkblatt SIA 2032 «Graue Energie von Gebäuden» und gemäss Merkblatt SIA 2040 «SIA-Effizienzpfad Gebäude» bewertet.	Mit dieser Kenngrösse werden die dem Gebäude zugeführte Energiemenge gemäss Merkblatt SIA 2031 «Energieausweis für Gebäude», die Bezugsgrösse gemäss Merkblatt SIA 2032 «Graue Energie von Gebäuden» sowie der Energieverbrauch gemäss Merkblatt SIA 2040 «Effizienzpfad Energie» bewertet.
Die Beurteilung mit der Methode der ökologischen Knappheit zeigt in Umweltbelastungspunkten (UPB) ein vollständiges Bild der Umweltauswirkungen auf und basiert auf der Schweizerischen Umweltpolitik. Sie entspricht den Anforderungen eines «true and fair view» bezüglich Umweltinformationen.		Die Graue Energie ist ein im Baubereich etablierter Kennwert. Die Instrumente des Vereins eco-bau (eco-devis, ECO-BKP-Merkblätter) stützen sich für eine gesamtheitliche Beurteilung neben zusätzlichen ökologischen Merkmalen auf diese Teilbewertung ab.	Die in dieser Empfehlung ausgewiesenen Treibhausgasemissionen sind ein Kennwert für die Klimaerwärmung. Sie sind nicht gleichbedeutend mit dem standortgebundenen CO₂-Ausstoss, welcher Gegenstand von Zielvereinbarungen zwischen Emittenten und der Eidgenossenschaft im Rahmen des CO₂-Gesetzes ist.

Abbildung 5: Definitionen der Teil- und Gesamtbewertungsindikatoren für Baustoffe, Gebäudetechnik, Energie und Transporte nach KBOB

5| Ökologischer Vergleich verschiedener Dämmstoffe

Leichte Dämmstoffe mit tiefen Wärmeleitzahlen weisen vor allem durch den geringeren Materialeinsatz ökologische Vorteile auf.

Bei Vergleichen ist entscheidend, dass als Bezugsgrösse ein Leistungsmerkmal anstelle des Gewichtes eines Baustoffes oder einer Konstruktion verwendet wird. Für Dämmstoffe bietet sich als Bezugsgrösse primär der Wärmedurchlasswiderstand R an, bei Konstruktionen der Wärmedurchgangskoeffizient U .

Um Dämmstoffe mit der gleichen Leistung vergleichen zu können, werden die Kennwerte aus der Liste «Ökobilanzdaten im Baubereich» in Abbildung 6 umgerechnet und die Umweltbelastungspunkte UBP pro Quadratmeter Dämmung mit einem Wärmedurchlasswiderstand $R = 5 \text{ [(m}^2 \text{ K)/W]}$ ausgewiesen; dies entspricht z.B. 175 mm Wärmedämmung mit einer Wärmeleitzahl $\lambda = 0.035 \text{ [W/(m K)]}$. Die KBOB-konformen Daten der ISOVER-Glaswolle Lucens stammen aus den Umweltproduktdeklarationen EPD von Saint-Gobain ISOVER⁴.

Der Vergleich in Abbildung 7 zeigt die Vorteile von leichten, leistungsfähigen Dämmstoffen mit tiefen Wärmeleitzahlen. Sie weisen am wenigsten Umweltbelastungspunkte auf.

Dämmstoffart	Ökobilanzdaten im Baubereich/EPD	Eigenschaften		Gesamtbewertung Bezugsgrösse: $R = 5 \text{ [(m}^2 \text{ K)/W]}$ ⁵
	UBP [Pt/kg]	Wärmeleitzahl λ [W/m K]	Masse [kg/m ³]	UBP [Pt/m ²]
ISOVER UNIROLL 035	1203	0.035	20	4 211
ISOVER PB M 032	1203	0.032	30	5 774
Glaswolle	1790	0.035	20	6 265
	1790	0.032	30	8 592
Steinwolle	1130	0.036	30	6 102
	1130	0.034	60	11 526
Schaumglas	1050	0.038	100	19 950
	1050	0.045	130	30 713
Polystyrol expandiert (EPS)	5030	0.033	15	12 449
	5030	0.033	30	24 899
Polystyrol extrudiert (XPS)	10 400	0.036	33	61 776
Polyurethan (PUR/PIR)	6200	0.024	30	22 320
Phenolharz (PF)	6490	0.021	35	23 851
Zellulose	427	0.038	55	4 462
Weichfaserplatte	596	0.040	140	16 688
Kork	1680	0.047	160	63 168

Abbildung 6: Umweltbelastung verschiedener Dämmstoffe mit identischer Dämmleistung, in Umweltbelastungspunkten UBP

⁴ SGI-EPD_2014_01, SGI-EPD_2014_02, verfügbar auf www.isover.ch, in der Rubrik «Dokumentation»

⁵ Der Wärmedurchlasswiderstand R wird durch das Verhältnis von Dicke d zu Wärmeleitzahl λ ermittelt: $R = d/\lambda$. Die Dicke einer Dämmung mit Wärmeleitzahl $\lambda = 0.035 \text{ [W/(m K)]}$ für einen Wärmedurchlasswiderstand $R = 5 \text{ [(m}^2 \text{ K)/W]}$ beträgt 0.175 [m] : $5 \text{ [(m}^2 \text{ K)/W]} \times 0.035 \text{ [W/(m K)]} = 0.175 \text{ [m]}$.

Dämmstoffvergleich, Wärmedurchlasswiderstand $R = 5 \text{ [(m}^2 \text{ K)/W]}$

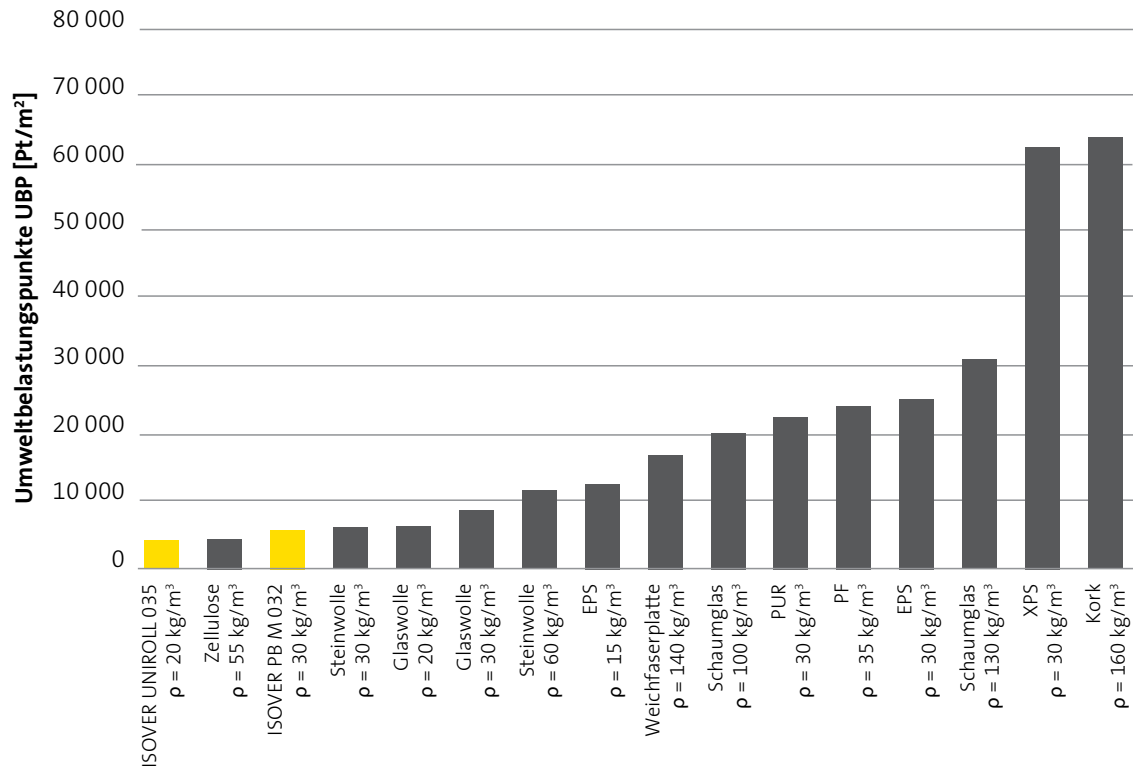
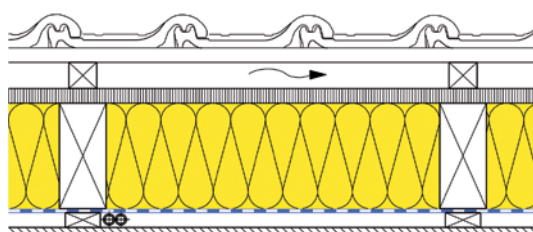


Abbildung 7: Dämmstoffvergleich, Umweltbelastungspunkte pro m² Dämmstoff mit Wärmedurchlasswiderstand 5 [(m² K)/W]

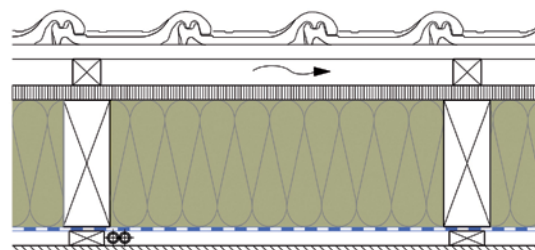
Der direkte Vergleich ist jedoch nur für Produkte für dieselbe Anwendung sinnvoll, weil Produkte für unterschiedliche Anwendungen zwangsläufig unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Ein typisches Glaswollprodukt für die Trittschalldämmung verfügt über eine Rohdichte von ca. 80 [kg/m³], während ein Produkt im Zwischensparrenbereich bei gleicher Leistungsfähigkeit nur ca. 30 kg/m³ wiegt. Das Produkt für den Zwischensparrenbereich ist somit fast dreimal ökologischer. Diese Aussage stimmt zwar, nur ist der Vergleich unsinnig, weil sich die Zwischensparrendämmung nicht für die Trittschalldämmung eignet und umgekehrt.

Folgender Vergleich zweier Dämmstoffarten in einer Dachkonstruktion erfüllt die Kriterien der Vergleichbarkeit: beide Dämmstoffe sind für diese Anwendung geeignet, und die Dämmleistung ist identisch (Wärmedurchgangskoeffizienten $U = 0.20 \text{ [W/(m}^2 \text{ K)]}$).



180mm Glaswolle $\lambda = 0.035 \text{ W/mK}$; $\rho = 20 \text{ kg/m}^3$

UBP/m² Dach:
 Gesamte Konstruktion: 1 011 [Pt/a]
 Anteil Wärmedämmung: 10%



200mm Zellulose $\lambda = 0.039 \text{ W/mK}$; $\rho = 55 \text{ kg/m}^3$

UBP/m² Dach:
 Gesamte Konstruktion: 1 026 [Pt/a]
 Anteil Wärmedämmung: 10%

Abbildung 8: Konstruktionsvergleich mit unterschiedlichen Dämmstoffen

6| Ökologischer Vergleich unterschiedlicher Konstruktionsvarianten

Auch Konstruktionen lassen sich bezüglich Umweltbelastung beurteilen und vergleichen. Eine leichte Konstruktion in Holzbauweise weist gegenüber einer massiven Wand mit hinterlüfteter Fassade leichte Vorteile auf.

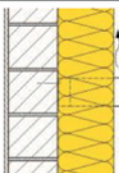
Im folgenden Vergleich wird eine Aussenwand in Holzbauweise einer massiven Wand mit hinterlüfteter Fassade gegenübergestellt. Es werden für die jeweilige Anwendung geeignete Produkte ausgewählt und die Konstruktion als Ganzes verglichen. Für die Variante der massiven Aussenwand mit hinterlüfteter Fassade wird der Fassadendämmstoff Isover PHOENIX 032 gewählt, für die Aussenwand in Holzelementbauweise Isover UNIROLL 035 zwischen dem Holzständer, und Isover PB M 035 als Zusatzdämmung in der Installationsebene. Basis für den Vergleich ist ein Wärmedurchgangskoeffizient von $0.15 \text{ [W/(m}^2 \text{ K)]}$.

Der Vergleich wird mit dem online-Tool www.bauteilkatalog.ch berechnet. Für die ökologische Gesamtbeurteilung wird der Indikator Umweltbelastungspunkte UBP gewählt, weil dieser Indikator eine Gesamtbewertung der Umweltwirkungen erlaubt.

Die Berechnung ergibt, dass die Konstruktionsvariante in Holzbauweise vom ökologischen Gesichtspunkt her leichte Vorteile gegenüber der massiven Variante aufweist. Die pro Jahr berechnete Gesamtbelastung der Konstruktionen bezogen auf Ihre Lebensdauer beträgt für die Holzbauweise 1 200 Punkte, für die massive Aussenwand 1 498 Punkte.

Der Anteil der Dämmung an der Gesamtbelastung der Konstruktion beträgt bei der massiven Aussenwand 18% , bei der Holzbauweise 13% . Damit ist der Anteil der Dämmung an der Gesamtbelastung der Konstruktion relativ klein, obwohl ein sehr guter U-Wert von $0.15 \text{ [W/(m}^2 \text{ K)]}$ gewählt wurde, wozu eine hohe Dämmleistung und eine relativ grosse Dicke nötig sind.

Variante Aussenwand massiv mit hinterlüfteter Fassade

Elektronischer Bauteilkatalog - www.Bauteilkatalog.ch						31.10.2014 10:14:13					
Lizenznehmer: Martin Bohnenblust, Saint-Gobain ISOVER SA, 3550 Langnau											
21	Hinterlüftete Fassaden										
ISOVER-21-100	Hinterlüftete Fassaden, Massivwand mit Aussendämmung										
Ausführung	ISOVER PHOENIX 032, d 0.10 m, λ 0.032 W/mK ISOVER PHOENIX 032, d 0.10 m, λ 0.032 W/mK										
Beschrieb	Aussenwand Backstein 17.5 cm PHOENIX-FACADE-System										
Bauteiltyp	B1 Wand gegen Aussenklima										
UBP 2013 Pt/m² a, KBOB/eco-bau/IPB Version: 2014	1'497.55										
U-Wert W/m²K						0.15					
Nr.	Material / Schicht	Schichtdicke m	Lambda W/mK	Amortisationszeit a	Masse kg/m²	Erstellung		Entsorgung		Total pro Jahr	
						Pt/m²	%	Pt/m²	%	Pt/m² a	%
	Innenputz mineralisch (Grund- und Deckputz) [m2]	0.015	0.87	30	23.4	3'715.13	6%	440.22	7%	138.51	9%
	Mauerwerk-BN 18 cm [m2]	0.18	0.44	60	192.6	33'631.80	51%	4'691.30	80%	638.72	43%
	ISOVER PHOENIX 032, λ 0.032 (überwacht)	0.10	0.032	40	3.0	5'099.40	8%	87.43	1%	129.67	9%
	ISOVER PHOENIX 032, λ 0.032 (überwacht)	0.10	0.032	40	3.0	5'099.40	8%	87.43	1%	129.67	9%
	PHOENIX WDK [Stk]	0.2	0	40	0.3	2'508.57	4%	121.28	2%	65.75	4%
	Faserzementplatte gross	0.008	0.8	40	15.2	15'338.83	23%	470.41	8%	395.23	26%
					238	65'393.14	93%	5'898.07	7%	1'497.55	100%

Hinweis: Der Anwender ist für die Interpretation und für sämtliche Folgerungen selber verantwortlich. Der Herausgeber schliesst hiermit jegliche Haftung aus. Ausgeschlossen sind ebenfalls sämtliche Ansprüche aus allfälligen Schlussfolgerungen oder Empfehlungen Dritter.

Abbildung 9: Output www.bauteilkatalog.ch für Aussenwand massiv mit hinterlüfteter Fassade

Variante Aussenwand in Holzbauweise

Elektronischer Bauteilkatalog - www.Bauteilkatalog.ch						31.10.2014 10:21:39					
Lizenznehmer: Martin Bohnenblust, Saint-Gobain ISOVER SA, 3550 Langnau											
24		Aussenwände - Holzbau									
Isover-24-210		Aussenwände - Holzbau, Holzrahmenbau									
Ausführung		ISOVER PB M 035, d 0.04 m, λ 0.035 W/mK ISOVER UNIROLL 035, d 0.20 m, λ 0.035 W/mK Isorooft Natur, d 0.03 m, λ 0.047 W/mK									
Beschrieb		Hinterlüftete Fassaden Mit Installationsebene									
Bauteiltyp		B1 Wand gegen Aussenklima									
UBP 2013 Pt/m² a, KBOB/eco-bau/IPB Version: 2014		1'199.84									
U-Wert W/m²K		0.15									
Nr.	Material / Schicht	Schichtdicke	Lambda	Amortisationszeit	Masse	Erstellung		Entsorgung		Total pro Jahr	
		m	W/mK	a	kg/m²	Pt/m²	%	Pt/m²	%	Pt/m² a	%
	Gipskartonplatte	0.0125	0.25	30	10.6	4'366.20	16%	415.63	3%	159.39	13%
	Holzlatte 40/60mm [m1]	0.04	0.13	30	1.7	491.08	2%	603.91	4%	36.50	3%
	ISOVER PB M 035, λ 0.035 (überwacht)	0.04	0.035	30	0.7	931.11	3%	21.22	0%	31.74	3%
	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0.0002	0	30	0.2	421.60	2%	511.17	3%	31.09	3%
	OSB Platte, PF-gebunden, Feuchtbereich	0.015	0.13	30	9.3	7'023.95	25%	4'241.01	27%	375.50	31%
	Kanthalolz 60x200mm [m1]	0.2	0.13	60	8.5	1'954.34	7%	3'019.54	19%	82.90	7%
	ISOVER UNIROLL 035, λ 0.035 (überwacht)	0.20	0.035	40	3.6	4'655.56	17%	106.08	1%	119.04	10%
	Isorooft Natur	0.03	0.047	40	7.2	3'982.02	14%	2'971.27	19%	173.83	14%
	Holzlatte 30/60mm [m1]	0	0.13	40	1.3	368.31	1%	452.93	3%	20.53	2%
	Massivholz Fichte / Tanne / Lärche, luftgetrocknet, gehobelt	0.02	0.13	40	9.4	3'417.48	12%	3'355.05	21%	169.31	14%
					53	27'611.64	65%	15'697.81	35%	1'199.84	100%

Hinweis: Der Anwender ist für die Interpretation und für sämtliche Folgerungen selber verantwortlich. Der Herausgeber schliesst hiermit jegliche Haftung aus. Ausgeschlossen sind ebenfalls sämtliche Ansprüche aus allfälligen Schlussfolgerungen oder Empfehlungen Dritter.

Abbildung 10: Output www.bauteilkatalog.ch für Aussenwand in Holzbau mit hinterlüfteter Fassade

7 | Amortisation von Dämmstoffen

Investitionen in Dämmung lohnen sich. Sie lassen sich um ein vielfaches amortisieren.

Die Ökobilanz eines Dämmstoffes bildet dessen Umweltbelastung während seines Lebenszykluses ab. Seine umweltschonende Wirkung während der Nutzungsphase, der geringere Energieaufwand für Heizen und Kühlen, wird jedoch nicht dem Dämmstoff gutgeschrieben: sie verbessert die Ökobilanz des Gebäudes als Ganzes.

Während ihres Lebenszyklus verhindern Dämmstoffe ein vielfaches der Umweltbelastung, die für ihre Produktion aufgewendet wurde. Diese sogenannte Paybackrate oder Amortisation lässt sich anhand verschiedener Indikatoren berechnen. Im folgenden Beispiel werden anhand der Umweltbelastungspunkte UBP und der Primärenergie die Aufwendungen und die Einsparungen der Dämmung bilanziert und daraus die ökologische und die energetische Amortisationszeit berechnet, wobei die ökologische Betrachtung mit Umweltbelastungspunkten ganzheitlicher ist.

Die Berechnung basiert auf den mittels Heizgradtagen HGT20/12 berechneten Einsparungen an Heizöl. Das Sanierungsbeispiel geht von einer verputzten Backsteinaussenwand mit Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,12 \text{ [W/(m}^2 \text{ K)]}$ aus. Als Dämmmassnahme wird eine hinterlüftete Fassade mit wärmebrückenfreier Unterkonstruktion und 200 mm Dämmung Isover PHOENIX 032 mit Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,032 \text{ [W/(m K)]}$ angenommen. Der Wärmedurchgangskoeffizient der gedämmten Wand beträgt $U = 0,14 \text{ [W/(m}^2 \text{ K)]}$.

Die ökologische Amortisationszeit, welche benötigt wird, um die Umweltbelastungspunkte UBP der bei der Sanierung eingesetzten Dämmung durch Einsparung an Heizöl wettzumachen, beträgt 4.4 Monate, die energetische Amortisationszeit zur Kompensierung der eingesetzte Primärenergie 3 Monate. Bei einer Lebensdauer von 40 Jahren wird die ökologische Belastung 110 Mal amortisiert, die energetische Belastung sogar 156 Mal. Der Aufwand der Produktion lohnt sich also, weil er um ein vielfaches zurück-erstattet wird.

Indikator		Wert	Einheiten
Ökologische Amortisationszeit mit Umweltbelastungspunkten UBP	Ökologischer Aufwand durch Herstellung Dämmung (a)	7 975	[Pt/m ²]
	Ökologische Einsparung pro Jahr und m ² durch Heizöleinsparung (b)	21 951	[Pt/(m ² a)]
	Ökologische Einsparung bezogen auf die Standard-Lebensdauer von 40 Jahren und m ² durch Heizöleinsparung (c = b*40)	878 030	[Pt/m ²]
	Ökoeffizienz oder Payback-Rate (c/a)	110	[-]
	Ökologische Amortisation (a/b*12)	4.4	Monate
Energetische Amortisationszeit mit Primärenergie	Energetischer Aufwand durch Herstellung Dämmung (d)	31	[kWh/m ²]
	Energetische Einsparung pro Jahr und m ² durch Heizöleinsparung (e)	122	[kWh/m ² a]
	Energetische Einsparung bezogen auf die Standard-Lebensdauer von 40 Jahren und m ² durch Heizöleinsparung (f = e*40)	4 886	[kWh/a]
	Energieeffizienz oder Payback-Rate (f/d)	156	[-]
	Energetische Amortisation (d/e*12)	3	Monate

Abbildung 11: Bilanzierung von Aufwand und Nutzen der Dämm-Massnahme (Annahmen Primärenergiefaktor Heizöl = 1.23, Nutzungsgrad Wärmeerzeugung = 0.9)

8 | Umweltbelastung eines Gebäudes

Wird die Umweltbelastung eines Gebäudes umfassend über den gesamten Lebenszyklus betrachtet, wird der Umwelteinfluss der Baustoffe weiter relativiert. Dafür rücken Faktoren wie der Standort oder der nötige Aushub in den Vordergrund.

Zur Umweltbelastung eines Gebäudes zählen mindestens die Bauphase (Aufbau und Rückbau) und die Betriebsphase. Noch ganzheitlicher wird die Betrachtung, wenn auch die gebäudeinduzierte Mobilität mit einbezogen wird. Am Beispiel eines Einfamilienhauses, gebaut in Holzbauweise und Passivhausstandart⁶, hat die EMPA die Umweltbelastung von Bau, Betrieb und Mobilität für drei Standorte berechnet.

Die Berechnung relativiert die Umweltbelastung durch die Baustoffe erheblich. Keller, Umgebungsarbeiten, Betrieb und Mobilität belasten die Umwelt mindestens gleich oder bis ein vielfaches mehr als der Bau des eigentlichen Gebäudes.

- Der Anteil der Umweltbelastung des Betriebes ist ca. zweieinhalbmal so gross wie derjenige der Erstellung und des Rückbaus des Gebäudes.
- Ungefähr je ein Drittel der Umweltbelastung der Erstellung des Gebäudes wird durch den Keller sowie die Umgebungsarbeiten (Aushub, Erschliessung, Gartenbau) verursacht.
- Je nach Standort des Gebäudes kann die Umweltbelastung der gebäudeinduzierten Mobilität gleich gross sein wie die der Erstellung und des Rückbaus.

Die Dämmstoffe werden zum Rohbau gezählt. Ihr Anteil an der gesamten Umweltbelastung des Gebäudes ist vernachlässigbar klein. Zu diesem Resultat kommt auch das Literatur-Survey⁷ der EMPA: die meisten ausgewerteten Studien weisen den Umwelteinfluss der Dämmung am Gebäude nicht einmal aus.

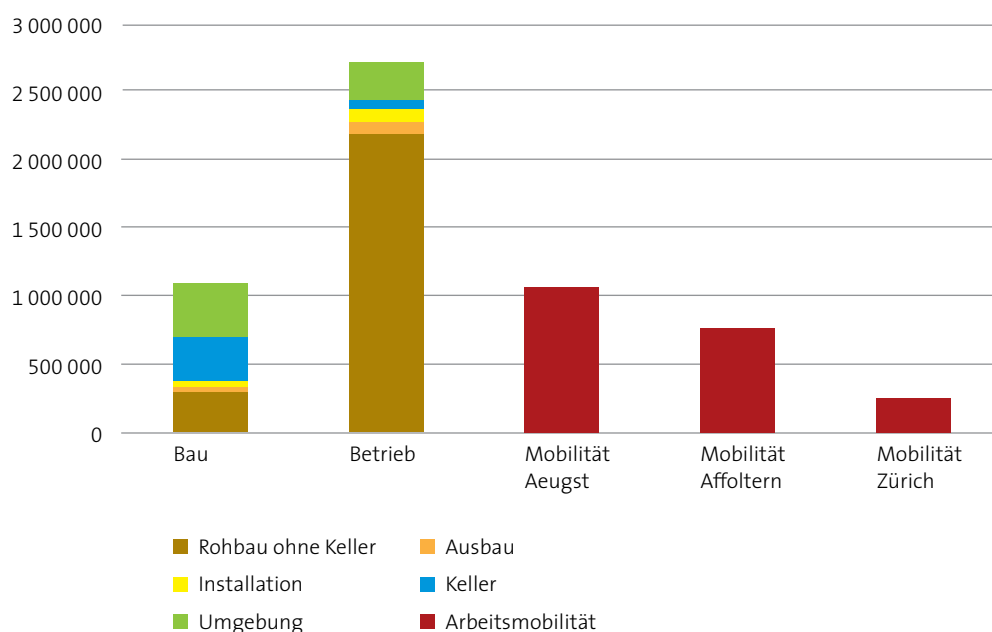


Abbildung 12: Umweltbelastungen von Bau, Betrieb und Mobilität in UBP

⁶Hans-Jürg Althaus: LCA zur Bewertung der Nachhaltigkeit von «Bauen - Wohnen - Lebensstilen», URL: http://www.lcaforum.ch/Portals/o/DF_Archive/DF28/Althaus_nachhaltigkeit-bewerten.pdf (10.5.2013)

9| Beeinflussungspotenzial im Planungs- und Bauprozess

Entscheide am Anfang des Planungsprozesses haben die grössten Auswirkungen auf die Umweltbelastung des Gebäudes. Entsprechend gross ist das Optimierungspotenzial in dieser ersten Phase.

Ganz am Anfang des Planungsprozesses werden die Entscheide gefällt, welche die grössten Einflüsse auf die Umwelt nach sich ziehen. Entsprechend ist auch das Optimierungspotenzial der ökologischen Auswirkungen eines Bauvorhabens am Beginn des Planungsprozesses am höchsten. Es nimmt mit der Fortdauer des Planungs- und Bauprozesses ab. Bauherr und Planer tragen hinsichtlich einer möglichst ökologischen Bauweise die grösste Verantwortung. Der Einfluss der Materialwahl auf die Umweltwirkungen wird allgemein häufig überschätzt.

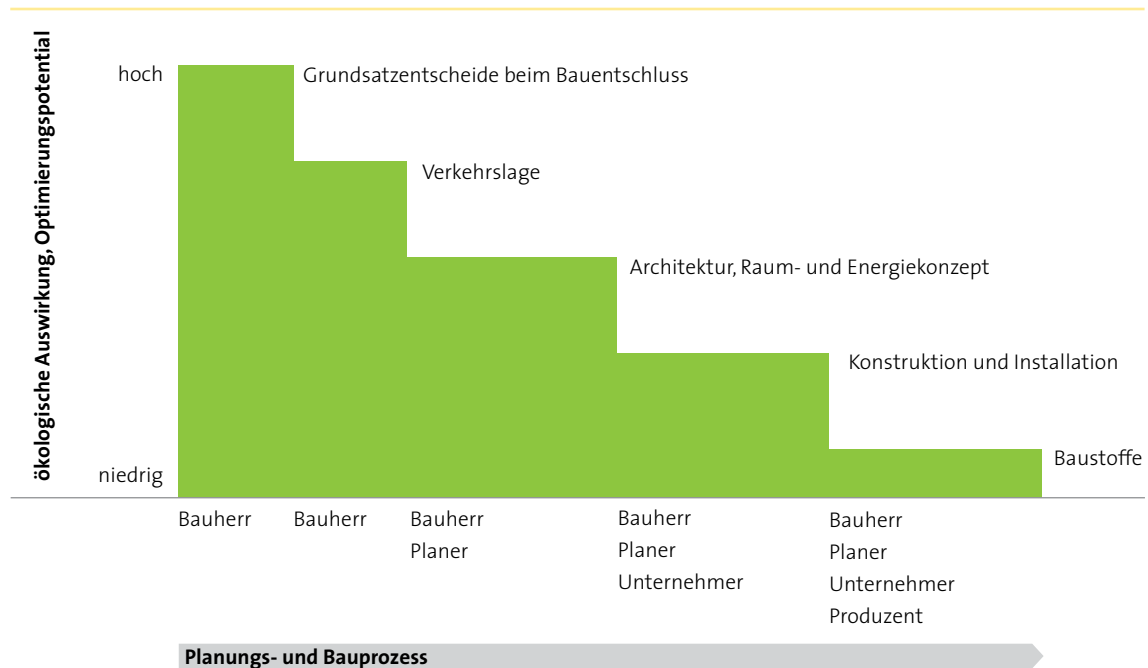


Abbildung 13: Optimierungspotenzial im Planungs- und Bauprozess

Grundsatzentscheide beim Bauentschluss (Bauherr)

- Mehrfamilien- oder Einfamilienhaus: Der Bedarf an Grundstückfläche pro Person ist beim Mehrfamilienhaus deutlich geringer als beim Einfamilienhaus. Auch der Heizwärmebedarf ist beim Mehrfamilienhaus dank dem günstigeren Verhältnis zwischen Aussenfläche und Volumen der Gebäude geringer.
- Neubau, Ersatzneubau oder Sanierung: Ein Neubau beansprucht zusätzliche Siedlungsfläche, die nur beschränkt vorhanden ist und erschlossen werden muss. Die ökologischen Auswirkungen eines Ersatzneubaus oder einer Sanierung müssen im Einzelfall analysiert werden. Dabei ist der Zustand des bestehenden Gebäudes und dessen Potenzial entscheidend. Die Sanierung hat den ökologischen Vorteil, dass die Primärenergie des bestehenden Gebäudes bereits amortisiert ist und keine Umweltbelastung verursacht.

Verkehrslage (Bauherr)

- Stadt, Agglomeration oder Land: Bauten in städtischen Gebieten oder der Agglomeration sind in der Regel besser an den öffentlichen Verkehr angebunden. Die durchschnittlichen Arbeits- und Einkaufswege sind kürzer und können eher mit sanfter Mobilität (Langsamverkehr) zurückgelegt werden. Die standortbedingte Umweltbelastung durch die Mobilität ist auf dem Land am ungünstigsten.

Architektur, Raum- und Energiekonzept (Bauherr + Planer)

- Energiebezugsfläche (Wohnfläche) pro Person: Kleinere Flächen haben einen geringeren Ressourcenverbrauch pro Person zur Folge und sind deshalb ökologischer.
- Kompaktheit des Gebäudes: Eine kompakte Gebäudegeometrie verbunden mit einer kleinen Gebäudehüllzahl (Verhältnis der thermischen Gebäudehülle zur Energiebezugsfläche, A_{th}/A_E) ist die wirkungsvollste Massnahme für einen optimierten Heizwärmebedarf.
- Gebäudevolumen unter Terrain: Unterkellerungen und Tiefgaragen schlagen sich durch die notwendigen Erdbewegungen und einen grossen Baustoffbedarf (Beton) sehr stark in der Umweltbilanz nieder.
- Tragstruktur: Durch eine, von einer optimierten Statik abgeleiteten Grundrissgestaltung, z.B. der Anordnung der tragenden Wände übereinander, kann der Baustoffbedarf minimiert werden.
- Nutzungsflexibilität: Die Systemwahl von Leichtbauwänden beispielsweise ermöglicht eine Umnutzung mit geringer Mehrbelastung.
- Passive Nutzung von Sonnenenergie: Die Optimierung der Ausrichtung des Gebäudes verbessert die passive Sonnenenergienutzung und senkt den Heizwärmebedarf.
- Systemtrennung: Indem die Zugänglichkeit und Auswechselbarkeit von Komponenten mit unterschiedlicher Lebensdauer gewährleistet wird, lassen sich Reparaturen und der Einbau von Ersatzgeräten mit kleineren Eingriffen ausführen.
- Dämmstandard: Ein hoher Dämmstandard reduziert die Umweltbelastung des Betriebes durch einen geringeren Heizwärmebedarf.
- Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser: Die Umweltbilanz von erneuerbaren Energieträgern ist um ein Vielfaches tiefer.

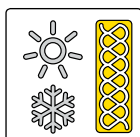
Konstruktion (Bauherr, Planer + Unternehmer)

- Massivbau oder Leichtbau: In der Regel weist der Leichtbau und speziell der Holzbau gegenüber dem Massivbau Vorteile auf. Holz als einheimischer, nachwachsender Baustoff weist eine günstige Ökobilanz auf. Mit geringerem Materialeinsatz kann das identische Leistungsniveau erreicht werden, z.B. gleiche U-Werte.

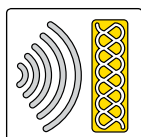
Baustoffe und -materialien (Bauherr, Planer, Unternehmer + Produzent)

- Baustoffe aus gut verfügbaren Rohstoffen oder mit hohem Recyclinggrundstoffanteil schonen die Umwelt.
- Baustoffe sind ökologisch, wenn sie während des gesamten Lebenszyklus (Produktion, Betrieb, Rückbau) eine geringe Umweltbelastung verursachen. Umweltbelastungspunkte erlauben eine ganzheitliche Beurteilung.
- Emissions- und schadstoffarme Baustoffe beeinträchtigen die Qualität der Innenluft nicht.
- Konstruktionen und Systeme, die sich in ihre ursprünglichen Komponenten trennen lassen, können besser recycelt werden.
- Regionale Baustoffe verursachen weniger Transportdistanzen.

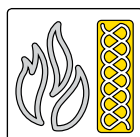
Thermik, Akustik, Brandschutz. Rundum gut beraten.



**Thermische
Dämmung**



**Akustische
Dämmung**



Brandschutz



gedruckt in der
schweiz



Dächer
Geneigtes Dach
und Flachdach



Decken, Böden
Estrichböden, Unterlagsböden,
Holzbalkendecken, Kellerdecken,
Akustikdecken



Wände
Fassaden, Innenwand,
Leichtbau, Holzbau



Spezialdämmstoffe
Elementdämmungen,
Leitungen, Behälter, Kanäle

Saint-Gobain Isover AG

Rte de Payerne, 1522 Lucens
Tel. 021 906 01 11
Fax 021 906 02 05
admin@isover.ch

Verkaufsinendienst

Tel. 021 906 05 70
Fax 021 906 05 75
sales@isover.ch

Helpdesk

Tel. 0848 890 601
Fax 0848 890 605
helpdesk@isover.ch

www.isover.ch
www.vario-system.ch
www.cpisover.ch