



# Verwertung des Abbruchmaterials von KlimaHäusern

Empfehlungen zur Auswahl  
der Bau- und Dämmstoffe und  
zur Konstruktion

*Autor: Florian Knappe (IFEU-Institut Heidelberg)*



Diese Broschüre wurde im Zuge des Projektes „Verwertung des Abbruchmaterials von KlimaHäusern“ erstellt, das über das Programm „Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung EFRE 2007-2013“ der Europäischen Union finanziert wird.

### **Autor**

Florian Knappe (ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg)



### **ifeu-Institut**

für Energie- und Umweltforschung Heidelberg

### **Herausgeber**

Autonome Provinz Bozen – Südtirol  
Abteilung 29 – Landesagentur für Umwelt  
Amt 29.6 – Amt für Abfallwirtschaft

### **Stand**

September 2013

### **Grafik**

[www.reichert.it](http://www.reichert.it)

### **Fotos**

IFEU-Institut Heidelberg, Seite 7: Amt für Luft und Lärm Provinz Bozen,  
Seite 8: BauNetz Media GmbH, Seite 12: Klimaleichtblock GmbH (rechts),  
Bisotherm GmbH (links), Seite 14: ScanHaus Marlow GmbH,  
KlimaHaus Agentur Bozen, Fotolia.com

### **Druck**

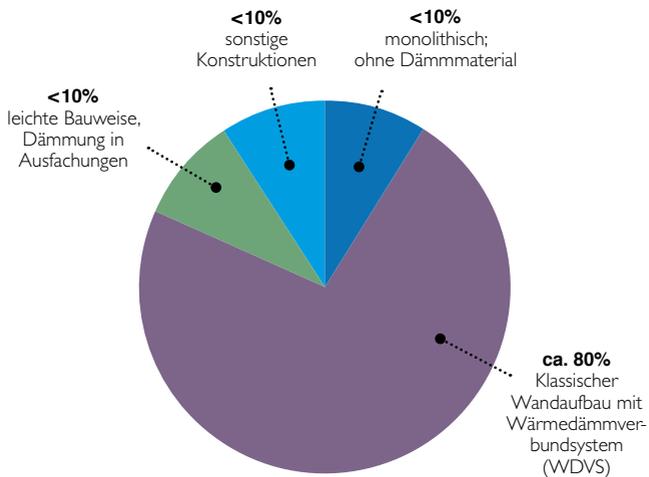
[www.karodruck.it](http://www.karodruck.it)

## Einleitung / Hintergrund

Im Jahre 1992 wurde durch das Amt für Luft und Lärm der Autonomen Provinz Bozen ein innovatives Energiesparkonzept entwickelt. Es zielt unter anderem auf die deutliche Verbesserung der Energiestandards für Neubauten sowie für die Sanierung von bestehenden Gebäuden ab. Südtirol war damit für ganz Europa beispielgebend. Diese Gebäude mit hohen energetischen Standards werden als Klima Häuser bezeichnet und die Zertifizierung erfolgt über die KlimaHaus-Agentur.

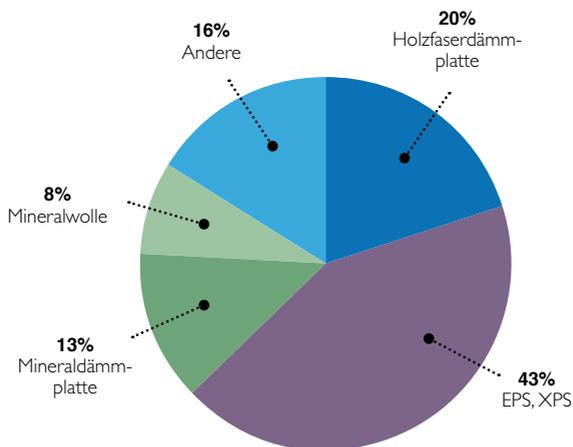
Viele zusätzliche Gebäude wurden nach denselben energieoptimierten Standards errichtet, ohne sich der Zertifizierung zu unterwerfen. Dies gilt insbesondere für die große Anzahl an Altgebäuden, die in den letzten Jahren energetisch saniert wurden. Die gesamte Anzahl an Klima Häusern ist daher nicht bekannt.

Zieht man die Datensätze des Amtes für Luft und Lärm heran und berücksichtigt die Einschätzung des Baugewerbes vor Ort, lässt sich in etwa abschätzen, dass auch in Südtirol überwiegend die klassische Lösung gewählt wird, auf die Fassade ein Wärmedämmverbundsystem aufzubringen. Dies stellt vor allem bei Gebäudesanierungen die Standardlösung dar.



**Abb. 1**  
Typische Bauweisen – Abschätzung

Wie eine Auswertung einer Stichprobe aus der Datenbank der Klimahausagentur zeigt, werden Dämmstoffe auf Basis von Polystyrol am häufigsten eingesetzt.



**Abb. 2**  
Derzeit in Südtirol zur Fassadendämmung eingesetzte Dämmmaterialien - Abschätzung

Gebäude müssen nach einer bestimmten Zeit grundlegend saniert, aus einer Vielzahl von Gründen auch teilweise oder vollständig rückgebaut bzw. abgebrochen werden.

Bei der Konstruktion der Gebäude und der Baustoffauswahl sollte deshalb nicht nur auf geringe ökologische Lasten in der Herstellung und hohe energetische Standards in der Nutzungsphase geachtet werden. Aus Sicht des Ressourcenschutzes ist es auch wichtig, die beim Abbruch anfallenden Bauabfälle möglichst vollständig einer Verwertung zuführen zu können.

Allein in Südtirol werden jährlich etwa 1 Mio. Tonnen Sand und Schotter für die Baustoffindustrie abgebaut. Dies ist mit erheblichen Eingriffen in den Natur- und Landschaftshaushalt verbunden und steht in scharfer Konkurrenz zu anderen Ansprüchen an eine Flächennutzung.

Um diese Abbauf Flächen möglichst klein zu halten, muss es aus Gründen des Ressourcenschutzes zentrale Aufgabe sein, möglichst alle mineralischen Bauabfälle wieder zu Bauprodukten mit den gewohnten gütegesicherten Produkteigenschaften zu verarbeiten, die in Konkurrenz zu Produkten auf Primärrohstoffbasis treten können und diese ersetzen.



**Abb. 3**

Gesteinskörnung aus Bauschutt

Dies gelingt nur dann, wenn der Abbruch der Gebäude und die Aufbereitung der Bauschuttmassen optimal ineinander greifen und saubere homogene Gesteinskörnungen hergestellt werden, die sich als solche auf den ersten Blick nicht von Schottermaterial aus Primärgestein unterscheiden.

Hierfür muss der Abbruch eines Gebäudes sehr selektiv erfolgen und die verschiedenen anfallenden Bauabfälle getrennt gehalten und verwertet werden.

Gebäudesteckbriefe, die die verwendeten Materialien und Einsatzorte in einem Gebäude dokumentieren, können die Planung eines möglichst selektiven Rückbaus unterstützen.

In einer Bauschuttaufbereitung lassen sich Holz, Kunststoffe und Verbundbaustoffe nur sehr schwierig aus dem Bauschuttmassenstrom entfernen. Sie beeinträchtigen jedoch die Qualität und bestimmen wesentlich die Akzeptanz auf dem Markt für die daraus hergestellten Baustoffe. Ein Gebäude muss daher bereits vor dem Abbruch entkernt werden, um möglichst alle nicht-mineralischen Baustoffe zu entfernen.

Nicht alle Gebäudekonstruktionen, nicht alle Dämmmaterialien stellen dies in gleicher Weise sicher. Mit dem vorliegenden Leitfaden soll deshalb eine Unterstützung zur Auswahl der Bau- und Dämmstoffe sowie der Konstruktion von Gebäuden aus Sicht eines ressourcenschonenden Materialkreislaufs gegeben werden.

## Die rein monolithische Bauweise aus Sicht der Kreislaufwirtschaft

Die monolithische Bauweise besagt, dass Wandaufbauten von Gebäuden traditionell homogen aus einem Baustoff (plus Außen- und Innenputzschichten) aufgebaut sind. Hierzu können Massivbausteine eingesetzt oder Vollholzkonstruktionen genutzt werden.

Werden die Wände aus Massivbausteine errichtet, werden Baustoffe mit geringerer Rohdichte und damit auch geringeren Wärmedurchgangswerten verwendet. Üblicherweise werden Hochlochziegel, Leicht- bzw. Porenbeton- oder auch Kalksandsteine eingesetzt.



**Abb. 4**

Hochlochziegel im Einsatz

Sieht man vom Putz ab, kann der gesamte Massenstrom an mineralischen Bauabfällen grundsätzlich zur Herstellung hochwertiger Baustoffe verwendet werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn das gebrochene Material eine ausreichende Kornrohichte (Scherbenrohichte) von etwa  $1.500 \text{ kg/m}^3$  ( $1,5 \text{ t/m}^3$ ) besitzt. Für die Wiederverwertung als Gesteinskörnung insbesondere im Straßen- und Wegebau ist die Rohdichte eine wichtige Produkteigenschaft. Da sie die Festigkeit gegenüber mechanischen Belastungen beeinflusst, ist ein Leichtbaustein als Straßenbaustoff tendenziell wenig geeignet. Leichtbaustoffe werden bei einem Bauschuttrecycler deshalb möglichst aus dem Produktmassenstrom ausgeschleust.

Wird die geringe Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes durch Porosität erreicht (z.B. Leicht- bzw. Porenbeton), ändert sich die Rohdichte durch den Brechvorgang kaum. Die Rohdichte des Baustoffes entspricht in diesem Fall in etwa der Scherbenrohddichte.

Wird ein Ziegel eingesetzt, entspricht eine Rohdichte des Mauersteins von 0,6 bis 0,8 t/m<sup>3</sup> in etwa einer Scherbenrohddichte von 1,2 bis 1,6 t/m<sup>3</sup>, wenn man einen „Lochanteil“ von 50 Vol.% unterstellt.



**Abb. 5**

Beispiel für porige Baustoffe (gefügedicht/haufwerkporig) – Leichtbeton

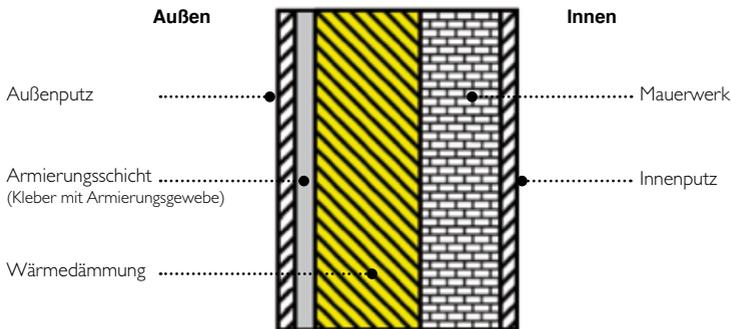
In den Vollholzkonstruktionen fällt idealerweise beim Rückbau nur Holz an. Werden für den Holzschutz Produkte eingesetzt, die den gesamten Holzmassenstrom auch stofflich verwertbar machen, ist auch hier eine hochwertige Kreislaufwirtschaft sichergestellt.

## Bei der monolithischen Bauweise lässt sich zusammenfassend festhalten:

- Aus Sicht des Rückbaus von Gebäuden ist die monolithische Bauweise die ideale Lösung. Sie ist es auch darüber hinaus im Sinne der Kreislaufwirtschaft, wenn die Wandkonstruktionen aus entsprechenden Baustoffen errichtet werden.
- Klassische gemauerte Wandkonstruktionen sollten möglichst mit Wandbausteinen errichtet werden, die nach Abbruch des Gebäudes und Aufbereitung bei einem Bauschuttzubereiter eine ausreichende Rohdichte (ca. 1,5 t/m<sup>3</sup>) bspw. für den Einsatz als Baustoff im Straßen- und Wegebau aufweisen.
- Besonders geeignet sind Hochlochziegel mit einer hohen Rohdichte, da sich über den Brechvorgang beim Bauschuttzubereiter eine entsprechende Scherbenrohndichte ergibt. Die Rohdichte bestimmt die Produktqualität. Für Baustoffe, die die geringe Wärmeleitfähigkeit durch Porosität erreichen (bspw. Porenbeton) ändert sich die Rohdichte des Bauproduktes durch den Brechvorgang nicht.
- Vollholzkonstruktionen sollten möglichst so umgesetzt sein, dass das anfallende Altholz auch stofflich verwertet werden kann.

## Konstruktionen mit Wärmedämmverbundsystemen aus Sicht der Kreislaufwirtschaft

Die übliche Lösung ist der Einsatz von Dämmmaterialien, die auf die üblichen Außenwände als Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) aufgebracht werden. Dies gilt vor allem für die nachträgliche Dämmung des Altgebäudebestandes. Meist handelt es sich um Baustoffe aus Polystyrol (EPS, XPS).



**Abb. 6**

Wandaufbau in massiver Bauweise mit WDVS (Sommer 2011, verändert)

Diese Dämmmaterialien müssen vor dem eigentlichen Rückbau der Gebäude entfernt werden. Auf diese Weise erhält man ein sauberes homogenes Bauschuttmaterial, in dem die verbleibenden Klebestellen und Dübel eine zu bewältigende Aufgabenstellung für die nachfolgende Aufbereitung darstellen.

Das Dämmmaterial fällt ebenfalls homogen in einem großen Massenstrom an. Durch den anhaftenden Putz, zu dessen Abtrennung bisher keine technischen Lösungen existieren, ist derzeit nur eine energetische Nutzung bzw. thermische Behandlung möglich.



**Abb. 7**

Massive Ziegelmauerwand nach Entfernen des Wärmedämmverbundsystems durch einen Sortiergreifer

Das Dämmmaterial lässt sich mit der klassischen Abbruchtechnik – einem Sortiergreifer - vergleichsweise problemlos und schnell entfernen. Dies gilt immer dann, wenn die Außenwände gut durch die Abbruchgeräte erreicht werden können. Bei schwierigeren Grundstücksverhältnissen müssen eine Einrüstung der Wände und ein manueller Abtrag der Dämmung erfolgen.

**Bei Konstruktionen mit WDVS lässt sich zusammenfassend festhalten:**

- Wärmedämmverbundsysteme sind aus Sicht der Kreislaufwirtschaft eine gute Lösung.
- Das Mauerwerk lässt sich wie gewohnt ohne Qualitätseinbußen verwerten.
- EPS, XPS können getrennt gehalten und energetisch genutzt werden.
- Auf andere Dämmstoffe kann dann zurückgegriffen werden, wenn sie einfach vor dem Rückbau des Gebäudes abgetrennt werden können und ihre Verwertung gesichert ist.

## Wandsysteme aus Verbundbaustoffen aus Sicht der Kreislaufwirtschaft

Als Verbundbaustoffe gelten alle Baumaterialien, die aus einem Verbund aus verschiedenen Stoffen hergestellt wurden, die unterschiedliche Aufgaben übernehmen. Auch Stahlbeton gilt demnach als Verbundbaustoff.

Verbundbaustoffe sind immer dann aus Sicht der Kreislaufwirtschaft problematisch, wenn es sich um Kombinationen aus mineralisch/nicht-mineralisch handelt, die zudem durch eine Aufbereitung schwer auftrennbar sind.

In Südtirol noch weitgehend unbekannt ist der Einsatz von Verbundbaustoffen, bei denen Dämmmaterialien in die Mauerwerkssteine integriert werden. Dies können Ziegelsteine mit Steinwoll-, Perlit- oder Polystyrolfüllung sein oder Leicht- und Porenbetonsteine mit Füllungen aus Mineralwolle (Glaswolle oder Steinwolle). Ebenso auf dem Markt ist ein Bimsstein mit einem Polystyrol-Hartschaumkern.



**Abb. 8**

Mauersteine als Verbundbaustoff mit Dämmmaterial

Müssen derartige Gebäude rückgebaut werden, ist eine Auftrennung nach den unterschiedlichen Stoffen bereits auf der Abbruchbaustelle nicht möglich. Die gesamte Last, aus dem inhomogenen Ausgangsmaterial vermarktbare mineralische Produkte herzustellen, und dies möglichst frei an Fremdstoffen, liegt bei der nachgeschalteten Bauschutttaufbereitung.

Der Beton- oder Ziegelanteil erreicht in diesen Baustoffen jedoch nur etwa 50 Vol.%. Der klassische Bauschuttzubereiter erhält demnach einen Input-Massenstrom, der zu einem erheblichen Teil aus Fremd- und Störstoffen besteht.

Tendenziell wird der Bauschuttzubereiter daher dieses Material nicht oder nur zu hohen Preisen annehmen wollen. Die Aufbereitung eines derartigen Ausgangsmaterials ist mit einem sehr hohen Kostenaufwand verbunden, ohne dass zugleich sichergestellt wäre, dass dieser hohe Aufwand zu Qualitäten führt, die eine Vermarktung ermöglichen und nicht eine Entsorgung erforderlich machen.

Dies gilt insbesondere dann, wenn organische Dämmmaterialien eingesetzt werden und diese nicht in die Mauerwerksziegel gesteckt sind, sondern in einem nicht lösbaren Verbund vorliegen. Eine Entsorgungsalternative ist dann nur die thermische Behandlung bspw. in Müllverbrennungsanlagen.

### **Bei den Wandsystemen mit Verbundbaustoffen lässt sich zusammenfassend festhalten:**

- Verbundbaustoffe als Mauersteine mit Füllungen aus Dämmmaterial sind problematisch, da sich die Materialverbunde nicht bereits auf der Abbruchbaustelle lösen lassen.
- Bauschuttzubereiter sind für diese Baustoffe mit hohem Anteil an organischen Dämmmaterialien nicht gerüstet. Die Aufbereitung wäre mit einem sehr hohen Kostenaufwand verbunden, ohne dass der Verwertungserfolg sichergestellt wäre.
- Die Entsorgung dieser Baustoffe wird daher immer mit hohen Preisen verbunden sein. Möglicherweise kann eine Auftrennung des Verbundes nur thermisch über Müllverbrennungsanlagen erfolgen.
- Wenn möglich sollte aus Sicht der Kreislaufwirtschaft auf Verbundbaustoffe verzichtet und auf andere Konstruktionsweisen und Baustoffe zurückgegriffen werden.

## Dämmstoffe in der Holzrahmen- bzw. -tafelbauweise aus Sicht der Kreislaufwirtschaft

Diese Gebäude werden oberhalb der Kellerdecke oder der Bodenplatte vor allem aus nicht-mineralischen Baustoffen und hier insbesondere aus Holz errichtet. Die Auftrennung der Massenströme in einen mineralischen und einen nicht-mineralischen Teilstrom kann dadurch erfolgen, dass zunächst der Baukörper oberhalb der Bodenplatte oder Kellerdecke rückgebaut wird.

Vor allem, wenn die Ausfachungen mit Glas- oder Steinwolle ausgekleidet sind, ist der Rückbau aufwendiger, da diese Materialien vor dem eigentlichen Abbruch händisch aus den Wänden entnommen werden. Wird auf organisches Dämmmaterial z.B. Holzfaserplatten zurückgegriffen, welches eine energetische Verwertung der Materialien nicht behindert, lässt sich dieser Arbeitseinsatz vermeiden.



**Abb. 9**

Vorfertigung in Holztafelbauweise

## Fazit

- Schon bei der Gebäudeplanung muss der entsprechende Rückbau bedacht werden.
- Eine Kreislaufwirtschaft ist umso einfacher durchzuführen, je stofflich homogener die Gebäude errichtet wurden. Ist dies nicht der Fall, sollten sich die verschiedenen Stoffe schon auf der Abbruchbaustelle auftrennen lassen. Dies ist nicht nur aus Sicht der Ökologie und des Ressourcenschutz positiv. Es hat auch deutliche Auswirkungen auf die Entsorgungspreise.
- Nicht lösbare Verbunde lassen sich aus heutiger Sicht kaum stofflich verwerten, damit ist eine möglicherweise teure Beseitigung verbunden.
- Aus Sicht der Kreislaufwirtschaft ist daher eine rein monolithische Bauweise ohne Verbundbaustoffe ideal, sofern bei Mauerwerk Bausteine eingesetzt werden, die nach dem Brechen in der Bauschuttzubereitung eine gute Kornrohichte aufweisen. Dies wird mit Lochziegeln eher erreicht als mit Bausteinen mit hoher Porosität.
- Günstig zeigen sich auch Wärmedämmverbundsysteme auf Außenwänden, da sich diese in der Regel einfach auftrennen lassen und dies bereits auf der Abbruchbaustelle.
- Werden mineralische Dämmstoffe in den Gefachen von Fertigwänden verwendet, wird mit großer Wahrscheinlichkeit ein händischer Ausbau erforderlich werden. Die Herstellung mineralischer Baustoffe (vor allem von Steinwolle) ist zudem mit höherem Energieeinsatz verbunden.

- In Südtirol noch sehr wenig verbreitet ist der Einsatz von Mauersteinen, die im Kern in einem hohen Volumenanteil Dämmstoffe enthalten (Verbundbaustoffe). Eine Auftrennung dieser Verbundbaustoffe auf der Baustelle ist nicht möglich. Die Bauschuttzubereiter sind für diese Baustoffe nicht ausgerüstet. Aus heutiger Sicht verbleibt tendenziell nur eine thermische Behandlung als Entsorgungsalternative. Aus diesem Grunde sollte aus Sicht der Kreislaufwirtschaft auf Verbundbaustoffe möglichst verzichtet und auf andere Konstruktionen und Baustoffe zurückgegriffen werden.
- Gebäudesteckbriefe können die Konzeption eines Gebäuderückbaus unterstützen, indem die Gebäudekonstruktion sowie die eingesetzten Baustoffe verzeichnet werden.