



Der kontrollierte Rückbau rechnet sich

Loredana Pacello

PL Bagger- & Fuhrbetrieb, Waldkraiburg





Einführung

Seit Beginn unserer Existenz neigen wir Menschen dazu, Dinge zu besitzen und zu erhalten. Die dahinter stehenden Intentionen waren und sind unterschiedlichster Natur. Sie reichen von rein pragmatischen Gesichtspunkten wie „Wert & Bestand“ bis hin zu ästhetischen Aspekten. Der Komplex „Wert & Bestand“ war für die weit überwiegende Mehrheit abhängig davon, dass nicht alles zu jeder Zeit verfügbar war und somit eine gewisse Exklusivität besaß. Er war ferner beeinflusst von klimatischen Perioden, Jahreszeiten, Wetterlagen, fehlenden Transportmöglichkeiten, Unwissenheit über die weitere Existenz, Gesundheit oder Kriegsperioden.

Mit Beginn des Industriezeitalters und sich verallgemeinernder Wertschöpfung entwickelte sich auch eine Dekadenz im Umgang mit Ressourcen jeglicher Art. Während Mobilien und Immobilien in aller Regel mit der Intention der Langlebigkeit erworben wurden, kam es infolge größerer Verfügbarkeit für immer weitere Kreise zu einer Divergenz zwischen Bedarf und Nutzungsdauer von Gütern. Jahrhunderte lang war es Tradition, Möbel als Mitgift weiterzugeben, weil sie in ihrer Anschaffung kostspielig und somit nicht unbegrenzt verfügbar waren. Wir aber beschäftigen uns heutzutage mit „IKEA's Knut“ – dem bis zum St. Knuts-Tag reichenden Weihnachtsschlussverkauf bei IKEA – und der Suggestion, am besten jedes Jahr unsere Wohnung neu zu möblieren. Was uns bei Gebrauchsgegenständen schon selbstverständlich geworden ist, findet nun auch immer mehr Einzug im Bereich der Immobilien, der eigentlich in jedermanns Bewusstsein für Langlebigkeit stand.

Seit je her sind Immobilien der Inbegriff von Absicherung, Beständigkeit, Schutz, Wert und Eigentum. Der Grund findet sich in den Kosten, die für Leistung (Erstellung der Immobilien) und Ressourcen (Energie, Material & Boden) aufgebracht werden müssen. Alle Generationen vor uns waren vorsichtiger, ein Haus abzureißen, nur weil es „alt“ oder „nicht gedämmt“ war. Keiner Generation vor uns hätte man ohne weiteres erklären können, dass Zuschüsse die Zerstörung von Bestand rechtfertigen. Und keine Generation vor uns hätte verstanden, dass man etwas schon Bestehendes für etwas Neues opfert, nur weil es umweltfreundlicher sein soll; denn es war ja schon da und musste nicht erst neu generiert werden.

Dieses fehlende Verständnis basiert auf der Tatsache, dass die Generationen vor uns zwar noch keine Ahnung von CO₂-Ausstoß oder „ökologischen Rucksäcken“ hatten, dennoch aber den Wert der einzelnen Objekte kannten – eine Fähigkeit, die wir auf Grund der maximalen Verfügbarkeit und weitgehenden Finanzierbarkeit verloren haben.



Grundlegende Daten

Nur die wenigsten unter uns wissen, dass man für die Herstellung von 1 m³ Ziegelstein rund 0,33 t^{1 2} Erdöl benötigt bzw. rund 820 kWh³. Das mag sich auf den ersten Blick nicht wirklich beeindruckend anhören. Wenn man jedoch bedenkt, dass für ein Einfamilienhaus mit einer Wohnfläche von bspw. 135 m² mit EG, OG und Dachboden schon rund 81 m^{3 4} Steine benötigt werden oder rund 26 t Erdöl bzw. 66.420 kWh, entsteht zur Masse ein neues Verhältnis. Da man dann noch einen Fußboden und Decken benötigt, fallen weitere 34 t Erdöl oder 84.212 kWh an.

Wenn auch das noch nicht beeindruckt, hier ein weiteres Argument:

Einer dieser Ziegelsteine kostet lt. Internet im Januar 2014 ca. 4,93 € (inkl. MwSt., exkl. Versand). Bei circa 4.500 Stück⁵, die man für die Wände benötigt, ergeben sich stolze 22.363 €⁶ reiner Materialkosten. Da ist noch kein Kleber oder Mörtel einkalkuliert, kein Aufmauern, kein Transport.

Ergänzt um circa 6.600 € nur für den Beton alleine lässt sich zusammenfassen:

- 28.963 € reine Materialkosten (für Außenwände, Innenwände und Boden/Decken)
- 150.646 kWh Energie
- ca. 220 Tonnen Beton
- ca. 66 Tonnen Ziegel
- 60.000 kg Erdöl als Rohstoff.

Weitere Rohstoffe mineralischer Natur, wie geeigneter, immer kostbarer werdender, für Bauten geeigneter Quarzsand, Hölzer und Metalle etc. sollen hier jetzt nicht weiter betrachtet werden.

Für einen kompletten Ersatzbau fehlen uns noch die Fundamente, Dachziegel, Fliesen, Fenster, Rohre jeglicher Art, Kabel, Außenputz, Innenputz, Mörtel und so weiter und so fort. Wenn man den kompletten Ansatz jetzt noch den Maßstäben der Amortisation und Nutzungsdauer unterwirft, mit Rohstoffverbrauch und -effizienz, CO₂-Freisetzung und Werterhaltung, lässt sich die Sichtweise unserer vorangegangenen Generationen besser verstehen.

¹ http://www.pe-international.com/uploads/media/IBU_Deklaration_UNI_2008111_D_Kurzfassung.pdf

² <http://www.aral.de/aral/faq.do?categoryId=4000141&contentId=56034#8>

³ <http://de.wikipedia.org/wiki/Heiz%C3%B6l>

⁴ Umrechnung der Massenkalkulation: Fa. Binder, Taufkirchen

⁵ Massenkalkulation: Fa. Binder, Taufkirchen Kr. Mühldorf am Inn

⁶ <http://www.ziegel-eder.de/dwn/Preisliste>



Unabhängig vom Neubau muss noch das eigentliche Dämmelement aufgebracht werden, was hilft, die Energiekosten beim späteren Betrieb des Gebäudes zu minimieren.

Komplettsanierung statt Neubau

Aus ökonomischer, aber auch ökologischer Sicht rechtfertigt sich ein Neubau streng genommen nur, wenn

- die Substanz des Gebäudes geschädigt ist,
- ein Mehrparteienhaus an gleicher Stelle entstehen soll (Verdichtung) oder
- Baustoffe zur Verfügung stehen, die die Robustheit der alten Bauweise haben, kombiniert mit neuen Anforderungen, wie sie z. B. ein Vollziegel mit dem erforderlichen Wärmekoeffizienten aufweisen würde, der entweder beim Rückbau wiederverwendbar rückgewonnen wird oder rückstandsfrei verwertet werden kann, mit jeweils aktuellen Möglichkeiten.

Seit 10 Jahren versuchen wir – meine Firma PL Bagger- & Fuhrbetrieb, Waldkraiburg – aktiv dazu beizutragen, die Wiederverwendungsquote bei Baustoffen und Bauteilen zu erhöhen, indem wir Kunden beraten, Gebäude oder Gebäudeteile bestehen zu lassen und sie zu sanieren oder zumindest Baustoffe für den Neubau rückzugewinnen. Die Ansätze, die hierbei genutzt werden, könnten unterschiedlicher kaum sein: Den einen Kunden beraten wir hinsichtlich eines Teilabbruchs, den anderen hinsichtlich der Wieder- oder Weiterverwendung von Bauteilen oder Baustoffen beim Neubau. Hierfür ist eine Kommunikationsplattform zwischen den Bauherren und den jeweiligen Handwerkern/Architekten aufzubauen und zu pflegen.

Über diese Vorarbeiten wurde ich zu einem der acht Gründungsmitglieder des Urban Mining e. V.⁷. Dieser sieht seine Aufgabe darin, eine Kontaktplattform darzustellen, über die ein aktiver Austausch zwischen Forschung, Wirtschaft und Politik erfolgen soll.

Zielsetzung hierbei ist

- die Beschleunigung der Anpassung an die aktuellen und künftigen Entwicklungen im Rohstoffbereich,
- ein schnellerer Austausch zwischen den verschiedenen Informationsgebern auf Bundesebene und den Praktikern vor Ort,
- neue Informationen z. B. neue Verfahrenstechniken schnellstmöglich in das Netzwerk zu integrieren und
- sich, wenn möglich, aktiv einzubringen über Erfahrungen, Richtlinien und beratende Tätigkeiten.

⁷ s. <http://www.urban-mining-verein.de/index.php?id=24>



Was oftmals ein Problem darstellt, ist die Tatsache, dass viele Dinge in der Theorie erdacht wurden, aber nur schwer Zugang in die Praxis finden. Da heißt es dann oftmals „geht nicht“ oder „nicht rentabel“. Ein weiteres Problem ist die fehlende Erfahrung in der „Praxis“.

Somit sind wir schließlich dazu übergegangen, selbst für den Erhalt eines historischen und denkmalgeschützten Vierkant-Pfarrhofes (s. Abb. 1 und 2), Bauteile, ja Baustoffe wie Ziegel aus Häusern, die rückgebaut werden, wiederzuverwenden. Es handelt sich dabei um ein Deutschland-weit einmaliges Pilotprojekt, um letztlich nicht nur theoretisch argumentieren zu müssen, sondern auch praktisch vorführen zu können, dass dieses sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile aufweist.

Die Einmaligkeit dieses Pilotprojekts rührt daher, dass wir nicht nur Objekte erhalten, deren Sanierung nach derzeitiger allgemeiner Auffassung als unwirtschaftlich zu betrachten wäre. Wir zeigen zudem, dass eine Ertüchtigung der Gebäude sogar mit Sekundärbaustoffen und -bauteilen möglich wird.

Dabei werden vier Gebäude aus unterschiedlichen Bauperioden (von 1550 bis 1907) substanziell wieder instand gesetzt. Die benötigten Baumaterialien werden zu 90 % aus Rückbauten gewonnen. Wegen des Alters der Gebäude haben sich die CO₂-Emissionen und der Energieeinsatz (graue Energie) für deren Errichtung bereits amortisiert. Somit ergibt sich die Möglichkeit der Rückgewinnung von Wohn- und Gewerbe-raum ohne neue Flächenversiegelung, bei einem Minimum an Ausstoß von CO₂-Emissionen sowie an Energie- und Rohstoffverbrauch.



Abb. 1: Die Abbildungen zeigen den historischen, unter Denkmalschutz stehenden Vierkant-Pfarrhof im Landkreis Mühldorf, für dessen Komplettsanierung... (Foto Pacello)



Abb. 2: ...ortsnah Material und zwar sowohl Bauteile als auch Baustoffe aus dem Abbruch von Gebäuden gewonnen werden. (Foto Pacello)

Beim Vierkant-Pfarrhof handelt es sich jedoch nicht um Gebäude, die sich mit ein wenig Gipsputz und Wandfarbe wieder nutzbar machen lassen, sondern um echte Sorgenkinder. Diese Erschwernis soll jedoch kein Hindernis darstellen, sondern aufzeigen, dass auch „abbruchreife“ Gebäude mit bedingter statischer Substanz (Tragfähigkeit eines Gebäudes bzw. Gebäudeteils/selbsttragend) finanziell tragbar und zum Neubau kon-



kurrenzfähig sowie zugleich ressourcenschonend und emissionsarm saniert werden können.

Dass hierbei der ökonomische Aspekt nicht außer Acht gelassen wird, sei folgendermaßen begründet: Wir kalkulieren die Kosten für uns selbst wie ein Bauträger, da wir sie auch in vollem Umfang alleine als Firma tragen müssen. Der ökonomische Faktor spielt für uns eine wesentliche Rolle. Wir vergleichen die Kosten fast tagtäglich mit denen für einen Neubau.

Zusätzlicher Ansporn zur praktischen Umsetzung ist die Erfüllung des § 6 (Abfallhierarchie) Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) auf höchstem Niveau: Jedes abgerissene Gebäude, dem keine Bauteile und Baustoffe zur Wiederverwendung entnommen werden, ist zur Gänze Abfall, auch wenn aus dem verbleibenden Haufen mineralischen Materials noch Sekundärrohstoffe für eine nicht selten nur minderwertige Verwertung gewonnen werden können. Im schlimmsten Falle landet der Beton im Rahmen der Verwertung sogar als Füllmaterial in ehemaligen Kiesgruben. Das dient dann lediglich der „politischen“ Statistik (Erreichung von 90 %-Verwertungsquoten).

Ziegel haben mit Ausnahme von Backsteinen zumeist nur solange einen Nutzen, wie sie als Ziegel selbst verbaut sind. Da das Material frostanfällig ist, eignet es sich nicht wirklich als Zuschlagstoff oder Wegebaumaterial. Bei Holz wird argumentiert, dass dieses energetisch verwertet werden kann. Dieses Argument ist nur insoweit richtig, als Holz diesen Dienst auch dann noch erfüllt, wenn es definitiv als Konstruktionsbauteil nicht mehr taugt. Wenn man sich das Verhältnis zwischen dem Verbrauch von Holz in Deutschland ansieht und der Menge dessen, was hier an Holz nachwächst – bereinigt um die Flächen, die zwar als Waldgebiete geführt werden, jedoch keine Nutzholzflächen darstellen, wie z. B. Auwälder, Naturschutzgebiete, Nationalparks, Grünanlagen, Ausgleichsflächen etc. – wirkt die „grenzenlose Verfügbarkeit“ vom nachwachsenden Rohstoff Holz in Deutschland doch relativ begrenzt⁸.

Vor zwei Jahren bauten wir drei größere Wohnblöcke zurück, deren viereinhalb Jahre alte Thermopenfenster (insges. 252 Stück, 3 davon waren schon vor Ausbau beschädigt) im Ersatzbau nicht weiter verwendet werden durften, weil sie nicht den zwischenzeitig verschärften Anforderungen entsprachen. Somit waren sie noch lange nicht am Ende ihrer Nutzungsdauer angelangt, hatten noch nicht einmal ihre eigene Produktion durch Einsparungen gerechtfertigt. Sie wurden an anderer Stelle wieder eingesetzt: 27 Stück verblieben in Deutschland und wurden im Sinne des Bauteilnetzes weitergegeben. So wurden alte Doppelglasfenster durch die Thermopenfenster ersetzt. Die restlichen Fenster wurden palettiert und über einen Zwischenhändler nach Rumänien verkauft.

Wir mussten auch schon Gebäude mit enorm guter Bausubstanz rückbauen, da die Anforderungen an die Renovierung zu hoch und die Konditionen für den Neubau über Förderungen verlockender waren. Dann zählen aber nicht ökologische, sondern vorwiegend ökonomische Aspekte.

⁸ <http://www.br.de/mediathek/video/sendungen/unter-unserem-himmel/unter-unserem-himmel-134.html>



Das Wichtigste zum Schluss: Rückbau rechnet sich

Nach ein paar Beispielen aus der Baustellenpraxis komme ich nun zum Thema des Vortrags zurück:

„Es rechnet sich doch“. Wenn wir jetzt den ökologischen Teil ausklammern, verbleibt der ökonomische Ansatz.

Wird heute ein Rückbau vorgenommen, ist anzuraten, die Gebäude vorab komplett zu entkernen (s. Abb. 3). Anzuraten ist es deshalb, weil eine nachträgliche, zumeist maschinell erfolgende Sortierung des Bauschutts, der ja letztlich für ein hochwertiges Recycling sortenrein anfallen soll, wegen der Vermengung nicht mehr zufriedenstellend realisierbar ist. Ein derartiges Material kann dann nach BMVBS (2011) nur mehr minderwertig, z. B. in technischen Bauwerken des Erd- und Straßenbaus, anstatt auf gleicher Produktstufe (z. B. Beton zu Beton, Ziegel zu Ziegel oder Ziegel zu Ziegelsplitt, s. hierzu auch Abb. 5) verwertet werden.



*Abb. 3: Dieses Gebäude war einem Brand zum Opfer gefallen. Wir bauten es zurück, nachdem alle Brandschutt-Bestandteile entfernt waren (s. Abb. 4). Ein Großteil der Ziegel lässt sich wiederverwenden.
(Foto Pacello)*



Abb. 4: Der Brandschutt liegt vor Regen geschützt noch unter einer Plane und wartet auf die fachgerechte Beseitigung. (Foto Pacello)

Nachdem alles raus muss, auch das nicht Mineralische, wie Türen, Fenster, Böden, Einbauten, Kabel, Isolierungen, Holz etc., im Einzelnen auch gefährlich belastetes Material, ist der Schritt zum Rückbau für eine erneute Verwendung weiterer Bauteile (eben auch Ziegel, s. Abb. 6 und 7) oder Baustoffe nur noch ein geringer Mehraufwand, der sich zumeist allein durch die Einsparung der Entsorgung der Materialien rechnet.



*Abb. 5:
Um an die Ziegel
oder den Beton zu
kommen, müssen
Putz und Tapeten
entfernt werden.
(Foto Pacello)*



Abb. 6: Manuelle Trennung noch brauchbarer Ziegel aus dem Bauschutt und eine Palettierung derselben; eine Säuberung der Ziegel ist nicht notwendig. (Foto Pacello)



*Abb. 7:
Zwischengelagerte,
wieder verwendbare
Ziegel
(Foto Pacello)*



Abb. 8: Zwischengelagerte, auch in großer Menge generierbare, wieder verwendbare Dachziegel (Foto Pacello)

Aus unternehmerischer Sicht zählen für mich als Abbruchunternehmerin natürlich die Verringerung der Abfallmenge und die damit verbundenen Entsorgungskosten, die einen nicht unerheblichen Anteil der Abbruchkosten ausmachen – vorausgesetzt, man entsorgt alles sauber. Das rechtfertigt den Mehraufwand für die erforderliche Entkernung und für die durch den selektiven Rückbau ermöglichte Sortenreinheit der verwertbaren Bauteile und Baustoffe.

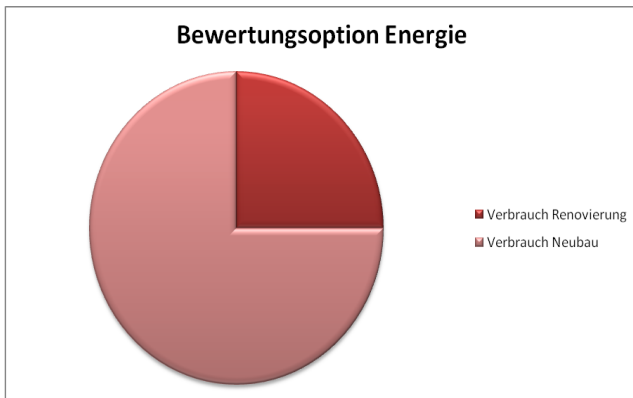


Abb. 9: Bisheriger Anteil benötigter Energie für die Renovierung/Komplettanierung des ersten Gebäudes aus dem Vierkant-Pfarrhof im Verhältnis zum Energieaufwand für einen alternativen Neubau (eigene Daten)

Abbildung 8 zeigt den bisherigen Anteil benötigter Energie für die Renovierung/Komplettanierung des ersten Gebäudes aus dem Pfarrhof (s. Abb. 1 und 2) im Verhältnis zum Energieaufwand für einen alternativen Neubau (einschließlich der Energie für die Herstellung der Baustoffe, wie Zement etc.). Da das Fundament mit frischem Material unterfangen werden musste, wird die weitere Sanierung noch mehr zugunsten der Renovierung ausfallen.

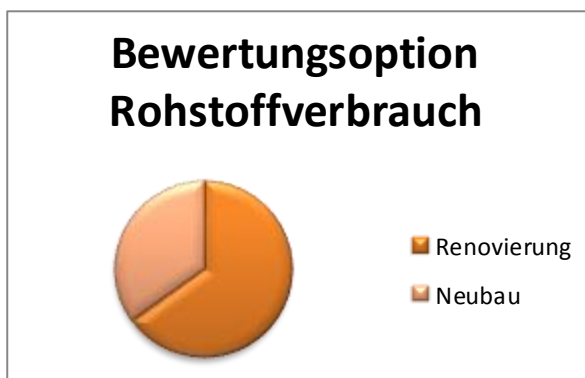


Abb. 10: Anteile bisher benötigter Rohstoffe für die Renovierung/Komplettanierung des ersten Gebäudes aus dem Vierkant-Pfarrhof an Stelle derjenigen für einen Neubau (gewichtsbezogener prozentualer Anteil, eigene Daten)

Abbildung 9 zeigt die Anteile bisher benötigter Rohstoffe für die Renovierung/Komplettanierung des ersten Gebäudes des Vierkant-Pfarrhofes (s. Abb. 1 und 2) an Stelle derjenigen für einen Neubau. Dazu gehören sowohl mineralische als auch organische Bauteile. Auch hier gilt, dass sich das Verhältnis des Rohstoffverbrauchs für die Renovierung und zuungunsten des Neubaus nur noch verbessern kann.

Die Wiederverwendung und das Recycling unterscheiden sich in der Regel signifikant beim Energieaufwand. Wiederverwendet wird ein Baustoff/Bauteil, wenn dieser/dieses 1:1 wieder eingesetzt werden kann. Kann Recyclingmaterial als gemischter Baustoff nur minderwertig eingesetzt werden, werden für den Gebäudeneubau wiederum neue Rohstoffe ge- bzw. verbraucht.

Bei der Verwertung gilt es Cradle-to-Cradle-Produkte von einem normalen Recycling zu unterscheiden:



Bei einem Cradle-to-Cradle-Produkt⁹ reduziert sich der Rohstoffverbrauch auf ein Minimum noch notwendiger Zuschlagsstoffe. Ein Cradle-to-Cradle-Produkt benötigt ferner sehr wenig Energie, ein für das Recycling aufzubereitendes Material dagegen sehr viel mehr. Cradle-to-Cradle-Produkte entsprechen einmal der „Vorbereitung zur Wiederverwendung“ (s. § 3 Abs. 24 KrWG). Es handelt sich um „Verwertungsverfahren der Prüfung, Reinigung oder Reparatur, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfällen geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wieder für denselben Zweck verwendet werden können, für den sie ursprünglich bestimmt waren.“ Im vorliegenden Falle sind es die genannten Ziegel, Dachziegel, Balken etc. Zum anderen handelt es sich bei Cradle-to-Cradle-Produkten um hochwertige Recyclingvorgänge mit einer Wiederverwertung auf gleicher Produktstufe (s. oben). Schwieriger schon ist es, etwas rückstandsfrei, ohne Energieaufwand zu entsorgen.

Bei Abfällen, die als Recyclingmaterial (RCM) genutzt werden können, reduziert sich der Rohstoffverbrauch um die Menge der wiedereingesetzten RCM. Soweit zur Theorie, in der Praxis ist es bedauerlicherweise so, dass unsere Baustoffe, wenn überhaupt, nur die Eigenschaft für das Recycling mitbringen. So, wie die Verwertung noch in viel zu vielen Fällen läuft, sollte man eher von Downcycling sprechen. Auch das BMBVS (2011) bezeichnet eine Verwertung gemischter mineralischer Baustoffe aus dem herkömmlichen Abbruch als minderwertig. Selbst bei einer hochwertigen Verwendung von RC-Beton, sind immer noch neue Zusätze und Rohstoffe, unabhängig vom Energieverbrauch, notwendig, um neue Produkte daraus herstellen zu können. Mindestens genauso zielführend wie die Vermeidung von Rückbauten wäre die Konzipierung neuer Baustoffe, die als Cradle-to-Cradle-Produkte sowohl energetisch, als auch statisch die Rohstoffe betreffend das Maximum an Lebenszeit, Energie- und Rohstoffeinsparung sowie Umweltfreundlichkeit erreichen.

Quellen

BMVBS: „Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) – Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude“, Steckbrief 4.1.4, Berlin 2011

⁹ Abfälle werden möglichst in einem ständigen Kreislauf für die Herstellung neuer Produkte wiederverwendet/-verwertet, mehr unter https://de.wikipedia.org/wiki/Cradle_to_cradle



Anlage Energieverbrauch Ziegel und Holzfenster

- Beispiel Ziegelstein:
- Energieverbrauch zum Rückbau
 - Energieverbrauch zum Laden für den Abtransport
 - Energieverbrauch Abtransport zu Recyclinganlage/Verfüllung
 - (Energieverbrauch für den Transport innerhalb d. RC-Anlage v. dem Recycling)
 - (Energieverbrauch zum Recycling)
 - (Energieverbrauch für den Transport innerhalb d. RC-Anlage n. dem Recycling)
 - (Energieverbrauch für Transport zur Wiederwendung des RC-Materials)
 - Energieverbrauch zur Generierung neuer mineralischer Grundstoffe
 - Energieverbrauch für den Transport der Grundstoffe zur Ziegelei
 - Energieverbrauch allgemein Ziegelwerk
 - Energieverbrauch zur Produktion des Ziegel im Ziegelwerk
 - (Energieverbrauch zur Generierung der Dämmstoffe für den Ziegel inkl. Transport & Verpackung)
 - Energieverbrauch für den Transport des Ziegels innerhalb des Werks
 - Energieverbrauch für Verpackungsmaterialien für die Ziegel inkl. Transport
 - Energieverbrauch für den Transport der Ziegel zum Händler
 - Energieverbrauch für den Transport der Ziegel zum Endkunden
 - Energieverbrauch zur Generierung von Bindemitteln für das Mauern inkl. Verpackung und Transport
 - Energieverbrauch für den Transport der Maurer zur Baustelle
 - Energieverbrauch für Maschinen z. B. Kran
-
- = Energieverlust Neubauziegel



Beispiel Holzfenster: gewonnene thermische Energie aus Fenster abzgl.

- Energieverbrauch Rückbau/Ausbau des Fensters
 - Energieverbrauch Transport zu thermischen Anlage
 - Energieverbrauch bis zur Eingabe in die thermische Anlage
 - Energieverbrauch bis zur Enddeponierung der Schlacke
 - Energieverbrauch Prozessor für das Roden
 - Energieverbrauch für Abtransport zum Sägewerk
 - Energieverbrauch Holzbearbeitung (Zuschnitt)
 - Energieverbrauch Holz Trocknung
 - Energieverbrauch allgemein Sägewerk (Licht/Büro)
 - Energieverbrauch Abtransport zum Fensterhersteller evtl. via Zwischenhändler
 - Energieverbrauch Holzzuschnitt
 - Energieverbrauch zur Generierung für Zusatzstoffe die bei Herstellung benötigt werden
 - Energieverbrauch Transport der Zusatzstoffe zum Fensterhersteller evtl. via Zwischenhändler
 - Energieverbrauch allgemein Fensterhersteller
 - Energieverbrauch zum Kunden via Zwischenhändler
-
- = Energieüberschuss/Energieverlust?

