

Umweltgerechtes Bauen

Vermeidung von Abbruchabfällen – Wiederverwendung gebrauchter Bauteile beim Neubau eines Wohngebäudes



abfall



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Umweltgerechtes Bauen

Vermeidung von Abbruchabfällen – Wiederverwendung gebrauchter Bauteile beim Neubau eines Wohngebäudes

Abfall

UmweltSpezial

Impressum

Vermeidung von Abbruchabfällen – Wiederverwendung gebrauchter Bauteile beim Neubau eines Wohngebäudes

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: 0821 9071-0

Fax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung/Text/Konzept:

Katrin Frische, agmm Architekten + Stadtplaner, Lazarettstraße 4, 80636 München

Redaktion:

LfU, Referat 32, Dr. Ulrich Lottner

Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt

agmm Architekten + Stadtplaner, Lazarettstraße 4, 80636 München: Abbildungen 7, 9-14, 16-18

Druck:

Die Broschüre steht nur als elektronische Version zur Verfügung.

Stand:

Juli 2013

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
2	Einführung und Grundlagen	6
3	Auftrag	9
4	Lage des Dreifamilienhauses	10
5	Konzept zu Abbruch und Errichtung	10
6	Bis Ende 2011 umgesetzte Maßnahmen	11
7	Maßnahmen bis Abschluss des Neubaus Mai 2013	15
8	Bauen mit Spolien und Möglichkeiten der Optimierung	18
9	Ausblick	21
10	Grundlegende Quellen	22

1 Zusammenfassung

Umweltgerechtes Bauen umfasst nicht nur die Energieeffizienz beim Bauen und der Gebäude, sondern auch die Ressourcenschonung und die CO₂-Einsparung in Verbindung mit dem Erhalt von Bausubstanz. Über den Erhalt von Gebäuden durch Modernisierung, den Teilerhalt von Gebäuden durch Einbeziehung in die Planung von Folgebauten oder die Wieder- und Weiterverwendung von Bauteilen lassen sich Abbruchabfälle reduzieren. Weltweit entstehen die größten Abfallmengen durch den Abbruch von Gebäuden, vom Bodenaushub einmal abgesehen.

Vermiedener Abbruch spart neben Primärressourcen für Ersatzbauten Energie und Wasser sowie klimarelevante Emissionen. Eine höhere Bauqualität von Gebäuden ermöglicht in der Regel auch deren längeren Lebenszyklus. Je länger sich dieser erstreckt desto kleiner wird der „Ökologische Rucksack“ aus der seinerzeitigen Errichtung des Gebäudes. Abbruch- und Neubautätigkeiten verbrauchen große Mengen an Energie, die eine noch verbleibend geringere Energieeffizienz beim Weiterbetrieb eines modernisierten Gebäudes im Vergleich zu einem Neubau über die Jahre vermutlich auch übersteigen können. Insofern sollte der Erhalt von Bausubstanz aus Gründen der Energieeffizienz, des Klima- und des Ressourcenschutzes soweit möglich bei Änderungsplanungen Berücksichtigung finden.

Das „bauteilnetz Deutschland“ stellt Kalkulationsgrundlagen zur Berechnung des Verhältnisses zwischen dem Energieverbrauch durch Neuproduktion und demjenigen durch Erfassung und Aufarbeitung der gebrauchten Bauteile, jeweils unter Einbeziehung der Logistik, zur Verfügung. Ist der Abbruch unvermeidbar, können darüber hinaus durch den getrennten Rückbau der unterschiedlichen, einzeln höherwertig rezyklierbaren Baustoffe und deren Einsatz in Nachfolgebauten Energie und Wasser sowie klimarelevante Emissionen eingespart werden.

Thema vorliegenden Berichts ist der Bereich der Wieder- oder Weiterverwendung gebrauchter Bauteile. In München-Milbertshofen wurde der Bau eines Dreifamilienhauses unter Hinzuziehung derartiger Bauteile, sogenannter Spolien, realisiert. Architekt und Bauherren standen einem solchen Experiment offen gegenüber. Das Konzept für den Neubau sah den Einsatz von Spolien in allen Bereichen vor, in denen sich deren Nutzung als sinnvoll erwies, ohne dem Neubau dabei ein Secondhand-Image zu verleihen. Innovativ ist ein solches Bauvorhaben auch deshalb, weil sich die Planung gewissermaßen flexibel den Möglichkeiten des Erwerbs gebrauchter Bauteile anpassen muss. Als Grundfundus dienten Bauteile aus einem inzwischen abgerissenen Nachbarhaus.

Die weitere Suche nach tauglichen Spolien gestaltete sich als schwierig, vor allem in Ermangelung von Bauteilbörsen in der Region München oder entsprechenden Regelungen zum Austausch von Spolien. Die nächstgelegenen Bauteilbörsen Augsburg und Weißenburg konnten nicht oder nicht mehr mit geeignetem Material dienen, weil sie während oder gegen Ende des Bauvorhabens geschlossen wurden. Da bei der Besorgung der Spolien stets die Energieeffizienz im Auge zu behalten ist, sollten diese aus der näheren Umgebung stammen. Möglichkeiten eröffnen sich durch digitale Gebrauchtwarenmärkte wie eBay, Quoka etc.

Das mangelnde Angebot an gebrauchten Bauteilen zeigt, wie wichtig eine Bauteilbörse für München gerade vor dem aktuellen Bauboom wäre. Die umweltpolitischen Ambitionen der Stadt geben Anlass zur Hoffnung, dass sich eine Bauteilbörse kommunal oder in Zusammenarbeit mit karitativ-gemeinnützigen Trägern realisieren lässt. Hilfreich wäre auch eine Dienstleistungsstelle, bei der Bau- und Abbruchvorhaben koordiniert werden, um Nachfragen nach gebrauchten Bauteilen bedienen zu können.

2 Einführung und Grundlagen

Weltweit werden infolge Bautätigkeiten vor allem in Boom-Regionen enorme Mengen an Ressourcen wie (Meeres-)Quarzsand¹ und Kies sowie Kalk, Ton und Eisenerz oder -schrott für den Zement und Entsprechendes für die Glas- und Stahlherstellung verbraucht. Andererseits entsteht die größte Abfallmenge durch Abbruchtätigkeiten². So lag beispielsweise in Bayern 2010 das Gesamtabfallaufkommen an Bauschutt aus dem Gebäudeabbruch mit 8,6 Mio. t weit über demjenigen an Siedlungsabfall aus Haushalten und Kleingewerbe mit 6,4 Mio. t³. Fortschritte bei der Vermeidung von Abbruchabfällen wären hier daher umso wirksamer.

Die Bundesregierung hat 2002 mit den „Perspektiven für Deutschland“ eine nationale Nachhaltigkeitsstrategie beschlossen (BMU 2013). Danach ist Nachhaltigkeit politisches Leitprinzip in allen Politikfeldern. So soll die Energie- und Rohstoffproduktivität bis 2020 gegenüber 1990 bzw. 1994 verdoppelt werden. Steigende Wirtschaftsleistung soll nicht mit einem höheren Energieverbrauch einhergehen. Beide sind soweit irgend möglich voneinander zu entkoppeln⁴. Die Energie- und Rohstoffproduktivität lässt sich auch zur Ressourceneffizienz zusammenfassen. Jedes Produkt, im vorliegenden Falle Bauwerke, führt bei seiner Erstellung zu Eingriffen in die Umwelt (Ressourcenverbrauch, Freisetzung von Emissionen etc.). Diese Eingriffe bleiben dem Produkt verbunden, man spricht auch von einem „Ökologischen Rucksack“⁵. Je länger beispielsweise ein Bauwerk / ein Gebäude in Gebrauch ist, desto kleiner wird in der Regel dieser virtuelle Rucksack aus seiner Erstellung. Aber auch der spätere Betrieb infolge Verbrauchs von Ressourcen füllt den Rucksack, in Abhängigkeit der Qualität des Gebäudes.

Lässt sich auf Dauer nicht das ganze Gebäude/Bauwerk erhalten (s. Abb. 1 und 2), sondern nur Anteile desselben (s. Abb. 3 bis 5) oder wenigstens einzelne Bauteile (s. Kap. 6), werden entsprechend Abfälle vermieden, können Ressourcen, Energie und Emissionen eingespart werden.



Abb. 1: Abfallvermeidung bei großen...: Private und gewerbliche Lofts im Industriedenkmal; hier wurden gegen 100 % Abbruchabfall vermieden.



Abb. 2: und kleinen Gebäuden: Ehemalige Siedlerhäuschen wurden zu schmucken, modernen Eigenheimen (Fotos LfU).

¹ s. <http://www.arte.tv/de/krieg-um-den-sand/7459746.CmC=7459738.html>

² Fridolin Krausmann et al. (2009): *Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century*, Ecological Economics Vol. 68, Nr.10: 2696-2705; <http://www.baulinks.de/webplugin/2011/0981.php4>

³ s. LfStaD Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (2012): www.statistik.bayern.de/statistik/umwelt/

⁴ s. www.bmu.de/themen/strategien-bilanzen-gesetze/nachhaltige-entwicklung/strategie-und-umsetzung/nachhaltigkeitsstrategie/

⁵ s. http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/schmidt_bleek_mips_konzept_971.htm

Bestehendes in Neuplanungen zu integrieren, ist die Kunst des Architekten und auch Städteplaners (s. Abb. 6). In Einzelfällen sollten Integrationen von Alt und Neu sogar als „Kunst am Bau“ bewertet werden dürfen.



Abb. 3: Stahlbetonständer einer ehemaligen Kaserne zur weiteren Verwendung (hier wurden etwa 30 % Abbruchabfall vermieden) für...



Abb. 4: ...ein Seniorenheim (Fotos LfU)



Abb. 5: ehemalige Betonrollbahn nach „Vorbereitung zur Wiederverwendung“ (hier Weiterverwendung) als landschaftsbildnerisches Element (Foto LfU)

Auch landschaftsbildnerisch können Elemente ehemaliger Bauwerke hochwertig anstelle frischer Materialien eingesetzt werden (s. Abb. 5).

Darüber hinaus wäre ein der Situation angepasster Einsatz in Gabionen denkbar.



Abb. 6:
Ein erhaltenswertes
Maschinenhaus wurde
hier beispielgebend
über einen Glasbau mit
einem modernen Ge-
bäude verbunden.
(Foto LfU)

Die DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt förderte von 2006 bis 2009 mit Mitteln der Bundesregierung den Aufbau eines bundesweiten Netzwerkes zur Wieder- oder Weiterverwendung von Bauteilen. So wurde das „bauteilnetz Deutschland“ ins Leben gerufen, das von Bremen aus betreut wird, sich in der Fläche aber weiterhin im Aufbau befindet. Seit 2011 unterstützt die DBU interdisziplinäre Kommunikation und Weiterbildungsmaßnahmen im Zusammenhang mit den Aktivitäten des Bauteilnetzes. Das „bauteilnetz Deutschland“ wurde von der UNESCO mehrfach für nachhaltige Bildung und den bewussten Umgang mit endlichen Ressourcen ausgezeichnet⁶. Es ist wiederum Mitglied im URBAN MINING e.V.⁷.

Seit November 2008 fordern das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union auf Vorschlag der Kommission in ihrer EU-Richtlinie über Abfälle⁸ von den Mitgliedsstaaten, die Bemühungen zur Vermeidung von Abfällen zu verstärken und Abfallvermeidungsprogramme auszuarbeiten. Diese schließen die Bau- und Abbruchabfälle mit ein. Das Abfallvermeidungsprogramm des Bundes und der Länder ist in § 33 Kreislaufwirtschaftsgesetz von 2012 festgeschrieben. Das Bundeskabinett hat das Abfallvermeidungsprogramm des Bundes am 31. Juli 2013 verabschiedet⁹. Lässt sich die Produktgestalt durch Wieder- oder Weiterverwendung nicht bewahren, setzt die Abfallhierarchie des Kreislaufwirtschaftsgesetzes ein qualitativ hochwertiges Recycling als Ziel.

Das LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt hatte 2009 zum Thema „Architektur und Abfallwirtschaft“ Stellung bezogen und einen dringenden Handlungsbedarf zur Vermeidung von Bau- und Abbruchabfällen nach Menge und Schadstoffgehalt sowie zur hochwertigen stofflichen Verwertung abgeleitet¹⁰. Darin wird an die Verantwortlichkeit von Architekten und Bauingenieuren appelliert. Es darf hierbei auf bereits verwirklichte Planungen verwiesen werden (von Klot 2012).

⁶ s. www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/website/stdws_thema/bauteilnetz.html

⁷ s. <http://urban-mining.com/index.php?id=22>

⁸ s. Absatz 40 der Begründung zur [EU-Richtlinie über Abfälle](#)

⁹ s. www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/abfallpolitik/abfallvermeidung/

¹⁰ Lottner, U.: Architektur und Abfallwirtschaft.- In Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): [Umweltgerecht Sanieren und Bauen](#), Broschüre der Reihe UmweltWissen: S. 70-74 und [Poster](#), Augsburg 2009/2010

In seinem „Leitfaden für nachhaltiges Bauen“ von 2011¹¹ zeigt das BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Straßenentwicklung zahlreiche Ansätze der Problemlösung auf: Energetische Verbrauchsminimierung, Schonung von Naturräumen durch flächensparendes Bauen, kurze Transportwege der Baustoffe, gute Rückbaufähigkeit und CO₂-Einsparpotenziale sind nur einige der vielfältigen Aspekte des nachhaltigen Bauens. Der Leitfaden wird ergänzt durch Steckbriefe zur Bewertung einer Nachhaltigkeit beim Bauen (BMVBS 2011). Danach ist auch ein selektiver Rückbau einzelner Baustoffe unumgänglich, um eine hochwertige Verwertung des Materials im selben Produktzyklus sicherstellen zu können.

3 Auftrag

Diese Ansätze sind beim Münchner Architekten Patric Franz Meier (agmm architekten + Stadtplaner) auf offene Ohren gestoßen. Meier hatte sich bereits in seiner Diplomarbeit mit dem Thema der Wiedernutzung gebrauchter Bauteile in Neubauten auseinandergesetzt und dieses in verschiedene Wettbewerbsideen hineingetragen¹². Mit dem Bauvorhaben in München-Milbertshofen ergab sich nun die Möglichkeit, diese Ideen auch in die Tat umzusetzen und zu erproben, inwieweit sich gebrauchte Baumaterialien für einen Neubau, in diesem Falle ein Dreifamilienhaus, beschaffen und integrieren lassen.

Architekten sprechen bei der Wieder- und Weiterverwendung gebrauchter Bauteile von Spolien¹³. Diese sollen – so die Hypothese – den Bau mit ihrem teils ornamenthaften und remineszenten Charakter zunächst einmal aus ästhetischer Sicht bereichern, dem Haus einen eigenen Charakter fernab eines Baus von der Stange verleihen und künftigen Bewohnern ein Haus mit Geschichte vermitteln, diese sich mit ihrem Haus in besonderer Weise identifizieren lassen. Dass sich mit dem Einsatz von Spolien auch Abfälle vermeiden lassen, gibt dem Ganzen dann spätestens die Wendung zur Nachhaltigkeit.

Die Themen Ressourcenschonung und Ökologie waren auch den Bauherren sehr wichtig. Als sie bei der Suche nach einem für diesen Themenbereich offenen Architekten auf Patric Franz Meier stießen, wurde schnell klar, dass auf ihrem Grundstück etwas Außergewöhnliches im Sinne von Ressourcenschonung und nachhaltiger Bauweise entstehen sollte. So warb das Bauschild, auf dem Mitstreiter für das gemeinschaftliche Bauvorhaben gesucht wurden, mit dem Slogan: „Alles, außer gewöhnlich“.

Hoffnung der Beteiligten war und bleibt, dass dieses Projekt mit dazu beiträgt, die Architektur mit einer neuen Ästhetik aus der Verwendung gebrauchter Bauteile zu bereichern und gleichzeitig ökologisch richtungweisend und beispielgebend zu handeln. Für eine erweiterte Nachfrage bedarf es jedoch eines ausreichenden, später einmal flächendeckenden Angebots derartiger Bauteile. Das wird ohne vielfältige Hilfestellung seitens der Kommunen nicht möglich sein.

¹¹ Das Thema „Abfall und Recycling“ findet sich im Unterpunkt 2.4.9 Leitfaden Nachhaltiges Bauen unter http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Leitfaden_2011/LFNB2011.pdf, S. 69.

¹² Gödecke, J.-P. & Meier, P. (1990): Reihenhausbebauung in Habenhausen unter Verwendung von gebrauchten Materialien. Diplomarbeit Hochschule Bremen: 84 S.; vgl. auch http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/downloads/7/DAB_08-07_Bauteilnetz.pdf?tr=true

¹³ Spolien, von lat. spolium = Beute, Raub- oder Siegespreis, bezeichnen ursprünglich wiederverwendete, vielfach aus Beutegut stammende und noch gut erhaltene Bauteile, die sowohl dekorativ als auch symbolisch genutzt werden, s. <http://www.e-k-i-r.de/offenbach/evspoli.htm>). Zur modernen Wiederbenutzung gebrauchter Baumaterialien vgl. Hans-Rudolf Meier: Rückführungen. Spolien in der zeitgenössischen Architektur, in: Stefan Altekamp / Carmen Marcks-Jacobs / Peter Seiler (Hrsg.): Perspectives of Research on Spolia. Topoi. Berlin Studies of the Ancient World, Berlin 2010. Der Begriff wird hier synonym zu „gebrauchten Baumaterialien“ verwendet.

Abfallwirtschaftlich betrachtet geht es hier im Wesentlichen um die „Vorbereitung gebrauchter Bauteile zur Wiederverwendung“ in einem Neubau¹⁴, da die Bauteile vor dem Neueinsatz in der Regel aufgearbeitet werden müssen.

4 Lage des Dreifamilienhauses

Das hier dokumentierte Bauvorhaben eines Dreifamilienhauses wurde im Herzen von Milbertshofen, einem Stadtteil im Norden von München, unweit der Pfarrkirche St. Georg und des gleichnamigen Platzes realisiert (s. Abb. 7). Es handelt sich um ein gemischtes Viertel aus großen und kleinen Mehrfamilienhäusern. Um das Dreifamilienhaus herum herrscht eher der Charakter einer Gartenvorstadt.



Abb. 7:
Die Pfarrkirche
St. Georg unweit des
Bauvorhabens
(Foto LfU)

5 Konzept zu Abbruch und Errichtung

Auf dem 730 m² großen Grundstück wurde ein Neubau der Gebäudeklasse 3 mit drei Nutzungseinheiten von insgesamt 400 m² errichtet. Entstanden ist ein Niedrigenergiehaus (KfW 70), versehen mit Solarkollektoren zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung sowie mit einer Erdwärmepumpe. Parallel zu diesem Bau wurde im Rahmen einer Baugemeinschaft ein weiteres, aber konventionelles, Haus auf dem Nachbargrundstück errichtet. Auf diesem Grundstück stand bis dahin noch ein Altbestandshaus aus den 1930er Jahren, das auf Grund starken Befalls mit Schimmelpilz abgerissen werden musste (s. Abb. 8). Der Abbruch geschah konventionell, also ohne Ansatz eines getrennten Rückbaus zur Gewinnung einzelner Baumaterialien, wie Beton, Ziegel etc. im Sinne des URBAN MINING e.V.¹⁵ (vgl. auch Abb. 24).

Neben der energetischen Verbrauchsminimierung und dem Einsatz erneuerbarer Energien sollte mit dem hier dokumentierten Bauvorhaben auch der Weg zu einer nachhaltigeren Bauweise über die Nutzung gebrauchter Baumaterialien besritten werden. Das Konzept sah den Einsatz von Spolien in all

¹⁴ vgl. § 3 Abs. 24 KrWG: http://www.gesetze-im-internet.de/krwg/_3.html

¹⁵ s. <http://urban-mining-verein.de/>

den Bereichen vor, in denen sich deren Nutzung in einem Neubau als gangbar erweist, ohne ihm dabei den Charakter eines „Hauses aus Zweiter Hand“ zu verleihen. Innovativ ist das Bauvorhaben auch deshalb, weil sich die Bauplanung und die Genehmigung derselben in einem gewissen Rahmen flexibel den Möglichkeiten, auf dem Markt gebrauchte Bauteile zu erwerben, anpassen konnte und durfte.



Abb. 8: Konventioneller Abbruch eines Altbaus auf dem Nachbargrundstück, aus dem einige der erhaltenen Bauteile stammen.



Abb. 9: Zwischenlagerung von Balken zur späteren Verwendung unter einer Plane im Garten (Foto LfU)

Ein wichtiges Anliegen war es zudem, die Energieeffizienz auch bei der Beschaffung und Aufarbeitung der Bauteile nicht aus den Augen zu verlieren. Auf Materialien aus entlegeneren Abbruchgebäuden oder Bauteilbörsen sollte wegen der mit den Transportwegen einhergehenden negativen Umweltbilanz weitestgehend verzichtet werden. Der Energieaufwand zur Aufarbeitung der Bauteile sollte zu denen aus einer Neuproduktion in einem vernünftigen Verhältnis stehen.

Da sich Angebot und Nachfrage nach Spolien selten zeitlich decken, müssen Zwischenlagermöglichkeiten gefunden werden, die nicht zu wesentlichen Mehrkosten führen. Im vorliegenden Fall bot der große Garten (s. Abb. 9) und ein Gartenhaus improvisierte Möglichkeiten der Lagerung, die aber auch zum Verlust von Spolien führten (s. Fenster unter Kap. 7).

6 Bis Ende 2011 umgesetzte Maßnahmen

Der eigentlich für Anfang Sommer 2011 terminierte Baubeginn für beide Häuser, musste wegen finanzieller Zwänge nach hinten verschoben werden. Die Kellergeschoße wurden aber noch 2011 fertiggestellt, der Bau nach der Frostperiode 2012 fortgeführt.

a) Beschaffung gebrauchter Bauteile

Im vorliegenden Fall war der Grundfundus der Spolien durch das Altbestandshaus auf dem Nachbargrundstück gesichert. Vor dem Abbruch des Hauses konnten zahlreiche Gegenstände hieraus geborgen werden, wie

- Windfang (Metallkonstruktion ohne Betonsockel und Glas): s. Abb. 10 und 11
- Fliesen aus Bädern und Eingangsbereich: s. Abb. 12
- Treppe: s. Abb. 13
- Holztüren: s. z. B. Abb. 14
- Dachbalken.



Abb. 10: Windfang vor der Bergung



Abb. 11: ...und nach der Bergung (ohne Glas)



Abb. 12: Ausbau von Fliesen



Abb. 13: Innentreppe vor der Bergung



Abb. 14: Tür vor der Bergung

Erste externe Anlaufstelle waren die regionalen Bauteilbörsen, die im „bauteilnetz Deutschland“ zusammengeschlossen sind¹⁶. Mithilfe eines Bauteilkatalogs kann hier nach gebrauchten Bauteilen gesucht werden. Dank des persönlichen Kontakts zur Initiatorin der Bauteilbörsen, Frau Dechantsreiter in Bremen, konnte das Projektteam auf einen Posten großer Glaselemente für den Innenraum aus dem Rückbau eines Münchner Bürohauses aufmerksam gemacht werden. In Absprache mit den Bauherren wurden diese kurzerhand gekauft und vom Abbruchunternehmen zum Grundstück geliefert. Der Bauplan wurde vom Architekten dann dahingehend angepasst, dass die Elemente einen sinnvollen Platz im Neubau fanden.

Des Weiteren wurde eine Liste über gewünschte Bauteile erstellt und an die nahegelegenen Bauteilbörsen in Weißenburg und Augsburg mit der Bitte versandt, über hereinkommende Materialien benachrichtigt zu werden.

Auch verschiedene Abbruchunternehmen der Region wurden schriftlich über das Projekt und die damit einhergehende Produktsuche in Kenntnis gesetzt. Die Resonanz blieb jedoch verhalten. Die meis-

¹⁶ Dem Bauteilnetz gehören derzeit elf regionale Bauteilbörsen an, s. <http://www.bauteilnetz.de/>.

ten gaben pauschal an, den Wünschen nicht nachkommen zu können, mit dem Hinweis, dass „ein Haus heutzutage bereits leer geplündert ist, bevor der Abbruchunternehmer das Haus betritt“ (Zitat eines Münchner Unternehmens). Hier muss also noch Aufklärungsarbeit geleistet werden, besonders bezüglich des Wertes heute vordergründig als unpassend erscheinender „historischer“ Bauteile.

Weiterhin lief die Suche nach gebrauchten Bauteilen über digitale Gebrauchtmärkte wie eBay, Quoka etc. Dort wurden verschiedene Artikel als Suchanfragen verankert, mit der Bitte um umgehende Benachrichtigung, sobald ein Suchobjekt im Großraum München angeboten wird. Dies betraf folgende Bauteile: Gartenzaun, Garagentor, Kellertür, Fliesen, Sanitäranlagen, Parkett, Balkonbalustrade und Dachziegel. Verhandlungen um einen diesbezüglichen Resteposten aus einer Geschäftsauflösung scheiterten leider an den überhöhten Preisvorstellungen des Anbieters.

Eine besondere Initiative wurde zur Beschaffung von Fenstern ergriffen: Der Einbau gebrauchter Fenster kommt im Hinblick auf die energetischen Werte nicht in Frage. Bei einem so entscheidenden Posten sollte aber trotzdem nicht auf konventionelle Neuware zurückgegriffen werden. So stellte sich die Frage der Suche nach Ausschussware für dieses Segment. Hierzu wurden alle einschlägigen Fensterfirmen in Süddeutschland unter Verweis auf das Projekt angeschrieben. Leider blieb auch diese Initiative ergebnislos.

b) Kontakte

Neben bereits erwähnten Kontakten zu Abbruchunternehmen, dem „bauteilnetz Deutschland“ sowie vom LfU hergestellten persönlichen Verbindungen zu den Bauteilbörsen in Augsburg und Weißenburg, die in erster Linie der Beschaffung der Spolien dienen sollten, wurden zum Zweck der Wiederaufarbeitung der Materialien früh Kontakte zu Münchner Handwerks- und Qualifizierungsbetrieben geknüpft (2002 auch als karitativ-gemeinnützige Organisationen, kurz KGOs, in die Literatur eingeführt¹⁷). Das geschah aus der Überzeugung heraus, dass diese perspektivisch eine tragende Rolle im Tätigkeitsgebiet des Spolienbaus spielen könnten und sollten. Denn zum einen entspricht es dem Gedanken der Nachhaltigkeit, Handwerker aus Qualifizierungsbetrieben in das Baugeschehen einzubeziehen und somit deren Chancen auf Wiedereingliederung in den ersten Arbeitsmarkt zu erhöhen. Und zum anderen könnten Qualifizierungsbetriebe mit dem Ausbau und der Wiederaufarbeitung gebrauchter Bauteile einen Tätigkeitsbereich besetzen, der durch den ersten Arbeitsmarkt bisher kaum besetzt ist, weil er marktwirtschaftlich tendenziell unrentabel ist.

Im Zuge dieser Überlegungen kam als Ansprechpartner zunächst die Münchner Arbeitsgemeinschaft Arbeitsförderungsinitiativen (Mag Afi) in Frage, der das Projekt vorgestellt wurde und die gebeten wurde, geeignete Betriebe vorzuschlagen. Aus dieser Initiative ging der Kontakt zu verschiedenen Münchner KGOs hervor.

So liefen Kooperationen mit der Münchner Holzwerkstatt ProNova¹⁸, einem Beschäftigungs- und Qualifizierungsbetrieb für psychisch beeinträchtigte und behinderte Menschen, und dem Malerfachbetrieb der „diakonia GmbH“ in München¹⁹. Dieser hatte zunächst eine Tür (s. Abb. 15) aus dem Altbestandshaus wiederaufgearbeitet und eine Kostenkalkulation hierfür erstellt. Die Arbeit war bei den Bauherren wie dem Architekten auf große Zufriedenheit gestoßen, so dass der Betrieb auch den Folgeauftrag für den Ausbau der weiteren Türen und der Treppe, das Lackieren der Türen und deren Wiedereinbau erhielt.

¹⁷ s. http://www.abfallratgeber.bayern.de/publikationen/doc/vermeidung/tat_gebrm.pdf

¹⁸ s. www.perspektive-muenchen.de/content/holzwerkstatt-pronova

¹⁹ s. www.diakonia-malerfachbetrieb.de/indexb.php



Abb. 15:
Geborgene und bereits
überarbeitete Tür

Ferner wurde der Kontakt zum Bayerischen Fernsehen (BR) gesucht, um dem Projekt auch Öffentlichkeit zu verschaffen (s. Abb. 16). Diese ist sicher von großer Bedeutung für die Zukunft des Spolien-Bauens. Das Bayerische Fernsehen hat das Bauvorhaben in seine Sendestaffel „Vor Ort. Die Reportage“ aufgenommen, gedreht und gesendet²⁰.

²⁰ s. www.br.de/fernsehen/bayerisches-fernsehen/programmkalender/sendung552958.html und www.br.de/fernsehen/bayerisches-fernsehen/sendungen/vor-ort-die-reportage/abenteuer-bauen-122.html



Abb. 16:
Birgit Eckelt vom BR im Gespräch mit dem Architekten und Katrin Frische, die das Bauvorhaben für das LfU dokumentierte (Foto LfU).

7 Maßnahmen bis Abschluss des Neubaus Mai 2013

Das Bauvorhaben in Milbertshofen wurde im Mai 2013 beendet. Die Wohnungen sind inzwischen bezogen. Das Bauen unter Hinzuziehung gebrauchter Bauteile, sogenannter Spolien, hat sich in der Umsetzung als äußerst schwierig erwiesen. Dies ist in allererster Linie dem Kostendruck geschuldet, dem die Bauherren ausgesetzt waren. Mit dem Kostendruck einher ging ein massiver Zeitdruck, der spätestens mit Einsetzen der Bauphase keinen Raum mehr dafür ließ, sich weiterhin mit der Suche, Beschaffung, Aufarbeitung, Lagerung und dem Einbau gebrauchter Bauteile zu beschäftigen.

Im Milbertshofener Bau wurden einzig und allein die gebrauchten Bauteile weiterverwendet, die bereits zur Planungsphase vorhanden und damit von vornherein in den Bauplan integriert waren. Dazu gehörten die Treppe und die Türen aus dem nachbarlichen Abbruchhaus sowie die Innenfenster, die über das „bauteilnetz Deutschland“ vermittelt wurden. Der Windfang, der ebenfalls zur Weiterverwendung und Aufarbeitung vorgesehen war, ist leider beim Abbruch „unter die Räder geraten“, wurde dadurch so schwer beschädigt, dass seine Aufarbeitung unmöglich wurde. Die Fliesen sind eingelagert für einen Einbau bei anderer Gelegenheit. Die Balken lagern im Garten und warten noch auf eine Verwendung.

Damit wurden nur Bauteile für den Innenausbau wieder- oder weiterverwendet. Nach Außen ist damit nicht zu erkennen, dass es sich wegen der Spolien um ein besonderes Gebäude handelt.

Zahlreiche Bemühungen in der Planungsphase, an Bauteile zur Weiterverwendung oder zum Einsatz von Ausschussware zu gelangen, scheiterten aus unterschiedlichen Gründen:

Kontakte zu den Bauteilbörsen in Augsburg und Weißenburg:

Zu Beginn des Bauvorhabens wurde eine Liste mit Bauteilen erstellt, die für den Neubau benötigt wurden, darunter Dachziegel, Parkett, Fliesen, Türen etc. Zweimal kamen Angebote aus der Bauteilbörse in Augsburg, die aber von Bauherren und Architekten für das Bauvorhaben als unbrauchbar befunden wurden. Noch in der Planungsphase 2011 musste die Bauteilbörse in Weißenburg schließen. Die Bauteilbörse in Augsburg schloss Ende 2012.

Hier wäre es wünschenswert gewesen, eine gut strukturierte und organisierte Bauteilbörse in unmittelbarer Nähe zur Verfügung gehabt zu haben.

Bauteile von lokalen Abbruchunternehmen:

Auch hier spielt Zeit eine große Rolle, die einer Übertragung von Bauteilen an Dritte im Wege steht. Wird die Abbruchgenehmigung erteilt, ist in der Regel schnelles Handeln erforderlich und es fehlen die zeitlichen Spielräume für die Bekanntgabe und Bergung von Materialien aus den Abbruchhäusern. Wird ein altes Haus abgerissen, dann muss dieses in der Regel im Hinblick auf die teuren schweren Gerätschaften und die hohen Personalkosten unverzüglich erledigt werden. Es bleibt meist kein Raum für die sorgsame Durchsicht nach weiterverwendbaren Bauteilen, geschweige denn ihre behutsame Bergung. Ein weiteres Problem ist, dass die Abbruchunternehmer in der Regel nicht für die Bergung von Bauteilen geschult sind. Entsprechend gering war die Resonanz auf unsere Anfrage.

Suche von Bauteilen über das Internet:

Über ebay, Quoka und andere (digitale) Gebrauchtmärkte lassen sich gebrauchte Bauteile erwerben. Dieser Weg ist jedoch sehr mühsam und zeitintensiv. Zwar ergaben die Suchaufträge im Laufe der Zeit zahlreiche Angebote, es fehlte dann aber an Zeit, jedem Angebot nachzugehen und sich auch vor Ort ein Bild von den angebotenen Materialien zu machen. Hierbei wären kurzfristig auch die Bauherren einzubeziehen gewesen. Dieser Beschaffungsweg ist sicherlich der aufwendigste und ineffizienteste.

Beschaffung von Fenstern aus sogenannter Ausschussware:

Fenster sind ein entscheidender und essenzieller Posten in Neubauten. Spolien kommen hier in der Regel nicht in Frage, weil sie den energetischen Anforderungen nicht genügen. Somit kann man sich nur um sogenannte B-Ware bemühen, also um Fenster mit kleinen optischen Mängeln.

Hierzu wurden alle einschlägigen Fensterfirmen in Süddeutschland unter Verweis auf das Projekt angeschrieben. Diese Suche blieb aber erfolglos. Die angeschriebenen Firmen reagierten entweder gar nicht oder teilten mit, dass solcherlei Ausschussware nicht zur Verfügung stehe.

Im Folgenden werden die wiederverwendeten Bauteile beschrieben, die ihren Platz im Neubau gefunden haben:

Türen:

Vor Abbruch des Hauses wurden die Türen von der Holzwerkstatt ProNova geborgen. An einer Tür wurde die Aufarbeitung getestet. Wegen des guten Ergebnisses wurden auch die restlichen Türen sorgfältig geborgen und im Gartenhaus der Bauherren gelagert. Etwa vier Wochen vor Fertigstellung des Hauses wurden sie von der KGO abgeholt und aufgearbeitet, um dann im fertigen Haus eingesetzt zu werden. Die Türen stehen nun an ihrem Bestimmungsort und verleihen den Räumen eine angenehme Ausstrahlung (s. Abb. 17).



Abb. 17:
eingebaute Holztür
aus dem Abbruch-
haus und ein ehema-
liges Außenfenster
(s. Abb. 8)

Treppe:

Wie die Türen wurde auch die Treppe aus dem Abbruchhaus geborgen und im Gartenhaus der Bauherren gelagert. Im Gegensatz zu den Türen wurde die Treppe direkt vor Ort aufgearbeitet, das heißt geschliffen und lackiert. Es war für alle Beteiligten erleichternd festzustellen, dass das Holz während der langen Lagerungszeit keinen Schaden genommen hatte. Auch der Einbau verlief reibungslos (s. Abb. 18).



Abb. 18:
eingebaute Treppe
aus dem Abbruch-
haus (s. Abb. 4)

Fenster:

Durch Vermittlung des „bauteilnetzes Deutschland“ konnte in der Planungsphase ein Posten Innenfenster aus dem Rückbau eines Münchner Bürogebäudes übernommen werden. Auch dieser Posten hatte mehrere Monate den widrigen Lagerungsverhältnissen im Gartenhaus standzuhalten. Dabei ist leider die Mehrzahl der Fenster zu Bruch gegangen. Nur drei der insgesamt acht Fenster sind erhalten geblieben und konnten in das Haus eingesetzt werden. Diese Fenster verleihen dem Raum eine besondere Qualität (s. Abb. 19).



Abb. 19:
Als Innenfenster weiterverwendete ehemalige Außenfenster aus dem Rückbau eines Bürogebäudes in München

8 Bauen mit Spolien und Möglichkeiten der Optimierung

Der Anspruch, einen nicht unerheblichen Teil Spolien in einem Neubau mit einzusetzen, erweist sich in der Umsetzung diffiziler als vermutet. An erster Stelle ist hier die Unkalkulierbarkeit des Angebots an Spolien zu nennen. Während bei konventionellen Bauprodukten die Lieferzeiten und Herstellerquellen einigermaßen präzise in das Baugeschehen eingeplant werden können, muss bei gebrauchten Bauteilen flexibel reagiert werden. So ist es mehr oder weniger dem Zufall überlassen, welche Spolien einem wann zufallen. Auch die Kosten lassen sich nicht im Voraus festlegen, was sowohl den Preis für die Bauteile als auch deren Aufarbeitung und Einbau betrifft. Der Spolienbau wird aber in der Regel günstiger sein als ein herkömmlicher. Hier bedarf es von Seiten des Architekten und des Bauleiters eines Höchstmaßes an Flexibilität, Kreativität und Organisationstalent sowie seitens des Bauherrn einer guten Portion Vertrauen und Gelassenheit. Der Bauherr eines Spolienbaus kann sich noch weniger als derjenige eines konventionellen Baus vorstellen, wie dieser später einmal aussieht.

Die mangelnde Kalkulierbarkeit beim Spolienbauen hat auch Einfluss auf den Bereich der Logistik: Wann ist der richtige Zeitpunkt für den Einkauf eines Postens gebrauchter Dielen gekommen? Findet sich zu einem späteren Zeitpunkt möglicherweise noch ein geeigneterer / kostengünstigerer / qualitativ hochwertigerer Posten? Wie lässt sich der meist sehr spontan fällige Transport des Materials organisieren? Und vor allem: Wo lässt sich das Material sachgerecht lagern? Das Problem der Lagerung dürfte in München mit seinen hohen Grundstückspreisen im Vergleich zu anderen Orten besonders ausgeprägt sein.

Anzusprechen ist auch die Suche nach Handwerkern, die in der Lage und willens sind, gebrauchte Bauteile aufzuarbeiten und einzubauen. Dies ist zunächst einmal eine Frage des Könnens. Gerade auf dem Münchner Markt mit guter Auftragslage erweist sich diese Suche als äußerst schwierig. Wenn auch der Spolienbau noch kaum bekannt ist, dienen hier grundsätzlich die Handwerkskammern als Servicepartner. Es geht aber zudem um die Gewährleistungsfrage, die – sollte sich das Bauen mit gebrauchten Bauteilen weiter verbreiten – rechtlich geregelt werden müsste. Darüber hinaus sind viele Handwerker (besonders im Bereich Heizung und Sanitär) an Produkte bestimmter Firmen gebunden, von deren Beschaffung sie finanziell profitieren.



Abb. 20: Beispiele für Angebote...
- Sanitärausstattung



Abb. 21: ... in Bauteilbörsen:
- Parkett und Türen



Abb. 22: ...hier nur als Muster)
- Dachziegel, Glasbau-
und Trittsteine
(Fotos LfU)

Schließlich sei noch einmal die sehr zeitaufwendige Suche nach gebrauchten Bauteilen angesprochen. Beispiele aus dem Angebot einer Bauteilbörse, wie Sanitäreinrichtungen, Bodenbeläge wie z. B. Parkett, Türen sowie Glasbausteine, Trittsteine und Ziegel zeigen die Abbildungen 20 bis 22.

Dass es in München und Umgebung keine Bauteilbörse gibt, hat die Suche nach Bauteilen für das dokumentierte Vorhaben in Milbertshofen erheblich erschwert. Die zunächst noch beteiligten karitativ-gemeinnützigen Börsen in Augsburg und Weißenburg mussten während der Bauphase aus verschiedenen Gründen schließen.

Bauteilbörsen sollten künftig flächendeckend zur Verfügung stehen. Die öffentliche Hand hat nach Abfallwirtschaftsplan Bayern (siehe dort Teil I Abs. 5.1 und Kap. III 1.1 der Begründung) vorbildhaft dazu beizutragen, dass die abfallwirtschaftlichen Ziele – so in erster Linie die Vermeidung von (Abbruch-)Abfällen, die Wiederverwendung und die Vorbereitung zur Wiederverwendung auch bei Bauteilen erreicht werden.

Insofern sind die Kommunen gefordert, Bauteilbörsen entweder selbst zu eröffnen und zu betreiben oder hierin vor allem Gründer von karitativ-gemeinnütziger Seite zu unterstützen – gewerblich wird sich das nicht rentieren. Die einzelnen Bauteile sollten entsprechend den Vorgaben vom „bauteilnetz Deutschland“ auch ins Internet gestellt werden. Unabhängig davon sollten die Kommunen über geeignete Strukturen darauf hinwirken, dass bestehende Gebäude soweit möglich bewahrt oder wenigstens in einzelnen Bauteilen überliefert werden. Hilfreich wäre zudem eine Dienstleistungsstelle, bei der

Bau- und Abbruchvorhaben koordiniert werden können, um Nachfragen nach gebrauchten Bauteilen bedienen zu können.



Abb. 23: Abbruch eines Gebäudekomplexes...
Dieser Abbruch erfolgte ohne Ansätze
einer Bewahrung von Gebäudestrukturen
in der Neuplanung oder von Bauteilen.



Abb. 24: ...mit lokalgeschichtlicher Bedeutung:
Er erfolgte ferner ohne getrennten Rückbau
entsprechend den Anregungen nach BMVBS
2011 (Fotos LfU).

Dass auch heute noch mit dem Ausleger eines Abbruchbaggers ganze Gebäudekomplexe eingeebnet werden, ohne dass hier eingangs (s. Kap. 2) angesprochene Maßnahmen zur Vermeidung von Abbruchabfällen bzw. insgesamt zu einem nachhaltigeren Vorgehen vorgesehen waren, zeigen die Abbildungen 23 und 24 eines weiteren Bauvorhabens. Darüber hinaus blieb ein Haufen gemischten mineralischen Materials übrig, das sich nach „Leitfaden für nachhaltiges Bauen“ (BMVBS 2011) nur noch für einen „minderwertigen Einsatz, wie z. B. in technischen Bauwerken des Erd- und Straßenbaus“ geeignet haben dürfte. Sowohl die beim Bauvorhaben zu den Abbildungen 22 und 23 nicht verwirklichte Chance auf die Vermeidung von Abbruchabfällen als auch die nicht ergriffenen Chancen hinsichtlich eines hochwertigen Recyclings durch getrennten Rückbau und einer Verwendung möglichst wieder an Ort und Stelle im Hochbau stellen heute noch den Regelfall bei Genehmigung (so überhaupt erforderlich), Planung und Abbruch dar.

Das hier dokumentierte Spolien-Bauvorhaben hat sich trotz der Schwierigkeiten, gebrauchte Bauteile zu erwerben und zu lagern, und der nur wenigen letztlich verbauten Spolien als erfolgreich erwiesen, insbesondere deshalb, weil sich Bauherren und Planer für die Errichtung eines nachhaltigen Gebäudes entschieden haben sowie Planung und Genehmigungsseite zu gegebener Zeit flexibel reagierten. So wurden die Baupläne entsprechend den auf dem Markt erhältlichen Spolien variiert und gerade wegen der verwendeten gebrauchten Bauteile insgesamt eine besondere Ästhetik gewonnen, wenn auch nur im Inneren des Dreifamilienhauses. Schon in früheren Jahrzehnten wurden Häuser mit Erfolg nahezu komplett aus gebrauchten Holzelementen errichtet – auch in München. Insofern wurde mit diesem Projekt das Rad nicht neu erfunden, die Tür zu weiteren Projekten in dieser Richtung aber vielleicht doch geöffnet. Hierzu dient auch der vorliegende Bericht.

Mit und an Hand des Bauvorhabens konnte aufgezeigt werden, dass umweltgerechtes, nachhaltiges Bauen an der Bewahrung vorhandener Bausubstanz – in welchen Anteilen auch immer und seien es nur einzelne Bauteile – nicht herum kommt.

9 Ausblick

Im Rahmen des vom StMUG Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit geförderten und 2013 angelaufenen Projekts²¹ „Erarbeitung eines Leitfadens zur Erstellung kommunaler Abfallvermeidungskonzepte“ werden Maßnahmen zur Verringerung von Abfällen aus dem Gebäudeabbruch und damit der Vermeidung eines Teils dieser Abfälle eine große Rolle spielen.

Um dem Bauen mit gebrauchten Baumaterialien Vorschub zu leisten, ist es erforderlich, eine größere Öffentlichkeit, Kommunen, Kammern und Verbände und für das Thema zu sensibilisieren und für diese Art des ökologischen Bauens zu gewinnen, damit künftig derartige Bauteile nicht mehr entsorgt, sondern regional so günstig wie möglich zur Verfügung gestellt, gelagert und für eine Wieder- oder Weiterverwendung vorbereitet werden können.

In diesem Zusammenhang werden Fragen zu beantworten sein, wie ökoeffektiv das Bauen mit gebrauchten Bauteilen wirklich ist. Lässt sich der CO₂-Ausstoß tatsächlich signifikant durch Wieder- oder Weiterverwendung gebrauchter Bauteile verringern? Benötigt wird hier eine Berechnung des Verhältnisses zwischen Energieverbrauch durch Neuproduktion und demjenigen durch Erfassung und Aufarbeitung der gebrauchten Bauteile, jeweils unter Einbeziehung der Logistik. Das „bauteilnetz Deutschland“ hat entsprechende Kalkulationsvorlagen entwickelt, mit deren Hilfe eine solche Berechnung möglich wird.

Neben der flächendeckenden Gründung von Bauteilbörsen mit im Internet recherchierbaren Angeboten in den Kommunen Bayerns wird es wichtig sein, ein enges Netzwerk zwischen den Ämtern, Abbruchunternehmen, Handwerksbetrieben, Architekturbüros und Sozialbetrieben aufzubauen, um gebrauchte Bauteile wirklich in größeren Mengen akquirieren und wieder einsetzen zu können.

Sehr viel mehr für die Vermeidung von Abbruchabfällen lässt sich aber durch ein Umdenken dahingehend erreichen, dass bei Abbruch- und Neubauplanungen und den entsprechenden Genehmigungsabläufen künftig vermehrt an den Erhalt oder zumindest Teilerhalt von Gebäuden gedacht und dieses auch umgesetzt wird.

²¹ Dieses Projekt ist Teil des künftigen Abfallvermeidungsprogramms des Bundes und der Länder; s. hierzu Fußnote 7; das Projekt ist im Juni 2013 angelaufen und wird zunächst zwei Jahre laufen.

10 Grundlegende Quellen

Bauteilnetz Deutschland unter www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/website/stdws_thema/bauteilnetz.html, Bremen 2013

BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Perspektiven für Deutschland.- Nationale Nachhaltigkeitsstrategie: online unter <http://www.bmu.de/themen/strategien-bilanzen-gesetze/nachhaltige-entwicklung/strategie-und-umsetzung/nachhaltigkeitsstrategie/>, Berlin 2013

BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Straßenentwicklung: Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude.- Online-Information mit der *Bekanntmachung über die Nutzung und die Anerkennung von Bewertungssystemen für das nachhaltige Bauen vom 15. April 2010 (BAnz. Nr. 70 S. 1642)* unter www.nachhaltigesbauen.de/bewertungssystem-nachhaltiges-bauen-fuer-bundesgebaeude-bnb.html, Berlin 2010

BMVBS (Hrsg.): [Leitfaden Nachhaltiges Bauen](#).- Leitfaden: 97 S., Berlin 2011

BMVBS: Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) – Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude.- [Steckbriefe](#) 4.1.4, Berlin 2011

BMVBS: Arbeitshilfen zum Umgang mit Bau- und Abbruchabfällen sowie zum Einsatz von Recycling-Baustoffen auf Liegenschaften des Bundes.- [Arbeitshilfen Recycling](#): Kap. 4.7 Demontage und Wiederverwendung S. 33 und Kap. 5.3 Wiederverwendung von Bauteilen S.36, Berlin 2008

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt & VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH: Wiederverwendung und Recycling.- In: DBU & VDI (Hrsg.): [Bauen und Wohnen](#), Broschüre: S. 22-27, Osna-brück/Berlin 2013

von KLOT, Christina: Die Kunst des Alt-Neu.- *mobil* Das Magazin der Deutschen Bahn 10/2012: <http://mobil.deutschebahn.com/was-bleibt/die-kunst-des-alt-neu/> , Frankfurt am Main 2012

LfStAD Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung: (Daten zur) [Umwelt](#).- Excel-Dateien zu Bauabfällen sowie Abfallaufkommen aus Haushalten und Kleingewerbe, München 2012

