

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 128 (2002)
Heft: 37: Rückbauen

Artikel: Trilogie im Baustoffrecycling: Kostensenkung beim Gebäuderückbau durch Kopplung von Demontage, Sortierung und Aufbereitung
Autor: Seemann, Axel / Schulmann, Frank / Rentz, Otto
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-80472>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.06.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Trilogie im Baustoffrecycling

Kostensenkung beim Gebäuderückbau durch Kopplung von Demontage, Sortierung und Aufbereitung

In Deutschland fallen beim Gebäuderückbau jährlich etwa 58,5 Millionen Tonnen Bauabfälle an.¹ Recyclingprobleme bestehen derzeit insbesondere bei Mauerwerksbruch aufgrund der Heterogenität der Materialien. Das Deutsch-Französische Institut für Umweltforschung entwickelt hierzu ein EDV-gestütztes Planungssystem, das erstmals eine integrierte Kopplung der drei Prozesse Demontage, Sortierung und Aufbereitung schon während der Planungsphase eines Gebäuderückbaus ermöglicht. Damit können hohe Recyclingquoten erreicht werden.

Die derzeitige Praxis der Bauabfallaufbereitung berücksichtigt bei der Materialannahme im Recyclingwerk den Gehalt an *Stör- und Fremdstoffen* und unterscheidet teilweise zwischen *Beton- und Mauerwerksbruch*. Stör- und Fremdstoffe sollten aber bereits während des Rückbauprozesses abgesondert werden. Für sortenreine Reststoffe wie Strassenaufbruch oder Betonbruch existieren bereits geschlossene Stoffkreisläufe. Bei Stoffgruppen wie Mauerwerksbruch oder schadstoffbelasteten Baustoffen sind allerdings noch erhebliche Verwertungslücken zu verzeichnen. Reinheit und Einsatzmöglichkeit der gewonnenen Recyclingmaterialien müssten ebenfalls verbessert werden. Bislang fließt noch der Grossteil lediglich in Verfüllungen oder in den Strassenbau ein, statt als hochwertige Baustoffe wieder eingesetzt zu werden.

In den vergangenen Jahren wurde anhand diverser Forschungsprojekte an Pilotbaustellen gezeigt, dass durch *selektiven Rückbau* allgemein sortenreinere Abbruchmaterialien gewonnen werden können – die Grundvoraussetzung für die Gewinnung hochwertiger Recyclingprodukte.^{2/3/6} Der selektive Rückbau verursacht allerdings erhebliche Demontagekosten, da die Zerlegung eines Gebäudes aufwändig ist. Diesen Aufwand zu senken würde die Wettbewerbsfähigkeit der Bau- und Recyc-

lingbranche wesentlich verbessern. Erst durch konsequente *Kopplung der drei Prozesse Demontage, Sortierung und Aufbereitung* können die Qualität von Recyclingbaustoffen verbessert und gleichzeitig die Kosten gesenkt werden.⁷ Dies ist eine entscheidende Voraussetzung für die anzustrebende Schliessung der Stoffkreisläufe im Bauwesen.

Die drei Prozesse des Baustoffrecyclings

Grundsätzlich können Stör- und Fremdstoffe auf unterschiedliche Arten aus Bauabfällen entfernt werden. In vielen Fällen ist eine *Demontage* von Bauteilen vor oder im Zuge des Gebäudeabbruchs unverzichtbar (Bild 1).



1

Demontage einer Wandbekleidung aus Heraklitplatten

2

Nachträgliche Sortierung von Holz

Hierbei können Stör- und Fremdstoffe gezielt mit fast beliebiger Genauigkeit abgetrennt werden. Nachteilig erweist sich bei der Bauteildemontage jedoch, dass je nach Bauteil und angestrebtem Separationsgrad hohe Demontagekosten anfallen und zudem Bauzeitverlängerungen auftreten können, weil viel manuelle Arbeit verrichtet wird.

Stör- und Fremdstoffe können auch nachträglich aus Bauabfällen heraussortiert werden (Bild 2). Dieser Vorgang kann durch Geräte wie beispielsweise einen Bagger mit Sortiergreifer unterstützt werden. *Sortierprozesse* sind weniger zeitintensiv als die Demontage einzelner Bauteile. Dafür muss in Kauf genommen werden, dass nicht alle Fremdstoffe aus dem Materialgemisch entfernt werden können. Vielmehr ist der Erfolg der Sortierung in hohem Masse von den jeweiligen Bauteilen mit ihrer Zusammensetzung abhängig. So kann beispielsweise ein Heizkörper oder eine Duschwanne aus Metall nachträglich fast problemlos aus dem Gemisch unterschiedlicher Bauabfälle entnommen werden. Demgegenüber sind etwa Gipskartonplatten problematischer.

Der dritte Prozess ist die *Aufbereitung*. Moderne Baustoffaufbereitungsanlagen verfügen in der Regel über eine oder mehrere Aggregate zur Abtrennung von Stör- und Fremdstoffen aus den Recyclingprodukten (Bild 3). Bei stationären Anlagen finden sich vielfach Sortierbänder, an welchen aus dem Abbruchmaterial manuell Störstoffe aussortiert werden. Zusätzlich verfügen solche Anlagen über Aggregate zur maschinellen Abscheidung von Stör- und Fremdstoffen. Obwohl der Einsatz von Sortierbändern und von Trennaggregaten zusätzlich Kosten verursacht, erfolgt die Materialtrennung in Baustoffaufbereitungsanlagen meist kostengünstiger als durch Demontage- und Sortierprozesse. In Baustoffaufbereitungsanlagen kann allerdings lediglich ein Teil der Stör- und Fremdstoffe aus einem Gebäude abgetrennt werden.⁷

Die vier Module des Planungssystems

Um die Effizienz des Rückbaus zu steigern, dürfen die beschriebenen drei Prozesse nicht gesondert betrachtet werden. Das Deutsch-Französische Institut für Umweltforschung entwickelt daher ein EDV-gestütztes Planungssystem auf Basis einer kommerziellen Datenbanksoftware. Es erlaubt erstmals eine integrierte Kopplung der drei Prozesse Demontage, Sortierung und Aufbereitung in der Planungsphase eines Gebäuderückbaus (Bild 4).

Das Planungssystem erfasst Gebäude individuell und detailliert auf der Basis einzelner Bauteile. Der Nutzer kann hierzu auf eine Datenbank mit umfangreichen Stammdaten zurückgreifen, so dass er die im Computerprogramm enthaltenen Informationen lediglich mit den Abmessungen, der Zusammensetzung und etwaigen Besonderheiten des abzubrechenden Materials ergänzen muss.⁵

Folgende vier Module sind die Grundlage des Planungssystems: Gebäudeerfassung, Demontage, Materialseparation und Baustoffaufbereitung. Jedes der Module verfügt über drei Unterbereiche: Dateneinga-

be, Editieren der eingegeben Daten und Berichte zum Modul. Nachdem in allen vier Modulen die relevanten Bauteildaten eingegeben worden sind, kann von der Startseite aus der eigentliche Berechnungsvorgang begonnen werden. Bei der Berechnung wird mittels eines neu entwickelten Algorithmus ermittelt, welche Bauteile des Gebäudes bei welchem der drei Prozessschritte (Demontage, Sortierung, Aufbereitung) entfernt werden müssen, um eine vorher gewählte Qualität beim Recyclingmaterial erreichen zu können. Für die Berechnung stehen insgesamt 27 unterschiedliche Aufbereitungsziele zur Verfügung, die aus Regelwerken für den Einsatz von Recyclingbaustoffen im Hoch- und Tiefbau abgeleitet sind. Eine Erweiterung des Planungssystems um weitere Aufbereitungsziele ist über das Modul «Aufbereitung» problemlos möglich.

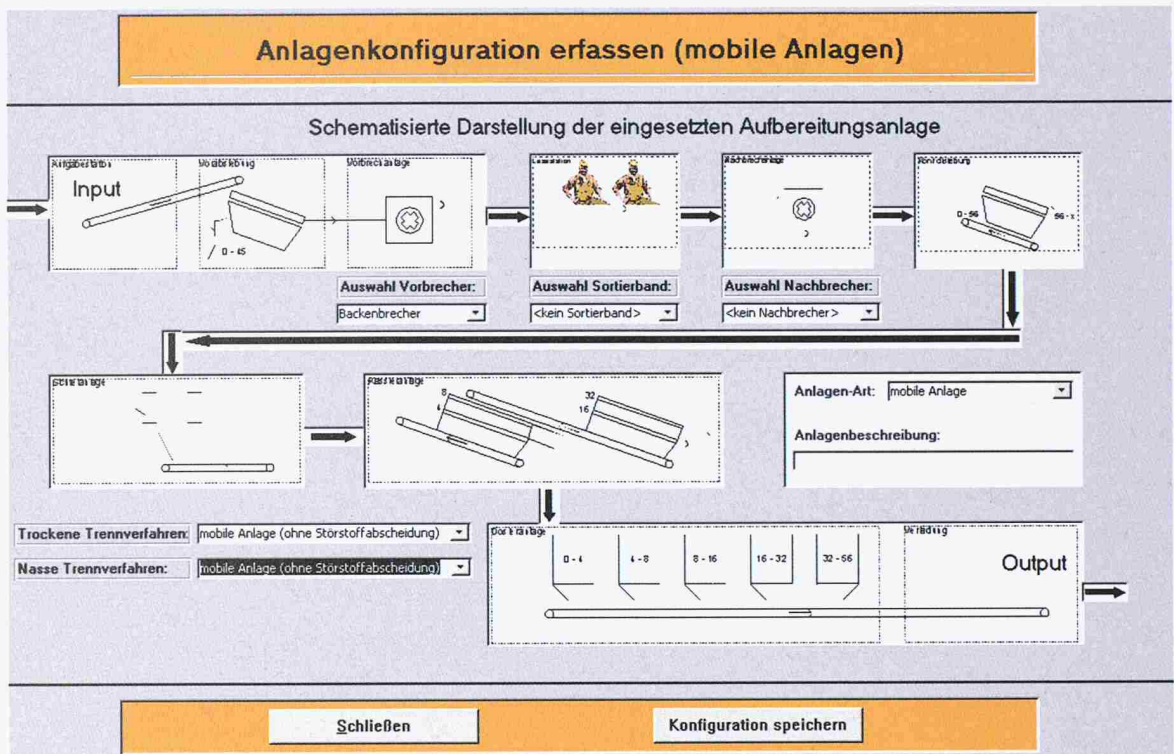
Grundlagen der Berechnung

Der Algorithmus zur Kopplung von Demontage, Sortierung und Aufbereitung hinsichtlich einer kostengünstigen Stör- und Fremdstoffentfernung basiert auf Kennwerten sowie errechneten spezifischen Aufwandswerten, die in die vorgängig genannten Module einzugeben sind. Für die Berechnung müssen Art und Zusammensetzung der Bauteile sowie die eingesetzten Prozessschritte klar definiert werden (Bild 5). Eine genaue Untersuchung der Materialien vor Ort ist unverzichtbar.

Im ersten Rechenschritt werden die Kosten für Demontage, Sortierung und Materialseparation errechnet und auf Separationskosten pro Kilogramm normiert. Im weiteren Berechnungsablauf wird die aktuelle Materialzusammensetzung des Gebäudes mit den Anforderungen an die Recyclingprodukte in Bezug auf Stör- und Fremdstoffe sowie Sulfatgehalt verglichen. Entsprechend den stofflichen Anforderungen des herzustellenden Recyclingproduktes wird entschieden, welche Baustoffe aus dem Materialgemisch entfernt werden müssen. Hierzu werden die Kosten der drei Prozesse Demontage, Sortierung oder Aufbereitung für die jeweils eingesetzte Aufbereitungsanlage gegenübergestellt. Unter Kostengesichtspunkten wird dann festgelegt, mit welcher der drei erwähnten Möglichkeiten die Baustoffentfernung am effizientesten durchgeführt wird.

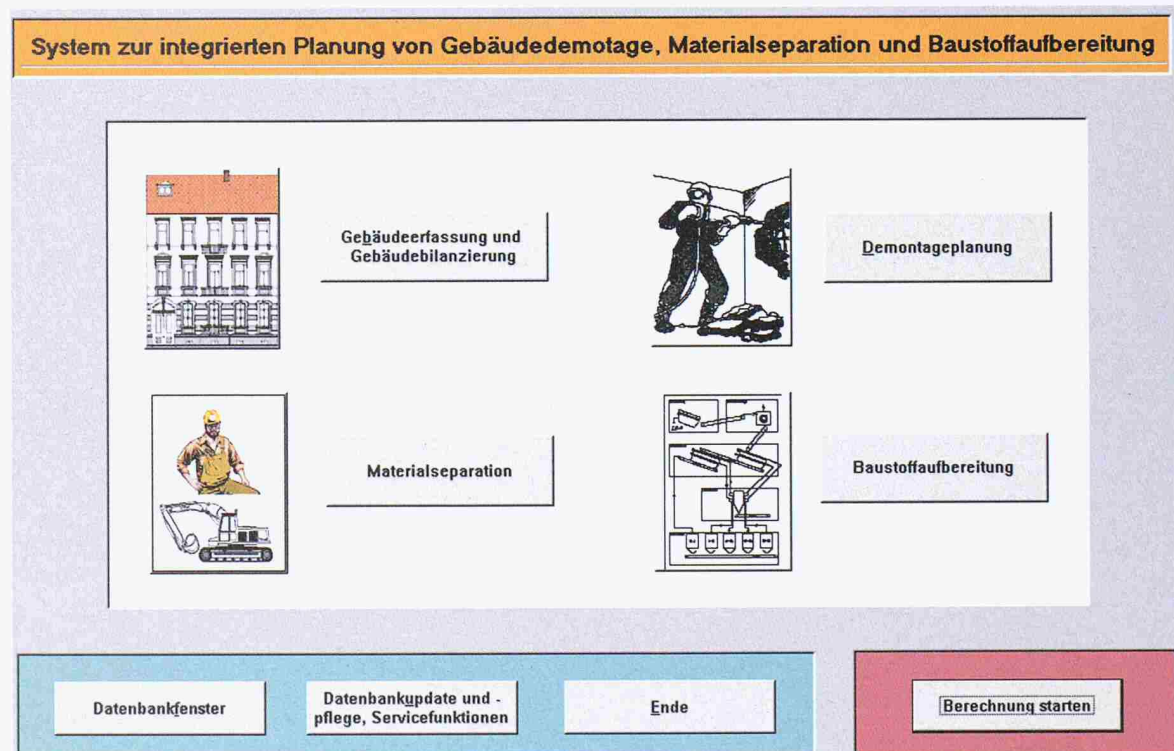
Das Planungsinstrument liefert nach Abschluss der Berechnungen genaue Informationen darüber, welche Bauteile und Baustoffe beim Rückbau unter Berücksichtigung der Kosten sowie stofflicher Gesichtspunkte demontiert werden müssen bzw. welche Baumaterialien kostengünstiger durch eine nachgeschaltete Sortierung oder im Zuge der Aufbereitung separiert werden können.

Im Rahmen der eigentlichen Rückbauphase werden die Bauteile demontiert, die kritische Baustoffe enthalten^{3/4} oder sich aufgrund ihres guten Zustandes oder der Beschaffenheit (historische Bauteile) für eine direkte Wiederverwendung eignen.⁶ Damit können Vermischungen mit den übrigen Abbruchabfällen verhindert bzw. gewisse Bauteile direkt einer Zweitnutzung zugeführt werden.



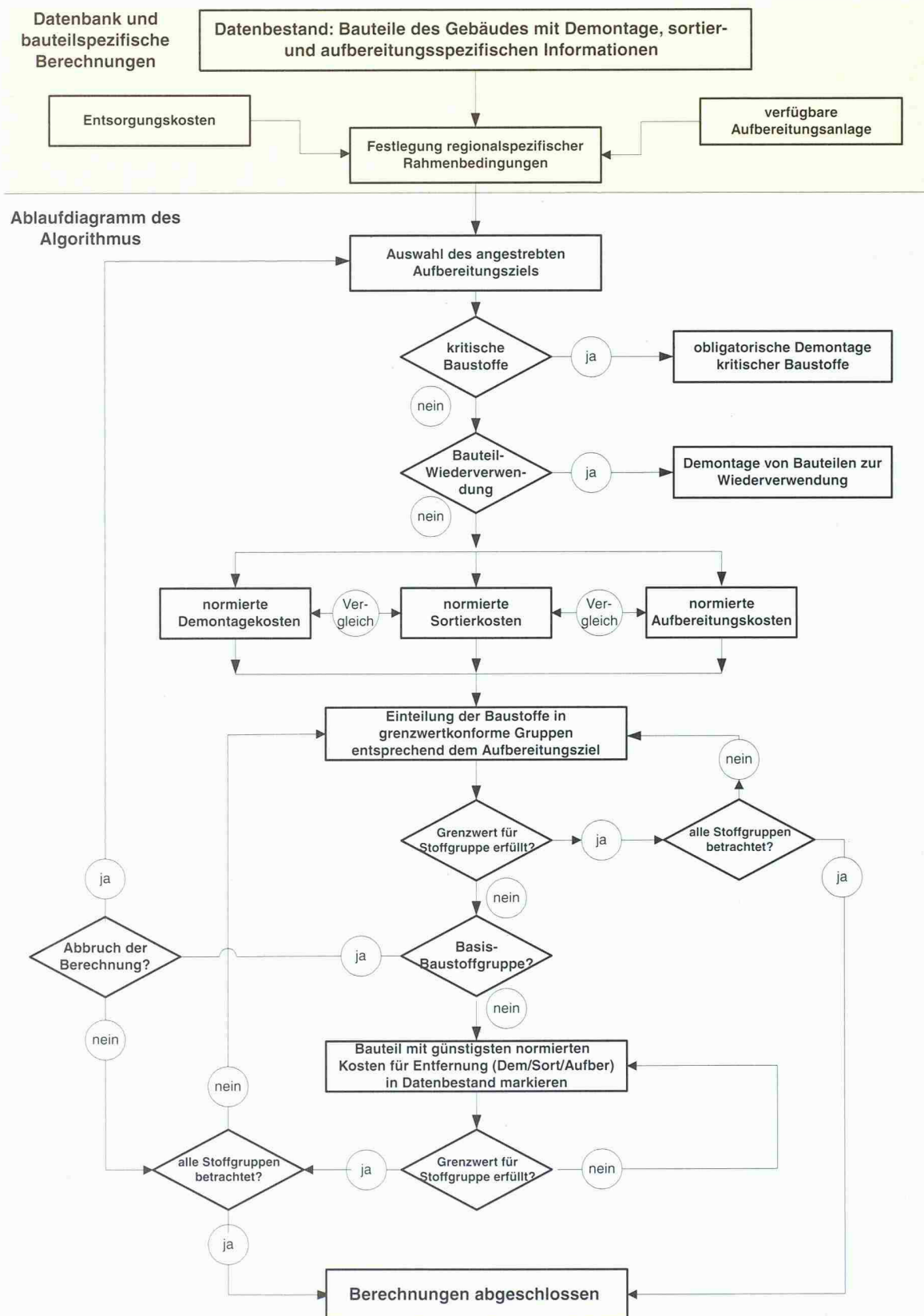
3

Eingabemaske des Planungssystems zur Festlegung der Anlagenkonfiguration



4

Startseite des Planungsinstrumentes zur integrativen Planung von Rückbau und Aufbereitung



5

Das Ablaufschema des neu entwickelten Algorithmus, der den Berechnungen zugrunde liegt

Fazit

Bei Bauabfällen aus dem Hochbau, insbesondere bei Mauerwerksbruch, bestehen derzeit aufgrund der Heterogenität der Materialien weiterhin Verwertungslücken. Der selektive Rückbau von Gebäuden ermöglicht eine weitgehende Trennung der anfallenden Materialfraktionen, so dass hohe Recyclingquoten erreicht werden. Teilweise führt der hohe Demontageaufwand zu Mehrkosten, die nicht durch Einsparungen bei der Entsorgung ausgeglichen werden können. Kostensenkungen erreicht man durch eine gezielte Kopplung der dreiteiligen Prozesskette «Demontage – Sortierung – Aufbereitung». Das bedeutet, dass sich der Umfang der vorgenommenen Bauteildemontage (Demontagetiefe) an den Qualitätsanforderungen für den Einsatz von Recyclingmaterialien orientiert.

Das erwähnte Planungssystem ermöglicht erstmals eine integrierte Kopplung der drei Prozesse «Demontage – Sortierung – Aufbereitung» in der Planungsphase eines Gebäuderückbaus. Es kann eingesetzt werden, um den Rückbau individuell nach Kostengesichtspunkten zu verbessern und an abfallwirtschaftliche Rahmenbedingungen anzupassen – etwa an die verfügbaren Aufbereitungsanlagen und den angestrebten Einsatzzweck des Recyclingmaterials. Darüber hinaus können auf strategischer Planungsebene für einzelne Gebäudetypen und Regionen verbesserte Vorgehensweisen für den Rückbau von Gebäuden und die Aufbereitung der anfallenden Bauabfälle abgeleitet werden.

Axel Seemann, Dipl.-Ing., Frank Schultmann, Dr.,
Otto Rentz, Prof. Dr., Deutsch-Französisches Institut
für Umweltforschung (DFIU), Universität Karlsruhe,
axel.seemann@wiwi.uni-karlsruhe.de

Literatur

- 1 Kreislaufwirtschaftsträger Bau e.V.: Monitoring-Bericht Bauabfälle. Berlin/Düsseldorf/Duisburg, 2002.
- 2 Rentz, O.; Ruch, M.; Nicolai, M.; Spengler, T.; Schultmann, F.: Selektiver Rückbau und Recycling von Gebäuden, dargestellt am Beispiel des Hotel Post in Dobel. Ecomed Verlag, Landsberg, 1994.
- 3 Rentz, O.; Ruch, M.; Schultmann, F.; Sindt, V.; Zundel, T.; Charlot-Valdieu, C.; Vimond, E.: Selektiver Gebäuderückbau und konventioneller Abbruch – Technisch-wirtschaftliche Analyse eines Pilotprojektes. Ecomed Verlag, Landsberg, 1998, ISBN 3-609-65280-2.
- 4 Rentz, O.; Seemann, A.; Schultmann, F.: Abbruch von Wohn- und Verwaltungsgebäuden – Handlungsanleitung –, publiziert durch: Verlagsauslieferung der LFU bei JVA Mannheim, Mai 2001.
- 5 Schultmann, F.: Kreislaufführung von Baustoffen – Stoffflussbasiertes Projektmanagement für die operative Demontage- und Recyclingplanung von Gebäuden. Dissertation, Universität Karlsruhe, 1998, erschienen im: Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1998, ISBN 3-503-05021-3.
- 6 Seemann, A.; Rentz, O.: Szenarienbildung zur Bestimmung der günstigsten Demontagetiefe beim selektiven Rückbau am Beispiel eines Gymnasiums, in: Müll und Abfall, Heft 5/2000.
- 7 Seemann, A.; Schultmann, F.; Rentz, O.: Cost-effective deconstruction by a combination of dismantling, sorting and recycling processes, will be published in: Proceedings of the CIB Task Group 39 meeting, Karlsruhe, 2002.

Verdankung

Die vorgestellten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten konnten im Rahmen des Forschungsprojektes «Entwicklung optimierter Rückbau- und Recyclingverfahren durch Kopplung von Gebäudedemontage und Bauschuttaufbereitung» im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) durchgeführt werden. Die Autoren danken der DBU für ihre finanzielle Unterstützung.