

# Vom Störstoff zum Rohstoff

Foto: © Ingo Bartussek, Fotolia.com

**BAUSTOFFRECYCLING** Der Gipsanteil in Bauabfällen steigt. Damit wird die Verwertung als RC-Material erschwert. Die Bauhaus-Universität fordert daher den kontrollierten Rückbau.

**G**ipshaltige Baustoffe werden seit Jahren verstärkt im Bausektor eingesetzt. Das verwundert kaum, denn sie sind leicht zu verarbeiten, sorgen für ein gutes Raumklima und weisen hervorragende Brandschutzeigenschaften auf. Ihr zunehmender Einsatz führt jedoch zu einer schwierigeren Verwertung der entstehenden Bauabfälle.

Welche Gipsmengen zukünftig im Bauschutt anfallen und wie diese durch Abbruch- und Aufbereitungsmethoden selektiert werden können, untersucht ein gemeinsames Projekt der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin und der Bauhaus-Universität Weimar im Auftrag des Umweltbundesamtes (Umweltforschungsplan UFOPLAN).

Wichtig für die Qualität des RC-Materials ist nach wie vor die Zusammensetzung des Bauschutts. Diese beeinflusst somit dessen

Potenzial zur Wiederverwertung. Trotz verschiedener Aufbereitungstechnologien liegen Baumaterialien immer noch stark miteinander vermischt vor.

Um später einen hochwertigen Einsatz zum Beispiel im Hochbau zu garantieren, müssen Stör-, Fremd- und Schadstoffe im Bauschutt zuvor eliminiert werden. Dazu sind ein kontrollierter Abbruch und eine

qualifizierte Aufbereitung erforderlich. Der zulässige Höchstwert an Fremdbestandteilen beträgt 0,2 Masseprozent, laut DIN 4226-100, in rezyklierten Gesteinskörnungen für die Betonherstellung. Dieser darf nicht überschritten werden. Als Beispiele für Fremdbestandteile nennt die DIN Glas, NE-Metallschlacken, Stückgips, Gummi, Kunststoff, Metall, Holz, Pflanzenreste, Papier und Sonstiges.

Weiterhin ergibt sich aus der Ersatzbaustoffverordnung eine indirekte Begrenzung des Gipsgehaltes von aufbereitetem

Bauschutt zur Wiederverwertung. Ziel ist dabei, einen überhöhten Eintrag von Sulfat, das hauptsächlich aus der Elution von Gips stammt, ins Grundwasser zu verhindern. Eine andere Gefahr ist zudem die Ettringit- und Thaumasitbildung bei RC-Material mit hohem Gipsanteil. Diese führt zu unkontrolliertem Gips- oder Sulfattreiben – eine unerwünschte Volumenzunahme, die beim Bau von Straßen und Verkehrsflächen sowie der Deponierung unerwünscht ist.

## Daten zu Gips im Bestand lückenhaft

Fundierte Aussagen über die qualitative und quantitative Zusammensetzung von Bauwerken können nur bedingt getroffen werden. Zum einen ist eine Abgrenzung von Hochbauten und Infrastrukturbauten innerhalb des Stofflagers „Bauwerk“ schwierig. Zum anderen ist die Datenlage lückenhaft und erlaubt nur Schätzungen zu Stoffströmen und zum Bestand.

## Gipsmenge 2030 bei 11 Millionen Tonnen



### Von Anette Müller, Elsie Linß, Tabea Schulz

Anette Müller leitete bis April diesen Jahres die Professur Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung an der Bauhaus-Universität Weimar. Die promovierte Ingenieurin Elsie Linß und die diplomierte Ingenieurin Tabea Schulz forschen als wissenschaftliche Mitarbeiter an ihrem Lehrstuhl.

Mithilfe drei verschiedener Ansätze sollte der Stoffstrom Gips als Hauptsulfatträger für die Bundesrepublik Deutschland abgeschätzt werden (siehe Abbildung 1): Beim Top-down-Ansatz werden die Stoffströme und das Stofflager mittels allgemein verfügbarer Statistiken bestimmt – insbesondere der Produktionsdaten für Gips und Gipsprodukte. Legt man die Lebensdauer der einzelnen Produktgruppen zugrunde, kann der potenzielle Output aus dem Baubereich berechnet werden. Der Bottom-up-Ansatz greift hingegen auf spezifische Daten der stofflichen Gebäudezusammensetzung und der Altersstruktur zurück. Betrachtet man diese Einzeldaten gemeinsam mit den Baustoffmengen können Stofflager und -ströme hochgerechnet werden.

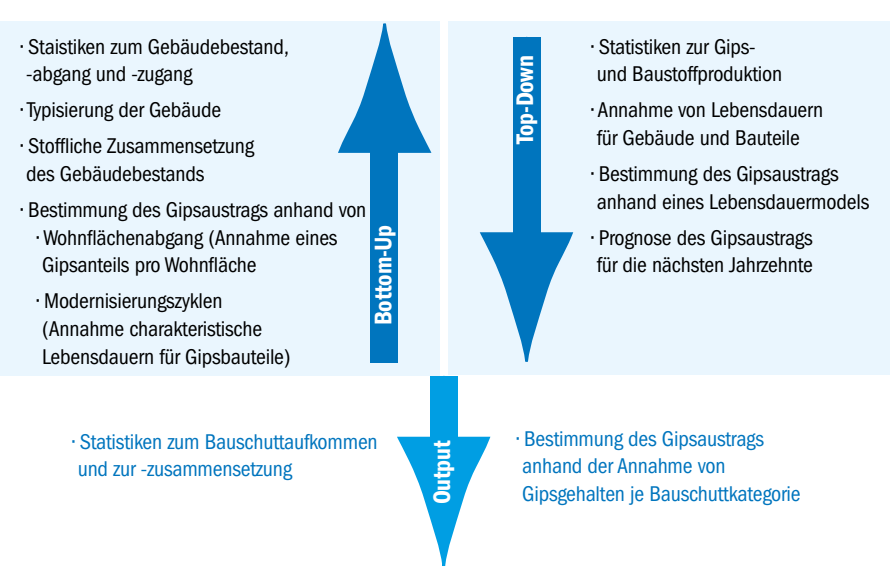
Zusätzlich werden im Output-Ansatz Abfallmengen und deren Zusammensetzung betrachtet und der Austrag an Gips aus dem Stofflager bestimmt.

### Lebensdauer von Gipsprodukten kurz

Gips wird in Form von Gipsbauelementen, Gipskartonplatten und Baugipsen in Estrich sowie als Putz- und Stuckgips verbaut. Zudem fungiert er als Abbindeelement im Zement. Während der Betonherstellung wird der Gips jedoch umgesetzt und liegt chemisch nicht mehr als Gips vor.

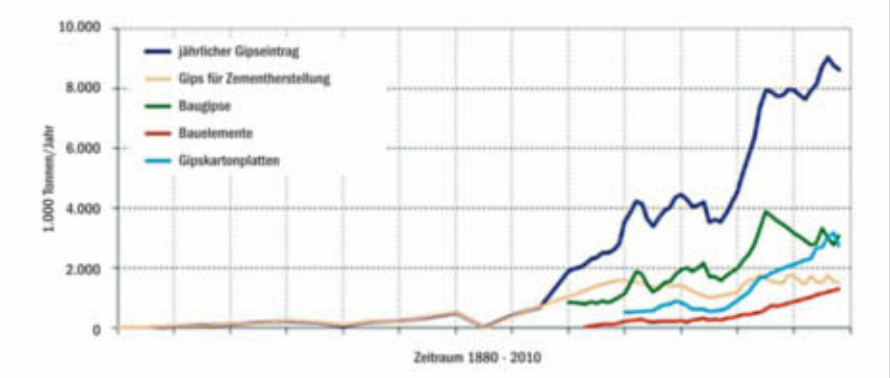
Berücksichtigt man nach dem Top-down-Ansatz die Produktionsdaten für Gips und Gipsprodukte von 1880 bis 2010 und deren Lebensdauer, ergibt sich folgendes Bild: Das Gipsaufkommen im Abfallstrom für das Jahr 2010 liegt bei sechs Millionen Tonnen. Bis zum Jahr 2020 erhöht sich die Menge

Abbildung 1: Drei Ansätze zur Bestimmung des Gipsaustrags: Top-down, Bottom-up, Output



Quelle: Grafiken und Fotos: Bauhaus-Universität Weimar

Abbildung 2: Jährlicher Gipsverbrauch in Deutschland 1880 bis 2010



auf rund neun Millionen Tonnen. Für das Jahr 2030 ergibt sich ein prognostiziertes Gipsaufkommen im Bauschutt von 11 Millionen Tonnen. Das bedeutet, dass sich die

Gipsabfallmenge in den nächsten zwanzig Jahren fast verdoppelt, wenn die Produktion an Baugips, Gipsplatten und Zement gleichbleibt.

Anzeige



Ihr Experte für Altkatrecycling

## Alles muss raus

Autokatalysatoren sind mit Platin, Palladium und Rhodium beschichtet. Diese Edelmetalle gewinnen wir dank professioneller Verfahren und ausgeklügelter Techniken zurück – zügig, sauber und unschlagbar effizient.

Mehr lässt sich aus Kats nicht herausholen.



In dem berechneten Gipsaufkommen ist neben dem Aufkommen an Baugipsen und Gipsplatten auch der Gips enthalten, der dem Zement als Abbinderegler zugesetzt wird. Obwohl dieser im Beton chemisch fest gebunden vorliegt, wurde er in die Betrachtungen mit einbezogen, um den gesamten Stoffstrom Gips zu dokumentieren. Als Störstoff im Recyclingmaterial kann er unberücksichtigt bleiben.

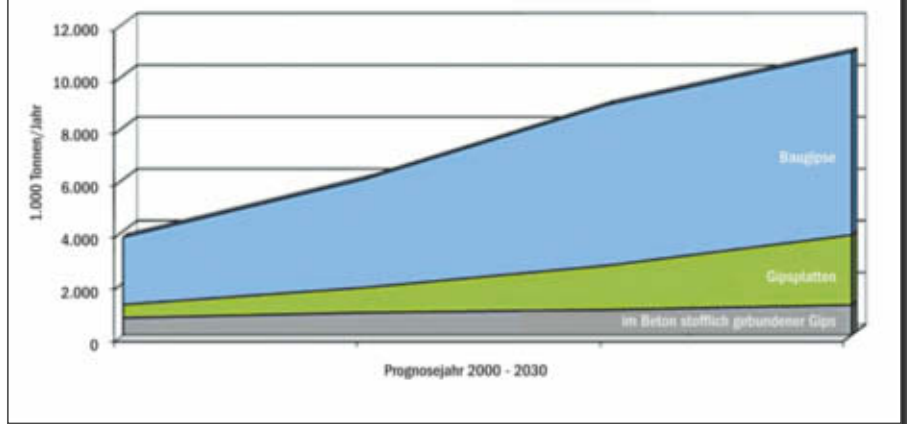
Problematisch sind dagegen die Baugipse und Gipsplatten im Abfallstrom. Hier besteht durch die Elution des Gips die Gefahr des erhöhten Sulfateintrags in das Grundwasser. Ferner besteht durch die Reaktionen des Gips mit anderen Bauschuttbestandteilen die Gefahr von Treiberscheinungen.

Die Berechnungen zeigen, dass der Austrag an Baugips den größten Anteil am Gipsmassenstrom ausmacht (Abbildung 3). Das liegt unter anderem an der relativ kurzen Lebensdauer von 35 Jahren. Darauf folgen Gipsbauplatten und -elemente mit einer mittleren Lebensdauer von 40 Jahren. Zudem ist erst in den letzten Jahrzehnten ein verstärkter Einbau von Gipsplatten zu beobachten. Daher verwundert es kaum, dass Gipsplatten einen wesentlichen Anteil am Anstieg der Gipsabfallmenge haben.

### Modernisierung erhöht Gipsaustrag

Anhand der stofflichen Zusammensetzung verschiedener Gebäude im Bestand wird im Bottom-up-Ansatz das Stofflager berech-

Abbildung 3: Prognostiziertes Gipsaufkommen für die Jahre 2000 bis 2030



net und der anfallende Abfall bei Abbruch beziehungsweise Modernisierung abgeschätzt.

Für die Berechnung des Stofflagers haben verschiedene Autoren zur Erfassung des Bestandes die Gebäude typisiert und einer stofflichen Zusammensetzung zugeordnet. Dabei weisen die Gebäude je nach Nutzung, Alter und Bauart unterschiedliche Zusammensetzungen auf. Die Datenlage ist allerdings spärlich und regional begrenzt, sodass bei diesem Ansatz nur auf einzelne Beispiele zurückgegriffen werden kann.

Aus Datensammlungen für Fertigteilhäuser konnte ein durchschnittlicher Verbrauch an Gipsplatten von 0,038 Tonnen pro Quadratmeter Wohnfläche ermittelt

werden. Der durchschnittliche Verbrauch an Gips im Beton wurde mit 0,002 Tonnen pro Quadratmeter Wohnfläche bestimmt. Der Anteil an Baugips in den Wohnungen wurde aufgrund eigener Schätzungen mit 0,031 Tonnen pro Quadratmeter Wohnfläche angenommen. Dieser Anteil ergibt sich aus dem verbauten Putz und Estrich.

Die geschilderte stoffliche Zusammensetzung, basierend vor allem auf Daten verschiedener

Wohnhäuser, die Ende der 90er-Jahre entstanden sind, wurden als allgemeingültig angenommen. Pro Quadratmeter Wohnfläche sind demzufolge im Durchschnitt 0,071 Tonnen Gips verbaut.

Dieser Wert korreliert mit einem Wert, der aus Literaturangaben berechnet wer-

### Baugips größter Gipsmassenstrom



Das Gipsaufkommen im Abfallstrom für das Jahr 2010 liegt bei sechs Millionen Tonnen. Bis zum Jahr 2030 könnte es sich fast verdoppeln.

den kann. Danach beträgt der Gesamtmaterialeinsatz im Wohnungsbau 2,55 Tonnen pro Quadratmeter. Bei einem Gipsgehalt von rund 3 Masseprozent im Bestand, der in der Literatur genannt wird, ergeben sich ungefähr 0,077 Tonnen Gips pro Quadratmeter Wohnfläche.

Laut Statistischem Bundesamt betrug der Abgang an Wohnfläche aus Wohn- und Nichtwohngebäuden im Jahr 2008 etwa 2,6 Millionen Quadratmeter. Dagegen werden jährlich 35 Millionen Quadratmeter Wohnfläche geschaffen. Somit ist im Jahre 2008 ein Bestand von 3.462,4 Millionen Quadratmeter Wohnfläche zu verzeichnen (Tabelle 1). Aus den Werten für Bestand, Abgang und Neubau an Wohnfläche sowie der mittleren Lebensdauer gipshaltiger Bauteile ergeben sich die Gipsmengen (Tabelle 2).

Durch den Rückbau von Wohnraum werden demnach 0,18 Millionen Tonnen Gips ausgetragen. Hinzu kommt der Austrag durch Modernisierung. Aufgrund der Altersstruktur der bestehenden Wohngebäude ist anzunehmen, dass etwa zwei Drittel des

**Tabelle 1: Bestand, Abgang und Neubau von Wohnraum im Jahr 2008**

Jahr	Bestand [Mio. m <sup>2</sup> ]	Abgang [Mio. m <sup>2</sup> ]	Neubau [Mio. m <sup>2</sup> ]
2008	3.462,4	2,6	35

**Tabelle 2: Berechnete Gipsmengen durch Neubau, Abriss und Modernisierung im Wohnungsbausektor**

Bauelement	spezifischer Gipsanteil [t/m <sup>2</sup> ]	Output durch		Input durch	
		Rückbau [Mio. t]	Modernisierung [Mio. t]	Neubau [Mio. t]	Modernisierung [Mio. t]
Gipsplatten	0,038	0,10	2,19	1,33	3,29
Baugips	0,031	0,08	3,07	1,05	3,07
Beton	0,002	0,01	0,11	0,07	0,11
		0,18	5,37	2,45	6,47
		Gesamt Gips = 5,6 Mio. t		Gesamt Gips = 8,9 Mio. t	

Bestandes dem Gipsniveau von 0,071 Tonnen Gips pro Quadratmeter entsprechen.

Zieht man die mittlere Lebensdauer der einzelnen gipshaltigen Bauteile aus dem Top-down-Ansatz hinzu, ist ein jährliches Gipsabfallaufkommen von 5,37 Millionen Tonnen durch Umbaumaßnahmen zu ermitteln. Zusammen ergibt das eine Gipsmenge von rund 5,6 Millionen Tonnen im Abfallstrom.

Angenommen, alle Wohnungen werden auf heutiges durchschnittliches Gipsniveau modernisiert, erhält man einen Gipsinput in den Wohnungsbausektor von 6,47 Millionen Tonnen. Durch den Bau neuen Wohnraums werden derzeit rund 2,45 Millionen Tonnen Gips verbraucht. Das entspricht 8,9 Millionen Tonnen Gips pro Jahr, die im Wohnungsbau verwendet werden.

Anzeigen

**Stricker**  
Gummitechnologie

**manuflex „T-AP“**  
Förderbandreinigung mit Druck

**Vorteile:**

- ✓ partieller Verschleißausgleich
- ✓ dosierter Andruck
- ✓ netzunabhängig durch Druckluftspeicher

Stricker GmbH & Co. KG  
An der Kleimannbrücke 4 48157 Münster  
Telefon: +49 251 3288-0 Telefax +49 251 3288-129  
gummi@stricker.ms www.stricker.ms

**In Polen gefertigt.  
Zu polnischen Preisen.  
In deutscher Qualität!**  
(gem. europäischen DIN-Normen)

Fertigung von Containern, Mulden, Minicontainern, Sonderanfertigungen und Stahlkonstruktionen im gewünschten RAL-Farbtönen.

**MCzaja**  
Container & Entsorgungsprodukte

Anfragen und Angebote unter Marek Czaja:  
Dt. Tel.-Nr. 01577/2393363 · marekczaja@web.de



Tabelle 3: Errechnete Gipsmenge im Bauabfall für das Jahr 2006					
	Boden-aushub	Straßen-aufbruch	Bau-schutt	Baustellen-abfälle	Bauabfälle Gipsbasis
Aufkommen [Mio. t]	106	14,30	57,10	10,90	0,40
Gipsanteil [%]	0	0	0,90	0	76,90
Gipsanteil [Mio. t]	0	0	0,51	0	0,31
<b>Gesamt Gips [Mio. t]: (mit Minimalwerten)</b>			<b>0,82</b>		
Aufkommen [Mio. t]	106	14,30	57,10	10,90	0,40
Gipsanteil [%]	0	0	2,80	3,60	89,90
Gipsanteil [Mio. t]	0	0	1,60	0,39	0,36
<b>Gesamt Gips [Mio. t]: (mit Durchschnittswerten)</b>			<b>2,35</b>		
Aufkommen [Mio. t]	106	14,30	57,10	10,90	0,40
Gipsanteil [%]	0	0	7,60	6,80	98,10
Gipsanteil [Mio. t]	0	0	4,33	0,74	0,39
<b>Gesamt Gips [Mio. t]: (mit Maximalwerten)</b>			<b>5,47</b>		



Die berechnete jährliche Gipsmenge pro Quadratmeter Wohnraum entspricht einem Mittelwert. Berechnet man die Gipsmenge hingegen mit den Maximalwerten der Datensammlung ergibt sich eine dreimal höhere Gipsmenge. Unberücksichtigt bleiben in diesen Berechnungen aufgrund der mangelhaften Datenlage die Gipsmassen aus dem Nichtwohnungsbau, die jedoch zum Beispiel in Bürobauten nicht unerheblich sein können. Hier sind präzisere Modelle erforderlich.

**Neun Millionen Tonnen Gips pro Jahr verbaut**

**Halbe Million Bauabfälle gipsbasiert**

Im dritten Ansatz werden verschiedene Statistiken über das Abfallaufkommen in der Bundesrepublik Deutschland und Daten zur stofflichen Zusammensetzung

von mineralischen Abfällen betrachtet, die an der Professur Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung gesammelt wurden. Auf der Basis der geschätzten Gipsgehalte in den verschiedenen Abfallarten konnte das jährliche Gipsaufkommen im Bauabfall bestimmt werden.

Nach den Ergebnissen im Monitoringbericht für das Jahr 2006 beträgt die Menge an Bauabfällen 188,7 Millionen Tonnen. Davon stellt Bodenaushub mit 106 Millionen Tonnen den größten Anteil, gefolgt von Bauschutt mit 57,1 Millionen Tonnen und Straßenaufbruch auf Bitumenbasis mit 14,3 Millionen Tonnen. Ferner fallen Baustellenabfälle mit 10,9 Millionen Tonnen sowie Bauabfälle auf Gipsbasis mit 0,4 Millionen an. Daraus ergibt sich insgesamt eine Gipsmenge im Bauschutt zwischen 0,82 und

5,47 Millionen Tonnen. Die Zahlen dieses Berechnungsansatzes weisen im Gegensatz zu den Ergebnissen des Top-down- und des Bottom-up-Ansatzes geringere Werte auf. Die Unterschiede gehen auf die festgelegten Annahmen und die unterschiedliche Datendichte zurück.

**Gipsinput höher als Gipsoutput**

Zurzeit gelangen jährlich fast neun Millionen Tonnen Gips in den Bausektor. Dies geschieht in Form von Baugips, Gipsbauelementen und als stofflich gebundener Gips im Beton.

Als Output aus dem Stofflager Bauwerk ergeben sich je nach Berechnungsansatz unterschiedliche Werte: 6 Millionen Tonnen Gips pro Jahr ließen sich durch den Top-down-Ansatz ermitteln. Der Bottom-up-Ansatz hat einen Anteil von 5,6 Millionen Tonnen Gips ergeben. Diese Werte liegen relativ nahe beieinander, wobei der Bottom-up-Ansatz nur

Abbildung 4: Input- und Output an Gips im Bausektor der Bundesrepublik Deutschland





den Wohnungsbau berücksichtigt. Die Ergebnisse des Output-Ansatzes schwanken zwischen 0,4 und 5,6 Millionen Tonnen und liefern das geringste Gipsaufkommen. Dabei wurde der im Beton chemisch gebundene Gips nicht berücksichtigt.

Trotz der unterschiedlichen Ergebnisse wird eines deutlich: Der Verbrauch an Gips im Bausektor ist enorm hoch – Tendenz steigend. Aktuell wird das Stofflager aufgebaut, da der Inputmassenstrom an Gips größer als der Outputmassenstrom ist. Die Prognose über das Lebensdauermodell weist zudem darauf hin, dass für die nächsten Jahrzehnte mit einem weiteren Anstieg des Gipsaustrages zu rechnen ist.

### Gezielte Abbruch- und Rückbauplanung

Beim Herstellen von RC-Materialien gilt Gips als Störstoff, der bereits im Vorfeld separiert werden muss. Anderenfalls drohen durch RC-Material vorzeitige Schäden an den Bauwerken oder Sanktionen durch die Ersatzbaustoffverordnung. Im weiteren Fortgang des Projektes werden Untersuchungen zur optimalen und effektiven Separierung des Gipses entlang der gesamten Prozesskette „Abbruch – Rückbau – Aufbereitung“ durchgeführt und Handlungsempfehlungen erarbeitet.

Das Ziel muss die geschlossene Kreislaufführung des Gipses sein, um Ressourcen zu schonen und die Deponierung des ausgebauten Gipses zu verringern. Zurzeit gibt es in Deutschland keine Aufbereitung von Gips aus Abbruchmaterial zur Wiederverwertung. Dies ist technisch jedoch möglich, wie Entwicklungen aus den Niederlanden und der Schweiz zeigen. Auch in Deutschland gibt es seit Anfang 2008 einen entsprechenden Beschluss der Gipsindustrie, aufgrund der sich verschärfenden Situation kostengünstige Aufbereitungs- und Recyclingverfahren für rückgebaute Gipskartonplatten zu entwickeln.

Um den ansteigenden Gipsmengen im Bauschutt und der Forderung einer stofflichen Verwertung gerecht zu werden, sollte bereits heute nach alternativen Wegen gesucht werden. Diese beginnen bei der Abbruch- oder Rückbauplanung, führen über die Anwendung neuer Sortier- und Aufbereitungstechniken bis zur Entwicklung neuer Produkte. □ *Anette Müller, Elske Linß, Tabea Schulz*

# recycling aktiv

## 2. Demonstrationsmesse für Recycling-Maschinen und -Anlagen



[www.recycling-aktiv.de](http://www.recycling-aktiv.de)

18.–20. Mai 2011, Baden-Airpark  
Karlsruhe/Baden-Baden



- Schrott
- Metall
- Holz
- Glas
- Kunststoff
- Papier
- Pappe
- Kartonagen
- Altreifen
- Kompostierung
- Abfallzerkleinerung
- Baustoff-Recycling
- Dienstleistungen
- Fachmedien
- Verbände



**Anmelde- und Informationsunterlagen bei:**  
**Tel. +49 7229 606-30, info@geoplanGmbH.de**



GEOPLAN GmbH  
Josef-Herrmann-Straße 1–3, 76473 Iffezheim/Germany  
Tel. +49 7229 606-30, Fax +49 7229 606-39

