

Technical and Logistic Concepts for Recycling of Plasterboard

Jörg-Michael Bunzel and Patrick Farago

As a result of the Act to Reduce and End Coal-fired Power Generation (2020) in Germany, the production and availability of flue-gas desulfurization (FGD) gypsum will decline and be completely eliminated in the next few years. The FGD-gypsum represents 50 % of the total gypsum raw material used for gypsum products in Germany. Since 2014, there has been one plant in Germany that produces recycled (RC) gypsum out of gypsum-contained waste, however its capacity is not fully utilized. The gypsum-contained waste derived from deconstruction and renovation, mainly as plasterboards which are processed by the plant into RC gypsum. Therefore, choosing the right location and technology for processing is inevitable. The parameters are quantities of gypsum-contained waste, their distance to the plant but also the distance for its reuse. The right processing technic for gypsum-contained waste includes a set of separation, classification and crushing technologies in order to meet the technical product requirements.

Technische und logistische Konzepte zum Recycling von Gipskartonplatten

Jörg-Michael Bunzel und Patrick Farago

1.	Recycling von Gipskartonplattenabfällen in Deutschland	63
2.	Wo kommt der Gipskartonplattenabfall her?.....	65
3.	Wo mache ich das? – Standortfrage	66
4.	Wie mache ich das? – Technologiefrage.....	67
5.	Wie muss RC-Gips aussehen?	70
6.	Quellen.....	72

1. Recycling von Gipskartonplattenabfällen in Deutschland

Mit gesetzlicher Festlegung des Ausstieges der Energieerzeugung aus fossilen Brennstoffen, wie Braun- oder Steinkohle, entfällt zukünftig die Nutzung des dabei anfallenden Rauchgasentschwefelungsgipses (REA-Gips) als Rohstoff für die deutsche Gipsindustrie. Darüber hinaus wird die Nutzung einheimischer, natürlicher Gipsvorkommen aus ressourcenschonenden sowie naturschutzrechtlichen Gründen zunehmend schwieriger.

Seit 2014 existiert in Deutschland eine weitere Möglichkeit der alternativen Rohstoffversorgung und zwar mit Recyclinggips (RC-Gips). RC-Gips fällt beim Recycling von gipshaltigen Abfällen, welcher derzeit noch überwiegend aus Gipskartonplattenabfällen besteht, an.

Mit den Aufbereitungsanlagen in Großpösna bei Leipzig (MUEG), in Zweibrücken (REMONDIS), in Pulheim (New West Gypsum Germany GmbH) und in Ennigerloh (Tadick Urban Mining GmbH) existieren mittlerweile vier derartige Recyclinganlagen in Deutschland.

Um den Gips aus den Gipskartonplattenabfällen zurückzugewinnen, stehen den jeweiligen Anwendern eine Reihe von unterschiedlichen Recyclingtechnologien/-techniken sowie Herangehensweisen zur Verfügung. Im Rahmen dieses Fachbeitrages können jedoch nicht alle möglichen Recyclingvarianten dargestellt werden. Diesbezüglich wird eine Auswahl von technischen Herangehensweisen dargestellt, welche den Autoren als geeignet erscheinen.

Ungeachtet dessen, dass es seit 2014 in Deutschland die Möglichkeit gibt, Gipskartonplattenabfälle zu recyceln, steckt dieses Projekt in Deutschland noch in den Kinderschuhen.

Warum?

Zum größten Teil erfolgt die Entsorgung gipshaltiger Abfälle in Deutschland weiterhin nicht nach den Vorgaben der fünfstufigen Abfallhierarchie des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG). Nach wie vor ist es gängige Praxis recycelfähige, gipshaltige Abfälle auf Deponien und in anderen Verfüllungsprojekten zu verbringen. Als bekanntestes Verfüllungsprojekt ist hier die sogenannte Sanierungsmaßnahme in Mydlovary (CZE) zu nennen. Diese Entsorgungspraktiken haben dafür gesorgt, dass auch fast 9 Jahre nach der Inbetriebnahme der ersten Gipsrecyclinganlage in Deutschland die oben erwähnten Aufbereitungsanlagen immer noch lange nicht ausgelastet sind. Im Gegenteil, die Aufbereitungsanlagen verfügen noch über sehr große Kapazitätsreserven, welche am Beispiel der MUEG Gipsrecyclinganlage Großpösna etwa 50 % der genehmigten Verarbeitungskapazität beträgt.

Darüber hinaus führen diese Entsorgungspraktiken dazu, dass eine Getrennthaltung von recycelfähigen Gipskartonplattenabfällen, wie es in der gültigen Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) § 8 Getrennte Sammlung, Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen, Absatz 1, Punkt 7 vorgeschrieben ist, nicht umfassend erfolgt.

Aus diesem Grunde ist es auch sehr schwierig, derzeitige belastbare Zahlen zum tatsächlichen Anfall von recycelfähigen Gipskartonplattenabfällen in Deutschland zu nennen.

Um jedoch ein Bild vom aktuellen Mengenverhältnis zu geben, werden exemplarisch bekannte, diesbezügliche Angaben aus dem Jahr 2020 herangezogen.

Im Jahr 2020 wurden 237 Millionen m² Gipskartonplatten in Deutschland produziert [4]. Im Rahmen der Studie des Umweltbundesamtes (UBA) aus dem Jahr 2017 wurde eine Menge von 360 Tt/a recycelbarer Gipskartonplatten (Szenario 3) für das Jahr 2020 prognostiziert [5]. Demgegenüber sind im Jahr 2020 lediglich 63 Tt RC-Gips produziert worden [2]. Angesichts der prognostizierten Anfallmengen ist die Menge an produziertem RC-Gips sehr gering und spiegelt somit auch die Menge an Gipskartonplattenabfällen wider, welche den Weg in den Recyclingprozess gefunden hat.

Generell kann gesagt werden, dass gipshaltige Abfälle, wie Gipskartonplattenabfälle, in der Entsorgungsbranche zum größten Teil noch sehr *stiefmütterlich* behandelt werden.

Aussagen wie:

- *der Mengenstrom ist zu gering,*
- *der Aufwand für die Getrennthaltung ist hoch,*
- *es dürfen ja keine Störstoffe drin sein,*
- *kein Platz mehr für eine getrennte Sammlung oder Lagerung,*
- *die Transport- und Entsorgungskosten sind zu hoch oder*
- *da fahre ich es lieber gleich auf die Deponie*

stehen auf der Tagesordnung.

Um diesbezügliche Kunden zu gewinnen, bedarf es einer intensiven Überzeugungsarbeit, dass sich auch der zusätzliche Aufwand lohnen kann.

2. Wo kommt der Gipskartonplattenabfall her?

Generell fallen Gipskartonplatten dort an wo sie nicht mehr gebraucht werden. Das ist in erster Linie aus dem Rückbau und der Sanierung von Gebäudebeständen. Aber auch bei der Herstellung und Verarbeitung neuer Gipskartonplatten, also bei Bau neuer Gebäude, fallen entsprechende recycelfähige Gipsabfälle an.

Natürlich macht der Anteil, welcher aus dem Rückbau und der Sanierung von Gebäudebeständen kommt, den Großteil der angedienten Gipskartonplattenabfälle in Großpönsna aus (etwa 80 % bis 90 %). Jedoch stellen die Mengen mit etwa 10 % bis 15 % aus dem Neubau von Gebäuden einen nicht zu unterschätzenden und meist störstofffreien Anteil dar.

Nachvollziehbar ist es auch, dass ein Großteil der Gipskartonplattenabfälle aus Ballungszentren mit großen Gebäudebeständen stammt. Hierbei ist nicht nur der Gebäudebestand an Wohnraum ausschlaggebend, vielmehr ist ein erhöhtes Aufkommen in großen Gewerbe- oder Industriezentren mit großen Bürokomplexen usw. zu verzeichnen. Hintergrund scheint hierfür eine kürzere Nutzungszeit bei gewerblicher Nutzung zu sein, welche meist die Lebensdauer einer Gipskartonplatte deutlich unterschreitet. In ländlichen Gegenden in das Aufkommen von Gipskartonplattenabfällen eher als gering einzuschätzen.

Darüber hinaus stellt sich die Frage: Von wem bekommt man die Gipskartonplattenabfälle? Das Kundenspektrum umfasst Unternehmen aus verschiedensten Sparten wie:

- Abbruchunternehmen,
- Entsorgungsunternehmen,
- Containerdienste,
- Abfallzweckverbände,
- Recyclingunternehmen,
- Bauwirtschaft,
- Gipsindustrie,
- Wertstoffhöfe,
- Makler.

Hierbei gibt es die unterschiedlichsten Ansätze einer entsprechenden Zusammenarbeit.

Sofern es sich um große Bauvorhaben handelt, ist eine direkte Zusammenarbeit mit einer Abbruch- oder Bauunternehmung von Vorteil und für alle Parteien wirtschaftlich am sinnvollsten. In den meisten Fällen ist jedoch die Einbeziehung eines örtlichen Entsorgungsunternehmens bzw. Containerdienstes erforderlich.

In der Regel erfolgt die Andienung des überwiegenden Anteiles von Gipskartonplattenabfällen jedoch nicht direkt von Baustellen, sondern über Entsorgungsunternehmen, welche entsprechende Getrenntlagermöglichkeiten eingerichtet haben.

Von hier aus erfolgt dann die Andienung oder auch die Abholung, wenn entsprechende Mengen für eine Transporteinheit vorhanden sind.

Des Weiteren werden Gipskartonplattenabfälle auch direkt mittels Containerdiensten angeeignet. Dieses ist jedoch sehr lokal begrenzt, da längere Transportentfernungen in Verbindung mit geringen Transportmengen schnell zu sehr hohen Transportaufwendungen führen.

Eine Anlieferung seitens des Gipskartonplatten verarbeitenden Gewerbes, wie Trockenbauer, ist ebenfalls sehr lokal begrenzt und als vernachlässigbar einzuschätzen. Aus Sicht der Autoren wäre zukünftig hier ein Rücknahmesystem zielführend. Hier könnte man gemeinsam mit den Herstellern von Gipskartonplatten ein Rücknahmesystem bei Großhandelsunternehmen oder Baumärkten einführen. Somit würde bereits beim Kauf von Gipskartonplatten geregelt sein, wo die entsprechenden Verschnittreste zurückgenommen werden, um dann einer Gipsrecyclinganlage zugeführt zu werden. Hierbei ist es jedoch zu klären, wer die entsprechenden Entsorgungskosten übernimmt. Ein Vorschlag wäre, den Entsorgungspreis bereits im Verkaufspreis der Gipskartonplatten zu integrieren.

Das Einrichten sogenannter Sammelstellen für Gipskartonplattenabfälle in Ballungszentren stellt derzeit ein probates Mittel für eine effektive Mengenbündelung dar. Das Prinzip der Einrichtung solcher Sammelstellen wurde durch die Berliner Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, mit Unterstützung durch die MUEG, erarbeitet und seitdem erfolgreich praktiziert. In unterschiedlichen Berliner Stadtbezirken sind fünf Sammelstellen für Gipskartonplattenabfälle eingerichtet worden. Diese Sammelstellen werden von unterschiedlichen, ortansässigen Entsorgungsunternehmen betrieben. Die Entsorgungsunternehmen dienen in der Regel dem Betreiber der Gipsrecyclinganlage die gesammelten recycelfähigen Gipskartonplattenabfälle an. Es besteht weiterhin auch die Möglichkeit, dass durch den Betreiber der Gipsrecyclinganlage die recycelfähigen Gipskartonplattenabfälle abgeholt werden..

3. Wo mache ich das? – Standortfrage

Die Wahl des richtigen Standortes einer Gipsrecyclinganlage hängt von vielen Faktoren ab und kann letztendlich auch nur vom jeweiligen Recyclingunternehmen beantwortet werden.

Grundsätzlich ist bei der Standortfrage zu klären, ob der Standort der Gipsrecyclinganlage in der Nähe des Abfallanfalles oder in der Nähe des RC-Gipsverwerters von Vorteil ist. Darüber hinaus ist die Festlegung des Abfalleinzuggebietes von großer Bedeutung. In den letzten Jahren sind die Transportpreise extrem stark gestiegen und besitzen somit direkten Einfluss auf die Entsorgungskosten. Somit sollten zukünftig auch Überlegungen nach alternativen Transportmöglichkeiten wie Bahn eine immer größere Rolle spielen, da durch das Einrichten des An- und Abtransportes von Gipskartonplattenabfällen oder von RC-Gips mittels Schienenverkehr größere Mengen über größere Distanzen zu günstigeren Konditionen befördert werden können, als auf derzeitigem konventionellem Wege. Voraussetzung hierfür sind aber das Vorhandensein entsprechender Umschlaganlagen von Straßen auf Schiene und eine größere Flexibilität bei der Deutschen Bahn.

Wie in Bild 1 ersichtlich, befinden sich Gipsverarbeitungswerke leider nicht immer in der Nähe von Ballungszentren. Dies bedeutet entsprechende Kompromisse bei der Entscheidung einer geeigneten Betriebsstätte.



Bild 1:

Das für die Gipsrecyclinganlage in Großpösna ermittelte Einzugs-
umfeld für die Anlieferung von
Gipskartonplattenabfällen

Im Fall der Gipsaufbereitungsanlage Großpösna fiel die Entscheidung nach Abwägung mehrere Standortvor- bzw. -nachteile. So waren neben der Tatsache, dass dieser Standort eine zentrale Lage im mitteldeutschen Raum einnimmt, auch seine sehr gute Verkehrsanbindung ausschlaggebend. So verfügt dieser Standort neben kurzen Wegen zu den Autobahnen A9, A14, A38 und zukünftig zur A72 mit direktem Autobahnanschluss, auch einen direkten Anschluss an das Gleisnetz der Deutschen Bahn über ein werkseigenes Eisenbahnnetz.

Ein weiteres wichtiges Entscheidungskriterium war die Möglichkeit der Nutzung vorhandener Infrastrukturen einer ehemaligen Abfallbehandlungsanlage, welches auf die erforderlichen Investitionen sehr großen Einfluss hatte. Des Weiteren befinden sich im unmittelbaren sowie im erweiterten Umfeld der Gipsrecyclinganlage entsprechende Gipsverwerter, welche eine gewisse Flexibilität bei der Vermarktung des RC-Gipses ermöglichen.

All diese Faktoren waren ideal zur Festlegung des Abfalleinzugsgebietes mit Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen, Berlin und Brandenburg. Auch Teilbereiche der Bundesländer Bayern, Hessen und Niedersachsen lassen sich noch zu vertretbaren Transportkosten erreichen.

4. Wie mache ich das? – Technologiefrage

Das Recycling von Gipskartonplattenabfällen ist keine Erfindung aus Deutschland. Bereits vor 2014 existierten eine Reihe von Gipsrecyclinganlagen in anderen Ländern wie Kanada, Großbritannien, Irland, Frankreich oder Dänemark. Grundsätzlich wurden diese Aufbereitungsanlagen als stationäre Anlagen ausgelegt. Lediglich ein Verfahren aus Dänemark verfolgte das Ziel, mittels mobiler Aufbereitungstechnik die Gipskartonplattenabfälle aufzubereiten. Diese Art der mobilen Aufbereitungstechnik wird nach Kenntnisstand der Autoren jedoch heute nicht mehr praktiziert.

Generelles Ziel des Recyclings von Gipskartonplattenabfällen ist die Trennung des Gipskernes von der umgebenden Kartonage. Natürlich ist auch die Störstoffabtrennung

von großer Bedeutung. Die Abfälle aus dem Rückbau oder der Sanierung von Gebäuden sind in der Regel immer störstoffbelastet, so auch Gipskartonplattenabfälle. Diese Störstoffe sind zum überwiegenden Teil andere Baumaterialien wie Holz, Beton, Porenbeton, Fliesen, Keramik, Folien oder Ständerwände. Darüber hinaus werden aber auch andere *Fehlwürfe* wie Vorschlaghammer, Metallstangen sowie andere nicht dem direkten Abriss zuzuordnende Stoffe angetroffen. Diese führen in den meisten Fällen zu großen Schäden an der Anlagentechnik.

Grundsätzlich beruhen alle den Autoren bekannten Gipsrecyclingprozesse auf klassischen, mechanischen Aufbereitungsverfahren. Diese Aufbereitungsverfahren sind in der Regel durch drei Hauptverfahrensschritte gekennzeichnet. Das Zerkleinern, das Klassieren und die metallische Abtrennung. Das Kernstück ist hierbei die Zerkleinerung. Diese kann entweder durch schnelllaufende Zerkleinerungsaggregate mit hohem Energieeintrag oder langsam laufende Zerkleinerungsaggregate mit niedrigem Energieeintrag oder eine Kombination aus beiden Technologien bzw. durch eine mehrstufige Zerkleinerung erreicht werden. Die Zerkleinerung von Gips ist aufbereitungstechnisch relativ einfach. Gips besitzt laut der Härteskala nach Mohs eine relative Härte von 2 und ist mit dem Fingernagel ritzbar. In Verbindung mit der Kartonage sowie Störstoffen ist die Zerkleinerung von Gipskartonplattenabfällen wesentlich komplexer. Mit dem Ziel der Gipsrückgewinnung sowie der Abtrennung von der Kartonage und Störstoffen muss die Auswahl des jeweiligen Zerkleinerungsverfahrens eng auf den gesamten Aufbereitungsprozess abgestimmt werden. Die Nutzung von schnelllaufenden Zerkleinerungsaggregaten setzt generell einen sehr sauberen bzw. störstofffreien Gipskartonplattenabfall voraus. Des Weiteren muss die nachfolgende Klassierungstechnik auf sehr feine Materialien abgestimmt werden. Im Gegensatz dazu sind langsam laufende Zerkleinerungsaggregate weniger störstoffanfällig und stellen größere Materialpartikel her, welche sich nach Meinung der Autoren besser in nachgeschalteten Klassierungsaggregaten trennen lassen. Dieses sogenannte schonende Verfahren stellt in mehreren nacheinander geschalteten Zerkleinerungsstufen sowie Klassierungsstufen gut trennbare Partikelgrößen her. Hierfür wird jedoch eine Reihe von Anlagentechnik benötigt, welche sich sowohl auf die Investitions- als auch auf die Betriebskosten negativ auswirken können.

Nachfolgend sind entsprechende mögliche Zerkleinerungsaggregate aufgelistet:

- Prallmühle,
- Hammermühle,
- Backenbrecher,
- Walzenmühle,
- Schraubenmühle.

Neben der Zerkleinerungstechnik ist die Auswahl der geeigneten Klassierungstechnik entscheidend für den Erfolg des Recyclings von Gipskartonplatten. Wie bereits erwähnt, ist die Auswahl der Klassierungstechnik in Abhängigkeit von der gewählten Zerkleinerungstechnik zu sehen.

So kommen grundsätzlich Sieb- und Sichter Techniken beim Recycling von Gipskartonplattenabfällen zum Einsatz. Da ähnlich wie bei der Zerkleinerung auch kein multifunktionelles Klassierungsaggregat existiert, sind hier mehrstufige Klassierungsschritte erforderlich. Jede Sieb- oder Sichter Technik hat für ihren speziellen Anwendungsfall ihre Rechtfertigung. Es ist somit aus Sicht der Autoren immer nur zielführend, die verschiedenen Klassierungstechniken zu kombinieren.



Bild 2: Aufbereitungsbereich mit Zerkleinerungs- und Klassierungstechnik

Nachfolgend sind entsprechende mögliche Klassierungsaggregate aufgelistet:

Siebung:

- Linear-Schwing-Siebmaschinen,
- Kreis-Schwing-Siebmaschinen,
- Spannwellen-Siebmaschinen,
- Trommelsiebmaschinen,
- Rollenroste,

Sichtung:

- Fliehkraftsichtung,
- Schwerkraftsichtung,
- Plansichtung,
- Windsichtung.

Darüber hinaus kann jedoch generell gesagt werden, dass ausschlaggebend für eine optimale Aufbereitung grundsätzlich entscheidend ist, wie störstofffrei der Gipskartonplattenabfall (Bild 3) der Gipsrecyclinganlage angedient wird. Ungeachtet der gesetzlichen Forderung aus der Getrennthaltung von recycelfähigen Gipskartonplattenabfällen (GewAbfV § 8), zeigen die Erfahrungen aus den letzten Jahren des Anlagenbetriebes, dass man den entsprechenden Kundenkreis für eine Getrennthaltung von Gipskartonplattenabfällen wirtschaftlich motivieren kann.



Bild 3:

Recyclbarer Gipskartonplattenabfall mit geringem Störstoffanteil

5. Wie muss RC-Gips aussehen?

RC-Gips sollte nicht nur weiß aussehen, sondern auch die Anforderungen des Bundesverbandes der deutschen Gipsindustrie erfüllen, damit er in Gipswerken wieder zur Produktion neuer Gipsprodukte eingesetzt werden kann. Darüber hinaus gibt es noch weitere Einsatzmöglichkeiten in der Zementindustrie oder bei der Düngemittelherstellung. Hierbei sind dann die Anforderungen des jeweiligen Verwerfers (z.B. Düngemittelverordnung) zu beachten.

Der RC-Gips *casubase* wird jedoch hauptsächlich in der Gipsindustrie eingesetzt. Als Haupteinsatzgebiet ist hier die Gipskartonplatte bzw. Gipsfaserplatte zu nennen. Darüber hinaus wurde der RC-Gips aber auch schon bei der Produktion von Gipsestrichen oder Gipsputzen verwendet. In der Gipsrecyclinganlage Großpösna werden zwei RC-Gipsfraktionen hergestellt, welche sich je nach ihrem Verwendungszweck bzw. nach der jeweiligen Verarbeitungstechnologie in ihrer Korngröße unterscheiden. So wird eine Fraktion 0 bis 2 mm sowie 2 bis maximal 8 mm je nach Kundenwunsch produziert.

Neben der Einhaltung der Anforderungen des Bundesverbandes der deutschen Gipsindustrie im Hinblick auf die technischen und gesundheitlichen Parameter, ist die Gewährleistung der Asbestfreiheit von großer Bedeutung.

Bislang fehlt die Festlegung eines Asbestgrenzwertes in Verbindung mit einem Standardanalyseverfahren und einer gekoppelten Nachweisgrenze sowie der rechtssicheren Festlegung, dass bei Unterschreitung dieser Nachweisgrenze von *Asbestfreiheit* auszugehen ist.

Hintergrund ist, dass Asbest bis Oktober 1993 verwendet werden durfte und daher beim Rückbau von Gebäuden und der Separierung recyclingfähiger Gipsplatten eine Querkontamination selbst geringster Spuren von Asbest aus anderen Baustoffen nicht auszuschließen ist.



Bild 4: RC-Gips aus Großpönsna

Derzeitig empfiehlt der Bundesverband der Deutschen Gipsindustrie in der Anlage zu den Qualitätsempfehlungen von RC-Gips Stand Juni 2020 folgenden Umgang mit Gipskartonplattenabfällen aus dem Rückbau zum Ausschluss von Querkontaminationen mit Asbestfasern:

1. Gebäudealter > 1995 (Asbestverbot + 2 Jahre) = Anlieferungs-Material gilt grundsätzlich als asbestfrei.
2. Gebäudealter < 1995 (Asbestverbot + 2 Jahre) = Anlieferungs-Material gilt grundsätzlich als asbestfrei, nur sofern ein CE-Zeichen und/oder EN-Aufdruck auf Platte nachweisbar sind
3. Für die Fälle 1. und 2. gilt, dass der Betreiber einer RC-Anlage eine solche Verpflichtung vertraglich gegenüber dem Anlieferer der Gipsabfälle und dem abnehmenden Gipswerk eingeht und nachweist. Dennoch sind regelmäßige Kontrollanalysen des RC-Gipses seitens des RC-Anlagenbetreibers unabdingbar.
4. Eine Erhöhung der Prüffrequenz bei RC-Gips ist so vorzunehmen, dass Asbestfasern chargenweise (z.B. alle 1.000 t) anstelle 4 mal jährlich geprüft werden.
5. Liegen die Fälle 1. oder 2. nicht vor, ist die Asbestfreiheit im Einzelfall nachzuweisen. Weitere Maßnahmen zur Annahmekontrolle können durch Betreiber der RC-Anlagen festgelegt werden [1].

Hier ist eine bundeseinheitliche Regelung zur Nachweisgrenze der Asbestfreiheit wünschenswert. Diesbezüglich wird seitens der Autoren die Bestimmungsmethode nach der TRGS 517 – Anlage 2 Verfahren 1 mit einer Nachweisgrenze von < 0,008 Ma.-% favorisiert.

6. Quellen

- [1] Bundesverband der Gipsindustrie: Anlage zu den Qualitätsanforderungen für Recyclinggips. Stand Juni 2020
- [2] Angaben vom Bundesverband der deutschen Gipsindustrie
- [3] Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz: Flyer *Gipsrecycling statt Deponierung*, Berlin
- [4] Statista: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/589581/umfrage/produktion-von-gipsplatten-in-deutschland/>
- [5] Umweltbundesamt (UBA): Studie *Ökobilanzielle Betrachtung des Recyclings von Gipskartonplatten*, 2017

Ansprechpartner



Jörg-Michael Bunzel

MUEG Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH
Prokurist/Geschäftsbereichsleiter TED
Geiseltalstraße 1
06242 Braunsbedra, Deutschland
+49 34633 4111 5
joerg-michael.bunzel@mueg.de



Deutschlands Online-Magazin
für die Circular Economy

++ Immer online ++ Immer verfügbar ++ Immer aktuell ++



Jetzt 30 Tage kostenfrei testen!
www.320grad.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky,
Dieter Georg Senk, Hermann Wotruba,
Helmut Antrekowitsch, Roland Pomberger (Hrsg.):

Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 10

– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –

ISBN 978-3-944310-72-5 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2023
Redaktion: Dr.-Ing. Stephanie Thiel
Erfassung und Layout: Martin Graß, Carolin Pawel, Claudia Naumann-Deppe, Cordula Müller,
Roland Richter, Janin Burbott-Seidel, Lena Stucke

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.