

Heiner Hamm, Rolf Hüller, Jörg Demmich
Knauf Gips KG, Iphofen/Germany

Recycling von Gipsplatten

Zusammenfassung: Nach der bestehenden und zukünftigen Rechtslage zur Verwertung und Beseitigung von Abfällen wird die Entsorgung von gipshaltigen Abfällen für den Verarbeiter stark verteuert. Die europäische Gipsindustrie muss deshalb ihren Kunden alternative, kostensparende Entsorgungswege aufzeigen. Vom Bundesverband der Gipsindustrie wird für Deutschland ein Konzept für die Aufstellung von Recyclinganlagen für Gipsplattenabfälle an strategisch wichtigen Standorten entwickelt. Die in den Recyclinganlagen aufbereiteten Gipsplattenabfälle werden in die Produktionskreisläufe der Gipsindustrie zurückgeführt. Für die Abnahme des Recyclinggipses wurden vom Bundesverband der Gipsindustrie Qualitätsanforderungen aufgestellt.

Recycling of plasterboard

Summary: Under the existing and future legal provisions for recycling and disposal of waste, the disposal of gypsum-containing waste is made extremely expensive for the user. For this reason, the European gypsum industry must demonstrate to its customers viable alternative and cost-saving disposal routes. The German Confederation of the Gypsum Industry is currently developing for Germany a concept for the construction of strategically sited recycling facilities for plasterboard waste. The plasterboard waste processed in these recycling plants will be returned to the gypsum industry's production cycles. The Confederation is also drafting quality specifications for acceptance of recycled gypsum.

Recyclage de panneaux de plâtre

Résumé: Compte tenu de la législation actuelle et future relative à la valorisation et à l'élimination des déchets, l'élimination de déchets renfermant du plâtre deviendra très chère pour les utilisateurs. L'industrie européenne du plâtre doit donc présenter à ses utilisateurs des moyens d'élimination alternatifs plus économiques. La confédération allemande de l'industrie plâtrière met au point, pour l'Allemagne, un concept de création d'installations de recyclage des déchets de panneaux de plâtre aux endroits stratégiques importants. Les déchets traités dans les installations de recyclage retournent dans les circuits de production de l'industrie plâtrière. La confédération de l'industrie plâtrière a établi des critères d'exigence de qualité pour la réception du plâtre de recyclage.

Reciclado de placas de yeso

Resumen: La reglamentación vigente y futura relativa al reciclado y la eliminación de residuos hace extremadamente costosa para el usuario la eliminación de los residuos con contenido en yeso. Por esta razón, el Instituto Europeo de la Industria del Yeso debe plantear a sus clientes medios de eliminación alternativos, viables y más económicos. La confederación alemana de la industria del yeso está desarrollando un concepto en Alemania para la construcción de plantas de reciclado de placas de yeso en lugares estratégicos. Las placas de yeso procesadas en estas plantas de reciclado retornarán a los ciclos de producción de la industria yesera. La confederación ha determinado también especificaciones de calidad para la aceptación del yeso reciclado.

1 Einleitung

Das Recycling von Sekundärrohstoffen hat in der europäischen Gipsindustrie schon immer einen sehr hohen Stellenwert. Ein repräsentatives Beispiel für dieses Recycling ist die Verwendung von REA-Gips aus den Rauchgasentschwefelungsanlagen der Kraftwerke als Rohstoffersatz für Naturgips. Bis heute wurden von der europäischen Gipsindustrie weit über 130 Mio. t REA-Gips verarbeitet und entsprechend weniger Naturgips abgebaut. **Bild 1** zeigt ein modernes Gipsplattenwerk, das vom Unternehmen Knauf direkt am Standort des Braunkohlekraftwerkes Schwarze Pumpe der Vattenfall Europe errichtet wurde. Basierend auf diesen Erfahrungen, beschäftigt sich die europäische Gipsindustrie in zunehmendem Maße auch mit der Verwendung von Gips aus dem Recycling von Gipsplatten. Dieser so genannte Recyclinggips entsteht bei der Aufberei-

1 Introduction

Recycling of secondary raw materials has already attained an extremely high significance in the European gypsum industry. One typical example of these recycling activities is the utilization of gypsum from the flue-gas desulfurization systems of power generating plants (FGD gypsum) as a substitute raw material for natural gypsum. Up to the present day, the European gypsum industry has processed well over 130 million tonnes of FGD gypsum, and used correspondingly less newly mined natural product. **Figure 1** shows a modern plasterboard plant constructed by Knauf directly at Vattenfall Europe's Schwarze Pumpe lignite-fired power generating plant site. The gypsum industry in Europe is also increasingly using this experience for greater study and investigation of the use of gypsum obtained from recycling of plasterboard. This so-called recycled gypsum

tung von verschiedenen Gipsplattenabfällen, z. B. als Produktionsabfall bei der Erzeugung im Gipsplattenwerk, als Baustellenabfall bei der Verarbeitung auf der Baustelle und als Bauschutt beim Abriss oder Rückbau von Gebäuden. In der folgenden Abhandlung wird über den aktuellen Stand des Recyclings von Gipsplatten und die mögliche Verwendung des Recyclinggipses berichtet.



1 Gipsplattenwerk Schwarze Pumpe
1 Plasterboard plant "Schwarze Pumpe"

2 Beschreibung der Gipsplattenabfälle

Bei der Produktion von Gipsplatten fallen in den Gipswerken anlagenbedingt 1 bis 2 % der Produktionsmenge als Produktionsabfall an. Dies sind insbesondere Plattenreste, Sägeabschnitte, Platten aus Fehlmischungen und beschädigte Platten, die bei der Bearbeitung der Gipsplatten hinter dem Trockner entstehen. In modernen Gipsplattenwerken werden diese Produktionsabfälle in integrierten Recyclinganlagen aufbereitet und die Gips- und Papierfraktionen vollständig in den Produktionsprozess zurückgeführt. Moderne Gipsplattenwerke sind deshalb frei von gasförmigen, flüssigen und festen Abfallstoffen. Die Rückführung der Produktionsabfälle ist im Blockschema einer Gipsplattenproduktion in den **Bildern 2 und 3** angedeutet. In Deutschland fallen jährlich ca. 20 000 t solcher Produktionsabfälle an, die, wie bereits beschrieben, in den integrierten Recyclinganlagen verwertet werden.

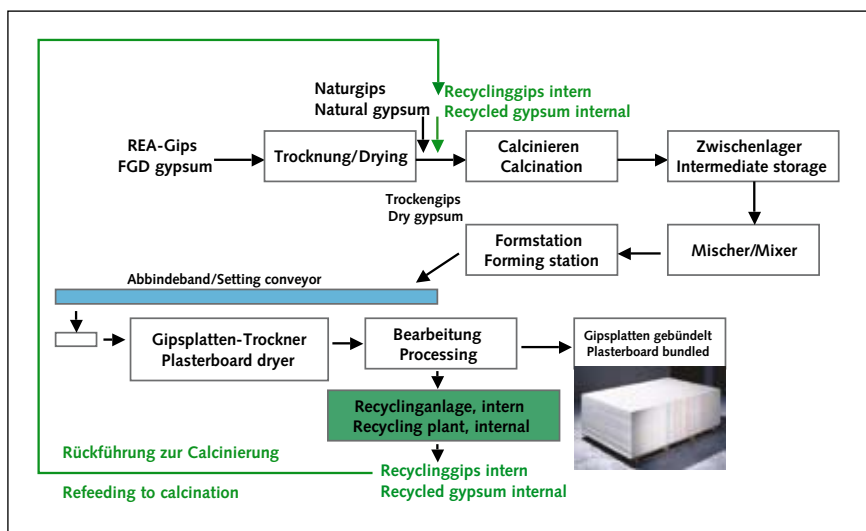
Bei der Verarbeitung von Gipsplatten auf einer Baustelle fallen objektbedingt mehr oder weniger Gipsplattenabschnitte aus Neubau, Ausbau, Renovierung und der Weiterverarbeitung und Konfektionierung als so genannte Baustellenabfälle an (**Bild 4**). Diese Baustellenabfälle werden normalerweise auf der Baustelle in Containern gesammelt und müssen entsorgt, das bedeutet verwertet oder beseitigt, werden. Auf einer gut organisierten Baustelle können diese Gipsplattenabfälle sortenrein

is obtained from processing of various types of plasterboard waste, such as production waste at the original plasterboard plant, construction-site waste during on-site use, and in the form of demolition waste following the demolition of buildings. The following reports on the current status of plasterboard recycling and the potential uses of recycled gypsum.

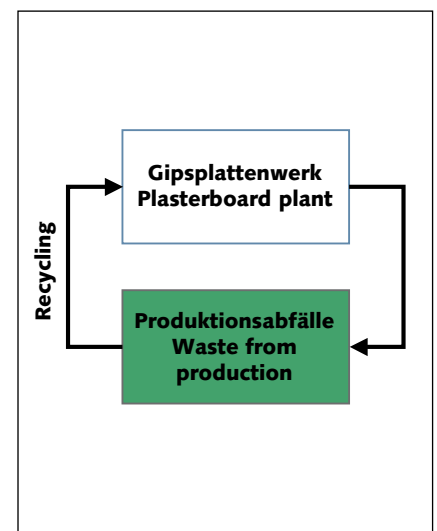
2 Description of plasterboard waste

As a result of the production systems used, 1 to 2 % of production is yielded in the form of waste during the plasterboard production processes at the gypsum plant. This waste takes the form, in particular, of remnants of plasterboard, sawing waste, plasterboard bearing incorrect material mixtures, and plasterboard damaged during handling and machining of the product downstream of the drying system. In modern plasterboard plants, these forms of production waste are processed in integrated recycling plants and the gypsum and paper fractions returned in their entirety to the production process. Modern plasterboard plants are therefore free of gaseous, liquid and solid waste materials. Return of production waste to the original production process is indicated in the block diagram for plasterboard production shown in **Figures 2 and 3**. Around 20 000 t of such production waste occurs annually in Germany and, as already mentioned, is then reprocessed in integrated recycling facilities.

Depending on the type of property under construction, preparation and use of plasterboard on a construction site result in greater or lesser amounts of plasterboard waste from new installation, expansion projects, renovation and further processing and shaping, in the form of so-called on-site waste (**Fig. 4**). This on-site waste is normally collected in containers on the



2 Produktion von Gipsplatten
2 Plasterboard production



3 Gipsplattenabfälle aus der Produktion
3 Plasterboard waste from production

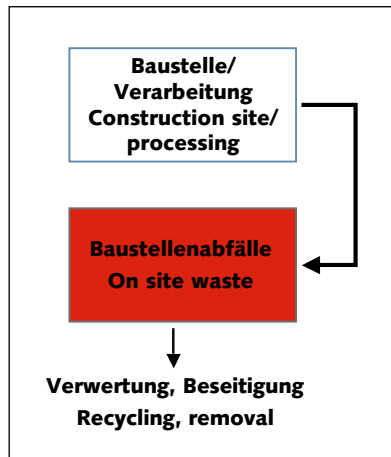
und frei von fremden Verunreinigungen gesammelt werden und sind deshalb für die Aufbereitung in neu zu errichtenden Recyclinganlagen prädestiniert. Realistische Schätzungen gehen heute von ca. 60 000 t/a solcher Gipsplattenabschnitte in Deutschland aus.

Beim Abriss von Gebäuden fällt Bauschutt an (Bild 5), der heute bereits großtechnisch in Recyclinganlagen aufbereitet wird. Die beim Bauschuttrecycling anfallenden Grobfractionen aus Beton, Ziegel etc. werden größtenteils verwertet, z. B. beim Straßenbau, Landschaftsbau etc. Die gipshaltige Feinfraktion muss wegen ihrer inhomogenen Zusammensetzung und ihrer Verunreinigung durch verschiedene organische und anorganische Baustoffchemikalien in der Regel beseitigt werden. Eine teilweise Verwertung wäre nur durch visuelles Aussortieren von sortenreinen Gipsplattenresten vor der Aufbereitung möglich. Eine wesentlich höhere Ausbeute an sortenreinen Gipsplattenabfällen wäre natürlich beim gezielten Rückbau von Gebäuden möglich. Bei der visuellen Aussortierung könnten in Deutschland Gipsplattenabfälle in einer Größenordnung von 100 000 t/a gesammelt werden.

Bild 6 zeigt ein Mengenszenario für die verschiedenen Gipsplattenabfälle in Deutschland. In diesem Mengenszenario steckt das Kernproblem für die Realisierung einer wirtschaftlichen zentralen Recyclinganlage für Gipsplattenabfälle. Die Produktionsabfälle wären zwar von der Menge her interessant, stehen aber wegen der in den Gipsplattenwerken integrierten Recyclinganlagen nur bedingt zur Verfügung. Ebenso stellen die mengenmäßig sehr interessanten, aber nicht sortenreinen Gipsplattenabfälle aus dem Bauschuttrecycling zunächst keine planbare Größe für den Betrieb einer zentralen Recyclinganlage dar. Dagegen können die Gipsplattenabfälle aus Bauvorhaben nahezu hundertprozentig „recycelt“ werden, wenn diese sortenrein gesammelt und zu den Recyclinganlagen geliefert werden.

3 Rechtslage

Die bisherige Gesetzesflut zur Verwertung und Beseitigung von mineralischen Abfällen mit immer neuen Änderungs- und Ergänzungsvorschlägen auf nationaler und europäischer Ebene wurde von GFR Gesellschaft für die Aufbereitung und Verwertung von Reststoffen mbH gemeinsam mit dem Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e. V. in einem Vortrag zum Regelwerk-Chaos auf Bundes- und Landesebene mit dem Titel „Nebel in Babylon“ behandelt (Bild 7). Aus dieser Gesetzesflut hat sich inzwischen die im Folgenden zusammengefasste Rechtslage zur Verwertung/Beseitigung



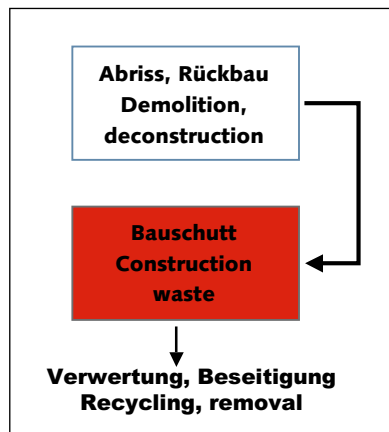
4 Gipsplattenabfälle aus der Verarbeitung
4 Plasterboard waste from processing



building site and then requires disposal in the form of either recycling or destruction. On a well organized construction site, this plasterboard waste can be collected, sorted into the various types (“type-sorted”) and free of extraneous contaminants and fouling is therefore predestined for reprocessing in newly constructed recycling plants. Realistic estimates nowadays assume production of around 60 000 t/a of such plasterboard waste.

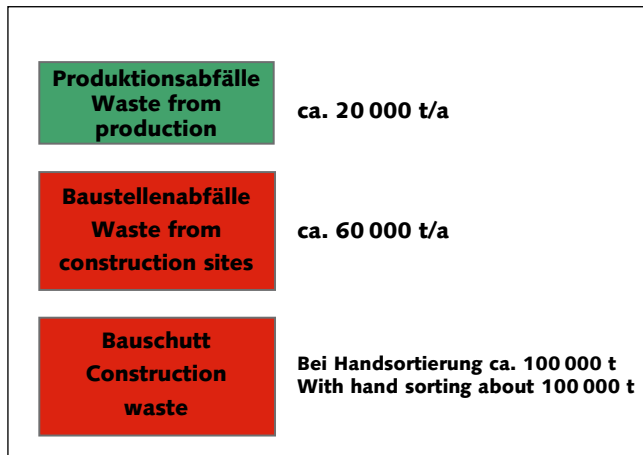
The demolition of buildings produces building rubble and other waste (Fig. 5) which nowadays is reprocessed on a commercial scale in recycling plants. The coarse fractions occurring during demolition-waste recycling and consisting of concrete, bricks, tiles, etc., are largely reused in highway engineering, landscaping, etc. The gypsum-containing fines generally require disposal due to their heterogeneous composition and their contamination with various organic and inorganic building-material chemicals. Partial recycling would be possible only by means of visual sorting of plasterboard remnants into the various types prior to processing. A significantly higher yield of properly sorted plasterboard waste would, of course, be possible in case of more systematic demolition of buildings. Visual sorting would then permit collection of plasterboard waste of an order of magnitude of 100 000 t/a.

Figure 6 shows a quantity scenario for the various types of plasterboard waste which occur in Germany. This scenario har-



5 Gipsplattenabfälle aus Abbruch/Rückbau
5 Plasterboard waste from demolition/deconstruction





6 Gipsplattenabfälle in Deutschland
6 Plasterboard waste in Germany

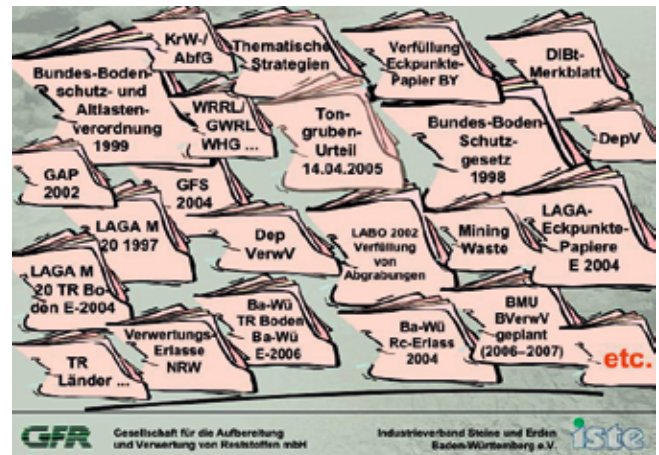
von vor allem mineralischen Abfällen generell und natürlich auch von Gipsplattenabfällen herauskristallisiert:

- Europäische Deponierichtlinie. 1999/31/EG
Ratsentscheidung 2003/33/EG über die Annahme von Abfällen.
- Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen.
AbfAblV BGBl I 2001, S. 305 vom 20.02.2001
Abfallablagerversordnung für Deponieklassen I und II
- Verordnung über Deponien und Langzeitlager.
DepV BGBl I 2002, S. 2807 vom 24.07.2002
Deponieverordnung für Deponieklassen 0, III und IV
- Deponieverwertungsordnung.
DepVerwV BGBl I 2005, S. 2252 vom 25.07.2005
Nationale Regeln für die Verwertung auf Deponien
- Verordnung zur Umsetzung der Ratsentscheidung vom 19. Dezember 2002 zur Festlegung von Kriterien und Verfahren für die Annahme von Abfällen auf Abfalldeponien.
BGBl I 2006, S. 2860 vom 13.12.2006
- Technische Regeln
z. B. LAGA Länderarbeitsgemeinschaft Abfall etc.

Übergeordnet sind das die Europäische Deponierichtlinie und die damit zusammenhängende Ratsentscheidung über die Annahme von Abfällen sowie die nationalen Verordnungen zur Umsetzung der Europäischen Deponierichtlinie.

Für die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen als Beseitigungsmaßnahme gilt in Deutschland die so genannte Abfallablagerversordnung für die Deponieklassen I und II. Bei der Zuordnung von Abfällen zu den entsprechenden Deponieklassen sind die behördlich festgelegten Zuordnungskriterien einzuhalten. Für gipshaltige Abfälle sind darunter der TOC (total organic carbon), der wasserlösliche Anteil und das Sulfat wichtig. Mit der Verordnung zur Umsetzung der Ratsentscheidung wurden mit Wirkung vom 01.02.2007 auch neue Sulfat-Zuordnungswerte (2000 mg/l) für die Deponieklassen I und II eingeführt. Eine Begrenzung des DOC-Wertes im Eluat (früher TOC) für Gipsabfälle für Deponien der Klasse I existiert nicht, so dass eine Ablagerung dieser Abfälle auch zukünftig möglich ist.

Die Beseitigung von gipshaltigen Abfällen auf Inertabfalldeponien (DK 0) ist aufgrund der neuen Sulfat-Zuordnungswerte



7 Gesetzesflut
7 Flood of legislation

bours the central problem in the achievement of a cost-efficient centralized recycling facility for plasterboard waste. Production waste would, indeed, be of interest in terms of quantity, but is available only to a limited extent, as a result of the recycling facilities integrated into the plasterboard plants. Equally, the plasterboard waste from demolition-waste recycling would, again, be highly interesting in terms of quantities, but it is not available in type-sorted form and does not, at least, initially, constitute a factor which can be planned into the operation of a central recycling facility. Plasterboard waste from new construction projects can, on the other hand, be “recycled” virtually 100 % provided it is collected in sorted form and supplied to the recycling plants.

3 Legal situation

The absolute deluge of legislation up to now on the recycling and disposal of mineral waste, with ever new proposals for amendment and augmentation at both national and European level, has been impressively illustrated by the GFR Gesellschaft für die Aufbereitung und Verwertung von Reststoffen mbH (GFR Waste-Materials Reprocessing and Recycling Corporation), in cooperation with the Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e.V. (Baden-Württemberg Confederation of the Minerals Industry) in a paper on the complete legislative chaos at both federal and federal state level entitled “Fog in Babylon” (Fig. 7).

From this flood of legislation, the legal situation on recycling/disposal of mineral waste in general and, of course, of plasterboard waste, in particular, as shown in the following has now become clear.

- European Landfills Directive 1999/31/EG
Council decision 2003/33/EG on the acceptance of waste materials
- Ordinance on Environmentally Compatible Storage of Municipal Waste
AbfAblV BGBl I 2001, S. 305 vom 20.02.2001
Abfallablagerversordnung (Ordinance on Environmentally Compatible Storage of Waste from Human Settlements and on Biological Waste-Treatment Facilities) for the categories I and II
- Ordinance on landfills and long-term storage.



8 Verwertungsmöglichkeiten
8 Possibilities for utilization

für diese Deponieklasse von 100 mg/l (unter bestimmten Rahmenbedingungen bis 600 mg/l) kaum möglich.

Zur Verwertung von Abfällen gelten die so genannte Deponieverwertungsordnung und die entsprechenden Regelungen in den einzelnen Bundesländern (z. B. Technische Regeln der LAGA). Danach können Gipsplattenabfälle in Form von Rekultivierungsmaßnahmen z. B. zur Verfüllung von Tagebauen (Bild 8), Abdeckung von Salzhalden oder zur Profilierung von Altdeponien verwertet werden. Diese Verwertung ist wegen der relativ niedrigen technischen Ausstattung der Altdeponien mit Preisen von 10 €/t zwar relativ kostengünstig, der Deponieraum für diese Verwertung wird aber immer knapper.

Die Beseitigung von Gipsplattenabfällen nach der bestehenden Rechtslage gemäß Abfallablagereverordnung ist auf den neu geschaffenen Deponieflächen der Klassen I oder II wegen der höheren technischen Ausstattung teurer und kann in Einzelfällen bis 200 €/t betragen.

Zurzeit plant die Bundesregierung eine Bundesverwertungsverordnung, die ab dem Jahr 2008 die bisherigen länderspezifischen Regelungen ablösen und zusammenfassen soll. Wie sich dann die Verwertungskosten für Gipsplattenabfälle in der Zukunft entwickeln, ist deshalb noch offen. Mit Sicherheit werden diese Kosten nicht niedriger. Neben den technischen Zielsetzungen einer zentralen Recyclinganlage für Gipsplattenabfälle ist deshalb ein weiteres wichtiges Ziel, die Anlieferung zu einer solchen Recyclinganlage zu vernünftigen, niedrigen Preisen zu ermöglichen.

Die zurzeit zu beobachtende umweltpolitische Entwicklung insbesondere auf europäischer Ebene wird auch in Deutschland „durchschlagen“. Mit den Schlagworten „Herstellerverantwortung“ und „vermehrtes Recycling“ und dem verbundenen Ziel der Ressourcenschonung stellt sich die Gipsindustrie der Herausforderung, dem Recycling von Gipsplattenabfällen einen entsprechend hohen Stellenwert einzuräumen

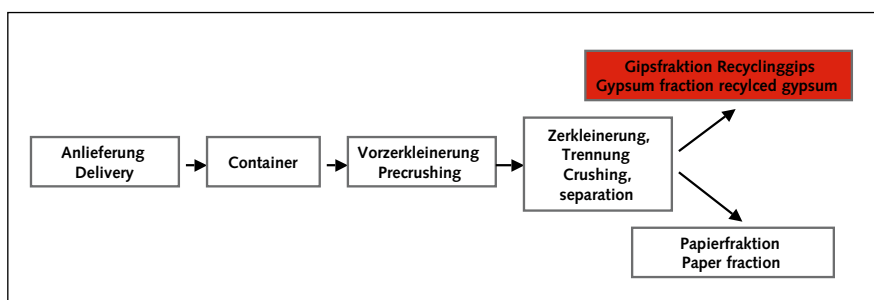
- DepV BGG I 2002, S. 2807 vom 24.07.2002
Ordinance for Landfill Categories 0, III und IV
- Deponieverwertungsordnung.
DepVerwV BGG I 2005, S. 2252 from 25.07.2005
National rules for the recycling on landfills
- Regulation for the implementation of the decision of the Council dated 19 December 2002 as regards the stipulation of criteria and procedures for the receipt of waste at waste dumps. Gazette I 2006, p. 2860 dated 13 December 2006.
- Technical rules
e. g. LAGA Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, etc.

This situation is dominated, primarily, by the European Landfills Directive and the associated decisions by the Council of the EU on the acceptance of waste materials and the national ordinances on implementation of the above European directive.

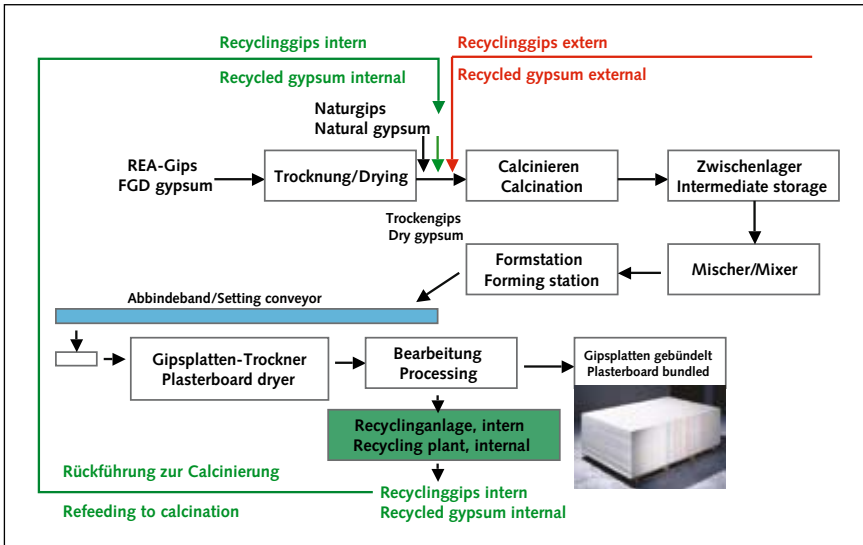
The Abfallablagereverordnung (Ordinance on Environmentally Compatible Storage of Waste from Human Settlements and on Biological Waste-Treatment Facilities) applies in Germany to Landfill Classes I and II with respect to environmentally safe landfill-dumping of residential waste as a disposal route. The officially specified assignment criteria must be followed in the allocation of specific types of waste to the corresponding landfill categories. Under these regulations, Total Organic Carbon (TOC), water-soluble contents and sulfate contents are particularly important for gypsum-containing waste. Based on the regulation for the implementation of the decision of the Council, with effect from 1 February 2007 new sulphate assignment criteria (2000 mg/l) were introduced for the landfill categories I and II. A limit for the DOC value in the eluate (formerly TOC) of gypsum waste for landfills of category I does not exist, so that it will be possible to deposit this kind of waste also in the future.

The disposal of gypsiferous waste on inert waste dumps (DK 0) will hardly be possible due to the new sulphate assignment criteria for this landfill category, i.e. 100 mg/l (up to 600 mg/l under certain framework conditions).

The Ordinance on Environmentally Compatible Storage of Waste from Human Settlements and on Biological Waste-Treatment Facilities and the corresponding (e. g. LAGA technical rules) apply to the recycling of waste materials. Under these provisions, plasterboard waste may be used in the form of reclamation projects for back-filling of open-cast mines and quarries, for example (Fig. 8), or for the topographical landscaping of life-expired landfills. This form of “recycling”, due to the relatively simple technical equipment of life-expired landfills, is, it



9 Recyclinganlage, Blockschema
9 Recycling plant, block scheme



10 Produktion von Gipsplatten
10 Plasterboard production

4 Konzept der Recyclinganlage

Basierend auf den Erfahrungen mit integrierten Recyclinganlagen in Gipsplattenwerken und Großversuchen in großtechnischen Bauschuttzubereitungsanlagen, ergibt sich für die Aufbereitung von Gipsplattenabfällen ein relativ einfaches Verfahrenskonzept (Bild 9). Die im Container angelieferten sortenreinen Gipsplattenabfälle werden vorzerkleinert und in einem nachgeschalteten Brecher und einer Siebeinrichtung in eine Gipsfraktion und eine Papierfraktion getrennt. Diese Verfahrenselemente kommen auch bei der klassischen Bauschuttzubereitung zum Einsatz, haben allgemein den Vorzug, robust und störungsarm zu arbeiten und sind seit Jahrzehnten am Markt bewährt. Mit dieser Technik können sowohl trockene als auch feuchte Gipsplattenabfälle verarbeitet werden.

Ähnliche Konzepte werden in Europa bereits von der kanadischen Firma „New West Gypsum Recycling“ und der dä-

Tabelle 1: Qualitätskriterien für das Produkt Recyclinggips
Table 1: Quality criteria for the product recycled gypsum

Qualitätsparameter Quality parameter	Bestimmt als Determined as	Einheit/Unit	Qualitätskriterien Quality criteria
Freie Feuchte Free humidity	H ₂ O	Gew./wt.-%	< 0.10
Calciumsulfat-Dihydrat Calciumsulphate-Dihydrate	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Gew./wt.-%	> 80
Magnesiumsalze, wasserlöslich Magnesium salt, water soluble	MgO	Gew./wt.-%	< 0.02
Natriumsalze, wasserlöslich Sodium salt, water soluble	Na ₂ O	Gew./wt.-%	< 0.02
Kaliumsalze, wasserlöslich Potassium salt, water soluble	K ₂ O	Gew./wt.-%	< 0.02
Chloride	Cl	Gew./wt.-%	< 0.01
pH			5-9
Farbe/Colour	Ry L*a*b*	%	Weiß/White (1)
Geruch/Smell			neutral
Toxische Bestandteile Toxic constituents			schadlos harmless
Korngröße/Grain size		mm	< 5

(1) Abhängig von der Verwendung des Recyclinggipses und den jeweiligen Fertigprodukten können unterschiedliche Farbwerte gelten.
Depending on the utilization of recycled gypsum in the respective finish product different colour values can exist.

is true, relatively cheap, at prices of around 10 €/t, but landfill capacity for such use is becoming ever scarcer.

Disposal of plasterboard waste at newly created Class I or II landfills under the existing legal situation as given by the Ordinance on Environmentally Compatible Storage of Waste from Human Settlements and on Biological Waste-Treatment Facilities is more expensive, due to the greater level of technology involved, and in individual cases can amount to up to 200 €/t.

The federal government is currently planning a Federal Recycling Ordinance which will supersede and codify existing national legislation as from 2008. The future trend in recycling costs for plasterboard waste is therefore unclear at present. They will, however, most certainly not fall. In addition to the technical aims of a central recycling facility for plasterboard waste, a further important target will no doubt be that of permitting delivery to this type of recycling plant at rational low prices.

The environmental development, which can be observed at the European level at present, will also have an effect on Germany. With the keywords “producer responsibility” and “increased recycling” and the connected goal to conserve resources, the gypsum industry takes up the challenge to rate highly the recycling of gypsum plasterboard waste.

4 Design of a recycling facility

Experience with integrated recycling installations at plasterboard plants and large-scale tests in commercial-sized demolition-waste recycling plants indicate a relatively straightforward processing concept for recycling of plasterboard waste (Fig. 9). The type-sorted plasterboard waste delivered in containers is firstly pre-cominuted and then separated in a downstream crusher and screening system into a gypsum and a paper fraction. These processing elements are also used in classical demolition-waste recycling and offer, in general, the advantages of robust and trouble-free operation. They proved their capabilities on the market decades ago. This technology can be used to process both dry and moist plasterboard waste.

Similar concepts are already being tested in Europe by the Canadian company, “New West Gypsum Recycling” and Denmark’s “Gypsum Recycling International A/S” at a number of European gypsum industry locations. These trials permit the obtainment of valuable experience concerning the quality and the utilization of recycled gypsum.

On the assumption of a realistic inflow of type-sorted plasterboard waste of an annual amount of 60 000 tonnes in Germany, construction of three recycling facilities at central locations (e.g. the Northrhine-Westphalia, Northern Germany and Bavaria), each with a capacity of 20 000 t/a, would be a rational choice. This would also make it possible to keep the costs of transportation to the nearest recycling facility within a reasonable framework.

The European gypsum industry has already declared its willingness to purchase recycled gypsum of the quality specified in Table 1. This quality profile is drafted with reference to the Eurogypsum quality criteria for the FGD gypsum product. Ex-

nischen Firma „Gypsum Recycling International A/s“ an mehreren Standorten der europäischen Gipsindustrie erprobt. Hierbei können wertvolle Erfahrungen bei der Qualität und Verwendung des Recyclinggipses gewonnen werden.

Ausgehend von einem realistischen Rücklauf von sortenreinen Gipsplattenabfällen in Deutschland in einer Menge von jährlich 60 000 t, wäre die Errichtung von drei Recyclinganlagen an zentralen Standorten (z. B. Nordrhein-Westfalen, Norddeutschland und Bayern) jeweils mit einer Kapazität von 20 000 t/a sinnvoll. Dadurch könnten auch die Transportkosten zur Recyclinganlage in einem vernünftigen Maß gehalten werden.

Die europäische Gipsindustrie hat sich bereiterklärt, den Recyclinggips mit einer Qualität abzunehmen, wie sie in **Tabelle 1** beschrieben ist. Diese Qualität ist angelehnt an die Qualitätskriterien von Eurogypsum für das Produkt REA-Gips. Umfangreiche Versuche haben bestätigt, dass der Recyclinggips diese Qualitätsanforderungen für ein Produkt erfüllen kann.

Wie aus **Bild 10** zu entnehmen ist, erfolgt die Zugabe des Recyclinggipses im Gipsplattenwerk genau an der Stelle, an der auch bereits das Material aus der integrierten Recyclinganlage aufgegeben wird. Mit dieser Verwertung schließt sich der Kreislauf, der mit der Produktion der Gipsplatten begonnen wurde, auf nahezu perfekte Weise.

Bis zur großtechnischen Realisierung der ersten Recyclinganlage müssen allerdings noch folgende Probleme gelöst werden:

1. Sichere Auslastung einer Recyclinganlage mit mindestens 20 000 t/a sortenreinen Gipsplattenabfällen
2. Kosten und Finanzierung der Recyclinganlage
3. Umwandlung von Recyclinggips vom Abfall zum Produkt
4. Mögliche Registrierung des Produktes Recyclinggips unter REACH

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass die Papierfraktion als Ersatzbrennstoff oder zur Kompostierung verwendet werden könnte. Einzelheiten hierzu sind aber nicht Gegenstand dieser Abhandlung.

Abschließend ist anzumerken, dass eine kostengünstige Rücknahme und Verwertung von Gipsplattenabfällen auf ein positives Echo beim Verbraucher von Gipsplatten stoßen und zu einem erheblichen Imagegewinn für die Gipsindustrie führen kann. Dies umso mehr, wenn sich die gesamte europäische Gipsindustrie – wie beim Beispiel REA-Gips – an diesem Vorhaben beteiligt.

tensive trials have already confirmed that recycled gypsum is capable of meeting these quality standards.

As can be seen from **Figure 10**, recycled gypsum is added to the production cycle in the plasterboard plant at precisely the point at which the material arriving from the integrated recycling installation is already fed in. This form of recycling thus closes the circuit started with production of the plasterboard virtually perfectly.

It will, however, be necessary to solve the following problems before the first commercial-scale recycling facility can be constructed:

1. Assured capacity utilization of a recycling plant for a minimum of 20 000 t/a type-sorted plasterboard waste
2. Financing of the recycling facility
3. Conversion of recycled gypsum from waste to a usable product
4. Possible registration of the recycled gypsum product under REACH

It should be noted, for the sake of completeness, that the paper fraction could be used as a substitute fuel or as a compost material. However, details of this are not examined in this essay.

We should state, by way of conclusion, that rational-cost return and recycling of plasterboard waste is welcomed by plasterboard users and may well result in a considerable enhancement of the gypsum industry's image. The more so, if the entire European gypsum industry participates in this project, as in the case of FGD gypsum.