

CEMENT **▶ PROCESSING ▶ PERFORMANCE ▶ APPLICATION** **I**NTERNATIONAL

Reprint from / Sonderdruck aus: Issue No.: 4/2004, pp. 92-102

25 years experience gained in the European Gypsum Industry with the use of FGD gypsum

**25 Jahre Betriebserfahrung mit der Verwendung von REA-Gips in der
europäischen Gipsindustrie**

**▶ Dr. H. Hamm, Dr. H.-J. Kersten, ▶ Dr. R. Hueller,
Bundesverband der Gipsindustrie e. V., Darmstadt, Germany**

SUMMARY

For more than 25 years the European Gypsum Industry has used more than 100 million tonnes of FGD gypsum and has gained plenty of experience – sometimes positive, sometimes less positive. FGD gypsum volumes and quality were essentially influenced by power station parameters, such as mode of operation, type of fuel/sulfur content, technology of the desulphurization unit and type of absorbents. The potential of use in the gypsum industry was of course subject to the existing range of gypsum-based products and to the availability of quantities of FGD gypsum. Moreover, it was influenced by the gypsum markets on a national and European level. Also ecological factors such as the European waste catalogue played an important role for the potential use. To increase this, the European Gypsum Industry has taken numerous actions within the last 25 years, such as the substitution of natural gypsum, the adjustment of existing gypsum factories, the erection of new gypsum factories manufacturing on the basis of FGD gypsum and the development of formulations and gypsum-based products and the development and erection of new logistic systems. All those comprehensive experiences can be summarized in that FGD gypsum represents a raw material suitable for the manufacture of numerous gypsum-based products, but however, is not always suitable for the manufacture of all gypsum-based products so that the use of natural gypsum continues to remain indispensable with respect to a reliable use of FGD gypsum. ◀

ZUSAMMENFASSUNG

Die europäische Gipsindustrie verarbeitet seit mehr als 25 Jahren REA-Gips und hat dabei eine Fülle von guten und weniger guten Erfahrungen gesammelt. Menge und Qualität des REA-Gipses hängen entscheidend von den Einflussgrößen der Kraftwerke, wie z.B. Betriebsweise, Brennstoff/Schwefelgehalt, REA-Technologie und Absorptionsmittel ab. Das Verwendungspotenzial in der Gipsindustrie wird natürlich von der vorhandenen Produktpalette und der Verfügbarkeit des REA-Gipses bestimmt und darüber hinaus von den Gipsmärkten auf Landesebene und auf europäischer Ebene beeinflusst. Auch ökologische Faktoren, wie z.B. der europäische Abfallkatalog spielen für das Verwendungspotenzial eine wichtige Rolle. Zur Erhöhung des Verwendungspotenzials hat die europäische Gipsindustrie in den letzten 25 Jahren eine Vielzahl von Maßnahmen durchgeführt, wie z.B. die Substitution von Naturgips, die Anpassung von vorhandenen Gipswerken an den neuen Rohstoff REA-Gips, die Errichtung von neuen Gipswerken auf der Basis von REA-Gips, die Anpassung und Entwicklung von Rezepturen und Gipsprodukten und die Entwicklung und den Aufbau von neuen Logistiksystemen. Nach diesen langjährigen Erfahrungen wird zusammenfassend festgestellt, dass REA-Gips für eine Vielzahl von Gipsprodukten ein geeigneter Rohstoff ist, aber nicht für alle Gipsprodukte gleichermaßen gut geeignet ist und dass zur Sicherstellung der Verwendung von REA-Gips der Einsatz von Naturgips weiterhin unverzichtbar bleibt. ◀

25 years experience gained in the European Gypsum Industry with the use of FGD gypsum

25 Jahre Betriebserfahrung mit der Verwendung von REA-Gips in der europäischen Gipsindustrie

1 Introduction

At the XIX Eurogypsum Congress in Interlaken [1] in 1991 and at the XX Eurogypsum Congress in Stockholm [2] in 1994 it was already reported on the joint efforts of the Gypsum Industry and the Power Industry to cope with the FGD gypsum problem in Germany and Europe. These efforts proved to be successful to such an extent that the European Gypsum Industry has used – from the very beginning of the flue-gas desulphurization (FGD) in the Federal Republic of Germany in the end of the 70s until today – more than 100 million tonnes of FGD gypsum, this means a reduction in natural gypsum mining by the same amount (► Fig. 1). To achieve that great performance in the last 25 years, both powerful industries had to make tremendous joint efforts, invest a lot of money and overcome many obstacles. The investment program launched by the European Power Industry for the erection of new desulphurization units amounts to more than 8 billion € today. But the European Gypsum Industry, too, has spent a lot of money for the use of FGD gypsum.

The new raw material basically changed the scenery in the European Gypsum Industry and the Power Industry became an important supplier of raw material. In the past gypsum factories had been erected in the single countries in the neighborhood of natural gypsum deposits and the market for building materials. Today new, ultra-modern gypsum factories are being erected throughout Europe in close proximity of large power station sites and new gypsum markets are opened up.

Because of the political discussion about energy and consequently about the emission of carbon dioxide, the liberalization of the power markets, the generation of nuclear energy

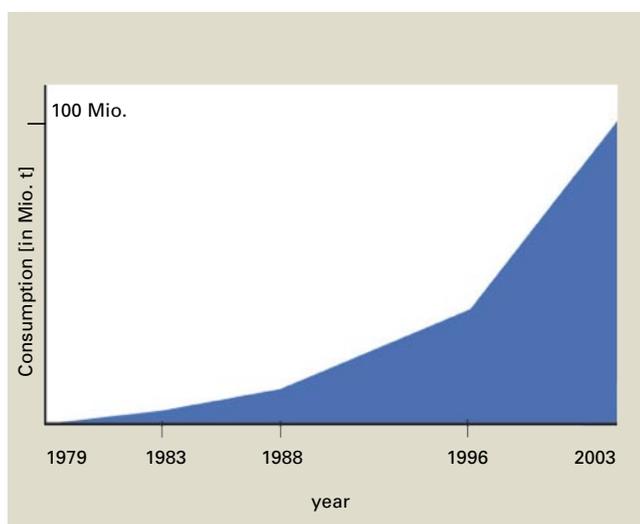


Figure 1: Development of FGD gypsum consumption in Europe

Bild 1: Entwicklung des REA-Gipsverbrauchs in Europa

1 Einleitung

Beim XIX Eurogypsum-Kongress 1991 in Interlaken [1] und beim XX Eurogypsum-Kongress 1994 in Stockholm [2] wurde bereits über die gemeinsamen Bemühungen der Gipsindustrie und der Kraftwerksindustrie zur Bewältigung des REA-Gipsproblems in Deutschland und Europa berichtet. Diese Bemühungen waren so erfolgreich, dass die europäische Gipsindustrie von den Anfängen der Rauchgasentschwefelung in der Bundesrepublik Deutschland Ende der siebziger Jahre bis zum heutigen Tag über 100 Mio. Tonnen REA-Gips verarbeitet und entsprechend weniger Naturgips abgebaut hat (► Bild 1). Um diese großartige Leistung in den vergangenen 25 Jahren zu erbringen, mussten gemeinsam von den beiden leistungsstarken Industriezweigen enorme Anstrengungen unternommen, viele Investitionen getätigt und viele Klippen umschifft werden. Das von der europäischen Kraftwerksindustrie gestartete Investitionsprogramm für den Bau von Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA) beläuft sich bis heute auf über 8 Mrd. €. Aber auch die europäische Gipsindustrie hat zur Verwendung des REA-Gipses kräftig investiert.

Der neue Rohstoff hat die Landschaft der europäischen Gipsindustrie grundlegend verändert und die Kraftwerksindustrie zu einem wichtigen Rohstofflieferanten gemacht. Früher wurden die Gipswerke in den einzelnen Ländern in der Nähe von Naturgipslagerstätten und des Markts für Gipsbaustoffe errichtet. Heute stehen europaweit neue und hochmoderne Gipswerke in unmittelbarer Nähe von großen Kraftwerksstandorten und neue Gipsmärkte wurden erschlossen.

Die energiepolitische Diskussion um den Ausstoß von Kohlendioxid, die Liberalisierung der Strommärkte, die in Frage gestellte Erzeugung von Kernenergie, die geplante Dezentralisierung der Energieerzeugung, der wachsende Einsatz von alternativen Energien, neue effiziente Kraftwerkstechnologien und die Planung von neuen Entschwefelungsanlagen machen Vorhersagen für die Erzeugung von REA-Gips in der Zukunft sehr schwierig. In Deutschland beabsichtigt man beispielsweise, innerhalb der nächsten 20 Jahre die Hälfte des vorhandenen Kraftwerksparks zu erneuern. Nach den Einschätzungen der Kraftwerksindustrie wird es aber in den nächsten 20 bis 30 Jahren noch ausreichend REA-Gips aus modernen Braunkohle- und effizienten Steinkohlekraftwerken geben.

Man muss sich aber immer vor Augen führen, dass der REA-Gips wahrscheinlich nur eine vorübergehende Episode in der Geschichte der Gipsindustrie sein wird. Für die europäische Gipsindustrie ist es deshalb von höchster Priorität, die natürlichen Lagerstätten zu sichern und neue Abbaugenehmigungen zu erhalten. Denn ohne eine langfristig gesicherte Versorgung der Gipsindustrie mit Rohstoffen aus natürlichen Lagerstätten wird auch eine gesicherte Verwendung von REA-Gips nicht möglich sein.

Austria	70	Hungary	540
Belgium	60	Italy	670
Bulgaria	220	Netherlands	315
Croatia	20	Poland	1250
Czech Rep.	1680	Spain	650
Denmark	280	Sweden	15
Finland	75	Turkey	440
France	60	United Kingdom	1330
Germany	7500		
Total Europe			15175

Figure 2: FGD Gypsum production in Europe in 2003 in 1000 tonnes

Bild 2: REA-Gipsanfall im Jahr 2003 in Europa in 1000 Tonnen

in question, the planned decentralization of the power generation, the growing use of alternative energy sources, new efficient technologies of power stations and the planning of new desulphurization units it is very difficult to give a reliable prognosis on the production of future FGD gypsum quantities. In Germany they already intend to upgrade half of the existing power station pool within the next 20 years. But as per the power industry's opinion there will be sufficient FGD gypsum produced in modern lignite-fired and efficient hard-coal-fired power stations within the next 20 to 30 years.

However, it has to be kept in mind that the FGD gypsum does not seem to be an everlasting raw material source. Therefore, the Gypsum Industry is forced to give highest priority to ensuring natural gypsum deposits and to obtaining new mining permits. Actually a reliable use of FGD gypsum will be subject to a reliable supply of the Gypsum Industry with raw material from natural gypsum deposits on a long-term basis.

2 FGD gypsum production

2.1 Quantity and quality

The desulphurization of power station exhaust gases and the production of FGD gypsum is state of the art in Europe and all desulphurization methods established for that on the market can produce FGD gypsum as a raw material which can be used directly by the Gypsum Industry. In 2003 15.2 million tonnes of FGD gypsum were produced in 17 countries (▶ Fig. 2). In Germany the largest part is produced which amounts to 7.5 million tonnes (49.3%).

Washing-out of sulfur dioxide, oxidation by atmospheric oxygen, precipitation of FGD gypsum by means of natural limestone and washing-out of soluble substances – in principle the production process of FGD gypsum in the power station is the same way as in nature, but takes place considerably faster. While the quality of natural gypsum is well known in the deposits in advance and does not change either, the quality of FGD gypsum is newly created in the power station every minute. Therefore, the establishing of "Quality Criteria and Analysis Methods" [3] by Eurogypsum and the Power Industry complying with these within a suitable system of quality control represent a decisive provision for the use of this raw material. ▶ Fig. 3 shows that the term "quality" not only includes the analytical and technical description but also the aspect of health, enables the differentiation between product and waste and forms the basis of the

2 Erzeugung im Kraftwerk

2.1 Menge und Qualität

Die Entschwefelung von Kraftwerksabgasen und die Erzeugung von REA-Gips gehören in Europa zum Stand der Technik und alle hierfür im Markt etablierten Entschwefelungsverfahren können REA-Gips als direkt verwendbaren Rohstoff für die Gipsindustrie erzeugen. In Europa wurden im Jahr 2003 in 17 Ländern 15,2 Mio. t REA-Gips erzeugt (▶ Bild 2). Deutschland hat daran mit 7,5 Mio. t den größten Anteil (49,3%).

Im Prinzip verläuft die Erzeugung von REA-Gips im Kraftwerk – Auswaschen von Schwefeldioxid, Oxidation durch Luftsauerstoff, Ausfällen von REA-Gips mit natürlichem Kalkstein und Auswaschen von löslichen Bestandteilen – ebenso wie die Entstehung von Naturgips, nur wesentlich schneller. Während die Qualität von Naturgips in den Lagerstätten im voraus bekannt ist und sich auch nicht mehr verändert, wird die Qualität von REA-Gips im Kraftwerk jeden Moment neu erzeugt. Deshalb war die Ausarbeitung von „Qualitätskriterien und Analysemethoden für REA-Gips“ [3] von Eurogypsum und die Einhaltung dieser von der Kraftwerksindustrie durch ein geeignetes Qualitätssicherungssystem eine entscheidende Voraussetzung für die Verwendung dieses Rohstoffs. Wie in ▶ Bild 3 dargestellt, beinhaltet der Begriff „Qualität“ neben der analytischen und technischen Beschreibung auch den gesundheitlichen Aspekt, gestattet die Abgrenzung zwischen Produkt und Abfall und ist Grundlage für die Gestaltung von Liefer- und Abnahmeverträgen für REA-Gips zwischen der Kraftwerks- und der Gipsindustrie.

Für die stofflichen Eigenschaften gibt es eindeutige Grenzwerte für einen universellen Einsatz des Kraftwerksproduktes. Mit den wachsenden REA-Gipsmengen und einem erweiterten Anwendungsspektrum musste die Gipsindustrie

Analytical/technical	<p>Moisture Chloride Color</p> <p>Water-soluble salts of sodium and magnesium Residual carbonate Crystal pattern</p>
Aspect of health	<p>Studies for a comparative assessment of the health impact of natural gypsum and FGD gypsum from coal-fired power plants</p>
Differentiation product/waste	<p>FGD Gypsum is not contained in the European Waste Catalogue and in the lists established by the OECD for transfrontier movement of waste</p>
Contract basis	<p>Contract for the supply and taking delivery of FGD gypsum between the Power Industry and the Gypsum Industry</p>

Figure 3: FGD gypsum quality

Bild 3: Qualität von REA-Gips

Operations method of power station	Quantity/crystal pattern
Fuel/sulfur content	Quantity/color/crystal pattern
Technology of desulphurization unit	Analytical/technical/color/crystal pattern
Absorbent	Color/crystal pattern

Figure 4: Elements of influence in the power station

Bild 4: Einflussgrößen im Kraftwerk

respective clauses in contracts between the Power Industry and the Gypsum Industry for the supply and taking-delivery of FGD gypsum.

There are definite limit values for a universal application of FGD gypsum regarding its material properties. However, the Gypsum Industry became aware due to the growing quantities of FGD gypsum and its increased range of application during recent years that the existing quality criteria were not always sufficient for the production of gypsum blocks, floor screed and special plaster regarding the water-soluble magnesium salts, residual carbonate and crystal pattern. Therefore, the quality criteria and analysis methods hitherto existing were revised jointly by the Power Industry and the Gypsum Industry and a consensus was found.

The aspect of health was treated in a "Studies for a comparative assessment of the health impact of natural gypsum and FGD gypsum from coal-fired power plants" [4]. The result of this report, namely that natural gypsum and FGD gypsum can be used without any hesitation regarding health for the production of gypsum-based building materials, played an important role for the consumers' acceptance of FGD gypsum. Since that point very critical consumers, too, could be convinced of the safety of this new raw material.

Eurogypsum's establishing of quality criteria and analysis methods convinced the European Commission and the Organization for Economical Co-operation and Development (OECD) to treat FGD Gypsum differently from the term "waste". Since 1993 FGD gypsum has no longer been contained in the European waste catalogue and the OECD lists for transfrontier movement of wastes. FGD gypsum can therefore be transported within Europe without the paper flood for its notification and therefore without corresponding costs, what was very important for increasing the rate of using FGD gypsum from European power stations.

After all FGD gypsum quality and its control represent the major columns of contracts entered into with the Power Industry. The new version of the quality criteria can be used as contract basis both at a European level and also worldwide.

In this context the quality control system practiced by the Power and Gypsum Industry has proved to be excellent, by which the operational staff analyzes the contractually stipulated quality parameters of daily mix-samples within the framework of the operation control of the flue-gas desulphurization and transfers the results to the taking party by electronic mail prior to shipment. However, measures to reduce the costs in the power station operation, such as the saving of washing water, probably affecting the FGD gypsum quality have not proved to be appropriate, this

in den letzten Jahren aber erkennen, dass die vorhandenen Qualitätskriterien für die Herstellung von Gips-Wandbauplatten, Fließestrich und Spezialgipsen in bezug auf wasserlösliche Magnesiumsalze, Restcarbonat und Kristallausbildung nicht immer ausreichend sind. Die bisherigen Qualitätskriterien und Analysenmethoden wurden deshalb gemeinsam von der Kraftwerks- und Gipsindustrie überarbeitet und es wurde ein Konsens gefunden.

Der gesundheitliche Aspekt wurde in einem „Bericht und Gutachterliche Stellungnahme zum Vergleich von Naturgips und REA-Gips“ [4] behandelt. Das Ergebnis dieser gutachterlichen Stellungnahme, nämlich dass REA-Gips wie Naturgips ohne gesundheitliche Bedenken zur Herstellung von Gipsbaustoffen verwendet werden kann, war für die Akzeptanz des REA-Gipses beim Verbraucher von bahnbrechender Bedeutung. Ab diesem Zeitpunkt konnten auch überaus kritische Verbraucher von der Unbedenklichkeit des neuen Rohstoffs überzeugt werden.

Mit der Ausarbeitung der Qualitätskriterien und Analysemethoden durch Eurogypsum konnte bei der Europäischen Kommission und bei der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) eine Abgrenzung für REA-Gips vom Begriff Abfall erreicht werden. Im Europäischen Abfallverzeichnis und in den OECD-Listen für grenzüberschreitenden Verkehr ist REA-Gips seit 1993 nicht mehr enthalten. Somit kann REA-Gips innerhalb Europas ohne die Papierflut für eine Notifizierung und die damit verbundenen Kosten transportiert werden, was für die Erhöhung der Verwendungsrate von REA-Gips aus europäischen Kraftwerken von großer Bedeutung war.

Schließlich ist die Qualität von REA-Gips und deren Sicherstellung eine der tragenden Säulen in Verträgen mit der Kraftwerksindustrie. Die neue Version der Qualitätskriterien kann dabei sowohl auf europäischer Ebene als auch weltweit als Vertragsbasis genutzt werden.

In diesem Zusammenhang hat sich das von der Kraftwerks- und Gipsindustrie praktizierte Qualitätssicherungssystem hervorragend bewährt, bei dem das Kraftwerkspersonal in Tagesmischproben die vertraglich vereinbarten Qualitätsparameter im Rahmen der Betriebskontrolle der Rauchgasentschwefelung analysiert und die Messwerte dem Abnehmer vor der Auslieferung des Materials auf elektronischem Weg übermittelt. Nicht bewährt haben sich hingegen Maßnahmen zur Kostensenkung im Kraftwerksbetrieb, wie z.B. die Einsparung von Waschwasser, wenn sie zu Lasten der REA-Gipsqualität gehen und zur Kartonablösung bei Gipsplatten, zur Ausblühung und Verfärbung bei Gips-Wandbauplatten, zum Abrutschen von Putzgips und zur Blasenbildung bei Fließestrich führen.

2.2 Einflussgrößen im Kraftwerk

Naturngemäß werden die Menge und die Qualität von REA-Gips von verschiedenen Einflussgrößen im Kraftwerk bestimmt (■ Bild 4). Im Wesentlichen sind dies die Betriebsweise des Kraftwerks, der eingesetzte Brennstoff und sein Schwefelgehalt, die vorhandene REA-Technologie und das zur Entschwefelung eingesetzte Absorptionsmittel Kalkstein oder Branntkalk.

Normalerweise werden Steinkohlekraftwerke in der Mittelaststufe mit jährlich 3000 bis 7000 Vollastbenutzungsstunden und Braunkohlekraftwerke in der Grundlaststufe mit

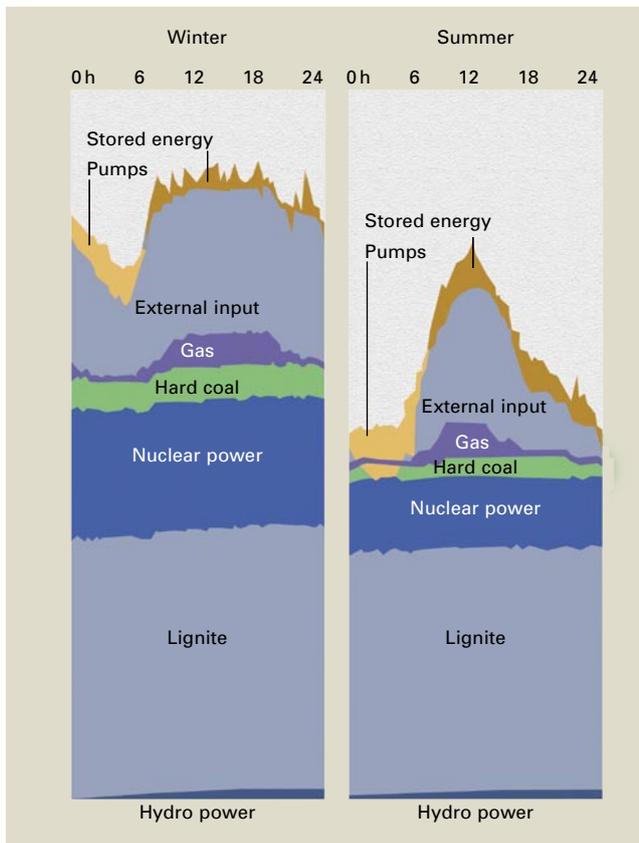


Figure 5: Curves of winter and summer loads for power generation

Bild 5: Winter- und Sommerbelastungskurven für die Stromerzeugung

means when they lead to plasterboard paper peeling, to efflorescence and yellowing of the gypsum blocks, worse adhesive of wallplaster because of the thixotrope behavior and to the formation of blisters in the floor screed.

2.2 Elements of influence in the power station

FGD gypsum quantity and quality is naturally influenced by different factors in the power station (► Fig. 4). Essentially, it is: the operation of the power station, the fuel used and its sulfur content, the existing flue-gas desulphurization technology, and the absorbent used for desulphurization which is either limestone or quicklime.

Usually, hard-coal-fired power stations are operated in the medium load stage with 3000 to 7000 full-load operation hours annually and lignite-fired power station in the base-load stage with more than 8000 full-load operation hours. ► Fig. 5 shows the power load over 24 hours of a representative summer and winter day. The sulfur contents vary in the hard coal between 0.45 and 1.75% and in German lignite between 0.15 and 3.2%. Therefore, the annual forecast for the FGD gypsum quantities to be expected is not reliable. ► Fig. 6 shows the gypsum quantities as they may vary depending on the sulfur content during the course of a year.

The color of the FGD gypsum is virtually constant for one single power station with defined boundary conditions and is mainly determined by yellowing impurities in the absorbent used, such as iron or manganese compounds and the residues of combustion, such as ash or carbon (► Fig. 7). Brightening of the color after separation of the FGD gypsum cannot be recommended due to the economic aspect, since

über 8000 Vollastbenutzungsstunden betrieben. ► Bild 5 zeigt die Strombelastung über die 24 Stunden eines typischen Sommer- und Wintertags. In der Steinkohle schwanken die Schwefelgehalte zwischen 0,45 und 1,75% und in der deutschen Braunkohle zwischen 0,15 und 3,2%. Deswegen ist auch die Jahresvorschau für die zu erwartende REA-Gipsmenge unscharf. ► Bild 6 zeigt wie sich die Gipsmenge in Abhängigkeit vom Schwefelgehalt im Jahresverlauf ändern kann.

Die Farbe des REA-Gipses ist für ein einzelnes Kraftwerk mit definierten Randbedingungen relativ konstant und wird hauptsächlich von den färbenden Verunreinigungen im eingesetzten Absorbensmittel wie z.B. Eisen- oder Manganverbindungen und von den in die REA eingetragenen Verbrennungsrückständen wie z.B. Asche oder Kohlenstoff bestimmt (► Bild 7). Eine Aufhellung der Farbe nach dem Abtrennen des REA-Gipses ist wirtschaftlich nicht zielführend, da die Verunreinigungen in die Gipskristalle eingebaut sind. ► Bild 8 zeigt den Einschluss von grau gefärbter Flugasche in einem Gipskristall und ► Bild 9 den Einschluss von braun gefärbtem Hämatit. Eine Verbesserung der Farbe lässt sich durch den Einbau einer so genannten Oberlaufreinigung im Entschwefelungsverfahren erzielen, mit der die feinteiligen Verunreinigungen vor dem Einbau in die Gipskristalle abgetrennt werden. Auf diese Weise wird beispielsweise im Kraftwerk Schwarze Pumpe der Farbwert von REA-Gips um 10% verbessert und macht diesen Gips auch für die Herstellung von Putzgipsen verwendbar.

Das Kristallbild, d.h. die Form und die Größenverteilung der Gipskristalle, ist eine wichtige Vorgabe für die Verwendung und wird nahezu von allen Parametern im Kraftwerk beeinflusst. Einen wesentlichen Einfluss auf das Größenwachstum von Gipskristallen hat die Verweilzeit oder Aufenthaltsdauer der Gipskristalle in der Entschwefelungsanlage. Eine kurze Verweilzeit führt zu kleinen Gipskristallen und umgekehrt. Schwankungen im Schwefelgehalt des Brennstoffs oder Laständerungen beim Kraftwerksbetrieb führen deshalb zwangsläufig zu Änderungen bei der Kristallisation. Einen weiteren Einfluss auf das Kristallbild übt das Milieu der Absorberlösung aus, das vom eingesetzten Absorbensmittel wie z.B. Kalkstein oder Branntkalk mit bestimmt wird. Ein saures Milieu führt durch schnelles Wachstum zu nadel-

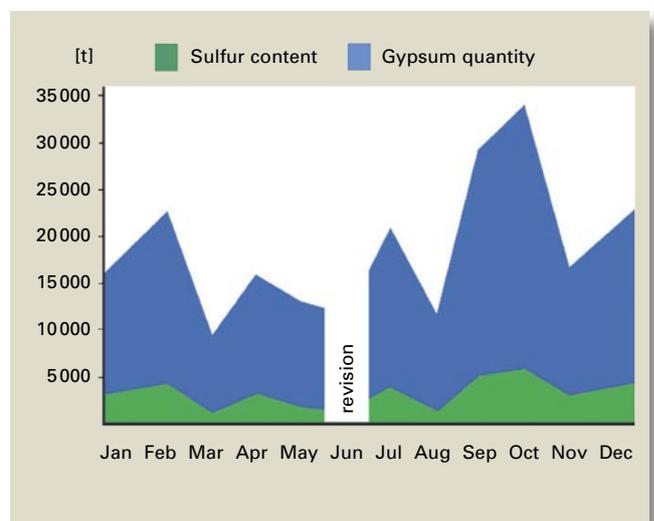


Figure 6: Relation between Gypsum quantity and sulfur content

Bild 6: Zusammenhang zwischen Gipsmenge und Schwefelgehalt

Lignite Limestone	Hard coal Limestone Dry combustion	Hard coal Limestone Combustion in melting chamber	Lignite Hard coal Quick lime Limestone

Figure 7: Relation between fuel/absorbent and color

Bild 7: Zusammenhang zwischen Brennstoff / Absorptionsmittel und Farbe

the impurities are built in the gypsum crystals. Fig. 8 shows the inclusion of gray fly-ash in a gypsum crystal and Fig. 9 the inclusion of brown hematite. An improvement of the color can only be achieved by installation of a so-called over-flow cleaning in the desulphurization process, by which the finely divided impurities are separated before their inclusion into the gypsum crystals. In this manner the color of FGD gypsum could be improved by 10 % in the power station at Schwarze Pumpe enabling this material also to be used for the production of gypsum wallplaster.

The crystal pattern, this means the gypsum crystal shape and its size distribution which is an important condition for FGD gypsum use, is almost completely influenced by the parameters in the power station. The crystals residence time or their stay in the desulphurization unit have an essential influence on the growth of the gypsum crystals. A short residence time produces small gypsum crystals and vice versa. Therefore, varying sulfur contents of the fuel or changes in loads of the power station operation will inevitably lead to changes in crystallization. The medium of the absorber solution produces another influence on the crystal pattern, which is determined by the absorbent used, such as limestone or quicklime. An acid medium will lead to needle-shaped gypsum crystals because of their fast growth, a neutral one will lead to compact crystals because of their slow growth (Fig. 10). This figure also shows the tight grain distribution being representative for FGD gypsum, which is inevitably formed by the dewatering in this hydroclone stage. Moreover, the basis is already laid for the later particle size during the planning and erection of the desulphurization unit. Small, reasonably priced absorbers in the units will lead to small gypsum crystals because of their short residence time and vice versa.

Of course the desulphurization unit and dewatering of the gypsum slurry over hydroclones and a cloth filter has a significant influence on the analytical quality of the FGD gypsum. A decisive stage for the reliable use of the FGD gypsum is its dewatering to a low moisture and the washing-out of water-soluble salts. A failure of gypsum washing will therefore directly lead to an off-spec material which cannot be used. Quality control at this point is therefore of first-rate importance. The Gypsum Industry had to suffer grievous and cost-intensive experience with moisture and chloride.

förmigen und ein neutrales Milieu durch langsames Wachstum zu kompakten Gipskristallen (Bild 10). In dieser Abbildung ist auch das für REA-Gips typische, enge Kornband zu erkennen, das sich zwangsläufig durch die Entwässerung in der Zyklonstufe ergibt. Darüber hinaus wird bereits bei der Konzeption für die REA der Grundstein für die spätere Korngröße gelegt. Kleine, kostengünstigere Absorber führen dabei durch kurze Verweilzeiten zu kleineren Gipskristallen und umgekehrt.

Natürlich hat die Rauchgas-Entschweflungsanlage und die Entwässerung der Gips suspension über Zyklon und Tuchfilter einen signifikanten Einfluss auf die analytische Qualität des REA-Gipses. Entscheidend für eine gesicherte Verwendung ist die Entwässerung auf eine niedrige Feuchtigkeit und das Auswaschen der wasserlöslichen Salze. Eine Störung in der Gipswäsche führt deshalb sofort zu einem nicht qualitätskonformen und nicht verwendbaren Material. Die Qualitätskontrolle an diesem Punkt ist deshalb von größter Wichtigkeit. Mit der Feuchte und den Chloriden sind seitens der Gipsindustrie leidvolle und kostenintensive Erfahrungen verbunden.

3 Verwendung in der Gipsindustrie

Die beschriebenen Qualitätskriterien und die Einflussgrößen des Kraftwerks auf Qualität und Menge bilden die Ausgangsbasis für die Einsatzmöglichkeiten des REA-Gipses in der Gipsindustrie. Während die grundsätzliche Aussage unverändert gilt, dass REA-Gips, der die Qualitätskriterien von Eurogypsum erfüllt, von der Gipsindustrie universell eingesetzt werden kann, bedeutet das noch lange nicht, dass jedes Gipswerk jeden REA-Gips für jedes Produkt in jeder Menge verwenden kann.

Der Einsatz von REA-Gips in bestehenden Gipswerken ist begrenzt und hängt von den vorhandenen technischen Einrichtungen ab, die für den Einsatz von trockenem stückigem Naturgips vorgesehen sind. In den meisten der bestehenden Gipswerke lassen sich aus verfahrenstechnischer Sicht ohne größere Umbaumaßnahmen 15 bis 30 % REA-Gips im

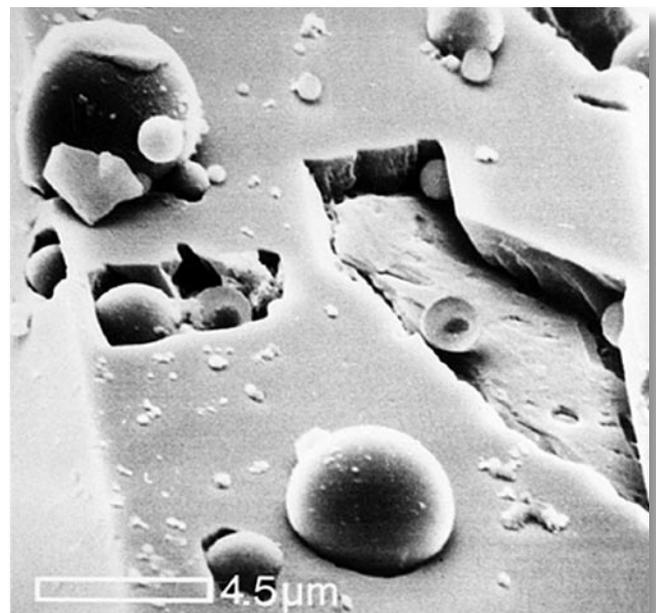


Figure 8: Fly ash inclusion in the FGD gypsum crystal

Bild 8: Einschluss von Flugasche im REA-Gipskristall

3 FGD Gypsum use in the gypsum industry

The quality criteria mentioned above and the influencing parameters of the power station on the FGD gypsum quality and quantity form the basis for the possibilities of its use in the Gypsum Industry. Whilst the basic statement is still being valid that FGD gypsum complying with the quality criteria of Eurogypsum can be universally used by the Gypsum Industry, this does not mean that every gypsum factory can use any quantity of any type of FGD gypsum for any product.

The use of FGD gypsum in existing factories is limited and depends on the existing technical equipment designed for the use of dry, coarse natural gypsum. 15 to 30 % FGD gypsum in a blend with natural gypsum can be used from the technical point of view in most of the existing gypsum factories without larger conversion measures. In any case storage areas and conveying routes had to be newly erected so that the FGD gypsum can be conveyed into the factory. Extensive up-grading measures had to be done at the drying, the calcining and grinding plants for a higher rate of using up to 100 % FGD gypsum. The adjustment of the formulations for the finished products initially developed for natural gypsum also played an important role. The nature of the FGD gypsum crystals also has an influence on the effectiveness of the chemical surface-active set-up agents in the formulation of the finished products and any change in the crystal pattern may result in another adjustment of the formulation. This is also the reason why only a lower percentage of FGD gypsum can be used in existing gypsum factories than it would be possible because of the plant technology.

In modern, high-efficiency gypsum factories which were specifically erected for the use of FGD gypsum, it can be processed very well whenever sufficient quantities are available from the power stations. This may be a factory location erected centrally near several power stations. An advantage was the erection of a new gypsum factory directly at the location of a modern power station which produces sufficient FGD gypsum at any time and on a long-term basis.

During the last 25 years the European Gypsum Industry provided 65 locations in 13 European countries for the use of FGD gypsum with huge investments (▶ Fig. 11). Existing gypsum factories using natural gypsum were up-graded and new ones solely using FGD gypsum were built. Today the European Gypsum Industry produces in these factories plasterboard, building plaster (gypsum wall plaster), gypsum blocks, special plaster, and floor screed.

The largest area of use for FGD gypsum is the production of plasterboard. The good properties of FGD gypsum and its effects, which means the high degree of purity, the low water demand in the mixer slurry and the low board weights, can be used best for plasterboard production.

The production of a uniform gypsum wall plaster quality of 100 % finely divided FGD gypsum is difficult and requires a high extent of technical know-how and high expenditure for the formulation of the finished products. It is well known that any change in crystal pattern, which can happen at anytime, may lead to re-adjustment and to additional operating costs. Moreover, the raw material color has a direct influence on the finished product, so that an excellent quality can only be produced and sold from FGD gypsum

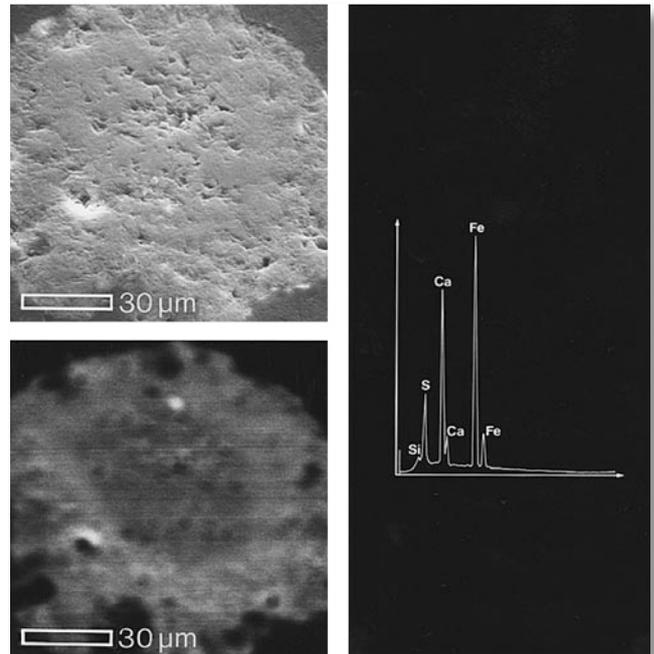


Figure 9: Hematite inclusion in the FGD gypsum crystal

Bild 9: Einschluss von Hämatit im REA-Gipskristall

Gemisch mit Naturgips verarbeiten. In jedem Fall mussten Lagerflächen und Förderwege neu gebaut werden, um den REA-Gips überhaupt in die Gipsfabrik fördern zu können. Für eine höhere Einsatzquote bis zu 100 % mussten umfangreiche Nachrüstungen bei den Trocknungs-, Calzinier- und Mahlanlagen vorgenommen werden. Ebenso wichtig war die Anpassung der für Naturgips zugeschnittenen Rezepturen für die Fertiggipsprodukte. Die Wirksamkeit der bauchemischen oberflächenwirksamen Stellmittel in Fertiggipsrezepturen werden von der Beschaffenheit der REA-Gipskristalle beeinflusst und jede Änderung des Kristallbilds kann eine erneute Rezepturänderung nach sich ziehen. Dies ist auch der Grund, warum in bestehenden Gipswerken prozentual weniger REA-Gips eingesetzt werden kann, als es anlagentechnisch möglich wäre.

In modernen und leistungsstarken Gipswerken, die speziell für den Einsatz von REA-Gips errichtet wurden, lässt sich REA-Gips gut verarbeiten, wann immer ausreichend Material von den Kraftwerken zur Verfügung steht. Dies kann ein Gipsstandort sein, der zentral in der Nähe von mehreren Kraftwerken liegt. Vorteilhaft ist die Errichtung eines neuen Gipswerks direkt am Standort eines modernen Kraftwerks, das jederzeit und langfristig ausreichend REA-Gips produziert.

Die europäische Gipsindustrie hat in den letzten 25 Jahren in Europa mit einem riesigen Investitionsaufwand 65 Standorte in 13 europäischen Ländern für den Einsatz von REA-Gips eingerichtet (▶ Bild 11). Es wurden sowohl bestehende Naturgipsfabriken umgerüstet, als auch neue Gipsfabriken für den alleinigen Einsatz von REA-Gips gebaut. Die europäische Gipsindustrie produziert heute in diesen Fabriken Gipsplatten, Baugipse (Putzgips), Gips-Wandbauplatten, Spezialgipse und Fließestrich.

Gipsplatten sind das größte Einsatzgebiet für REA-Gips. Bei der Gipsplatte können die Eigenschaften von REA-Gips und seine Auswirkungen, beispielsweise der hohe Reinheitsgrad, der geringe Wasserbedarf im Mischerbrei und die niedrigen Plattengewichte, am besten genutzt werden.

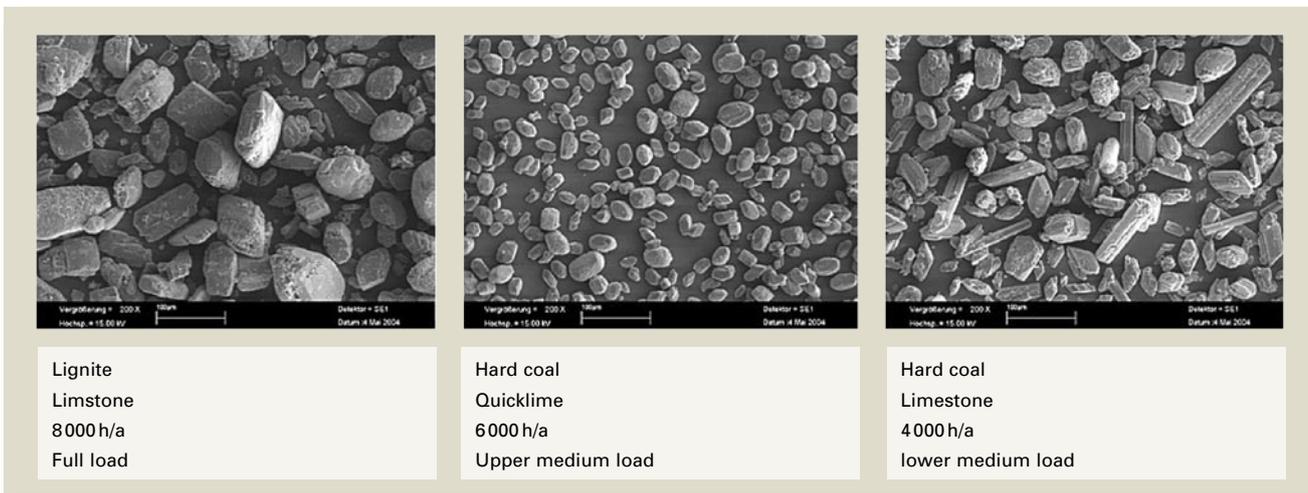


Figure 10: Relation between power station operation and crystal pattern

Bild 10: Zusammenhang zwischen Betriebsweise und Kristallbild

with white color. In the beginning of wallplaster production the FGD gypsum had to be dried and briquetted in a costly manner. Today briquetted FGD gypsum is only produced in a few power stations in small quantities in the main for the cement industry.

Compact crystalline FGD gypsum is highly suitable for the production of gypsum blocks also due to its high degree of purity. Gypsum blocks possess high strengths and a very smooth surface. At this point reference is made again to the problematic nature of magnesium in this field. FGD gypsum with a content of less than 200ppm soluble salts of magnesium is suitable for the production of gypsum blocks without additional measures. Otherwise the salts of magnesium will effloresce on the block surface, this means not only during the drying process in the factory, but also when they get into contact with water again after their placing on the construction site.

Floor screed on the basis of α -hemihydrate (α -gypsum) and thermal anhydrite made of pure FGD gypsum as binders possesses good application properties. The most difficult of all application fields is certainly the production of an excellent α -gypsum with uniform quality made of 100 % FGD gypsum, in particular if the crystal pattern of the FGD gypsum is subject to variations. At this point reference is made to the residual carbonate contained in the FGD gypsum. Whilst this is of secondary importance for most of the applications, a content of more than 1.2 % cannot be accepted for the production of floor screed and compound. The carbon dioxide set free during acid acceleration leads to the formation of blisters on the screed surface, causing additional labor-intensive polishing work.

FGD gypsum use of course directly depends on what happens on the market on a regional, national and international level. For example, the German Gypsum Industry has had to suffer a dramatic decline in the sale of gypsum based products for years. This situation has already led to the shut-down of several gypsum factories in Eastern and Western Germany resulting in a smaller consumption of FGD gypsum. 1.5 million tonnes of excess FGD gypsum quantities per annum were intermediately stored in huge stock piles from the modern lignite-fired power stations because of the continuing crises of the construc-

Die Herstellung einer einheitlichen Putzgipsqualität aus 100 % feinteiligem REA-Gips ist schwierig und erfordert ein hohes Maß an Know-how und einen hohen Aufwand bei der Rezeptierung der Fertiggipsprodukte. Jede Änderung des Kristallbilds, die bekanntermaßen täglich auftreten kann, kann zu einer Nachjustierung und zu höheren Betriebskosten führen. Darüber hinaus beeinflusst die Farbe des Rohstoffs direkt das Fertigprodukt, sodass eine ausgezeichnete Qualität nur aus einem weißen REA-Gips hergestellt und verkauft werden kann. In den Anfängen der Putzgipsherstellung musste der REA-Gips noch aufwendig getrocknet und briquetiert werden. Briquetierter REA-Gips wird heute nur noch in geringen Mengen in wenigen Kraftwerken hauptsächlich für die Zementindustrie hergestellt.

Für die Herstellung von Gips-Wandbauplatten ist kompakt kristalliner REA-Gips auch wegen des hohen Reinheitsgrads gut geeignet. Die Wandbauplatten verfügen über hohe Festigkeiten und eine sehr glatte Oberfläche. An dieser Stelle muss

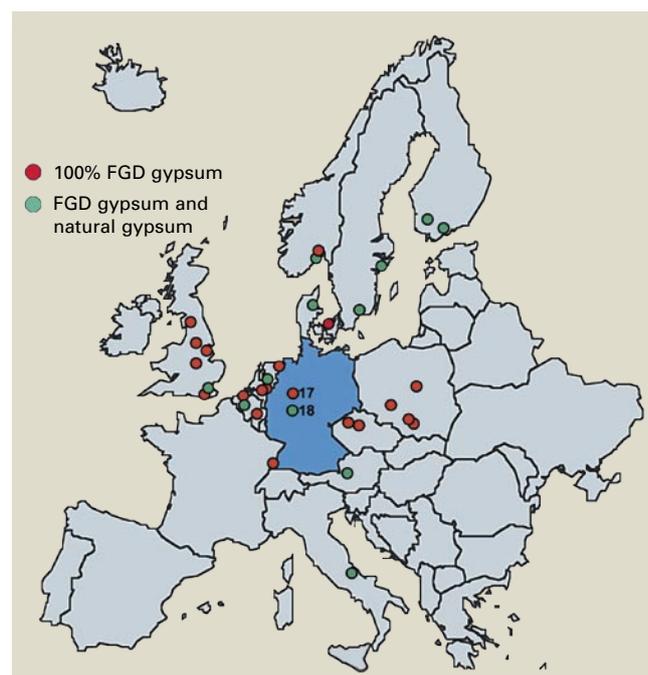


Figure 11: European Gypsum factories using FGD gypsum as raw material

Bild 11: Europäische Gipsfabriken mit REA-Gips als Rohstoff



Figure 12: FGD gypsum outdoor storage area

Bild 12: Freilager für REA-Gips

tion industry in Eastern Germany, in particular (► Fig. 12). Therefore, it was important here to transport parts of this quantity as raw material over long distances to existing production sites close to the market by means of intelligent concepts and to use it there for production. The use of FGD gypsum quantities produced by the power stations could have been also managed in such times of crises so far because of the flexibility of the European Gypsum Industry.

There is no all-in-one price “off the peg” for FGD gypsum. The price ex-works is determined in the power station by the distance of transportation and by the means of transportation. Therefore, FGD gypsum transportation has become an important cost factor for this mass-produced material. This had led to considerable amounts to be additionally paid by the power station for transportation, without which the European Gypsum Industry could not have used such FGD gypsum quantities as they do at the moment.

4 Transportation

Whereas within Germany FGD gypsum was transported by road during the first years of its use, the European Gypsum Industry developed and opened up new transportation alternatives to production sites located at increasingly longer distances because of the growing FGD gypsum quantities.

Transportation of FGD gypsum by trucks for moist material or by silo truck for dried material proved to be suitable for short distances up to a distance of approximately 150 km. Economy of transportation could be increased by means of suitable returns with, for example, limestone powder for the desulphurization in circulation with FGD gypsum in special silo trucks.

After the increase in FGD gypsum production in Germany as of the year 1989 the first quantities were shipped from the Ruhr district to England. This was only possible, because the UK gypsum factories were supplied by vessel for the most part with natural gypsum from the South of Spain up to this time. In order to ensure the economy of these FGD gypsum transports in comparison with Spanish natural gypsum, combined shuttle transports by inland vessel/ocean vessel were carried out with direct transshipment at the Dutch seaside. Since 1998 the UK gypsum factories have been mainly sup-

ported. Nur REA-Gips mit einem Gehalt von weniger als 200 ppm löslichen Magnesiumsalzen kann für die Herstellung von Gips-Wandbauplatten ohne Zusatzmaßnahmen eingesetzt werden. Ansonsten blühen die Magnesiumsalze an der Plattenoberfläche aus, und zwar nicht nur während des Trocknungsprozesses in der Fabrik, sondern auch beim erneuten Zutritt von Wasser nach dem Einbau auf der Baustelle.

Fließestrich auf der Basis der Bindemittel α -Halbhydrat (α -Gips) und thermischer Anhydrit aus reinem REA-Gips hat gute Gebrauchseigenschaften. Die Erzeugung eines α -Gipses mit hervorragender und gleichbleibender Qualität aus 100 % REA-Gips ist sicher am schwierigsten von allen Anwendungsgebieten, insbesondere dann, wenn das Kristallbild des REA-Gipses Schwankungen unterliegt. An dieser Stelle soll auf den Restcarbonatgehalt des REA-Gipses hingewiesen werden. Während dieser für die meisten Anwendungen eine untergeordnete Rolle spielt, können im Fließestrich- und Compoundbereich Restcarbonatgehalte über 1,2 % nicht akzeptiert werden. Das bei der sauren Anregung freigesetzte Kohlendioxid führt an der Estrichoberfläche zu Blasenbildung, was einen zusätzlichen, arbeitsintensiven Schleifaufwand verursacht.

Die Verwendung des REA-Gipses hängt natürlich unmittelbar vom Marktgeschehen auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene ab. Beispielsweise verzeichnet die deutsche Gipsindustrie seit Jahren dramatische Rückgänge bei Gipsbaustoffen. Dies hat bereits zur Stilllegung von mehreren Gipsfabriken in Ost- und Westdeutschland geführt. Entsprechend weniger REA-Gips konnte verarbeitet werden. Insbesondere für Ostdeutschland, wo durch die seit längerer Zeit anhaltende Krise in der Bauwirtschaft jährlich 1,5 Mio. t überschüssiger REA-Gips aus den modernen Braunkohlekraftwerken in riesigen Halden zwischengelagert werden (► Bild 12), war es wichtig, Teilmengen durch intelligente Konzeptionen als Rohstoff in vorhandene Produktionsschwerpunkte in Marktnähe über weite Entfernungen zu transportieren und dort einer sinnvollen Verwendung zuzuführen. Durch die Flexibilität der europäischen Gipsindustrie konnte die Entsorgung des in den Kraftwerken anfallenden REA-Gipses bisher auch in solchen Krisenzeiten noch sichergestellt werden.

Für REA-Gips gibt es keinen Einheitspreis „von der Stange“. Der Preis ab Kraftwerk wird im Wesentlichen von der Transportentfernung und vom Transportmittel bestimmt. Somit sind die REA-Gipstransporte zu einem entscheidenden Kostenfaktor für das Massenprodukt REA-Gips geworden. Dies hat bereits deutliche Zuzahlungen in Form eines Transportkostenzuschusses für die europäische Kraftwerksindustrie verursacht, ohne die die bisherige Verwendungsquote für REA-Gips nicht möglich gewesen wäre.

4 Transport

Während REA-Gips in den ersten Jahren der Verwendung innerhalb Deutschlands überwiegend über die Straße transportiert wurde, hat die europäische Gipsindustrie mit den wachsenden REA-Gipsmengen neue Transportmöglichkeiten zu immer weiter entfernt liegenden Verwertungsstätten erschlossen und entwickelt.



Figure 13: Unloading terminal of the BBG Stadtoldendorf
 Bild 13: Entladeanlage der BBG Stadtoldendorf

plied with FGD gypsum from Italian power stations which are all located at the coast. The same applies to the gypsum factories in Belgium, the Netherlands, Denmark, Sweden and Norway which are mainly supplied by sea. Basically, transportation by sea even over long distances, such as from Southern Europe to Northern Europe make sense when the power stations and gypsum factories are located at the coast and loading and unloading facilities are available there. The economic boom in China also resulted in fabulous growth for cargo shipping. Whereas the charter rates just covered the operating costs in 2002, earnings of the shipping companies reached a level in 2004 at which they have not been for 30 years. The other side of the coin has been a 30 to 50 % increase in the sea freight rates for the transportation of gypsum since 2002, so that these freight rates including the increased bunker prices for gas-oil can no longer be borne solely by the Gypsum Industry.

Inland transportation of FGD gypsum by railway is most convenient over distances from 100km. The project that took the longest time of development of all other alternatives was that one for the development of railway transportation, the choice and adjustment of suitable rail wagons for FGD gypsum, the erection of efficient loading facilities at the single power station locations and ultra-modern unloading facilities in the gypsum factories. The first unloading trials which took place in England in 1987 and the solution providing a model of unloading carried out at the production site at Iphofen with FGD gypsum from the East German lignite-fired power stations provide an impressive example. The unloading terminal at the Iphofen production site has a throughput extended in the meantime to more than 0.8milliontonnes of FGD gypsum per annum.

That Iphofen model project has led to the result that another unloading terminal for 0.2 million tonnes of FGD gypsum per annum from East German power station is being currently erected. For this purpose several enterprises of the European Gypsum Industry have formed a cartel named Bahnhofsbetriebsgesellschaft BBG Stadtoldendorf for the use of this FGD gypsum quantity, which is an exceptional achievement in the history of the European Gypsum Industry. The partners will process the FGD gypsum supplied to their adjacent works together with natural gypsum (■ Fig. 13).

Der Transport über die Straße im Kipper für feuchtes Material oder im Silowagen für getrocknetes Material hat sich im Nahbereich bis zu einer Entfernung von ca. 150km bewährt. Durch geeignete Rücktransporte z.B. mit Kalksteinmehl für die Entschwefelung im Umlauf mit REA-Gips in Spezialsilowagen, konnte die Wirtschaftlichkeit dieser Transporte erhöht werden.

Nach dem rasanten Anstieg der REA-Gipsproduktion in Deutschland ab dem Jahr 1989 wurden die ersten Gipsmengen vom Ruhrgebiet nach England verschifft. Dies war nur deshalb möglich, weil die englischen Gipswerke bis zu diesem Zeitpunkt überwiegend mit Naturgips aus Südpasien per Schiff versorgt wurden. Um die Wirtschaftlichkeit dieser REA-Gipstransporte im Vergleich mit dem spanischen Naturgips zu gewährleisten, wurden kombinierte Transporte Binnenschiff/Seeschiff mit direktem Umschlag an der niederländischen Küste im Pendelverkehr durchgeführt. Seit dem Jahr 1998 werden die englischen Gipswerke überwiegend mit REA-Gips aus italienischen Kraftwerken beliefert, die alle in unmittelbarer Nähe am Wasser liegen. Auch Gipswerke in Belgien, den Niederlanden, Dänemark, Schweden und Norwegen werden über den Seeweg mit REA-Gips versorgt. Grundsätzlich sind Schiffstransporte selbst über weite Entfernungen wie z.B. von Süd- nach Nordeuropa sinnvoll, wenn die Kraftwerke und Gipswerke am Wasser liegen und über effiziente Be- und Entladeanlagen verfügen. Der Wirtschaftsboom in China hat auch der Frachtschiffahrt traumhafte Wachstumsraten beschert. Während im Jahr 2002 die Chartersraten für ein Massengutschiff gerade einmal die Betriebskosten deckten, verdienten die Schifffahrtsgesellschaften im Jahr 2004 so gut wie seit 30 Jahren nicht mehr. Als Kehrseite der Medaille sind deshalb die Seefrachten für REA-Gipstransporte seit dem Jahr 2002 um 30 bis 50 % gestiegen, sodass die Frachtkosten zusammen mit den erhöhten Bunkerpreisen für Schiffsdiesel von der Gipsindustrie nicht mehr alleine getragen werden können.

Für Transporte von REA-Gips im Inland über Entfernungen ab 100km bietet sich der Verkehr über die Schiene an. Die Entwicklung der Schienentransporte, die Auswahl und Anpassung von geeigneten Bahnwagen für REA-Gips, die Errichtung effizienter Beladeanlagen an den einzelnen Kraftwerksstandorten und hochmoderner Entladeanlagen in den Gipswerken hat sicher die längste Entwicklungszeit von allen Transportmöglichkeiten in Anspruch genommen. Dies zeigen eindrucksvoll erste Entladeversuche in England im Jahr 1987 und die heute am Standort Iphofen praktizierte Modelllösung für die Entladung von REA-Gips aus den ostdeutschen Braunkohlekraftwerken mit einem Durchsatz, der inzwischen durch Optimierungsverfahren auf über 0,8Mio. t/a ausgebaut wurde.

Das Modellprojekt Iphofen hat auch dazu geführt, dass zurzeit am Standort Stadtoldendorf eine weitere zentrale Entladeanlage für 0,2Mio. t/a REA-Gips aus ostdeutschen Kraftwerken errichtet wird. Zu diesem Zweck haben sich mehrere Unternehmen der europäischen Gipsindustrie zur Bahnhofsbetriebsgesellschaft BBG Stadtoldendorf zusammengeschlossen, eine in der Geschichte der europäischen Gipsindustrie einmalige Leistung. Die Gesellschafter werden den angelieferten REA-Gips in ihren in der Nähe liegenden Werken zusammen mit Naturgips verarbeiten (■ Bild 13).

Today FGD gypsum is also carried from Eastern Germany to Poland by railway, in particular by return transportation with limestone for desulphurization, until sufficient FGD gypsum quantities are produced in Poland as they are required for an economic supply to Polish gypsum factories. Further projects for the conversion of the FGD gypsum transports from transportation by road to transportation by railway are currently under planning.

Unfortunately, there are sometimes impurities, such as, rock, metal, wood and plastics, found in all transports whether by truck, by railway or by sea. This contamination may result in considerable failure or operation interruptions of the unloading terminal or production sites. Therefore, the gypsum industry must protect its production equipment by means of suitable measures for the separation of these impurities and has to invest an additional sum of some million Euros.

5 Final remarks

The use of more than 100 million tonnes of FGD gypsum in the production sites of the European Gypsum Industry could only be made possible because all partners co-operated in an exemplary manner:

- › the Power Industry by their investments in flue-gas desulphurization plants and in the necessary loading facilities and infrastructure at the individual power station locations;
- › the Gypsum Industry by their investments in the conversion of their existing factories, the erection of new ones, the development and adjustment of products and formulations and the development of new logistics systems;
- › the carriers – among them Stinnes Freight Logistics (formerly DB Cargo AG), in particular – because of their new ideas and investments in the transport infrastructure;
- › the Associations of the European Power and Gypsum Industry – among them VGB Power Tech e. V. and Eurogypsum, in particular;
- › and, last but not least, the customers, who have completely accepted FGD gypsum as a new raw material in the meantime.

As a résumé it can be stated that the Gypsum Industry can never give up the use of natural gypsum on a short and long term basis, despite of the good results obtained with the use of FGD gypsum and the consequently careful treatment of the natural raw material sources. ◀

REA-Gips wird heute auch von Ostdeutschland über die Schiene nach Polen insbesondere im Rücktransport mit Kalkstein für die Entschwefelungsanlagen gefahren, solange in Polen nicht ausreichend REA-Gips für die wirtschaftliche Versorgung der polnischen Gipswerke produziert wird. Weitere Projekte für die Umstellung von REA-Gipstransporten von der Straße auf die Schiene sind in Planung.

Bei allen Transporten von REA-Gips, ob über die Straße, die Schiene oder über das Wasser, treten immer wieder Verunreinigungen mit Fremdstoffen wie z.B. Steine, Metallkörper, Holzteile und Plastikstücken auf, die in den Entlade- und Produktionsanlagen der Gipsindustrie erhebliche Störungen und Betriebsausfälle mit hohen Kosten verursachen. Die Gipsindustrie muss deshalb ihre Produktionsanlagen durch Maßnahmen zum Abtrennen der Fremdkörper schützen und Investitionen in Millionenhöhe vornehmen.

5 Schlussbemerkungen

Die Verarbeitung von über 100 Mio. Tonnen REA-Gips in den Produktionsstätten der europäischen Gipsindustrie konnte nur ermöglicht werden, weil alle Partner in vorbildlicher Weise zusammen gearbeitet haben:

- › die Kraftwerksindustrie durch Investitionen in Rauchgasentschwefelungsanlagen und in die erforderlichen Beladeanlagen und Infrastruktur an den einzelnen Kraftwerksstandorten;
- › die Gipsindustrie durch Investitionen in die Umstellung ihrer vorhandenen Werke, die Errichtung von neuen Produktionsanlagen, die Entwicklung und Anpassung von Produkten und Rezepturen und die Entwicklung von neuen Logistiksystemen;
- › die Transportunternehmen, darunter insbesondere Stinnes Freight Logistics (vormals DB Cargo AG) mit neuen Ideen und Investitionen in die Transportinfrastruktur;
- › die Verbände der europäischen Kraftwerks- und Gipsindustrie, darunter insbesondere VGB Power Tech e. V. und Eurogypsum;
- › und natürlich die Kunden, die den neuen Rohstoff REA-Gips inzwischen vollständig akzeptiert haben.

Abschließend soll noch einmal festgestellt werden, dass trotz der guten Ergebnisse bei der Verwendung von REA-Gips und der durch die Umstellung von Naturgips auf REA-Gips verbundenen Schonung der natürlichen Rohstoffressourcen auf den Einsatz von Naturgips kurz- und langfristig niemals verzichtet werden kann. ◀

LITERATURE / LITERATUR

- [1] Hamm, H.: Dealing with the desulphogypsum problem in the Federal Republic of Germany from the technical, economic and market-orientated points of view", XIX. Eurogypsum Congress, September 16 to 20, 1991, Interlaken, Switzerland.
- [2] Hamm, H.: Coping with FGD gypsum – a task for the European gypsum industry", XX. Eurogypsum Congress, June 01 to 03, 1994, Stockholm, Sweden.
- [3] Quality Criteria and Analysis Methods of FGD Gypsum", Eurogypsum, Brussels, Belgium. (www.eurogypsum.org)
- [4] Beckert, J., Einbrodt, H.J., Fischer, M.: Bericht und Gutachterliche Stellungnahme über Untersuchungen zur gesundheitlichen Beurteilung von Naturgips und REA-Gips aus Kohlekraftwerken im Hinblick auf deren Verwendung zur Herstellung von Baustoffen.