



Herstellung und Entsorgung von Gipsplatten





Herstellung und Entsorgung von Gipsplatten

Impressum

Herstellung und Entsorgung von Gipsplatten
ISBN (Online-Version): 978-3-940009-39-5

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 - 0
Fax: (0821) 90 71 - 55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Eine Behörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.

Bearbeitung/Text/Konzept:

LfU Ref. 32 (Dipl.-Chem. Dagmar Radeloff) und 31 (Dipl.-Ing. agr. Franz Reitberger)

Stand:

September 2007 (Februar 2009: Kap. 4.3, letzte beiden Sätze gestrichen)

Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Broschüre auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalt nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	5
2	Gips	5
2.1	Naturgips	5
2.2	REA-Gips	6
2.3	Gipsaufbereitung und Weiterverarbeitung	6
3	Gipsplatten	7
3.1	Herstellung	7
3.2	Verwendung	8
3.3	Abfallfraktion und -mengen	9
4	Verwertungsspektrum	10
4.1	Industrielles Recycling	10
4.2	Möglichkeit einer Verwertung im Bergversatz	12
4.3	Möglichkeiten und Grenzen einer Verwertung im Bodenbereich – Regelungen in Bayern	12
4.4	Weitere Verwertungsoptionen	12
5	Beseitigung	13
5.1	Entsorgung mit dem Hausmüll	13
5.2	Deponierung	13
5.2.1	Inertabfalldeponien	13
5.2.2	Deponieklassen I bis III	14
6	Ausblick	14
7	Quellenverzeichnis	15

1 Einleitung und Zielsetzung

Gipsplatten – häufig auch als Gipskartonplatten bezeichnet – werden seit mehreren Jahrzehnten im Baubereich eingesetzt. Ziel dieser Ausarbeitung ist es, Informationen über den zukünftig zu erwartenden Abfallstrom bei Gipsplatten und deren Verwertungsmöglichkeiten in Anbetracht der allgemein gebotenen Kreislaufführung von Stoffen [1] zu geben.

Gipsplatten fallen vorwiegend beim (Teil-)Rückbau von Gebäuden, aber auch als Schnittrest bei Neubauten an. Da insbesondere Gips den Recyclingprozess anderer Bauschuttmaterialien stört, sind vor allem die Gipsplatten aus Gebäuden oder Gebäudeteilen soweit irgend möglich selektiv rückzubauen.

Aus abfallwirtschaftlicher Sicht ist zu berücksichtigen, dass die Ablagerung von Bauschutt mit größerem Gipsanteil auf Deponien, insbesondere wegen der hohen Wasserlöslichkeit des Calciumsulfats, nicht ganz unproblematisch ist. Gips ist zwar nicht toxisch, die o. g. Löslichkeit (Sulfat) kann aber die natürliche Grundwasserbeschaffenheit verändern und ist daher unerwünscht. Zudem wird mit der Ablagerung von Gipsplatten wertvoller Deponieraum verbraucht – noch dazu für ein Material, das zukünftig als Sekundärrohstoff genutzt werden kann.

2 Gips

Gips ist ein vielseitiger Werkstoff und wird heute vorwiegend als Baustoff im Innenbereich von Gebäuden z. B. in Form von Gipsbauplatten, Gipsputz und -estrichen eingesetzt. Darüber hinaus wird Naturgips wegen seiner besonderen Eigenschaften für medizinische, künstlerische und technische Anwendungen eingesetzt.

2.1 Naturgips

Gips ist Calciumsulfat mit Kristallwasser (chemisch: $\text{Ca} [\text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, Calciumsulfat-Dihydrat).

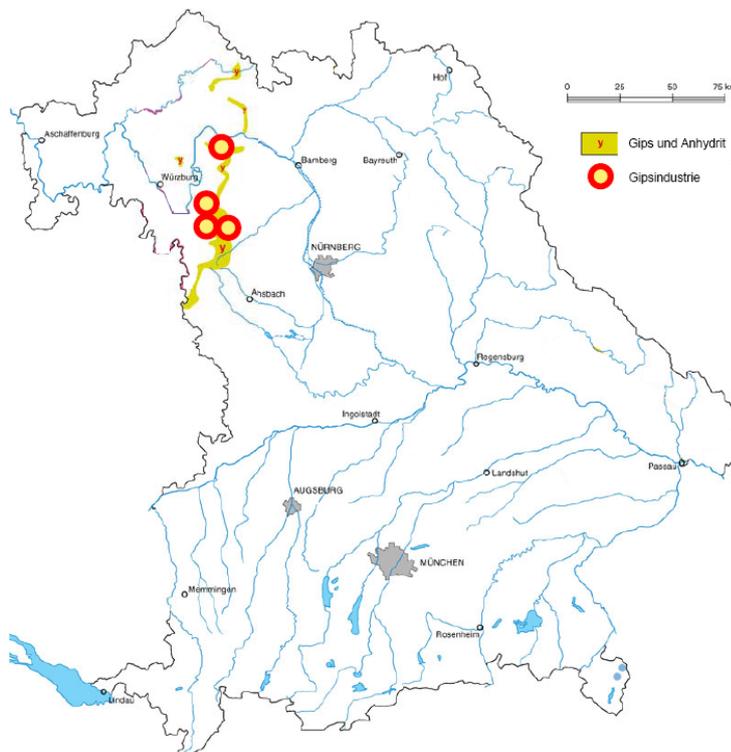


Abb. 1: Lagerstätten an Gips und Anhydrit und Standorte der Gipsindustrie in Bayern (nach [2] [3])

Calciumsulfat fällt unter bestimmten Voraussetzungen beim Verdunsten von Wasser in flachen Meeresbuchten aus. Wenn im Laufe der Erdgeschichte Gipslager von anderen Gesteinsmassen überdeckt oder weiteren geologischen Einflüssen ausgesetzt waren, verloren sie ihr Kristallwasser – zugunsten der Entstehung von Anhydrit. Kommt wasserfreier Anhydrit wieder mit Wasser in Berührung, verwandelt er sich langsam zurück in Gips. Gips und Anhydrit werden sowohl über- als auch untertägig abgebaut.

Natürliche Gipsvorkommen bestehen in Bayern im fränkischen Gips-Keuper (s. Abb. 1) Hier sind auch die Betriebe der bayerischen Gipsindustrie angesiedelt. Von insgesamt in Deutschland im Jahr 2005 abgebauten rd. 1,49 Mio. t Gips stammen ca. ein Drittel (0,5 Mio. t) aus Bayern. Damit bildet Bayern einen Schwerpunkt der deutschen Gipsindustrie [4].

2.2 REA¹-Gips

Bei der Verbrennung schwefelhaltiger Stoffe entsteht Schwefeldioxid. Um Rauchgase aus Kraftwerken mit Feuerungsanlagen zu entschwefeln, wird das zunächst von Stäuben gereinigte Rauchgas in einem Wäscher mit einer Kalkstein- oder Brandkalksuspension besprüht. Dabei bildet sich Calciumsulfid, das durch Einblasen von Luftsauerstoff zu Calciumsulfat oxidiert wird. Nach anschließendem Waschen und Filtrieren verbleibt ein feuchter, feinteiliger Rauchgasgips (REA-Gips). Fällt dieser in Kohlekraftwerken an, wird er üblicherweise dem Wirtschaftskreislauf der Baustoffindustrie als Rohstoff zugeführt. Das REA-Gips-Aufkommen aus kohlebefeuerten Kraftwerken betrug im Jahr 2004 in Deutschland insgesamt ca. 7,6 Mio. t. Davon stammten 1,9 Mio. t aus Steinkohlekraftwerken und 5,7 Mio. t aus Braunkohlekraftwerken [5]. In Bayern fallen aufgrund der bestehenden Kraftwerksstruktur (kaum Kohleeinsatz) keine relevanten Mengen an REA-Gips an. Gleichwohl wird REA-Gips zur Weiterverarbeitung in der Gipsindustrie in großem Umfang von Kraftwerken aus Sachsen-Anhalt und Brandenburg nach Bayern transportiert [6]. Mit der Verarbeitung von REA-Gips bestehen zwischenzeitlich über 25 Jahre Erfahrungen. Die grundsätzliche Eignung wurde durch umfassende wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen nachgewiesen [7]. Die Qualität von REA-Gips muss so beschaffen sein, dass daraus die Herstellung von Gipsprodukten sichergestellt ist, die Erzeugnissen aus Naturgips entsprechen. Dies ist bei Erfüllung bestimmter Qualitätskriterien (s. Tab. 3) der Fall. Die Stoffgehalte von REA-Gips sind insbesondere bei Quecksilber und Blei zwar höher, bei Chlor, Chrom und Nickel aber auch niedriger als in Naturgips [8].

2.3 Gipsaufbereitung und Weiterverarbeitung

Natürliches Gipsgestein und Gips aus technischen Prozessen sind die Rohstoffbasis für abbindefähige und dadurch weiterverarbeitbare gebrannte Gipse. Zu deren Herstellung wird das an das Calciumsulfat gebundene Wasser bei hohen Temperaturen ausgetrieben. Durch den reversiblen Prozess der Bindung von Wasser erlangt der zuvor gebrannte Gips unter Bildung eines kristallinen Gefüges die bekannte Festigkeit. Sowohl vor als auch nach dem Brennprozess ist Gips eine ungiftige Substanz. Der aufbereitete Gips wird vorwiegend als Baugips (Gipsputze, -estriche), Abbindeeregeler in der Zementindustrie oder in Form von Gipsplatten eingesetzt (s. Abb. 2 [9]).

¹ Rauchgasentschwefelungsanlage

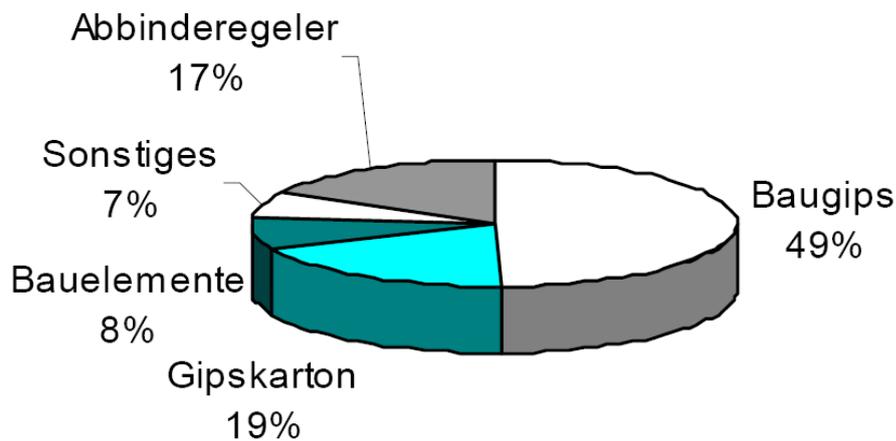


Abb. 2: Anteile der verschiedenen Gipsbaustoffe in Deutschland 1996 [9]

3 Gipsplatten

3.1 Herstellung

Zur Herstellung von Gipsplatten werden entweder die im Bergbau gewonnenen Naturgipse oder der aus Kohlekraftwerken anfallende REA-Gips verwendet. Beide Materialien sind grundsätzlich als gleichwertig anzusehen, wobei geringfügige technische Unterschiede bestehen. So haben Platten aus REA-Gips geringe Gewichtsvorteile, während Platten aus Naturgips eine höhere Bruchfestigkeit bei der Fertigung von gebogenen Formen aufweisen [10]. Durch den Einsatz von REA-Gips können in der Produktion im Vergleich zur Herstellung aus Naturgips rd. 50 % Primärenergie eingespart werden [6]. Industriell wird die Gipskartonplatte seit 1910 gefertigt. Die ersten Gipsplatten wurden in Riga hergestellt. Daraus ist der Produktname „Rigips“ entstanden. Für den deutschen Baumarkt wurde die „Rigips-Platte“ erst 1949 als neues Erzeugnis für den Innenausbau angeboten. Heute gibt es in Deutschland drei große Hersteller von Gipsplatten; neben weiteren Mitgliedern, die im Bundesverband der Gipsindustrie e. V. zusammengeschlossen sind.

Die aus Gips bestehenden Bauplatten sind werkmäßig gefertigt (s. Abb. 3). Die Flächen und Längskanten der Platten sind mit einem fest haftenden, dem Verwendungszweck entsprechenden Karton ummantelt (s. im Einzelnen im GIPS-Datenbuch [10]).



Abb. 3: Gipsplatten

Um den Gipsplatten bestimmte Eigenschaften zu geben, erhalten Gipskern und Kartonomieummantelung auch chemische Zusätze. Durch die Beimischung von Fasern aus Kunststoff, Glas oder Zellulose in den Gips erreichen die Platten eine hohe statische Belastbarkeit.

Eine typische Gipskartonplatte besteht gewichtsmäßig aus ca. 94 % Gips, 3,5 % Karton, 0,25 % Stärke, 0,2 % Silikon und einem Rest aus Tensiden und sonstigen Zusätzen (s. Abb. 4 [11]).

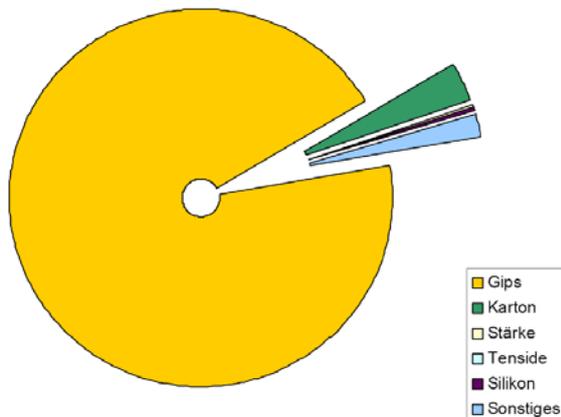


Abb. 4: Zusammensetzung von Gipsplatten [11]

3.2 Verwendung

Gipsplatten werden als Wand- und Deckenbekleidungen, als Beplankungen für Montagewände oder als nicht tragende Trennwände verwendet.

Für die Verwendung und Bearbeitung von Gipsplatten gibt es eine Reihe von DIN-Normen z. B.:

- DIN 18180 Gipsplatten – Arten und Anforderungen
- DIN 18181 Gipskartonplatten im Hochbau – Grundlagen für die Verarbeitung
- DIN 18182 Zubehör für die Verarbeitung von Gipskartonplatten
- DIN 18183 Montagewände aus Gipskartonplatten
- DIN 18184 Gipskarton-Verbundplatten mit Polystyrol- oder Polyurethan-Hartschaum als Dämmstoff

Eine ausführliche Auflistung maßgebender Normen kann dem „[GIPS-Datenbuch](#)“ entnommen werden.

Folgende Plattentypen werden angeboten:

Tab. 1: Bezeichnung typischer Gipsplatten [10]

	Kurzbezeichnung für Gipsplatten nach		Kartonfarbe	Aufdruckfarbe der Kennzeichnung
	DIN 18180	DIN EN 520		
Bauplatten	GKB	Typ A	weiß bis gelblich Rückseite: grau	blau
Feuerschutzplatten	GKF	Typ DF	grünlich	rot
Bauplatten (imprägniert)	GKBI	Typ H2		blau
Feuerschutzplatten (imprägn.)	GKFI	Typ DFH2	grau	rot
Putzträgerplatten	GKP	Typ P		blau, rot

Sie werden eingesetzt z. B.

- für den Dachgeschossausbau mit spezieller Feuerschutzplatte (auch imprägniert),
- für Trennwände und Wandbeplankungen mit raumhohem Plattenformat zum problemlosen Zuschneiden,
- für Feuchträume wie Keller und Bad mit Imprägnierung,
- für optimalen Schallschutz mit Mineralwolleinlage und

- als Multiboard-Ausbauplatte für alle Anwendungsbereiche mit Imprägnierung und Faserverstärkung.

Des Weiteren werden Gipsplatten für spezielle Anwendungen mit z. B. Aluminium für Feuchträume und Bleiplatten für den Röntgenbereich kaschiert gefertigt.

3.3 Abfallfraktion und -mengen

Gipsplattenabfälle fallen beim Verschnitt neuer Gipsplatten und in zunehmenden Mengen beim Rückbau von Gebäuden und Gebäudeteilen an. Bei einer angenommenen Lebensdauer der Gipsplatten von durchschnittlich 30 bis 50 Jahren muss mit einem stetigen Anstieg der zu entsorgenden Gipsplatten gerechnet werden, der mit den Einbaumengen vor 30 bis 50 Jahren korreliert.

Tab. 2: Mengenabschätzung von Verschnitt, Einbau, Rückbau, Bestand und Abfall an Gipsplatten im Baubereich in Deutschland und Bayern von 1974 bis 2034.

Jahr	Gipsplatten im Baubereich in Deutschland				Summe Abfälle 1000 t	Summe Abfälle Bayern ³⁾ 1000 t
	Verschnitt ¹⁾ 1000 t	Einbau ²⁾ 1000 t	Rückbau ²⁾ 1000 t	Bestand ²⁾ 1000 t		
a	b	c	d	e	f (=b+d)	g (15% von f)
1974	20	480	--	2.400	20	3
1979	20	480	10	4.760	30	5
1984	30	600	30	7.620	60	9
1989	30	570	60	10.130	90	14
1994	50	1.000	110	14.590	160	24
1999	80	1.510	180	21.280	260	39
2004	80	1.560	260	27.750	340	51
2009	80	1.560	380	33.650	460	69
2014	80	1.560	510	38.890	590	89
2019	80	1.560	650	43.400	730	110
2024	80	1.560	800	47.190	880	132
2029	80	1.560	940	50.280	1.020	153
2034	80	1.560	1.070	52.720	1.150	173

¹⁾ Annahme: Verschnitt = 5 % der Einbaumenge; ²⁾ Nach Daten von Arendt (2001) [12]; ³⁾ berechnet nach Bevölkerungsanteil von Deutschland

Bei Neubaumaßnahmen fallen durchschnittlich ca. 5 % Gipsplatten-Verschnitte an. Das entspricht derzeit insgesamt ca. 80.000 t jährlich. Die Abfallmenge aus dem Gebäuderückbau wird sich nach Arendt (2001) [12] in Deutschland in den nächsten 30 Jahren alle 10 Jahre annähernd verdoppeln und die sechsfache Menge gegenüber 2001 erreichen. Insgesamt sind im Jahr 2004 bereits ca. 340.000 t Gipsplattenabfälle angefallen.

Nach der Modellrechnung von Arendt ist eine Stabilisierung des Bestands im Zeitraum von 2040 – 2050 bei einem Wert von ca. 60 Mio. t verbauter Gipsplatten zu erwarten. Die maximale jährliche Abfallmenge soll dann bei einer mittleren Lebensdauer von 40 Jahren 2,5 %, also 1,5 Mio. t betragen.

Das Berechnungsmodell nach Arendt (2001) [12] kann analog auf Bayern übertragen werden. Legt man ein Verhältnis der Einwohnerzahlen Bayerns zu Deutschland von 12 zu 82 Mio. (Statistisches Bundesamt, 31.12.2005) zugrunde, dürften in Bayern bis 2009 ca. 5 Mio. t Gipsplatten verbaut sein. Bis 2014 wird diese Menge auf ca. 6 Mio. t anwachsen. Die jährliche Abfallmenge an Gipsplatten in Bayern wird von ca. 69.000 t (2009) auf ca. 89.000 t (2014) steigen. Eine Stabilisierung der Abfallmengen in einer Größenordnung von ca. 220.000 t jährlich wird sich im Zeitraum von 2040 – 2050 bei einem Bestand von dann ca. 9 Mio. t ergeben.

Der Bundesverband der Gipsindustrie geht von noch höheren Abfallströmen aus. Insgesamt wurde dort für Deutschland ein Abfallaufkommen (Gipsplatten und Bauelemente) aus Neubau und Rückbau im Jahr 1998 mit max. 831.400 t berechnet. Hiervon sollen aber aufgrund verschiedener Restriktionen z. B. Einbaubedingungen, Baustellenlogistik nur ca. 300.000 t verwertbar sein [3].

Zur Analyse der mittel- bis langfristig anfallenden Materialmengen aus dem Gebäuderückbau wurde vom StMUGV 2001 im Rahmen des Verbundprojekts „Stoffflussmanagement Bauwerke“ das Projekt „Analyse, Bewertung und Management von Roh- und Baustoffströmen in Bayern“ in Auftrag gegeben [13]. Weber-Blaschke et al. (2005) haben hierin die Menge an „Baustoffen auf Gipsbasis“ insgesamt (also Gipsplatten inklusive Gipsputz etc.) erhoben. Danach wurden in Bayern bereits im Zeitraum 1978 – 2003 5,7 Mio. t Baustoffe auf Gipsbasis verbaut. Das entspricht gut 1 % aller in diesem Zeitraum verbauten Baustoffe und Materialien (457 Mio. t).

Zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen und schadlosen sowie möglichst hochwertigen Verwertung sind Bau- und Abbruchanfälle nach § 8 GewAbfV [14] getrennt einer Verwertung zuzuführen. Eine gemeinsame Erfassung ist möglich, wenn eine nachgeschaltete Sortierung gewährleistet, dass die Einzelfractionen in weitgehend gleichen Mengen einer stofflichen oder energetischen Verwertung zugeführt werden. Gipsplatten sind in der Gewerbeabfallverordnung nicht namentlich genannt.

Gipsfractionen und damit auch Gipsplatten sollten aus fachlicher Sicht soweit möglich getrennt von anderen Bau- und Abbruchabfällen erfasst werden, da diese z. B. aufgrund der Sulfatproblematik die Aufbereitung und Vermarktung der weiteren Bauschuttfraktionen stören. Im Europäischen Abfallverzeichnis (umgesetzt in der Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV [15]; s. hierzu auch die Hinweise [30]) stehen für Abfälle mit hohem Gipsanteil folgende Abfallschlüssel zur Verfügung:

- 17 08 01* Baustoffe auf Gipsbasis, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind
- 17 08 02 Baustoffe auf Gipsbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 08 01 fallen.

4 Verwertungsspektrum

Das Verwertungsspektrum für Gipsplattenabfälle ist insgesamt sehr eingeschränkt. Im Bodenbereich ist die Verwendung aufgrund der Wasserlöslichkeit des Sulfatgehaltes in größeren Mengen nicht einsetzbar. Das industrielle Recycling von ausgedienten Gipsplatten und deren Wiederverwertung z. B. als Ausgangsprodukt für neue Gipsplatten bieten sich aus fachlicher Sicht an. Derzeit gibt es in Deutschland aber noch kein industrielles Recycling. Die verschiedenen Verwertungsoptionen werden im Folgenden beschrieben.

4.1 Industrielles Recycling

Der festigkeitsbildende Prozess bei der Gipsplattenherstellung, die Rehydratation, ist reversibel, d. h. bereits erhärteter Gips kann durch eine entsprechende thermische Behandlung seine ursprüngliche Reaktionsfähigkeit mit Wasser wiedererlangen. Ausreichend reiner Gips kann also vollwertig und ohne wesentlichen Verlust an bautechnischer Leistungsfähigkeit recycelt und mehrfach verwendet werden.

Bei dem von Hummel (1997) [16] beschriebenen Recycling-Verfahren werden die Platten von Schnecken zerkleinert und durch Messer-Zerkleinerer gedrückt. Dabei wird eine weitestgehende Trennung von Karton und Gips erzielt. Das Verfahren bietet die Möglichkeit der Wiederverwertung der Gipsplatten im gleichen Kreislauf auf gleicher Qualitätsstufe (entsprechend Abb. 5). Es wird in Deutschland derzeit aber nur zur Kreislaufführung von Produktionsabfällen und beim Recycling von Verschnittmengen aus Neubaumaßnahmen eingesetzt.

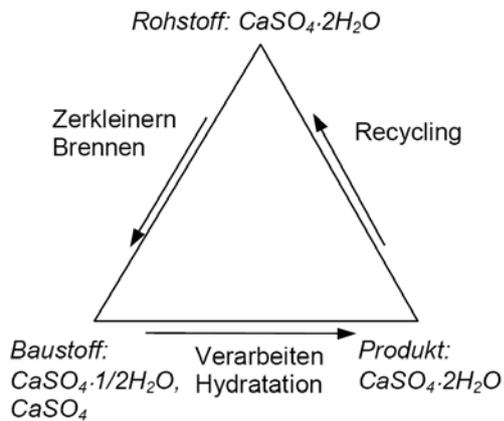


Abb. 5: Vereinfachtes Schema des Gipskreislaufes [9]

Gipsplatten aus dem Abbruch von Gebäuden fielen bisher noch in nicht ausreichenden Mengen an, um ein Rücknahmesystem zu organisieren bzw. sind nicht sortenrein genug, um für diese Fraktion schon dieses Recycling-Verfahren rentabel einsetzen zu können. Zwischenzeitlich sind aber die Abfallmengen aus dem Gebäuderückbau deutlich angestiegen und Qualitätskriterien, die sich an den Vorgaben für REA-Gips orientieren, wurden aufgestellt (s. Tab. 3). Erste Rücknahmekonzepte sind in Planung [18].

Tab. 3: Qualitätskriterien für REA-Gips und Recyclinggips im Vergleich [17] [18]

Qualitätsparameter	bestimmt als	Einheit	Qualitätskriterien	
			REA-Gips	Recyclinggips
Freie Feuchte	H ₂ O	Gew.-%	< 10	< 10
Calciumsulfat-Dihydrat	CaSO ₄ · 2H ₂ O	Gew.-%	> 95 ¹⁾	> 80
Magnesiumsalze	wasserlösl. MgO	Gew.-%	< 0,10	< 0,02
Natriumsalze	wasserlösl. Na ₂ O	Gew.-%	< 0,06	< 0,02
Kaliumsalze	wasserlösl. K ₂ O	Gew.-%		< 0,02
Chloride	Cl	Gew.-%	< 0,01	< 0,01
Calciumsulfit-Halbhydrat	CaSO ₃ · 1/2 H ₂ O	Gew.-%	< 0,50	< 0,50
pH	--	--	5-9	5-9
Farbe		%	weiß ²⁾	weiß ²⁾
Geruch	--	--	neutral	neutral
Toxische Bestandteile	--	--	schadlos	schadlos
Korngröße	--	mm	--	< 5

¹⁾ Die Herabsetzung des Calciumsulfat-Dihydrat-Gehaltes durch inerte Bestandteile ist für verschiedene Anwendungsfälle nicht nachteilig. ²⁾ Abhängig von der Verwendung des REA-Gipses und den jeweiligen Fertigprodukten können unterschiedliche Farbwerte gelten.

Gipsplatten können durch die Vermischung mit mineralischem Bauschutt, chloridhaltige Anhaftungen aus PVC, Verbundmaterialien wie Styropor, Stein- oder Glaswolle oder keramische Bestandteile wie Fliesen verunreinigt sein. Organisches Material, das bei unter 150 °C ausbrennt, wird durch den Kalzinationsprozess entfernt. Mörtel und Spachtelmassen auf Gipsbasis stören im Recyclingprozess nicht [9]. Während man in Deutschland noch am Anfang des industriellen Recyclings ausgedienter Gipsplatten steht, liegen hierzu aus einer Reihe anderer Länder, wie Kanada, USA, Großbritannien, Dänemark, Schweden, Frankreich, Norwegen, Niederlande, Irland zunehmend mehr Erfahrungen vor [19] [20].

4.2 Möglichkeit einer Verwertung auf Deponien oder im Bergversatz

Gipsplatten sind wegen ihrer bauphysikalischen Eigenschaften für eine Verwertung als Deponieersatzbaustoff oder zur Herstellung von Deponieersatzbaustoffen nicht geeignet. Dieser Verwertungspfad ist deshalb in Bayern nicht zulässig.

Beim Bergversatz handelt es sich um die Verwendung von Abfällen unter Tage zur Verfüllung ehemaliger Stollen und Strecken im Rahmen der Gewährleistung der Standsicherheit. Bergversatzmaterialien müssen für diese Verwendung bestimmte Vorgaben erfüllen.

Gipsplatten kommen danach wegen ihres brennbaren Anteils (Organik > 5 %) und mangelnder geomechanischer Eigenschaften (kein Schüttgut zum Direktversatz, da Korngrößen > 60 mm, Konditionierungsversuche waren nicht erfolgreich, für Big-Bag-Verpackungen ungeeignet) nicht als Versatzmaterial in Frage (nach Auskunft Steinsalzbergwerk Kochendorf). Sie eignen sich daher im Gegensatz zu REA-Gips nicht für den Bergversatz.

4.3 Möglichkeiten und Grenzen einer Verwertung im Bodenbereich – Regelungen in Bayern

Der Leitfaden „Anforderungen an die Verwertung von Recycling-Baustoffen in technischen Bauwerken“ [21] regelt den Einbau von Baustoffen aus aufbereitetem Bauschutt und Straßenaufbruch in technischen Bauwerken für den Erd-, Straßen- und Wegebau in Bayern. Darin ist für den Parameter Sulfat im Eluat der Richtwert (RW) 1 mit 250 mg/l und der RW 2 mit 1.000 mg/l (Toleranz von 10 %) festgelegt. Bei gipshaltigem Material im Bauschutt ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte bis zu den jeweils höheren Werten unter der Bedingung zulässig, dass die Ca-Konzentration im Eluat mindestens die 0,43-fache Sulfat-Konzentration erreicht.

Laut dem Leitfaden „Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen“ in Bayern [22] sind reine Gipsplattenabfälle als Verfüllmaterial nicht geeignet und daher in der Positivliste nicht aufgeführt. Bauschutt mit Gipsanteilen kann nur verwertet werden, wenn er die Zuordnungswerte der entsprechenden Standortkategorien einhält. Hierbei werden die hydrogeologischen Gegebenheiten, die Rückhaltewirkung der verbliebenen Deckschichten, ein ausreichender Grundwasserflurabstand sowie die Beschränkung des Verfüllmaterials durch Zuordnungswerte berücksichtigt. Je nach Standortkategorie kann Material bis zum Zuordnungswert Z 2 für die Verfüllung zulässig sein.

Die genannten Leitfäden regeln für Bayern bis zu einer bundeseinheitlichen Regelung die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen.

Der ungesicherte Einbau gipshaltigen Bauschutts in Gruben, Brüchen und Tagebauen führt zu einer erhöhten Stofffracht an Sulfat, die über das Sickerwasser in das Grundwasser gelangen kann. Im Eluat ist bei Gipsabfällen neben der erhöhten Leitfähigkeit auch eine Sättigungskonzentration von Sulfat festzustellen. Ein schnelles Abklingen hinsichtlich der mit guter Wasserlöslichkeit verbundenen hohen Stoffkonzentration ist bei Gipsplatten nicht zu erwarten. Lediglich der physikalische Effekt der Dispersion wirkt konzentrationsmindernd bei der Durchsickerung der Bodenzone [23]. Bei einer Löslichkeit des Calciumsulfats von 1200 mg/l wird der für Bauschuttkomponenten schon erhöht zugelassene Z 2-Wert von 600 mg/l Sulfat im Eluat noch um das Doppelte überschritten.

Gipsplatten – insbesondere als Monofraktion – sind daher aus fachbehördlicher Sicht für die Verfüllung von Gruben und Brüchen weder geeignet noch in Bayern zulässig.

4.4 Weitere Verwertungsoptionen

Eine Möglichkeit des Einsatzes von Gips aus Gipsplatten ist die Herstellung von Düngemitteln, wozu die Platten gemahlen werden müssen. Ziel dabei ist, Kulturböden mit Schwefel zu düngen. Gips ist

zwar in der Düngemittelverordnung als Sekundärnährstoffdünger aufgeführt, insgesamt ist hier aber der Bedarf eingeschränkt. Zudem muss Gips mit anderen schwefelhaltigen Düngemitteln konkurrieren. Nach Einschätzung von Arendt ist die ökologische Bewertung der Schwefeldüngung mit Recyclinggips noch ungeklärt [12]. In Thüringen werden aufbereitete Gipsplatten als spezielle Form der Verwertung bei der Sanierung / Rekultivierung von Kalihalden eingesetzt. Die stark alkalischen Abraumhalden erhalten durch die Abdeckung mit den eher sauren Gipsabfällen an der Oberfläche ein ausgeglichenes Milieu, so dass sich die Vegetation entwickeln kann. Untersuchungen haben ergeben, dass sich daraus keine zusätzlichen Umweltbeeinträchtigungen ergeben. Die Abdeckung von Kalihalden wurde als Verwertung gemäß KrW-/AbfG anerkannt. In Bayern sind jedoch keine Kalihalden zu sanieren.

Das Müller-Kühne-Verfahren zur Schwefelsäureherstellung, sowie die Weiterentwicklung des Verfahrens zur Gipsreduktion mit Kohlenstoff (GRS) für gipshaltige Bauabfälle ist vom Forschungszentrum Karlsruhe [24] untersucht worden. Dieser Recyclingpfad wird in Deutschland aus technischen und wirtschaftlichen Gründen jedoch nicht mehr beschritten.

Weitere Verwertungsoptionen für Gipsabfälle, die bisher offenbar von untergeordneter Bedeutung sind, bestehen aber in der Glas- und Farbenindustrie [25].

5 Beseitigung

5.1 Entsorgung mit dem Hausmüll

Während sich größere Mengen Gipsplatten in der Müllverbrennung negativ auf den Verbrennungsprozess auswirken würden, können geringere Mengen Gipsplatten, die über den Hausmüll in die Müllverbrennungsanlagen gelangen, toleriert werden. Nach neueren Forschungsergebnissen können sie sogar Dioxinmissionen minimieren. Bei dem von GSF-Wissenschaftlern entwickelten Verfahren zur Dioxinminderung bei Verbrennungsprozessen [26] kann unter anderem durch eine planvolle Zugabe von Gipsabfällen zur Hausmüllmischung eine Dioxinbildung im Abgas und damit der Aufwand für die anschließende Rauchgasreinigung reduziert werden. Das beim Europäischen Patentamt angemeldete Patent wurde bereits für Deutschland erteilt. Nachteilig wirken sich bei diesem Entsorgungspfad aber der hohe Aschegehalt von Gipsplatten aus und die damit verbundenen zusätzliche Menge an Müllverbrennungssaschen.

5.2 Deponierung

Der Begriff „Deponiefähigkeit“ beschreibt, inwieweit ein Stoff in der Lage ist, die abfallwirtschaftliche Voraussetzung der Nachsorgefreiheit zu erfüllen, sofern eine stoffliche oder thermische Verwertung nicht möglich ist.

Eine positive Einschätzung der Deponiefähigkeit ist dann gegeben, wenn während eines hinreichend langen Betrachtungszeitraumes die austretenden Stoffflüsse die Umwelt nicht beeinträchtigen. Die anthropogenen Stoffflüsse sollten bei Beachtung des oben Genannten also wesentlich kleiner sein als die geogenen Stoffflüsse. Für die Einschätzung der Deponiefähigkeit eines Stoffes ist neben den geogenen Hintergrundwerten die Mobilität der Stoffe auf der Deponie ausschlaggebend.

5.2.1 Inertabfalldeponien

Gipsplatten halten als Monofraktion die erforderlichen Zuordnungskriterien für die Inertabfalldeponie (Deponieklasse, DK 0) nicht ein und können dort in der Regel nicht abgelagert werden.

Folgende Eluat-Zuordnungskriterien gelten für gipshaltigen Bauschutt auf Inertabfalldeponien gemäß Deponieverordnung (DepV [27]), nicht aber für die Monofraktion Gipsplatte:

Sulfatgehalt von < 100 mg/l; eine Überschreitung bis zu einem Wert von 600 mg/l (Einhaltung des Co-Wertes der Perkulationsprüfung) ist zulässig. Anstelle des Sulfatwertes kann der wasserlösliche Anteil von < 0,4 % bestimmt werden. Der Zuordnungswert für die Leitfähigkeit liegt bei < 1.000 µS/cm. Überschreitungen bis zu einem Wert von 2.500 µS/cm sind zulässig, wenn der Standort über hydrogeologisch günstige Voraussetzungen wie eine flächig verbreitete mindestens 2 m mächtige geologische Barriere verfügt. Auch regional erhöhte und natürlich bedingte Hintergrundwerte im Bereich von Naturschutzlagerstätten (s. Abb. 1) können hier wie bei einer Ablagerung im Bodenbereich (s. Ziff. 4.3) eine Ausnahme bilden.

Eine Zwischenlagung von Gipsplatten auf Inertabfalldeponien sollte für Kleinmengen aus privaten Haushalten aber dann angeboten werden, wenn eine Verwertung nur in weiter Entfernung möglich ist und der Transport kleinerer Mengen unwirtschaftlich ist. Nach § 3 Abs. 3 DepV sind im Eingangsbereich Lagerbereiche einzurichten. Gips(platten)abfälle können dort zu größeren Einheiten zusammengestellt und einer ordnungsgemäßen Entsorgung zugeführt werden.

5.2.2 Deponieklassen I bis IV

Die Ablagerung von Gipsplatten kann nur auf Deponien ab der Klasse I erfolgen.

Die Zuordnungswerte für die Deponien der Klassen I und II bei Sulfat werden gemäß Anhang 1 Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV [28]) eingehalten, wenn diese einen Wert von < 2.000 mg/l im Eluat ergeben. Anstelle von Sulfat kann der wasserlösliche Anteil (Abdampfrückstand) von < 3 bzw. < 6 Masse % betragen. Überschreitungen des DOC-Gehaltes sind mit behördlicher Zustimmung bis maximal 100 mg/l zulässig. Gipsplattenabfälle halten in der Regel die Zuordnungskriterien für Glühverlust und TOC (Total Organic Carbon) nicht ein, es gibt aber Ausnahmeregelungen über die Fußnote 3 der AbfAbIV.

Gipsabfälle sollten wegen der Gefahr der Schwefelwasserstoffbildung nie zusammen mit Abfällen eines relevanten organischen Anteils, wie z. B. Straßenkehrschutt, abgelagert werden [11].

Laut der Sonderauswertung zur Abfallbilanz 2005 für Bayern [29] bewegen sich die Ablagerungsgebühren für inerte Abfälle zwischen 20 €/t (für gemischten Bauschutt, der für Deponiebaumaßnahmen genutzt werden kann, was bei höheren Gipsanteilen in Frage steht und bei Gipsplattenabfällen keinesfalls möglich ist) und 410 €/t (bei Abfällen mit einem höheren Gefährdungspotenzial). Das rechnerische Mittel lag bei 173 €/t.

Gipsplatten sind in der Regel kein gefährlicher Abfall. Sollte aber im Einzelfall aufgrund spezieller Inhaltsstoffe oder Verunreinigungen eine Einstufung von Gipsplatten als gefährlicher Abfall (AVV-Schlüssel 17 08 01*) notwendig werden, ist § 3 Abs. 2 AVV [15] in Verbindung mit den Hinweisen zur Anwendung der AVV [30] zu beachten. Bei einer Entsorgung derartiger Gipsplatten gelten die Bestimmungen der Nachweisverordnung [31]. Über eine Deponierung ist im Einzelfall zu entscheiden.

Gegen eine Einlagerung von Gipsplattenabfällen in Untertagedeponien (DK IV) sprechen die beim Bergversatz (s. Ziff. 4.2) genannten Gründe sowie die im Vergleich zur DK II erheblich höheren Einlagerungsgebühren. Gipsplattenabfälle sind daher auch für die Beseitigung unter Tage ungeeignet.

6 Ausblick

Die Menge an Gipsplattenabfällen nimmt derzeit und auch weiterhin stark zu. Verwertungsmöglichkeiten im Bodenbereich gibt es wegen der Sulfatlöslichkeit kaum. Im Rahmen der Beseitigung steht die Ablagerung auf Deponien ab der Klasse DK I offen. Aus fachlicher Sicht ist zur Schonung / Streckung primärer Rohstoffreserven und Einsparung wertvollen Deponieraums aber ein verstärktes industrielles Recycling anzustreben. Dieses umfasste in Deutschland bisher nur Produktionsabfälle. Hierfür dürften neben Qualitätskriterien insbesondere wirtschaftliche Faktoren ausschlaggebend gewesen sein. Die Wirtschaftlichkeit des Gipsrecyclings hängt von vielen Randbedingungen ab. Hierzu

zählen auch die Kosten für Entsorgungsmöglichkeiten, etwa die Deponierungskosten im Vergleich zu den Annahmgebühren beim Recyclingwerk, und die Erlöse für das Recyclingprodukt (Gipsmehl), das mit der Preisentwicklung beim REA-Gips konkurrieren muss. Die Konkurrenzsituation der Gipsplattenabfälle zum REA-Gips und dem dadurch gegebenen Überangebot an sekundärem Gips in Deutschland könnte dadurch begegnet werden, dass sekundärer Gips exportiert wird und dadurch auch im Ausland Gipslagerstätten geschont oder nicht vorhandene Vorkommen ausgeglichen werden.

Während man in Deutschland noch am Anfang des industriellen Recyclings ausgedienter Gipsplatten steht, liegen hierzu aus einer Reihe anderer Länder, wie Kanada, USA, Großbritannien, Dänemark, Schweden, Frankreich, Norwegen, Niederlande, Irland, zunehmend mehr Erfahrungen vor. In den Niederlanden wurde z. B. ein flächendeckendes Sammelsystem mit ca. 40 Standorten aufgebaut. Neben Sammelsystemen und zentralen Aufbereitungsanlagen gibt es im Ausland auch mobile Aufbereitungsanlagen, die den Transportaufwand der sperrigen Gipsplattenabfälle zum Recyclingwerk reduzieren.

Für das Recycling von Gipsplattenabfällen wird derzeit die Errichtung von drei Werken an zentralen Standorten in Deutschland geplant, so in Nordrhein-Westfalen, Norddeutschland und Bayern [18]. Damit nimmt die deutsche Gipsindustrie ihre Produktverantwortung nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz wahr.

7 Quellenverzeichnis

- [1] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW-/AbfG) vom 27. September 1994 (BGBl. I, S. 2705), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 9. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2819)
- [2] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie: „[Rohstoffe in Bayern](#)“, Online-Information und als Broschüre, 120 S., München 2002
- [3] Bundesverband der Gipsindustrie: „PowerPoint-Präsentation zu Gipsabfällen“, zur Verfügung gestellt bekommen am 22.06.2006
- [4] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): „Der Bergbau in der Bundesrepublik Deutschland 2005“, Bergwirtschaft und Statistik, [Dokumentation 559](#), 147 S., Berlin 2006
- [5] VGB PowerTech: „Aufkommen und Verwertung von Nebenprodukten aus kohlebefeuerter Kraftwerken in Deutschland im Jahr 2004“, [Online-Information](#), Essen 2007
- [6] Knauf Gips KG: „[Rohstoff & Energie](#)“; Online-Information, Iphofen 2006
- [7] Beckert, J., Einbrodt, H.J., Fischer, M.: „Vergleich von Naturgips und REA-Gips, Untersuchungen zur gesundheitlichen Beurteilung von Naturgips und REA-Gips aus Kohlekraftwerken im Hinblick auf deren Verwendung zur Herstellung von Baustoffen“, VGB Forschungsstiftung, Essen; und Bundesverband der Gips- und Gipsplattenindustrie e.V., Darmstadt 1989
- [8] (Schweizerisches) Bundesamt für Energie (BfE, Hrsg.): „Ökoinventar der Entsorgungsprozesse von Baumaterialien“, [Forschungsbericht](#), 192 S., Zürich 2000
- [9] Müller, A.: „Recycling von Baustoffen (Modul D)“, Bauhaus Universität Weimar, [Vorlesungsskript SS](#), Weimar 2007
- [10] Bundesverband der Gipsindustrie e.V.: „[GIPS-Datenbuch](#)“, 70 S., Darmstadt 2006
- [11] Sundl, K.: „Entsorgung und Verwertung von Gipskartonplatten“, [Bericht](#) des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, 27 S., Graz 2005
- [12] Arendt, M.: „Kreislaufwirtschaft im Baubereich: Steuerung zukünftiger Stoffströme am Beispiel von Gips“, [Wiss.Berichte FZKA 6572](#), Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, 284 S., Karlsruhe 2001

- [13] Weber-Blaschke, G., Faulstich, M., Garijo, A., Hölzle, J., Jadhav, A., Pacher, Ch. & Zettel, S.: „Analyse, Bewertung und Management von Roh- und Baustoffströmen in Bayern – Schlussbericht vom 31. August 2005“, TU München, Verbundprojekt „[Stoffflussmanagement Bauwerke](#)“, Forschungsprojekt F 237, München 2005
- [14] Verordnung über die Entsorgung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung – GewAbfV) vom 19. Juni 2002 (BGBl. I S. 1938), zuletzt geändert durch Art. 7 Verordnung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2332)
- [15] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), zuletzt geändert durch Art. 7 Gesetz vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1623)
- [16] Hummel, H.-U.: „Recycling von Gipsplatten“, in: „Kreislaufgerechtes Bauen im Massivbau“, Darmstädter Massivbau-Seminar, Band 18, [S. XI-1 - 8](#), Darmstadt 1997
- [17] Verband der Europäischen Gipsindustrie (Eurogypsum): „REA-Gips – Qualitätskriterien und Analysemethoden“, [Online-Information](#) und Druckschrift, 4 S., Brüssel 2005
- [18] Hamm H., Hüller R., Demmich J.: „Recycling von Gipsplatten“, ZKG International, S. 68-74, No. 5-2007 (Volume 60), Stuttgart 2007
- [19] New West Gypsum Recycling Inc: „[Standorte unserer Wiederaufbereitungsanlagen](#)“, Online-Information, Langley, BC, Canada 2003
- [20] Gypsum Recycling International A/S: „[Locations](#)“, Online-Information, Nærum, Dänemark 2005
- [21] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV): „Anforderungen an die Verwertung von Recycling-Baustoffen in technischen Bauwerken“, [Leitfaden](#) eingeführt mit Schreiben vom 09.12.2005, Nr. 84-U8754.2-2003/7-50
- [22] StMLU / StMUGV: „Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen – Leitfaden zu den Eckpunkten“ [in der Fassung v. 09.12.2005](#) (S. 18-59), eingeführt mit Schreiben des StMUGV v. 20.12.2005, Nr. 58-U4543-2004/17-18
- [23] StMUGV: „Verwertung von Giphaltigen Baustoffen in Gruben der Münchner Schotterebene“, [Schreiben vom 12.01.2007](#), Nr. 58c-U4449.3-2007/1-1
- [24] Gasafi E., Jeske U., Reinhardt T.: „Gipsreduktion mit Kohlenstoff“, [Wiss.Berichte FZKA 7189](#), Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe 2006
- [25] James P.R., Pell E., Sweeney C. et John-Cox C.St.: „Review of Plasterboard Material Flows and Barriers to Greater Use of Recycled Plasterboard“, WRAP Plasterboard Programme Code [PPBD0004](#), 62 S., Oxon 2006
- [26] GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit: „Intelligenter Einsatz von Abfällen vermindert Dioxinbildung“, [Online-Information](#), Neuherberg 2004
- [27] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 24. Juli 2002 (BGBl. I S. 2807), geändert durch Verordnung v. 12.08.2004 (BGBl. I S. 2190), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 13. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2860)
- [28] Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung – AbfAbIV) vom 20. Februar 2001 (BGBl. I S. 305), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2860)
- [29] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): „Sonderauswertung zur Abfallbilanz 2005: Kosten der Abfallablagerung“, Broschüre, 4 S., Augsburg 2006
- [30] [Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung](#) vom 9. August 2005 (BANz. Nr. 148a), in Bayern eingeführt mit StMUGV-Schreiben vom 04.11.2005, Nr.81-U8740.50-2005/2-1
- [31] Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung –

NachwV) in der Fassung der Verordnung zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2298)

Die Originaltexte der genannten Vorschriften können im [IZU Informationszentrum UmweltWirtschaft](#) des LfU unter der Kategorie Recht/Vollzug eingesehen werden.

