

Industrieminerale, Steine und Erden in Österreich

von Michael A. Götzing

(Aus dem Institut für Mineralogie und Kristallographie
der Universität Wien)

Vortrag, gehalten am 16. Dezember 1981

Einleitung

Basierend auf einer früheren Arbeit (Götzing, 1982 b) liegt nunmehr eine überarbeitete und neu gestaltete Fassung dieser Thematik vor.

Als „Industrieminerale“ werden im deutschen Sprachraum jene mineralischen Rohstoffe bezeichnet, die (mehr minder monomineralisch) aufgrund ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften industriell verwertbar sind, aber weder als Brennstoffe noch zur Metallherstellung Verwendung finden („Nichterze“). Eine Grenzziehung zu „Steine und Erden“ ist meist willkürlich, kann aber mit dem auch gebräuchlichen Ausdruck „Industriegesteine“ verdeutlicht werden.

Die Stellung beider Gruppen und den wirtschaftlichen Stellenwert innerhalb der Gesamtproduktion fester mineralischer Rohstoffe in Österreich zeigt die Abbildung 1, basierend auf den Daten der Tabelle 1 (für das Jahr 1982). Nicht berücksichtigt werden hier die flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffe (Produktionszahlen für 1982: 4,29 Mio. t Erdöl, 1,32 Mia m³n Naturgas).

Produktion mineralischer Rohstoffe in Österreich (1982)

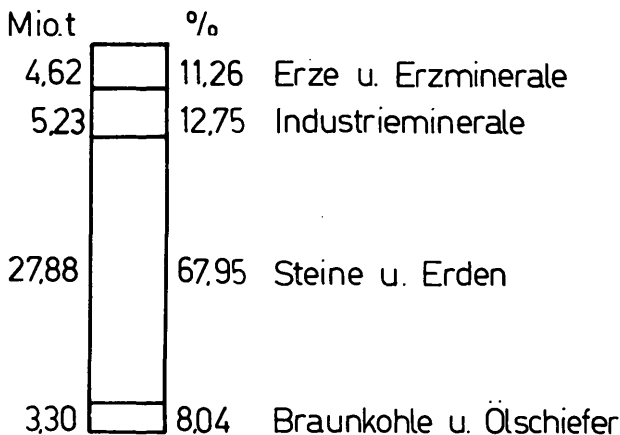


Tabelle 1: Produktionszahlen fester mineralischer Rohstoffe in Österreich (für die Jahre 1981 und 1982), Angaben in 1000 t, aus Österr. Montan-Handbuch, 1983.

		<u>1981</u>	<u>1982</u>
Erze und Erzminerale			
Eisenerz (Siderit)		3050	3330
Eisenglimmer (Hämatit)		11,32	9,57
Wolframerz (Scheelit)		357,29	410,58
Blei-Zinkerze (Bleiglanz, Zinkblende)		797,65	841,03
Antimonerz (Antimonit)		26,53	27,78
Industriemineralien			
Feldspat		10,36	2,96
Baryt (1980)	0,25	—	—
Gips		664,11	585,99
Anhydrit		136,40	141,53
Steinsalz		1,33	1,09
Sudsalz (aus Salzsole)		462,49	433,56
Dolomit		1226,86	1029,54
Magnesit		1158,85	1031,40
Quarz, Quarzit		184,01	176,82
Quarzsand		869,48	864,32
Kieselgur (1978)	0,54	—	—
Kaolin		122,92	107,19
Leukophyllit		192,64	244,20
Ton		52,17	15,60
Illitton		331,45	441,45
Traß		8,31	10,55
Graphit		23,81	24,45
Talk und -schiefer		116,43	117,09

Steine und Erden*		
Brecherprodukte	11662,79	10560,57
Bruch- u. Mauersteine	1981,69	1988,56
Sand und Kies	17209,58	15330,79
Kohle und Ölschiefer		
Braunkohle	3061,26	3297,49
Ölschiefer	0,97	1,01

* Angaben des Statistischen Zentralamtes; es werden jedoch nicht alle Daten erfaßt, sodaß mit nahezu doppelten Abbaumengen gerechnet werden kann.

Nach ihrer Entstehung können die Industriemineralien in drei Gruppen eingeteilt werden (es werden in dieser Aufstellung nur Mineralien österreichischer Vorkommen und Lagerstätten berücksichtigt):

Industriemineralien aus magmatischen Gesteinen
(vorwiegend Pegmatite) S 31
 Feldspat, Glimmer
 Spodumen, Beryll

Industriemineralien aus Sedimentgesteinen ... S 34
 Quarz, Quarzit und Quarzsande
 Kaolin, Ton und Illitton, Bauxite
 Kieselgur-Diatomit
 Kalk (metamorph: Marmor), Dolomit, Magnesit
 Gips und Anhydrit, Schwefel, Steinsalz
 Fluorit, Baryt, Phosphatite-Phosphorite

Industrieminerale aus metamorphen Gesteinen S 47

Graphit

Granat

Andalusit, Disthen (und Sillimanit)

Hornblende- und Serpentinabest

Talk, Leukophyllit

Vermiculit

Industrieminerale aus magmatischen Gesteinen

Die Träger mineralischer Rohstoffe unter den magmatischen Gesteinen sind hauptsächlich die Pegmatite, Restkristallite saurer Plutonite (meist Granite). Sie sind durch ihre Korngröße (Kristalle bis Metergröße) und durch ihre akzessorischen Minerale ausgezeichnet. Der Chemismus der Pegmatite entspricht etwa dem eines Granites, die Hauptgemengteile sind Kalifeldspat, Glimmer (Muskovit u./o. Biotit), Quarz und untergeordnet Albit.

Feldspat: Von wirtschaftlichem Interesse ist hauptsächlich der Kalifeldspat ($K[Al Si_3 O_8]$), Mikroklin oder Orthoklas genannt. Glieder der Plagioklasreihe, Albit ($Na [AlSi_3 O_8]$) bis Anorthit ($Ca [Al_2 Si_2 O_8]$), werden nicht gezielt abgebaut, Albit fällt jedoch als Gemengteil häufig an.

In Österreich gibt es zahlreiche Pegmatitvorkommen, die ursprünglich auch abgebaut worden sind. In der Böhmisches Masse sind Vorkommen bei Senftenberg (Königsalm) und Königswiesen bekannt, in den Alpen liegen die Vorkommen bei Spittal/Drau, bei

Villach, im Saualpen-, Koralm-, Gleinalm- und Radegunder Kristallin.

In Untersuchung standen auch Feldspat-reiche Gneise S Anger (Stmk.) und im steirischen Anteil der Koralpe (Hönig & Tiedtke, 1981). Derzeit erfolgt die Feldspatgewinnung in Österreich im Zuge der Quarzsandaufbereitung (Melker Sande, Zelking). Die Produktion lag 1981 noch bei 10.000 t, ist 1982 auf knapp 3.000 t gefallen. Der Bedarf Österreichs ist zu ca. 60 % gedeckt.

Der sogenannte Mahlspat findet in der Glasindustrie, keramischen Industrie und als Füllstoff Verwendung. Zu beachten ist der Gehalt an Fe_2O_3 , der für farbloses Glas und weißes Steinzeug max. 0,08 Masse % betragen darf.

Glimmer: Die industriell hauptsächlich genutzten Glimmer sind Muskovit ($\text{KAl}_2(\text{OH}, \text{F})_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]$) und Phlogopit ($\text{KMg}_3(\text{OH}, \text{F})_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]$), das eisenfreie Endglied der Biotit-Reihe.

Ein Abbau bestand bei St. Leonhard/Saualpe (Kärnten), wo auch Beryll gewonnen wurde. Wertvoll sind große u./o. dicke Platten mit guter Transparenz, riß- und einschlußfrei, besonders für den Einsatz in der Elektroindustrie (Stanzteile für biegbare und hitzebeständige Isolatoren, Sichtplatten). Österreich ist zu 100 % importabhängig, nur der Bedarf an Glimmermehl (für Preßgut) ist durch Weißschiefer = Leukophyllit bzw. Talk großteils gedeckt.

Spodumen: Einzelne Funde von Spodumen ($\text{Li Al}[\text{Si}_2 \text{O}_6]$) sind lange bekannt. Jüngste Prospektionsarbeiten (Koller et al., 1983) erbrachten den Nachweis, daß Spodumen führende Pegmatite im Altkristallin (von Osttirol bis in die Steiermark) auf eine Länge von ca. 300 km immer wieder vorkommen. Diese Arbeiten konzentrierten sich auf das Gleinalm- und St. Radegunder Kristallin. Besonders erfolgreich verlaufen die Arbeiten einer österreichischen Mineralexplorationsfirma, wodurch Großvorkommen im Kammbereich der Koralpe erschlossen werden (R. Göd, pers. Mitt.).

Verwendung findet Spodumen als Zuschlag für keramische Sondermassen; Li-Metall wird in der Metallurgie (Härte und Korrosionsbeständigkeit von Leichtmetallen), in der Kerntechnik und zur Herstellung temperaturbeständiger Schmierfette eingesetzt. Lithium wird bislang zur Gänze importiert.

Beryll: In den unter Spodumen beschriebenen Pegmatiten kommt vereinzelt auch Beryll vor (bes. St. Radegund), auch aus der Böhmisches Masse sind Funde bekannt (bei Königswiesen) (vgl. Pfaffl, 1978). Alle diese Vorkommen sind jedoch zu klein, um wirtschaftlich genutzt werden zu können.

Verwendungstechnisch ist Beryll eigentlich zu den Erzen zu zählen, da das Metall gewonnen wird; andererseits finden gefärbte Varietäten (Smaragd, Aquamarin) in der Schmuck- und Edelsteinindustrie hochgeschätzten Anklang. Klare und farblich gute

Smaragde aus dem Habachtal (Salzburg) sind gesuchte Raritäten.

Anhang: *Baryt* und *Fluorit* sind aus hydrothermalen Gängen bekannt, jedoch gewinnen sedimentäre Bildungen immer mehr an Bedeutung, weshalb diese Minerale im nächsten Kapitel behandelt werden.

Traß, Vulkanische Asche, Glastuff und Betonit werden unter „Steine und Erden“ eingereiht.

Industrieminerale aus Sedimentgesteinen

Nach der Klassifikation und Entstehung terrigener und karbonatischer Sedimentgesteine (Wieseneder, 1972) können sedimentär gebildete Industrieminerale folgenden Gesteinsgruppen zugeordnet werden:

Arenite: Quarzsande (+ Quarzit und Quarz)

Lutite: Kaolin, Tone, Illittonne, Bauxite

Kieselgesteine: Diatomit - Kieselgur

Kalksteine und Dolomite: Kalk, Dolomit, (sedimentärer) Magnesit

Evaporite: Gips, Anhydrit, Schwefel, Steinsalz (Halit)

Chemische Sedimente: Fluorit, Baryt, Phosphatit - Phosphorit

Arenite und Lutite verdanken ihre Entstehung der physikalischen bzw. chemischen Verwitterung, der Großteil der anderen Gesteine sind Bildungen des Meeres bzw. seiner Verdunstung, einige Minerale sind auch als epigenetische Bildungen zu verstehen.

Quarz, Quarzit und Quarzsande

Quarz (SiO_2) bildet beispielsweise im Moldanubischen Grundgebirge mächtige Gänge (Königs- wiesen, Gutenbrunn) und ist demnach zu den magmatischen Bildungen zu stellen. Quarzite sind metamorphe Quarzsande und werden lokal ab- gebaut (Semmeringquarzit bei Penk, N.Ö.). In weitaus größerem Umfang werden jedoch Quarzsande ab- gebaut (Linzer und Melker Sande). Untersuchungen über diese beiden wichtigen Lagerstättenräume liegen vor (Heinrich, 1982, Egger & Horkel, 1982, Roetzel et al., 1983) Quarzsandvorkommen im west- steirischen Tertiärgebiet beschreibt Scharfe (1981 b). In Österreich waren 1982 dreißig Quarz- und Quarz- sandbergbaue in Betrieb, von denen knapp 177.000 t Quarz und Quarzit sowie 864.000 t Quarzsand ge- fördert worden sind. Je nach Qualität werden die Sande der Glas-, Gießerei- oder Bauindustrie zu- geführt, wobei hier viele Qualitätskriterien zu be- achten sind (ÖNORM G 1046). Der Bedarf an hoch- wertigen (Glas)sanden ist durch die inländische Produktion nicht gedeckt.

Kaolin: Das Mineralgemenge besteht hauptsächlich aus Kaolinit ($\text{Al}_2(\text{OH})_4[\text{Si}_2\text{O}_5]$), untergeordnet aus Quarz, Feldspat und Glimmer. Kaolinit entsteht bei der Umwandlung von Gesteinen mit granitischer Zusammensetzung aus Kalifeldspat. Die Umwand- lung kann sowohl durch Oberflächenwässer (Moore) als auch durch hydrothermale Wässer erfolgen.

Kaolinit ist als nichtquellendes Tonmineral auch Bestandteil der „mageren“ Tone. Die wichtigsten Vorkommen und Lagerstätten liegen in der Böhmisches Masse (Wieden, 1978), derzeit steht nur ein Betrieb bei Schwertberg (O.Ö.) (auf Granulit, Schulz, 1983) in Betrieb; die Lagerstätten Mellersbach (umgewandelter Bittescher Gneis) und Niederfladnitz bei Retz (N.Ö.) (umgewandelter Thaya-Granit) liegen still, letztere war Gegenstand neuerer Untersuchungen (Hönig & Horkel, 1982). Die Förderung an Rohkaolin betrug 1982 ca. 107.000 t, daraus konnten knapp 37.000 t Reinkaolin erzeugt werden. Als Nebenprodukt fielen ca. 18.000 t Quarzsand an.

In der keramischen Industrie und für Füllstoffe oder als Trägersubstanz findet Kaolinit Verwendung. Zusammen mit Leukophyllit (u. a. Aspanger Kaolin- und Steinwerke AG) und Talk wird ca. die Hälfte des österreichischen Bedarfes gedeckt. Halloysit ($\text{Al}_2(\text{OH})_4[\text{Si}_2\text{O}_5] \cdot x\text{H}_2\text{O}$), das quellbare Analogon zum Kaolinit, wurde in wirtschaftlich interessanten Mengen bei Karlstetten (N.Ö.) gefunden (Müller et al., 1983).

Ton und Illitton (Blähton): Unter den Tonmineralen lassen sich quellbare (Halloysit und Montmorillonit) und nicht quellbare (Kaolinit und Illit) unterscheiden; erstere sind Bestandteile der „fetten“ Tone. Bedeutende Vorkommen und Lagerstätten sind vom SE-Rand der Böhmisches Masse bekannt (Hönig,

1983) sowie aus der Oststeiermark (meist Blähtone-Fehring: Bertoldi et al., 1983) und dem Burgenland (Raum Stoob, Wieden & Novotny 1969). Im Jahre 1982 standen 11 Bergbaue in Betrieb, wovon 3 Illitton förderten (O.Ö. und Stmk.) Die Produktionen* betragen knapp 16.000 t Ton und ca. 441.000 t Illitton. Es werden hochfeuerfeste Tone (SK** 32 — 35; 1710 - 1780° C), feuerfeste Tone (SK \geq 18; 1520° C) und nichtfeuerfeste Tone (SK $<$ 18) unterschieden. Entsprechend der Verwendung gelten spezielle Qualitätskriterien (ÖNORM G 1046). Aus Blähtonen wird der Bau- und Isolierstoff „Leca“ (light expanded clay aggregate) hergestellt.

Verwendungsbeispiele:

- feuerfeste Tone: Chamotte, Schmelztiegel, Bindemittel für Schleifscheiben, Steingut
 - grobkeramische (Steinzeug- und Ziegel-)Tone: Steinzeug, Klinker, Dachziegel, hochwertige Mauerziegel
 - Töpfertone und Lehme: Töpferware, Zementklinker, Mauerziegel
- Sonstiges: Adsorptiva (Filter), Füllstoffe und Trägermittel, Farben- und Lackindustrie.

*) Die Rohmaterialien für die Ziegelindustrie sind in diesen Zahlen nicht inbegriffen.

**) Seegerkegel. Fallpunkt bei bestimmter Temperatur.

Bauxite: Aufgrund genetisch-mineralogischer Kriterien werden Lateritbauxite (Silikatbauxite) und

Karstbauxite (Kalkbauxite) unterschieden. Erstere bestehen hauptsächlich aus Hydrargillit (= Gibbsit, $\text{Al}(\text{OH})_3$), entstanden durch tropische Verwitterung auf Silikatgestein; zweitere bestehen hauptsächlich aus Böhmit ($\text{Al O}(\text{OH})$) und finden sich in Karsthohlformen, sie sind meist an Schichtlücken gebunden. In Österreich sind in den Nördlichen Kalkalpen einige Vorkommen der Karstbauxite bekannt (Dreistetten/Hohe Wand, N.Ö.; Unterlaussa, Altenmarkt/Enns, O.Ö.; Untersberg, Sbg. und N Brandenberg N Kramsach/Inn, T.). Die Reviere liegen heute still (hoher Fe- und Ti-Gehalt), Untersuchungen des Reviers Präfing-Unterlaussa (Abbau 1964 eingestellt) zur Gewinnung des Bauxites für die Herstellung von Abrasivstoffen (Sinterkorund) wurden angestellt (Verwendung des Bauxites als Industriemineral).

Kieselgur, Diatomit (Diatomeenerde): Bedeutende Anreicherungen von Kieselalgen (Diatomeen) bzw. ihrer Gehäuse ($\text{SiO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$, Opal, manchmal Tritymit u./o. Cristobalit enthaltend) ergeben sich in flachen, lakustrischen Becken (gute Durchlüftung, Insolation) im Randbereich kristalliner Gesteine. Bis 1978 wurden die Lagerstätten Limberg und Oberdürbach bei Maißau, N.Ö., abgebaut (540 t). Es handelt sich um miozäne Ablagerungen (mit Fischskelettresten). Die gebrannte Kieselgur wurde als poröser Leichtbaustoff für Ofenauskleidungen verwendet; weiters ist Kieselgur als Adsorptionsmittel (Sprengstoffe), als Filter und Füllstoff einsetzbar.

Prospektionsarbeiten auf neue Vorkommen wurden im Raum Aflenz (Stmk.) durchgeführt (Geutebrück, 1981, Schmid et al., 1981).

Kalk: Als Industriemineral wird „reiner Kalk“ (95 — 98 % CaCO_3), „hochreiner Kalk“ (98 — 99 % CaCO_3) und „reinsten Kalk“ (über 99 % CaCO_3) unterschieden; als Mineral Calcit (CaCO_3). Marmore sind metamorphe Kalksteine. In Österreich sind einige Vorkommen qualitativ hochwertiger Kalke bekannt: Steirisches Salzkammergut (Flügel & Haditsch, 1975), Rätikon (Bertle, 1982), das Marmorvorkommen Gummern (Ktn.), wird u. a. zur Gewinnung von Füllstoffen für die Papierindustrie (Kunstdruckpapier) sowie für die Farbindustrie abgebaut (Aufmahlung) bis 1 μ), die Netto-Jahresförderung betrug (1982) 450.000 t.

Reinkalke finden als Hochofen- und Stahlwerkskalke, als Träger- und Füllstoffe sowie in der Zucker- und Glasindustrie Verwendung.

Dolomit: Die Entstehung der Dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) in marinen Seichtwasserbereichen erfolgt im Diagenesestadium, wobei weiträumige Schichtkomplexe erfaßt werden. Stratigraphisch sind in den Kalkaplen zwei mächtige Dolomit-Horizonte unterscheidbar: Wettersteindolomit (Ladin) und Hauptdolomit (Nor). Es bestehen zahlreiche Steinbrüche (z. B. Gaaden bei Wien), wo meist sehr hochwertiges Material (Reindolomit) gebrochen wird.

Derzeit ist die Bauindustrie Hauptabnehmer (Splitte für den Straßenbau). Dolomit ist weiters einsetzbar in der Hochfeuerindustrie, jedoch wird in Österreich davon kein Gebrauch gemacht (siehe Magnesit). Im Jahre 1982 waren 5 Bergbaue im Betrieb, knapp 1.030.000 t wurden gefördert: Gaaden und Gumpoldskirchen (N.Ö.), Leitendorf (Stmk.), Schwaz (T.), Ludesch (V.).

Magnesit: Aufgrund der Entstehung können drei Typen von Magnesit ($Mg CO_3$) unterschieden werden (Haditsch & Mostler, 1979, Morteani et al., 1983): Spat- oder Pinolithmagnesit (grobkörnig, epigenetisch-hydrothermal, metasomatisch), Salinarmagnesit (feinkörnig, konkretionär, syngenetisch-sedimentär), (Niedermayer et al., 1981), Gel- oder Serpentinmagnesit (kryptokristallin, oft mit SiO_2 verwachsen, hydrothermale Umsetzung von Ultrabasiten); „Meerwassermagnesit“ wird künstlich aus dem Meerwasser, das in praktisch unbegrenzter Menge zur Verfügung steht, in großen Mengen gewonnen.

In Österreich standen im Jahre 1982 fünf Bergbaue (auf Spatmagnesit, vier in der Grauwackenzone; siehe Felser, 1977) in Betrieb: Breitenau, Oberdorf, Hohentauern-Trieben, (alle Stmk.), Hochfilzen (T.) sowie im Mittelostalpinen Kristallin: Radenthein (Ktn.). Die Jahresförderung betrug ca 1,030.000 t. Gebrannter Magnesit wird einerseits für hochfeuerfeste Massen und Magnesitsteine (zusammen mit

Chromit als Industriemineral), andererseits für Leichtbauplatten (Heraklit) in großem Umfang verwendet. Die Spatmagnetit-Abbaue Tux (T.), Sattlerkogel/Veitsch, Stmk. (Briegleb, 1971) und Eichberg/Semmering, N.Ö. liegen derzeit still. Das Gelmagnetit-Vorkommen von Kraubath, Stmk., wurde nur kurze Zeit beschürft.

Gips und Anhydrit: In weitaus überwiegender Menge sind Gips ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) und Anhydrit (Ca SO_4) an saline Ausscheidungsfolgen an der Basis der Kalkalpen gebunden (Kalk/Dolomit - Gips - Steinsalz); diese Ausscheidungen können in mehreren Zyklen erfolgen (allgem. Übersicht bei Herrmann, 1981). Durch die Kompaktion als Folge des Überlagerungsdruckes bzw. durch schwache Metamorphose werden tiefliegende Teile der Gipsausscheidungen in Anhydrit umgewandelt - wobei erhebliche Mengen Wasser frei werden.

Mittels Schwefelisotopen-Untersuchungen ist in vielen Fällen eine Alterseinstufung der Sulfatminerale möglich. So konnte gezeigt werden, daß neben den mengenmäßig überwiegenden (ober)permischen Evaporiten auch anisische Anteile vorkommen (Pak & Schauburger, 1981). Die Lagerstätten Haidbachgraben und Göstritz (Semmering, N.Ö.) sowie Edelsdorf S Kindberg, (Stmk., dzt. stilliegend), sind in das Karn (Obertrias) zu stellen (Bauer, 1968). Im Jahre 1982 waren in Österreich acht Gipsbergbaue in Betrieb: Preinsfeld (Holzer et al., 1975) und

Puchberg/Schnbg. (N.Ö.); Spital/Pyhrn (O.Ö.); Tragöß-Oberort, Grundlsee und Admont/Schildmauer (Haditsch, 1965), alle Stmk. (Petraschek et al., 1977); Mooseck/Golling (Sbg.; Kirchner & Meixner, 1981); Weißenbach/Lech (T.). Ergänzend wird auch auf die derzeit nicht genutzten Gipslagerstätten Vorarlbergs hingewiesen (Angerer et al., 1980). Die Jahresproduktion (1982) betrug knapp 586.000 t Gips und ca. 141.000 t Anhydrit. Damit ist der Inlandsbedarf gedeckt (vgl. Moldan, 1982).

Große Mengen Rohgips und Anhydrit werden als Abbinderegler in der Zementindustrie verwendet, Brandgips (Halbhydrat: $\text{Ca SO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$, Freiheit von Sulfiden, Schwefel und Anhydrit vorausgesetzt) in der Baustoffindustrie, Anhydrit auch als Füllstoff.

Bei der Phosphorsäure-Herstellung und bei der Rauchgasentschwefelung fallen große Mengen an Kunstgips und Kunstanhydrit an - Konkurrenzierung der Naturprodukte.

Schwefel: Vorkommen von elementarem Schwefel (S) sind einerseits an vulkanische Tätigkeiten gebunden (Sublimationsprodukt) und andererseits (lagerstättenbildend) zusammen mit Gips in Evaporitserien. In verstärktem Maß wird Schwefel jedoch bei der Entschwefelung von Kohlenwasserstoffen (Erdöl und Erdgas) gewonnen; große Mengen fallen auch bei der Blei-Zinkerz-Verhüttung und beim Schwefelkiesabbrand an. Ein gezielter Abbau wäre z. B. aus der Pyritlagerstätte Tessenberg in Osttirol prinzipiell möglich.

Schwefel dient zum Vulkanisieren von Kautschuk, zur Herstellung von Schwefelsäure und vielen anderen Chemikalien (Schwefelkohlenstoff, Sulfate, Sulfite u. v. a.).

Steinsalz (Halit): In weiterer Folge der Meeresverdunstung entsteht nach der Gipsausfällung Steinsalz (NaCl). Solche saline Zyklen können sich mehrfach wiederholen (Herrmann, 1981). Die alpinen Steinsalzlager (Haselgebirge) mit oft mannigfaltiger Mineralogie und aufschlußreichen Gefügebildern (Neumayer-Schindl, 1984) sind belegbar seit fast drei Jahrtausenden in Abbau; eine speziell mineralogische Bearbeitung mit modernen Mitteln steht allerdings noch aus. Die Bildung der Ablagerungen ist permischen Alters (Klaus & Pak, 1974; Pak & Schauburger, 1981). Im Jahre 1982 waren in Österreich vier Bergbaue in Betrieb: Bad Ischl und Hallstatt (O.Ö.), Alt-Aussee (Stmk.) und Hallein (Sbg.). 2,16 Millionen m³ Salzsole wurden gewonnen knapp 1,1 t Steinsalz wurden bergmännisch abgebaut, 433.560 t Sudsalz wurden produziert. Der Bedarf Österreichs ist voll gedeckt (Thomanek, 1982). Große Mengen Steinsalz gehen in die chemische Industrie, Nahrungsmittelindustrie oder werden als Auftausalz zur „Straßenpflege“ im Winter verwendet. Für Viehsalz steht Stückgut zur Verfügung.

Fluorit (Flußspat): Ca. 150 Vorkommen verschiedener Entstehung des Fluorites (Ca F₂) sind bekannt (Weninger, 1969). Etwa nach fallender

Bildungstemperatur lassen sich fünf Entstehungstypen unterscheiden: Fluorit in - Pegmatiten - monomineralischen Gängen - alpinotypen und alpinen Klüften - Erzlagerstätten als Gangart - Karbonatgesteinen und Evaporiten.

Für eine Gewinnung sind die beiden letztgenannten Typen interessant. Ein großes, lange bekanntes Vorkommen liegt im Gebiet Achselalm - Flecktrogalm/Hollersbachtal (Sbg.), wo farblos bis hellblauer Fluorit zusammen mit Bleiglanz und Zinkblende vorkommt. Über die Entstehung herrschen noch geteilte Meinungen: Kreis & Unger (1971) argumentieren für eine Lagervererzung (syngenetisches Lager, tektonisch zerlegt, mobilisiert), Walser (1977) beschreibt SE fallende mesothermale Gänge in NW fallenden Gesteinsserien. Etwa 50.000 t wahrscheinliche Vorräte werden angegeben. Als Hoffungsgebiet wird auch der Bergrücken zwischen Hollersbachtal und Habachtal bezeichnet.

Als Übergang zum letztgenannten Typ kann die Bleiglanz-Zinkblende-Fahlerz-Mineralisation von Obernberg/Brenner (T.) eingestuft werden, die erhebliche Mengen Fluorit als Letztausscheidung führt. Mit Abstand die größten Mengen Fluorit brechen mit dem Bleiglanz- und Zinkblende-Abbau in der Lagerstätte Bleiberg (Ktn.) bei. Deshalb kann dezidiert festgehalten werden, daß *Bleiberg die größte und zugleich bestaufgeschlossene Fluoritlagerstätte Österreichs darstellt!* Von diesem Rohstoffangebot wird jedoch nach wie vor kein Gebrauch gemacht;

die erheblichen Mengen Fluorit werden bei der Flotation nicht gewonnen, obwohl Fluorit einen für Österreich besonders kritischen Rohstoff darstellt (Sterk & Weber, 1979, Sterk 1983); ergänzend wird bemerkt, daß Fluorit zu den bestflotierbaren Mineralen gehört (Leeder, 1979, Weiss, 1981) und eine Gewinnung aus Pb-Zn-Lagerstätten (z. B. England, Italien, Spanien) erfolgreich durchgeführt wird (Leeder, 1983). Weitere Vorkommen liegen bei Krimml (Sbg.), am Weißeck (Ktn.) und stellenweise in Gutensteiner Schichten (Götzinger & Weinke, 1984); obwohl praktisch sulfidfrei, erfolgt wegen mangelnder Lagerstättensubstanz keine Nutzung. Österreich ist daher zu 100 % importabhängig.

Die Verwendung erfolgt als Säurespat (sehr rein) oder als Flußmittel (zusammen mit Kalk) in der Stahlindustrie. Weitere Abnehmer sind die Glas-Emaillindustrie; viel Fluor geht in Treibgasverbindungen mit der Verwendung von Spraydosen unwiederbringlich verloren. Für eine wirtschaftliche Al-Herstellung werden AlF_3 und Na_3AlF_6 (Kryolith) synthetisch hergestellt.

Baryt (Schwerspat): Größere Barytvorkommen ($BaSO_4$) sind in Österreich aus mehreren geologischen Positionen bekannt (vgl. dazu Tufar, 1965, Tollmann, 1977):

Oberostalpin: Prinzenkogel SE Rettenegg (Stmk.), gangförmige Vererzung mit Bleiglanz, Zinkblende und Fahlerz (Tufar, 1963) in Albit führenden Wechsel-

schiefern. Stratiforme Vorkommen im Unterperm des Montafons (V.; Haditsch et al., 1979) Kleinkogel SSE Schottwien (N.Ö.) und SE-Hang Gr. Otter S Gloggnitz (N.Ö.), Vererzung im Semmering Mesozoikum; Bergbautätigkeit (Kleinkogel) bis 1980 (250 t reiner Baryt), im letzten Vorkommen treten auch Bleiglanz und Zinkblende auf.

Mittelostalpin: Oberzeiring/Pöls NW Judenburg (Stmk.), polymetallische Vererzung im Altkristallin (Haditsch, 1967), Bergbau auf Baryt von 1959 bis 1964 (1961: 1680 t Baryt-Hauwerk).

Unterostalpin: Kitzbüheler Horn (T.; Mostler, 1970) und ehemaliger Bergbau (bis 1968) St. Gertraudi/Brixlegg (T.; Schulz, 1979) — vererzte devonische Dolomite — sowie Hirschwang und Priggwitz bei Gloggnitz (N.Ö., Baumgartner, 1976) gehören der Grauwackenzone an.

In den Blei-Zink-Vererzungen des Grazer Paläozoikums führt besonders das „Hauptlager“ bedeutende Mengen Baryt (Bereich Arzberg; Weber, 1983); ehemaliger Abbau in Guggenbach.

Im Bergbau Bleiberg (Ktn.), Drauzug, brechen mit dem Bleiglanz- und Zinkblende-Abbau nennenswerte Mengen Baryt bei (Schulz & Schroll, 1977), der nicht gewonnen wird.

Derzeit stehen alle Baryt-Abbaue still; Österreich ist daher zu 100 % importabhängig.

Sehr reiner Baryt (z. B. „Blütenspat“ des Kleinkogels N.Ö.) wird für medizinische Zwecke (Röntgenkontrastmittel) verwendet. Sonst findet Baryt als Füllstoff,

- Pigment oder häufig als Bohrspat in der Erdöl-industrie Verwendung (Erhöhung der Dichte von Bohrspülungen).

Phosphatite, Phosphorite: Erstere enthalten überwiegend Phosphate der Apatit-Gruppe ($\text{Ca}_5(\text{OH}, \text{F})(\text{PO}_4)_3$), letztere bestehen überwiegend aus einem Gemenge schlecht kristallisierter Ca-, Al- und Fe-Phosphate (Slansky, 1980). Demnach sind die knollenförmigen Konkretionen in den Linzer Sanden (Ottangien - Untermiozän) bei Plesching und Prambachkirchen (O.Ö.) als Phosphatite zu bezeichnen. Ihre Herkunft wird mit fossilen Knochen-zusammenschwemmungen und Sammelkristallisation erklärt, andere Bildungen (Guano) werden diskutiert. Ein gezielter Abbau findet derzeit nicht statt, eine Gewinnung bei der Aufbereitung der Sande ist denkbar. Eine Zeit lang waren auch die Höhlen-bärenknochen der Drachenhöhle bei Mixnitz (Stmk.) für die Phosphatgewinnung (Düngemittelindustrie) herangezogen worden (Schadler, 1928). Weitere Vorkommen liegen in Vorarlberg (Göttinger et al., 1949). Aus großen Phosphatlagerstätten wird in zunehmendem Maße auch Fluor gewonnen.

Industrieminerale aus metamorphen Gesteinen

Sowohl bei regionalmetamorphen als auch bei kontaktmetamorphen Vorgängen kommt es oftmals zu Element- und Mineralanreicherungen (Sammelkristallisationen); es entstehen Minerale, die bei den

jeweiligen Druck- und Temperaturbedingungen stabil sind. Klein- und großräumige tektonische Bewegungen können diese Mineralanreicherungen wieder in einzelne Schollen zerlegen, was sich beispielsweise in den alpinen Lagerstätten für den wirtschaftlichen Abbau sehr störend auswirkt. Als wichtige Qualitätskriterien bei Industriemineralen metamorpher Bildungen sind die Größe der Kristallitverbände und die Verwachsung mit den (störenden) Nebengemengteilen zu erwähnen, da die Aufmahlkosten für den Preis des Endproduktes mitbestimmend sind.

Graphit: Als hexagonale Modifikation des Kohlenstoffes kann Graphit (C) grundsätzlich anorganisch oder organisch gebildet auftreten.

Anorganisch gebildeter Graphit ist in größeren Mengen aus pegmatoiden Gängen Ceylons (= Sri Lanka) bekannt, kommt jedoch in geringen Mengen auch in einzelnen Pegmatiten und in einem Biotitit des mittleren Kamptales (N.Ö.) vor.

Organisch gebildete Graphite kommen in der Böhmisches Masse und in der Grauwackenzone vor, drei Bergbaue stehen in Betrieb. Aufgrund der Korngröße werden drei Typen unterschieden:

Grobkristalline (Flinz-)Graphite vom Typus Passau sind derzeit (auf österr. Staatsgebiet) wirtschaftlich unbedeutend.

Mittelkristalline Graphite sind aus regional-metamorphen Faulschlammbildungen (Sapropete)

entstanden. Sie enthalten oft größere Mengen an (qualitätsminderndem) Pyrit. Viele derartige Lagerstätten sind aus der Böhmisches Masse (Bunte Serie) bekannt (Holzer, 1964). Derzeit befindet sich nur der Bergbau Amstall-Trandorf bei Spitz (N.Ö.) in Betrieb. Weitere größere Vorkommen sind bei Zettlitz/Wollmersdorf W Geras, bei Röhrenbach W Horn, zwischen Ottenschlag und Pöggstall (Kirchschlag) und im Raum Persenbeug; die ehemaligen Bergbaue Mühldorf und Doppel sind aufgelassen.

Feinkristalline Graphite oberkarbonischer Phyllite der Grauwackenzone sind aus regional-metamorphen Kohlenflözen hervorgegangen; eine Vorstufe stellt beispielsweise das Anthrazitlager der Turrach (Stmk./Ktn.) dar. Derzeit befinden sich die Bergbaue Kaisersberg bei St. Michael (Stmk.) und Sunk bei Trieben (Stmk.) in Betrieb. Ein Hoffungsgebiet befindet sich bei Strechau S Selzthal (Stmk.). Weitere Vorkommen liegen zwischen St. Michael und Kalwang (Stmk.) vgl. auch Scharfe (1981 a).

Die Kohlenstoffgehalte abbauwürdiger Graphite liegen in der Regel über 65 %, für Zuschlagstoffe bei ca. 40 %. Im Jahre 1982 wurden ca. 24.450 t Rohgraphit in den drei Bergbauen gefördert, damit wird der österreichische Bedarf gedeckt. Im Jahre 1964 lag Österreich mit ca. 102.000 t an der Weltspitze, das entsprach ca. 27 % der Weltförderung an Rohgraphit!

Wegen seiner guten elektrischen Leitfähigkeit und seiner hohen Temperaturbeständigkeit wird Graphit

für Kathoden, für Tiegel, aber auch in der Stahlindustrie sowie für Schmiermittel und Füllstoffe verwendet. Der Verbrauchsanteil für die Bleistifterzeugung liegt unter 3 %.

Granat: Vornehmlich als Schmuckstein wird der Tiroler Granat, dem Almandin ($\text{Fe}_3 \text{Al}_2 [\text{SiO}_4]_3$) nahestehend, verwendet; ein typischer Granat aus den Glimmerschiefern des Ötz- und Zillertales (T.). An eine Gewinnung des „Böhmischen Granates“, dem Pyrop ($\text{Mg}_3 \text{Al}_2 [\text{SiO}_4]_3$) nahestehend, wurde bisher nicht gedacht, obwohl lokale Anreicherungen in Serpentiniten (Dunkelsteiner Wald, Kamptal) bekannt sind. In der Schleifmittelindustrie wurde Granat früher eingesetzt, es wird jedoch davon derzeit kein Gebrauch mehr gemacht.

Andalusit, Disthen (Cyanit), (Sillimanit): Alle drei Minerale besitzen die Formel ($\text{Al}_2 \text{O}[\text{SiO}_4]$) und sind typische Minerale metamorpher Gesteine.

Nur Disthen kommt in einigen Gesteinen der Alpen in auffälligen Mengen vor (vgl. dazu Angel, 1972): Stubai Alpen (T.), von hier auch Andalusit bekannt (Lisenz Alpe), Untersulzbachtal (Sbg.), Millstatt-Radenthein (Ktn.) („Radentheinit“), Saualpe und Koralpe (Ktn.; Daurer, 1982), bis in die Steiermark, Gablergraben bei Admont (Stmk.). Andalusit ist aus dem Pegmatit von Kl. Heinrichschlag (N.Ö.), Sillimanit aus Granuliten bekannt. Untersuchungen bezüglich einer Gewinnung aus dem wohl größten

Vorkommen (Koralpe) erbrachten negative Ergebnisse (Daurer, 1982), da die Kornfraktion zu klein und eine Separation zu aufwendig ist (feinkörnige Verwachsungen).

Das Einsatzgebiet aller drei Minerale ist die Hochfeuerfestindustrie.

Hornblende- und Serpentin-asbest: Hornblende-asbest steht in seiner Zusammensetzung dem Tremolit ($\text{Ca}_2 \text{Mg}_5 (\text{OH}, \text{F})_2 [\text{Si}_8 \text{O}_{22}]$) oder seltener dem Anthophyllit ($\text{Mg}, \text{Fe})_7 (\text{OH}, \text{F})_2 [\text{Si}_8 \text{O}_{22}]$) nahe; letzterer zeigt sehr gute Beständigkeit gegen Säuren. Serpentin-asbest entspricht meist gut der Formel ($\text{Mg}_3 (\text{OH})_4 [\text{Si}_2 \text{O}_5]$) und wird auch Chrysotil genannt. Beide Mineralgruppen kommen in basischen bis ultrabasischen Gesteinen vor, in Österreich bestand ein kleiner Bergbau bei Rechnitz (Bgl.), weitere Vorkommen sind bei Ternitz (N.Ö.; Vöstenhofer Kristallin), bei Rastbach W Gföhl (N.Ö.; bis 25 cm lange Hbl.-fasern), bei Rennweg/Liesertal (Ktn.; Učík, 1975), im Gasteiner Tal (Sbg.), bei Kals und Prägraten (Ost.) sowie im oberen Zemmgrund (T.). Alle Vorkommen sind nur von mineralogischem Interesse.

Hornblendeasbeste sind hart und brüchig und werden zu feuerfesten Platten gepreßt; Serpentin-asbest ist weich, biegsam und kann zu Geweben versponnen werden, daher ist hier die Faserlänge qualitätsbestimmend. Die Asbest-Technologie (vgl. dazu Ney, 1981) ist sehr mannigfaltig (Kupplungs-

und Bremsbeläge, Dichtungsringe, Feuerschutzmaterial, Isoliermassen u. v. a.). Asbeststaub ist erwiesenermaßen gesundheitsschädlich (Lungenkrebs); Ersatzstoffe sind nur beschränkt einsetzbar.

Talk: Die meisten Talkvorkommen ($\text{Mg}_3 (\text{OH})_2 [\text{Si}_4 \text{O}_{10}]$) sind an größere Störungslinien in der Umgebung von Magnesitvorkommen (-lagerstätten) oder von Serpentiniten gebunden. In Österreich sind weit über 100 Talkvorkommen bekannt (vgl. Fritz, 1972). Drei Bergbaue stehen in Betrieb (alle Stmk.): Lassing bei Liezen und zwei im Bereich Rabenwaldkogel bei Anger. Unter Hinzuzählung der Produktion des Chlorit-Glimmer-Bergbaues Kleinfestritz/Weißkirchen (siehe unter Leukophyllit) wurden knapp 117.100 t Rohtalk gewonnen. Dies ist zu 87 % bedarfsdeckend. Weitere Prospektionsarbeiten im Raum Mautern (Stmk.) wurden durchgeführt (Metz, 1981, Ströbl & Weber, 1983). Talk wird als Füllstoff, Gleitmittel, in der Kunststoff- und Papierindustrie, als Trägerstoff, für Farben und Lacke, für keramische Massen und in der kosmetischen Industrie (Puder) verwendet.

Leukophyllit (Weißschiefer): Leukophyllit ist ein Gestein, welches vorwiegend aus Sericit (= feinkörniger Muskovit, $\text{K Al}_2 (\text{OH})_2 [\text{Si}_3 \text{Al O}_{10}]$), meist hellem Chlorit (oft Leuchtenbergit, $\text{Mg}_5 \text{Al} (\text{OH})_8 [\text{Si}_3 \text{Al O}_{10}]$) und Quarz besteht. Diese Gesteine kommen in tektonisch stark bewegten Zonen als Einschaltungen in Gneisen vor.

In Österreich bestehen zwei Bergbaue, SW Aspang, (N.Ö., Wieden 1982) und Kleinfestritz/Weißkirchen S Zeltweg (Stmk., Wieden 1963). Einen Überblick geben Modjtahedi & Wieseneder (1974), speziell über Aspang berichten Grabner & Haditsch (1972), über Kleinfestritz Haditsch & Laskovic (1973). Die Jahresproduktion (1982) betrug für den Bergbau Aspang ca. 244.200 t, wobei ca. 25.400 t Quarzsand mitgewonnen wurden, die Erzeugung von „Rein-kaolin“ (= Sericit + Chlorit) belief sich auf ca. 40.300 t. Die Anwendungsbereiche sind in vieler Hinsicht mit denen von Kaolin und Talk zu vergleichen; aufbereiteter Leukophyllit wird als Füllstoff und Trägersubstanz sowie als Zuschlagstoff in der Keramik und für mineralische Putze verwendet.

Vermiculit: Funde größerer Vermiculitvorkommen in Österreich sind 1978 getätigt worden (Götzing, 1979). Vermiculit (wahrscheinlich Mineralgruppe) zeigt variable Zusammensetzungen, entspricht etwa der Formel $(\text{Mg}_5, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{OH})_4 [\text{Si}_{6-x} \text{Al}_{2+x} \text{O}_{20}] \text{Mg}_{0,5} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ ($x \leq 0,5$). Es ist ein magnesiumreiches, glimmer- bzw. chloritähnliches Schichtsilikat von brauner bis goldgelber, selten grüner Farbe (leicht mit Biotit zu verwechseln). Bisher sind aus dem niederösterreichischen Anteil der Böhmisches Masse und aus dem Mittelostalpin drei Vorkommensstypen bekannt (Götzing, 1982 a): Vermiculit in Umwandlungszonen von Pegmatit-Plagioklasitgängen; Vermiculit gebunden an hydro-

thermal beeinflusste Zonen; Vermiculit in sedimentärer Umlagerung (eluvial).

Alle drei Typen sind an Serpentinite gebunden und zeigen spezifische Mineralgesellschaften. Neuerdings wurde auch ein vermiculitisierter Amphibolit gefunden. Insgesamt sind ca. 15. Vorkommen bekannt. Drei größere Vorkommen mit möglicherweise wirtschaftlicher Bedeutung liegen im unteren Ysperstal (Gleisen und Unterfell), bei Rastbach W Gföhl und bei Wurschenaigen WSW Gföhl (alle N.Ö.).

Bei rascher Erhitzung (ca. 900° C) expandieren die Mineralplättchen senkrecht zur Plättchenebene bis um den Faktor 30 der ursprünglichen Dicke, wobei das Zwischenschichtwasser unter Zerstörung der Struktur entweicht. Das so gewonnene Produkt stellt einen begehrten Mineralrohstoff dar. Mit einem Schüttgewicht von rund 100 kg/m³ wird geblähter (expandierter) Vermiculit als Isolator (Temperatur, Schall, Elektrizität) und Feuerfeststoff, der chemisch reaktiv inert ist, verwendet. Sowohl in loser Schüttung (Öfen, Kühlaggregate) als auch zu Feuerfestplatten (schlagfest) gepreßt, oder als Formelement und aufgrund seiner großen Oberfläche als Verpackungsmaterial (Saugmittel) besitzt Vermiculit ein breites Einsatzfeld; eine Substitution des Asbestes ist partiell gegeben.

Hämatit (Eisenglimmer): Der Bergbau Waldenstein (Ktn.) fördert Hämatit (Fe₂ O₃), im Jahre 1982 wurden 9.570 t produziert (MIOX). Es wird daraus jedoch kein

Eisen gewonnen, sondern das feinschuppige Material wird für Schutzanstriche (Rostschutz) verarbeitet. Dieses Produkt wird in viele Länder exportiert und wird zum Schutz von Stahlgroßbauten (z. B. Brücken) eingesetzt: Durch das dachziegelartige Absetzen der Eisenglimmerplättchen im Lack wird ein Durchdringen von chemisch-physikalischen Einflüssen verhindert.

Neue Prospektionsarbeiten wurden im Bereich der Pack (Stmk.; Pohl et al., 1981) und in den Seetaler Alpen durchgeführt (Schüssler, 1981).

Anhang: *Farberden* (meist Eisenocker - Fe O OH) wurden in Österreich bis 1959 abgebaut. Über einige Jahre waren 2 Bergbaue in Betrieb: Heimschuh und Attendorf-Thal (Stmk.). Ab 1950 wurden ca. 200 t jährlich produziert.

Steine und Erden (Massenrohstoffe)

Wie die Tabelle 1 zeigt, werden auf diesem Sektor ca. um eine Zehnerpotenz mehr Rohstoffe gefördert als bei den Industriemineralen, wobei nur ein Teil erfaßbar ist.

Im folgenden werden nur diejenigen Steine und Erden behandelt, deren Abbau den Bestimmungen des Berggesetzes unterliegen. Als Anhang wird nur ein kurzer Überblick über die Massenrohstoffe gegeben.

Österreichischer Traß („Gossendorfit“): Am Nordrand des Gleichenberger Vulkangebietes liegt

der Traß-Bergbau Gossendorf (Stmk.). Es handelt sich hier um postvulkanisch umgewandelte (auto-metamorphe) Trachyandesittuffe (Kopetzky, 1961), die vorwiegend aus Opal und Alunit ($K Al_3 (OH)_6 (SO_4)_2$) bestehen. Als (färbende) Nebengemengteile treten Eisenoxihydrate und Hämatit auf.

Die Jahresproduktion (1982) betrug 10.550 t. Traß dient als Zuschlagstoff in der Zementindustrie (hydraulische Eigenschaften) und verleiht dem Beton eine Widerstandsfähigkeit gegen saures Grundwasser. Der Anteil der „löslichen“ Bestandteile im Traß ist mit qualitätsbestimmend.

Vulkanische Asche und Glastuff: Vom oststeirischen Vulkanismus sind Vorkommen vulkanischer Asche (gleichmäßige Sedimentation) und von Glastuffen (Ignimbrite, gleiten als Glutwolken in die Täler) bekannt (Ebner & Gräf, 1982). Beide enthalten einen hohen Anteil an glasiger (röntgenamorpher) Substanz. Die Verwendung ist ähnlich der von Traß (deutscher oder niederrheinischer Traß ist hier einzuordnen), wobei auch der Blähbarkeit industrielle Bedeutung zukommt (Perlit). Oft sind diese Gesteine durch zirkulierende Wässer zu Bentonit umgewandelt; ebenso können feinkörnige Zeolithe (in technisch-wirtschaftlichem Ausmaß) entstehen.

Bentonit: Als Umwandlungsprodukt vulkanischer Asche und Glastuffe bestehen Betonite vorwiegend aus Montmorillonit, Illit und Glasfragmenten; Kaolin,

Chlorit und Quarz sind Nebenbestandteile mit wechselndem Gehalt. Vorkommen in der Steiermark werden von Ebner und Gräf (1982) beschrieben.

Rohbentonit findet in der keramischen Industrie, bei der Brikettierung von Kohle und Pelletisierung von Erzen Verwendung. Zunehmende Bedeutung im Umweltschutz gewinnen Dichtungssuspensionen z. B. für Mülldeponien. Durch Chemikalien aktivierter Bentonit wird (ähnlich Talk und Leukophyllit) in der Farben- und Lackindustrie, als Füllstoff und Träger-substanz (Biozide) bzw. Filter sowie für Bohrspülungen eingesetzt.

Gesteine für Mineralwollerzeugung: Besonders Basalte, Diabase und Amphibolite eignen sich zur Herstellung von Mineralwolle. Untersuchungen im Bundesland Tirol (Mostler, 1982), Salzburg (Haditsch, 1979), in der Steiermark und im Burgenland (Polegeg & Punzengruber, 1982) liegen vor. Im Jahre 1983 wurden Untersuchungen an Amphiboliten des Waldviertels durchgeführt und mit positiven Ergebnissen abgeschlossen.

Anhang:

Naturwerksteine und Bausteine: Granite und Diorite des Mühl- und Waldviertels (z. B. Mauthausen), Plattengneise des Waldviertels und im Koralm-bereich (z. B. Stainz), Marmore, Kalke, verfestigte Konglomerate, Sandsteine, Serpentinite.

Brecherprodukte und Splitte: z. B. Maissauer, Granit, Meidlinger Granulit, steirische Basalte, Kraubather

Serpentinit und Bronzit, Ernstbrunner, Deutsch-Altenburger und Gollinger Kalk, Gaadener, Gumpoldskirchner und Schwazer Dolomit, Saalfeldener Diabas u. v. a.

Kalk-Mergel (Zementrohstoffe) sowie *Kies und Sand* (Bauindustrie): Von diesen Rohstoffen wird bundesweit der mengenmäßig weitaus größte Teil abgebaut, eine Aufzählung der Vorkommen und Gesteine würde den gegebenen Rahmen sprengen.

Eine übersichtliche Darstellung dieses Kapitels gibt Malecki (1980).

Mit der nun vorliegenden, überblicksmäßigen Zusammenfassung soll ein Rohstoffsektor vorgestellt werden, der vielleicht in der breiten Öffentlichkeit einen etwas unscheinbaren, jedoch in der Rohstoffwirtschaft Österreichs einen nicht unwichtigen Platz einnimmt. Gleichzeitig soll damit auch zum Ausdruck gebracht werden, daß auf dem Gebiet der Industrieminerale, Steine und Erden die Lagerstättenprospektion mit durchaus positiven Ergebnissen aufwarten kann. Viele Berichte bleiben allerdings unveröffentlicht (aus welchen Gründen immer) und es ist zu hoffen, daß die zuständigen Stellen eine wirtschaftliche Nutzung des einen oder anderen neu gefundenen Rohstoffes mitbewirken können.

Aus naheliegenden Gründen wurde meist nur die jüngste Literatur zitiert, die einen Einstieg in ältere, jedoch oft grundlegende Arbeiten ermöglicht.

Literaturverzeichnis

- Abkürzungen: ALFGBA = Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt Wien; ALFO = Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen (O. M. Friedrich, Leoben); BHM = Berg-Hüttenmännische Monatshefte (Leoben - Wien); MGBJ = Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmuseum Joanneum.
- ANGERER H., Haditsch, J. G., Laskovic, F., Leichtfried, W. & Mostler, H., 1980: Ein Beitrag zur Kenntnis der Gipslagerstätten des Montafons (Vorarlberg). - Geol. Pal. Mitt. Innsbruck, 9, 263 - 320.
- ANGEL, F., 1972: Disthen und die zu ihm heteromorphen Minerale Andalusit und Sillimanit in Österreich.-Radex-Rundsch. **1972**, 45 - 56.
- BAUER, F. K., 1968: Gipslagerstätten im zentralalpinen Mesozoikum (Semmering, Stanzertal). - Verh. Geol. B.-A. Jg. 1967, 70 - 90.
- BAUMGARTNER, W., 1976: Zur Genese der Erzlagerstätten der östlichen Grauwackenzone und der Kalkalpenbasis (Transgressionsserie) zwischen Hirschwang/Rax und Neuberg/Mürz.-BHM **121**, 51 - 54.
- BERTLE, H., 1982: Reinkarbonat-Lagerstätten im Rätikon (Vorarlberg). - ALFGBA, **2**, 7 - 14.
- BERTOLDI, G. A., Ebner, F., Höller, H. & Kolmer, H., 1983: Blähtonvorkommen von Gnas und Fehring - geologische, sedimentpetrographische und technologische Untersuchungen.-ALFGBA, **3**, 13 - 22.
- BRIEGLEB, D., 1971: Geologie der Magnesitlagerstätte am Sattlerkogel in der Veitsch (Steiermark). - BHM **116**, 359 - 375.
- DAURER, A., 1982: Die Disthenvorkommen im Gipfelgebiet der Koralpe. - ALFGBA, **1**, 29 - 35.
- EBNER, F. & Gräf, W., 1982: Bentonite und Glastuffe in der Steiermark. ALFGBA, **2**, 31 - 45.
- EGGER, A. & Horkel, A., 1982: Bewertung von Quarzsandvorkommen in Niederösterreich. ALFGBA, **2**, 63 - 66.
- FELSER, K. O., 1977: Die stratigraphische Stellung der Magnesitvorkommen in der östlichen Grauwackenzone. - BHM., **122**, 17 - 23, Sh. 2a.

- FLÜGEL, E. & Haditsch, J. G., 1975: Vorkommen hochreiner und reinster Kalke im Steirischen Salzkammergut. ALFO, **15**, 65-83.
- FRITZ, E., 1972: Talk- und Talkschiefer-Vorkommen in Österreich. Montan-Rundsch., **20**, 78 - 84; Der österreichische Talkbergbau: 95 - 100.
- GEUTEBRÜCK, E., 1981: Prospektions- und Explorationsarbeiten auf Kieselgur im Aflenzer Neogen. - MGBJ, **42**, 9 — 21.
- GÖTZINGER, G., REITHOFER, O. & SCHADLER, J., 1949: Bericht (1948) über geologische und lagerstättenkundliche Aufnahmen von Phosphoritvorkommen in Vorarlberg. - Verh. Geol. B.-A., **1949**, 28 — 29.
- GÖTZINGER, M. A., 1979: Vorläufige Mitteilungen über ein Vermiculitvorkommen südlich Drosendorf, Niederösterreich. Anz. math.-naturw. Kl. Österr. Akad. Wiss., **1979**, 86 - 88.
- GÖTZINGER, M. A., 1982a: Typengliederung und Mineralogie der Vermiculitvorkommen in Österreich (Böhmische Masse und Mittelostalpin). Fortschr. Miner., **60**, Bh. 1, 85 - 87.
- GÖTZINGER, M. A., 1982 b: Industriemineralien in Österreich. Wissenschaftliche Nachrichten, BMfUK, **60**, 5 - 8.
- GÖTZINGER, M. A. & Weinke, H. H., 1984: Spurenelementgehalte und Entstehung von Fluoritmineralisationen in den Gutensteiner Schichten (Anis-Mitteltrias), Nördliche Kalkalpen, Österreich.-Tscherm. Min. Petr. Mitt., **33**, 101 - 119.
- GRABNER, B. & Haditsch, J. G., 1972: Die mineralogische Zusammensetzung der geschlämmten Aspanger Weißerde. ALFO, **13**, 149 - 163.
- HADITSCH, J. G., 1965: Die Gipslagerstätte Schildmauer bei Admont und ihre Kupfererzspuren. ALFO, **3**, 125 - 142.
- HADITSCH, J. G., 1967: Die Zeiringer Lagerstätten. - ALFO, **6**, 4 - 196.
- HADITSCH, J. G. & Laskovic, F., 1973: Neues über den Weißschiefer von Kleinfestritz (Steiermark). ALFO, **14**, 113 - 118.
- HADITSCH, J. G., 1979: Der Diabas von Saalfelden, seine Eigenschaften und technische Nutzbarkeit. Geol. Pal. Mitt. Innsbruck, **9**, 133 - 154.
- HADITSCH, J. G., Leichtfried, W & Mostler, H., 1979: Über ein stratiformes Schwespatvorkommen in unterpermischen

- Schichten des Montafons (Vorarlberg). Geol. Pal. Mitt. Innsbruck, **7**, 1 - 14.
- HADITSCH, J. G. & Mostler, H., 1979: Genese und Altersstellung der Magnesitlagerstätten in den Ostalpen. Verh. Geol. B.-A., **1978**, 357 - 367 (183 - 193, ISMIDA).
- HEINRICH, M., 1982: Detailaufnahme und Bewertung der Linzer Sande unter Berücksichtigung der Raumordnung, dargestellt an den Vorkommen von St. Georgen an der Guseñ und Prambachkirchen-Hinzenbach, OÖ. ALFGBA, **1**, 61 - 68.
- HERRMANN, A. G., 1981: Grundkenntnisse über die Entstehung mariner Salzlagerstätten. Der Aufschluß, **32**, 45 - 72.
- HOLZER, H., 1964: Die Flinzgraphitvorkommen im außeralpinen Grundgebirge Ober- und Niederösterreichs. - Verh. Geol. B. A., **1964**, 360 - 374.
- HOLZER, H. F., Weber, F. & Trimmel, F., 1975: Zur Geologie und Geophysik der Gipslagerstätte Preinsfeld bei Heiligenkreuz, N.Ö. - BHM **120**, 569 - 576.
- HÖNIG, J. & Tiedtke, H., 1981: Pegmatitische Rohstoffe im steirischen Anteil der Koralpe. - MGBJ., **42**, 79 - 82.
- HÖNIG, J. & Horkel, A., 1982: Kaolinprospektion im Raum Retz (Niederösterreich). ALFGBA, **2**, 109 - 115.
- HÖNIG, J., 1983: Hochwertige Tone am Südostrand der Böhmisches Masse (Niederösterreich). ALFGBA, **3**, 43 - 46.
- KIRCHNER, E. Ch. & Meixner, H., 1981: Gypsum-anhydrite mine Mooseck near Golling and Webing north of Abtenau (Austria)- Field Exc. B 5, guide; IV. ISMIDA, Berchtesgaden, Oct. 1981, pp 199 - 205.
- KLAUS, W. & Pak, E., 1974: Neue Beiträge zur Datierung von Evaporiten des Ober-Perm.-Carinthia II, **164/84.**, 79 - 85.
- KOLLER, F., Götzinger, M. A., Neumayer, R. & Niedermayer, G., 1983: Beiträge zur Mineralogie und Geochemie der Pegmatite des St. Radegunder Kristallins und der Gleinalpe. ALFGBA, **3**, 47-65.
- KOPETZKY, G., 1961: Die Bentonitlagerstätte von Gossendorf (Steiermark). MGBJ, **1961**, 46 - 53.
- KREIS, H. H. & Unger, H. J., 1971: Die Bleiglanz-Zinkblende-Flußspat-Lagerstätte der Achsel- und hinteren Flecktrogl-alm

- bei Hollersbach (Oberpinzgau/Salzburg). ALFO, **12**, 3 - 53.
- LEEDER, O., 1979: Fluorit. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 266 S.
- LEEDER, O., 1983: Die Fluoritlagerstätten der wichtigsten Förderländer und ihre Verteilungsgestzmäßigkeiten. - Freib. Forsch. h., C 379, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 134 S.
- MALECKI, G., 1980: Steine, Erden und Baustoffe. - In: Der geologische Aufbau Österreichs. Oberhauser, R. (Ed.), 695 S, 542 - 547.
- METZ, K., 1981: Vorbericht über die Talklagerstätten des Liesingtales. - MGBJ, **42**, 87 - 94.
- MODJTAHEDI, M. & Wieseneder, H., 1974: Entstehung und Zusammensetzung der Leukophyllite (Weißschiefer) in den Ostalpen. - ALFO (**Sb. 2**), 189 - 213.
- MOLDAN, K., 1982: Die österreichische Gipsindustrie. - BHM **127**, 391 - 393.
- MORTEANI, G., Schley, F. & Möller, P., 1983: On the Formation of Magnesite. - In: Mineral Deposits of the Alps. Schneider, H. J. (Ed.) IV. ISMIDA, Berchtesgaden, 398 S, pp 105 - 116.
- MOSTLER, H., 1970: Zur Baryt-Vererzung des Kitzbüheler Horns und seiner Umgebung (Tirol). ALFO, **11**, 101 - 112.
- MOSTLER, H., 1982: Erkundung mineralischer Rohstoffe für die Mineralwolleerzeugung in Tirol. - ALFGBA, **1**, 69 - 76.
- MÜLLER, H. W., Schermann, O. & Schwaighofer, B., 1983: Über ein „Kaolin“-Vorkommen bei Karlstetten, N.Ö. ALFGBA, **3**, 67-72.
- NEUMAYER-SCHINDL, M., 1984: Gefügekundliche Studien in alpinen Salzlagern, ALFGBA, **5**, (im Druck).
- NEY, P., 1981: Asbeste - Arten, Entstehung, Bedeutung, Problematik. - Naturwissenschaften, **68**, 597 - 605.
- NIEDERMAYR, G., Scheriau-Niedermayr, E., Beran, A. & Seemann, R., 1981: Magnesit im Perm und Skyth der Ostalpen und seine petrogenetische Bedeutung. Verh. Geol. B.-A., **1981**, 109 - 131.
- PAK, E. & Schauburger, O., 1981: Die geologische Datierung der ostalpinen Salzlagerstätten mittels Schwefelisotopenunter-

- suchungen. - Verh. Geol. B.-A., **1981**, 185 - 192.
- PETRASCHEK, W. E., Erkan, E. & Hönig, J., 1977: Die Gipslagerstätten der Steiermark. - MGBJ, **1977**, 89 - 99.
- PFAFFL, F., 1978: Übersicht der Beryllvorkommen im Mol-danubikum Ostbayerns und Oberösterreichs. Karinthin, **78**, 11 - 15.
- POHL, W., Siegl, W. & Vinzenz, M., 1981: Das Eisenglimmervor-kommen bei Pack/Stmk. MGBJ, **42**, 103 - 115.
- POLEGEG, S. & Punzengruber, K., 1982: Beprobung, Unter-suchung und Beurteilung von Massengesteinen als Rohstoffe für die Mineralwolleerzeugung im Burgenland und in der Steiermark. ALFGBA, **1**, 85 - 89.
- ROETZEL, R., Hochuli, P. & Steininger, F., 1983: Die Facies-entwicklung des Oligozäns in der Molassezone zwischen Krems und Wieselburg (Niederösterreich). Jb. Geol. B.-A., **126**, 129 - 179.
- SCHADLER, J., 1928: Über die Phosphatablagerung der Czoklovinahöhle (Siebenbürgen). Ein Vergleich mit jener der Drachenhöhle (Mixnitz, Steiermark). - Verh. Geol. B.-A., **1928**, 99 - 103.
- SCHARFE, G. P., 1981a: Steirische Graphitvorkommen. MGBJ, **42**, 117 - 122.
- SCHARFE, G. P., 1981 b: Quarzsandvorkommen im weststeirischen Tertiärgebiet. - MGBJ, **42**, 123 - 127.
- SCHMID, Ch., Schmöllner, R. & Weber, F., 1981: Geophysikalische Prospektionsarbeiten auf Kieselgurvorkommen im Bereich des Aflenzer Tertiärbeckens. MGBJ, **42**, 129 - 136.
- SCHULZ, O. & Schroll, E., 1977: Die Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth. Verh. Geol. B.-A., **1977**, 375 - 386.
- SCHULZ, O., 1979: Beiträge zur Metallogenese in den Ostalpen. Verh. Geol. B.-A., **1979**, 237 - 264.
- SCHULZ, O., 1983: Beiträge zur Lagerstättenforschung. ALFGBA, **3**, 121 - 125.
- SCHÜSSLER, F., 1981: Montangeologische Untersuchungen auf Eisenglimmer am Beispiel der Vererzungen in den nord-östlichen Seetaler Alpen. MGBJ, **42**, 137 - 159.

- SLANSKY, M., 1980: Géology des phosphates sedimentaires. Mem. BRGM, **144**, 90 p. Paris: Bureau de recherches géologiques et minières.
- STERK, G. & Weber, L., 1979: Neue Rohstoffaktivitäten in Österreich. - BHM, **124**, 456 - 464.
- STERK, G., 1983: Instrumentarien und Ergebnisse der Rohstoffpolitik in Österreich. - BHM **128**, 377 - 384.
- STRÖBL, E. & Weber, F., 1983: Ergebnisse der geophysikalischen Talkprospektion im Raum Mautern (Steiermark). ALFGBA, **3**, 73 - 80.
- THOMANEK, K., 1982: Salz in Österreich - Unternehmensstrategie der Österreichischen Salinen AG. - BHM **127**, 381 - 389.
- TOLLMANN, A., 1977: Geologie von Österreich, Bd. 1, Deuticke Wien, 766 S.
- TUFAR, W. 1963: Die Erzlagerstätten des Wechselgebietes. Min. Mitt. Joanneum Graz, **163**, 1 - 60.
- TUFAR, W., 1965: Geochemische Untersuchungen an österreichischen Baryten. Tscherms. Min. Petr. Mitt., **9**, 242 - 251.
- UCIK, F. H., 1975: Der Asbestschurf beim Peitler oberhalb St. Peter bei Rennweg im Liesertal/Kärnten. ALFO, **15**, 15 - 27.
- WALSER, P., 1977: Zur Wirtschaftlichkeit der Bleiglanz-Zinkblende-Flußspat-Lagerstätte Achselalm bei Hollersbach/Salzburg. - BHM **122**, 73 - 77.
- WEBER, L., 1983: The Stratiform Lead-Zinc Mineralisation of the „Paleozoic of Graz” (Styria, Austria). - In: Mineral Deposits of the Alps. Schneider, H. J. (Ed.), IV. ISMIDA, Berchtesgaden, 398 S, pp 81 - 87.
- WEISS, K., 1981: Flußspat - Lgst. Steine, Erden und Industrieminerale (Vademecum 2). Stein, V. (Ed.) → Nachschlagwerke
- WENINGER, H., 1969: Die österreichischen Flußspatvorkommen Übersicht und genetische Stellung. - Carinthia II, **159/79**, 73 - 97.
- WIEDEN, P., 1963: Weißschiefer aus Weißkirchen (Steiermark). Farbe und Lack, **69**, 895 - 898.
- WIEDEN, P. & Nowotny, L., 1969: Verbesserung der keramischen

- Eigenschaften des Tones von Stoob/Burgenland durch verschiedene Zusätze. - Österr. Keram. Rundsch., **1969**, 3 - 11.
- WIEDEN, P., 1978: Genese und Alter der österreichischen Kaolinlagerstätten. - Schriftenr. geol. Wiss. Berlin, **11**, 335 - 342.
- WIEDEN, P., 1982: Mineralogie und Genese des Leukophyllits von Aspang (N.Ö.). Fortschr. Miner. **60**, Bh. 214 - 215.
- WIESENER, H., 1972: Klassifikation und Entstehung terrigener und karbonatischer Sedimentgesteine. Mitt. Geol. Ges. Wien, **64**, 219 - 236.

Nachschlagwerke

- AUSTROMINERAL, 1977: Die Rohstoffsituation in Niederösterreich im Licht der Raum- und Industrieplanung. - Unveröff. Bericht, AUSTROMINERAL, Prinz-Eugen-Straße 8, A-1040 Wien.
- BECHERER, K. et al., 1976: Naturgeschichte Österreichs, S. 69 - 172: Mineralvorkommen und Bodenschätze.-Forum Verlag Wien, 568 S.
- BENTZ, A. & Martini, H. J., 1968: Lehrbuch der angewandten Geologie, Bd II/1, Industrie-Mineraie, Steine und Erden. F. Enke Stuttgart 1968, 1355 S.
- BERGGESETZ 1975: Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 259. Bundesgesetz, ausgegeben am 13. Mai 1975.
- HADITSCH, J. G., 1979: Erze, feste Energierohstoffe, Industriemineraie, Steine und Erden, In: Grundlagen der Rohstoffversorgung, Heft **2**, BMFHGI, Wien 1979, S. 1 - 45.
- HOLZER, H., 1980: Mineralische Rohstoffe und Energieträger. In: Der geologische Aufbau Österreichs, Oberhauser, R. (Ed.), Springer, Wien 1980, 695 S.
- ÖNORM G 1046: Begriffe der Lagerstättenkunde der Steine, Erden und Industriemineraie; dzt. im vorläufigen Grundruck vorliegend, Österr. Normungsinst., Heinestr. 38, A-1020 Wien. Österr. Montan-Handbuch 1983, 57. Jg., BMFHGI, Wien 1983.
- PETRASCHEK, W. E. & Pohl, W., 1982: Lagerstättenlehre. - Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller) Stuttgart 1982, 341 S.
- STEIN, V., 1981: Lagerstätten der Steine, Erden und Industrie-

minerale Untersuchung und Bewertung (Vademecum 2). -
Fachausschuß der Gesellschaft Deutscher Metallhütten - und
Bergleute (GDMB), Verlag Chemie, 1981, 205 S.

WEBER, L. & Weiß, A., 1981: Verwendung und Verarbeitung
mineralischer Rohstoffe. In: Grundlagen der Rohstoffver-
sorgung, Heft **1**, BMFHGI, Wien 1981, 204 S.

Während der Drucklegung erschienen folgende Arbeiten zum
gegenständlichen Thema:

EHN, R. & Wirsching, U., 1984: Experimente zur hydrothermalen
Umwandlung latitischer Gesteine im Vulkangebiet von
Gleichenberg.-Fortschr. Min., **62**, Bh. 1, 49 - 51.

HÖLLER, H., Klammer, D. & Kolmer, H., 1984: Verteilung von
Alunit, Opal-CT, Kaolinit und Montmorillonit in postvul-
kanisch umgewandeltem Latit.-Fortschr. Min., **62**, Bh. 1,
99 - 101.

PROCHASKA, W., 1984: Geochemische Untersuchungen an
österreichischen Talklagerstätten.-Fortschr. Min., **62**, Bh. 1,
188 - 189.