

Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie

GRUNDLAGEN DER ROHSTOFFVERSORGUNG

HEFT 3

**Bedeutung und Möglichkeiten von
Sekundärkreisläufen (Recycling), Substitution und
Innovation bei der Versorgung mit mineralischen
Roh- und Grundstoffen**

Wien, 1980

12

Inhalt

	Seite
SCHRIFTTUM UND QUELLEN	5
A. SEKUNDÄRROHSTOFFE MINERALISCHEN URSPRUNGS (RECYCLING)	6
I. ALLGEMEINES	6
II. WIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNG, ENERGIEASPEKTE	6
III. ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN ÜBER RÜCKGEWINNUNGSPOTENTIALE	7
1. Rückgewinnungspotential aus Alt- und Abfallstoffen	7
2. Rückgewinnungspotential aus Nebenprodukten der Industrie	8
IV. ÖSTERREICHS SITUATION IM ALLGEMEINEN	8
V. ÖSTERREICHS SITUATION IM BESONDEREN	9
1. Eisen und Stahl	9
Möglichkeiten der Erhöhung des Aufbringens von Eisenschrott in Österreich	10
2. Aluminium	10
Erhöhung des Aluminiumschrottaufbringens	11
3. Kupfer	11
4. Blei	12
5. Zink	12
6. Zinn	12
7. Sonstige Metalle	13
8. Glas	13
9. Altöl	14
10. Rohstoffe aus Müll; Müllverwertung	15
Anfall und Zusammensetzung von Müll	15
Beseitigung und Verwertung von Hausmüll, Deponien	15
11. Rohstoffe aus Neben- bzw. Abfallprodukten der grundstofferzeugenden Industrie	19
B. PROBLEME UND INNOVATIONSMÖGLICHKEITEN AUF DEM GEBIETE DER GEWINNUNGS-, AUFBEREITUNGS- UND VERFAHRENSTECHNIK	20
I. ALLGEMEINES	20
II. PROBLEME UND INNOVATIONSMÖGLICHKEITEN AUF DEM GEBIETE DER GEWINNUNGSTECHNIK MINERALISCHER ROHSTOFFE	20
III. PROBLEME UND INNOVATIONSMÖGLICHKEITEN AUF DEM GEBIETE DER AUFBEREITUNGSTECHNIK	21
IV. PROBLEME UND INNOVATIONSMÖGLICHKEITEN AUF DEM GEBIETE DER VERFAHRENSTECHNIK IN DER WEITERVERARBEITUNG	22
C. SUBSTITUTION	24
D. SYNTHESE	26

Bedeutung und Möglichkeiten von Sekundärkreisläufen (Recycling), Substitution und Innovation bei der Versorgung mit mineralischen Roh- und Grundstoffen

von Johann Matauschek

SCHRIFTTUM UND QUELLEN

- BERTOLDI, G. A.: Die Versorgung Österreichs mit mineralischen Roh- und Grundstoffen in Einzeldarstellungen mit dem Ziel einer Verminderung der Importabhängigkeit. – Unveröffentlichte Studie im Auftrag des BKA., 114 S., Graz 1977.
- BERTOLDI, G. A.: Substitution und Synthesen. – Unveröffentlichtes Manuskript, 5 S., o. J.
- BERTOLDI, G. A.: Recycling. – Unveröffentlichter Bericht, 26 S., Graz, o. J.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG: Recyclingforschung in Österreich, Wien 1980.
- FISCHER, F.: Studie über das Homogenit-Verfahren. – Beiträge Umweltschutz, Lebensmittelangelegenheiten, Veterinärverwaltung. – Forschungsberichte, herausgegeben vom Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz, Wien 1977.
- HINTERHUBER, H.: Innovationsdynamik und Unternehmensführung. – Wien 1975.
- KELLOGG, H. H.: The role of recycling in conservation of metals and energy. – S. 29–32, Journal of Metals, 1976.
- ORLICH, J.: Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiete der mittleren Technologien. – Referat beim Symposium der Arbeitsgemeinschaft Umwelt am 24. November 1977 in Wien, Wien 1977.
- PIETRZENIUK, H. J.: Reparaturfreundlichkeit, Langlebigkeit, Recycling-Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung. – Referat, gehalten beim Symposium der Arbeitsgemeinschaft Umwelt am 24. November 1977 in Wien, Wien 1977.
- ÖSTERREICHISCHES BUNDESINSTITUT FÜR GESUNDHEITSWESEN: Rahmenkonzept Abfallbe-seitigung, Band 1 und 2, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, Wien 1977.
- RECYCLING in der Materialwirtschaft. Expandierende Märkte. – 5, Hamburg 1975.
- RECYCLING WORLD CONGRESS: Konferenzniederschriften, Basel 1978.
- RÖMPPS Chemie-Lexikon. – Siebente Auflage, Band 1 bis 6, Stuttgart 1972–1977.
- SCHENKEL, W.: Umweltfreundliche, energie- und rohstoffsparende Technologien. – Referat, gehalten beim Symposium der Arbeitsgemeinschaft Umwelt am 24. November 1977 in Wien, Wien 1977.
- STUMM, W. und DAVIS, J.: Recycling: Lösung der Umweltkrise? – Brennpunkte 5, S. 29–41, 1974.
- THOME-KOZMIENSKY, K. J. und MÜLLER, G. W.: Überblick über die Möglichkeiten der Sortierung von Stoffen aus Haushaltsabfällen, Metall 30, S. 107–112, Berlin 1976.
- THOME-KOZMIENSKY, K. J.: Wiedergewinnung von NE-Metallen aus Haushaltsabfällen. – Metall 31, S. 171–174, Berlin 1977.
- TROJER, F.: Schreiben vom 26. September 1978, betreffend Mineralsynthese, 3 S.
- ULLMANN'S Encyklopädie der technischen Chemie, 4. Auflage, Band 1, Weinheim/Bergstraße 1972–1978.
- VOGEL, G.: Der Beitrag des Recyclings zur Stabilisierung des techno-sozio-ökonomischen Systems – Möglichkeiten und Grenzen der Abfallwirtschaft. – Schriftenreihe des Institutes für Technologie und Warenwirtschaftslehre der Wirtschaftsuniversität Wien, Wien 1978.

A. SEKUNDÄRRÖHSTOFFE MINERALISCHEN URSPRUNGS (RECYCLING)

I. ALLGEMEINES

Die Rückgewinnung von Rohstoffen aus Alt- und Abfallstoffen (Recycling) leistet bei vielen Grundstoffen einen bedeutenden Beitrag zu einer Erweiterung der Versorgungsbasis und zur Verbesserung der Rohstoffnutzung.

Unter dem Begriff „Recycling“ ist die Zusammenfassung von Verfahren und Maßnahmen technischer und organisatorischer Art zu verstehen, die die Erfassung, Weiterbehandlung und Umwandlung jener Stoffe zum Ziele haben, die aus produktions- und umweltbedingten Gründen als Abfallstoffe und Altprodukte anfallen und bei Nichtnutzung als vergedeutete Rohstoffe betrachtet werden müssen.

Die durch das „Recycling“ gewonnenen Rohstoffe können allgemein als „Sekundärrohstoffe“ bezeichnet werden und unterscheiden sich bezeichnungsmäßig von den sogenannten „Primärrohstoffen“, die bergmännisch gewonnene und entsprechend weiterverarbeitete Stoffe darstellen.

Als wichtigste Verfahren und Maßnahmen der Nutzung von Alt- und Abfallstoffen sind zu erwähnen:

Die Wiederverwendung (z. B. von Flaschen und Verpackungsmaterialien)

Die Wiederverwertung (z. B. Schrott)

Die Gewinnung von Rohstoffen aus festen oder flüssigen nichtgenutzten Nebenprodukten der Industrie (z. B. Metallgewinnung aus Abwässern, Schlacken, Schlämmen und Stäuben)

Die Umarbeitung (z. B. Müll in Kompost) und die Energieerzeugung (z. B. Müllverbrennung).

Als wichtigste Ziele aller Rohstoffrückgewinnungsverfahren sind anzusehen:

- Schonung einheimischer Rohstoffquellen, Verminderung von Rohstoffimporten und damit verbundene Erhöhung der Rohstoffautonomie
- Energieeinsparung
- Verringerung der Umweltbelastung.

Der heutige Stand der Technik bietet eine Vielzahl von Verfahren zur Rohstoffrückgewinnung aus Alt- und Abfallstoffen an, der technischen Durchführung einzelner Verfahren sind jedoch aus wirtschaftlichen Gründen Grenzen gesetzt.

II. WIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNG, ENERGIEASPEKTE

Die wichtigsten Kostenfaktoren, die in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen eingehen, sind die Sammelkosten, die Transportkosten, die Kosten der Alt- und Abfallstoffaufbereitung und die Kosten der speziellen Rohstoffrückgewinnung aus aufbereiteten Alt- und Abfallstoffen. Bei einer wirtschaftlichen Rohstoffrückgewinnung müssen die genannten Kosten unter dem Kaufpreis des rückgewonnenen Rohstoffes bzw. Produktes liegen.

Die unmittelbar zu betrachtenden Kosten, die letzten Endes die Wirtschaftlichkeit eines Rohstoffrückgewinnungsverfahrens bestimmen, sind neben den Personalkosten und eventuellen Investitionskosten einer Rückgewinnungsanlage die Energiekosten. Bei Metallen, Glas, Kunststoff und Papier liegt die zur Erzeugung aus Primärrohstoffen benötigte Energie deutlich über der Energie, die notwendig ist, um genannte Stoffe aus Sekundärrohstoffen (Metallschrott, Altglas, gesammelter Kunststoff, Altpapier) zu erzeugen:

Herstellung von	Papier GJ/t	Kunststoff GJ/t	Glas GJ/t
Verwendung von			
Primärrohstoff	6,3–10,5	29,3	11,7
Sekundärrohstoff	0,7	0,4	(1,3)

Energieverbrauch bei der Verarbeitung von Primär- und Sekundärrohstoff (nach W. Schenkel)
 Unter Einbeziehung der Energie, die notwendig ist, um den Primärrohstoff für die Metallerzeugung (Erzkonzentrate) zu gewinnen, fällt der Energieverbrauch gleich bei den Metallen Magnesium, Aluminium, Nickel und Kupfer besonders stark zu Gunsten der Sekundärerzeugung aus:

Metall	GJ pro Tonne		
	Primär*) aus Erz	Sekundär**) aus Schrott	Energieeinsparung***) durch Recycling
Magnesium	377	11	366
Aluminium	257	13	244
Nickel	152	16	136
Kupfer	118	19	99
Zink	69	19	50
Stahl	34*	14	20
Blei	28	11	17

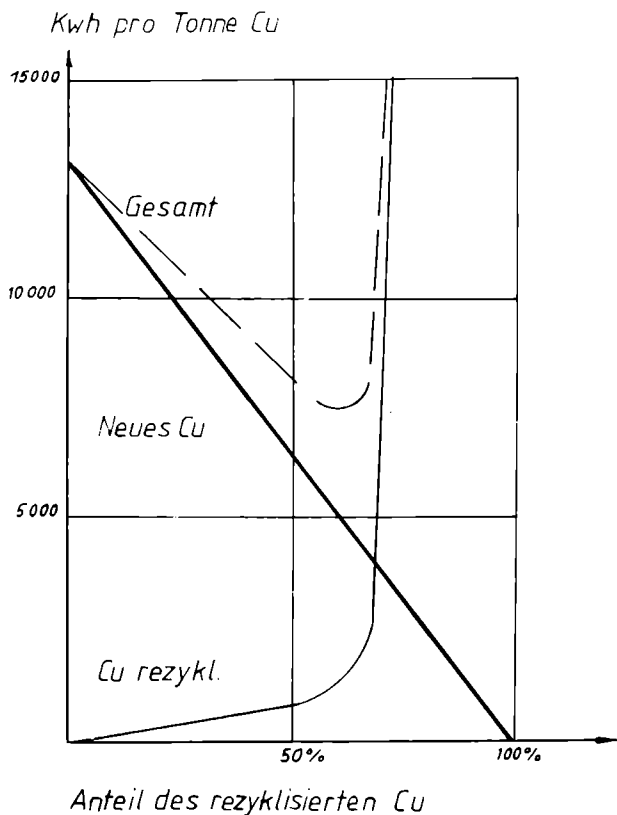
*) Aus Battelle Studie für USBM (1975) (ref. 3)

**) Grobe Abschätzungen

***) Angepaßt auf der Basis des „heimischen“ Schrott

Energieverbrauch bei der Verarbeitung von Primär- und Sekundärmetallen

Das Energieverhältnis Primärerzeugung zu Sekundärerzeugung der Metalle liegt bei Magnesium in der Größenordnung 36:1, bei Aluminium 20:1 und bei Kupfer 6:1. Diese grob geschätzten Energiebetrachtungen gelten jedoch nur, wenn das Sammeln und Aufbereiten des Sekundärrohstoffes unproblematisch ist und entsprechend geringe Energie benötigt. Anders liegen die Verhältnisse, wenn es problematisch wird, den Sekundärrohstoff zu sammeln, zu separieren und für die Verarbeitung zu gewinnen. Stumm und Davies haben dies im Beispiel der Rückführung von Kupferabfällen dargestellt:



Energieaufwand für die Herstellung einer Tonne Kupfer in Abhängigkeit des prozentualen Anteiles an möglich rückgewinnbarem Kupfer

Der spezifische Energieverbrauch für die Gewinnung von Rohkupfer aus Erz beträgt etwa 13.000 Kilowattstunden je Tonne Kupfer. Wird Kupferschrott an Stelle des Erzes eingesetzt, so sinkt der spezifische Energieverbrauch bei 50% Schrottzufuhr auf ca. 7500 Kilowattstunden je Tonne Kupfer. Der Gesamtenergieverbrauch für die Produktion einer bestimmten Kupfermenge verringert sich zunächst mit wachsendem Schrottanteil. Dies gilt allgemein in den westlichen Industriestaaten für den Einsatz von ca. 30% leicht verwertbarem Schrott. 25 bis 30% des Kupfers sind aber meist in

Legierungen, Schlämmen und Konzentraten bzw. 40% in verdünnten Lösungen, Pigmenten, Farbstoffen und Abwässern enthalten. Je feiner Kupfer in Endprodukten verteilt ist, um so mehr Energie muß aufgebracht werden, um Kupfer rückzugewinnen. Die Energiezufuhr und der damit verbundene Kostenaufwand werden immer größer und steigen schließlich ins Unermeßliche.

Das an Kupfer demonstrierte Beispiel gilt naturgemäß für alle Rohstoffe, die im End- bzw. Fertigprodukt mehr oder weniger stark verteilt vorliegen.

Im übertragenen Sinne treffen diese Energiebetrachtungen auch bei der Gewinnung von Rohstoffen aus Nebenprodukten der Industrie zu. Je geringer der Gehalt des rückgewinnbaren Rohstoffes im Nebenprodukt ist bzw. je feiner verteilt dieser Rohstoff auftritt, um so mehr Energie muß zur Rückgewinnung des Rohstoffes aus dem Nebenprodukt aufgewendet werden.

Die Wirtschaftlichkeit der Rohstoffrückgewinnung aus Alt- und Abfallstoffen bzw. Nebenprodukten ist daher eng mit der Frage nach der dazu erforderlichen Energie verbunden. Besonders beim Vorhandensein von Möglichkeiten, relativ reinen Sekundärrohstoff (z. B. hochwertigen Schrott) zu sammeln, ist die Verarbeitung von Sekundärrohstoffen zu meist mit bedeutenden Energieeinsparungen gegenüber der Verarbeitung von Primärrohstoffen verbunden. Bei der künftigen Entwicklung von Technologien ist daher der Energieverbrauch ein empfindlicher Indikator für die Beantwortung der Frage, ob die Gewinnung eines Rohstoffes aus Erzen bzw. aus Altstoffen aus ökonomischer und ökologischer Sicht zu rechtfertigen ist.

III. ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN ÜBER RÜCKGEWINNUNGSPOTENTIALE

1. Rückgewinnungspotential aus Alt- und Abfallstoffen

Das Rückgewinnungspotential eines bestimmten Rohstoffes aus Alt- und Abfallstoffen hängt ab:

- von der Zahl einzelner in Gebrauch stehender Fertigprodukte, an die der Rohstoff gebunden ist
 - von der Lebensdauer dieser Fertigprodukte.
- Das theoretische jährliche Rückgewinnungspotential (RP) eines bestimmten Rohstoffes ergibt sich damit aus der Beziehung

$$RP = \sum_i \frac{P_i}{L_i} \cdot N_i \quad (1)$$

Mit P_i Zahl einer bestimmten in Gebrauch stehenden Fertigproduktsorte i , an die der Rohstoff gebunden ist.

L_i Lebensdauer des Fertigproduktes i

N_i Mengenanteil des Rohstoffes am Fertigprodukt i

Eine exakte Erfassung des theoretischen jährlichen Rückgewinnungspotentials ist für Rohstoffe, die

einer Vielzahl von Fertigprodukten anhaften, äußerst schwierig und aufwendig.

Die Zahl der in Gebrauch stehenden Fertigprodukte ist in einzelnen Ländern hauptsächlich eine Funktion jener Faktoren, die den Lebensstandard bestimmen.

Der mengenmäßige Anteil von verschiedenen Rohstoffen an Fertigprodukten hängt allgemein vom Stand der Technologie der Erzeugung eines Fertigproduktes unter optimal wirtschaftlichen Gesichtspunkten ab.

Die Lebensdauer von Fertigprodukten ist in westlichen Industrieländern meist kurzfristigen wirtschaftlichen Überlegungen einzelner Unternehmen in Richtung Erzielen höchster Gewinne angepaßt, wobei Lebensstandard, Modetrends und damit verbundene Wegwerfmentalität eine entscheidende Rolle spielen.

Wie aus Beziehung (1) hervorgeht, erhöht sich das Rückgewinnungspotential von Rohstoffen mit steigender Zahl der in Gebrauch stehenden Fertigprodukte und mit abnehmender Lebensdauer dieser Produkte. Dieser bei vielen Fertigprodukten zunehmende Trend bringt bei nicht gleichzeitiger Erhöhung der Rückgewinnungsraten einzelner Rohstoffe eine entsprechende Vergrößerung der Abfallmenge mit sich.

Geringe Rückgewinnungspotentiale von Rohstoffen (damit verbundene geringe Abfallmengen) würden hingegen zur Einsparung von Rohstoffen und Energie führen. Die zur Erniedrigung des Rückgewinnungspotentials (Verringerung des Abfalles) notwendige Verminderung der Anzahl der im Gebrauch stehenden Fertigprodukte kann derzeit ohne Zwang wohl kaum durchgesetzt werden, da diese Maßnahme eine bewußte Senkung des materiellen Lebensstandards nach sich ziehen würde. Eine Erhöhung der Lebensdauer von Fertigprodukten, die ebenfalls das Rückgewinnungspotential von Rohstoffen erniedrigen würde, würde eine Verringerung der Produktion einzelner Waren voraussetzen, die wiederum mit einer Erniedrigung der Umsätze und Gewinne einzelner Unternehmen und der eventuellen Freisetzung von Arbeitsplätzen verbunden wäre. Das Arbeitskräftepotential in den Unternehmen, die Fertigprodukte erzeugen, müßte in die Reparaturwerkstätten verlagert werden. Einzelne Produkte müßten so gestaltet sein, daß sie länger gebraucht werden könnten und Reparaturen leicht vorzunehmen und damit billig wären. Die Verbraucher müßten durch wirtschaftliche und soziale Anreize dazu gebracht werden, daß sie die Erzeugnisse länger behalten (Abkehr von der „Wegwerfgesellschaft“).

Der derzeitige Lebensstandard sowie wirtschaftliche Interessen einzelner Unternehmen zielen jedoch kaum darauf ab, die Anzahl der in Gebrauch stehenden Produkte zu vermindern bzw. die Lebensdauer der Produkte zu vergrößern. Um Energie

und Rohstoffe zu sparen, sollte daher das vorhandene Rückgewinnungspotential durch entsprechende Rückgewinnung von Rohstoffen unter wirtschaftlichen Aspekten optimal genutzt werden.

2. Rückgewinnungspotential aus Nebenprodukten der Industrie

Im industriellen Bereich fallen eine Vielzahl von Nebenprodukten an, aus denen Rohstoffe rückgewonnen werden können (insbesondere in der Nichteisen-Metallindustrie). Das theoretische Rückgewinnungspotential hängt dabei in erster Linie von den Verarbeitungstechnologien und von der Höhe der Produktion von Rohstoffen sowie Halb- und Fertigprodukten ab. Eine Verringerung des Rückgewinnungspotentials von Rohstoffen ist insbesondere durch die Anwendung rohstoffsparender Technologien (z. B. Stranggießen von Stahl und Metallen, Pulvermetallurgie) erzielbar.

IV. ÖSTERREICHS SITUATION IM ALLGEMEINEN

Eine Rückgewinnung von Rohstoffen aus Alt- und Abfallstoffen bzw. eine Gewinnung von Rohstoffen aus Nebenprodukten wird derzeit in Österreich meist dann betrieben, wenn einerseits die Wirtschaftlichkeit klar auf der Hand liegt oder wenn andererseits eine verschärfte Umweltgesetzgebung Recycling kostengünstiger erscheinen läßt als das Wegwerfen des Abfalles.

Besonders wirtschaftlich gestaltet sich die Rückgewinnung von Metallen aus leicht sammelbarem hochwertigem Schrott, wie dieser bei der Rohstoffweiterverarbeitung der Stahl- bzw. Nichteisen-Metallindustrie als Abfallprodukt anfällt (Umlaufschrott und Industrieschrott). Die Sammel- und Transportkosten sind eher gering, eine Schrottaufbereitung ist nicht notwendig, die zum Umschmelzen von reinem Metallschrott benötigte Energie liegt beträchtlich unter jener Energie, die zur Herstellung eines Metalles aus Erz benötigt wird (vergleiche dazu Pkt. 1.2).

Mit wesentlich höheren Kosten belastet, aber noch immer wirtschaftlich gestaltet sich die Rückgewinnung von Metallen aus Altschrott. Es erwachsen dabei bereits relativ hohe Sammel-, Transport- und meist sehr hohe Aufbereitungskosten (z. B. Shredderkosten für die Aufbereitung von Autowracks).

Rückgewinnungsmöglichkeiten von Wertstoffen aus Abfällen, bei denen der einzelne wirtschaftliche Nutzen nicht unmittelbar gegeben ist, die aber aus volkswirtschaftlichen Gründen unbedingt notwendig wären, werden derzeit in Österreich – soferne nicht die Gesetzgebung des Umweltschutzes zwangsweise Gründe dafür schafft – nicht ergriffen.

So unterbleibt derzeit eine Rückgewinnung von Wertstoffen aus Deponieabfällen. Es gibt derzeit etwa 30 erprobte Verfahren zur Sortierung von

Hausmüll (siehe später), die jedoch in der gegenwärtigen wirtschaftlichen Situation noch sehr weit entfernt von einzelwirtschaftlichem Nutzen arbeiten. Der Grund liegt hauptsächlich darin, daß gewinnträchtige Wertstoffe im Hausmüll meist klein verteilt in Endprodukten bzw. im Müll verteilt vorliegen (z. B. bei Zinn als Zinnaufgabe von Weißblechen, Kupfer als Kupferdraht in Elektrogeräten, Aluminium als Aluminiumfolie usw.), wodurch eine Rückgewinnung dieser Stoffe nur mit Hilfe teurer Anlagen und relativ hohem Energieaufwand möglich ist. Es bestehen in Österreich Ansätze, durch freiwillige Separation des Endverbrauchers Wertstoffe aus dem anfallenden Müll zu gewinnen. Es sei hier auf die Altglas- und Altpapiersammelaktionen hingewiesen. Die Wirtschaftlichkeit dieser Gewinnungsmöglichkeiten steht und fällt jedoch sowohl mit der Bereitwilligkeit des Endverbrauchers, diese Separation durchzuführen, als auch mit der Bereitwilligkeit karitativer Organisationen (z. B. Rotes Kreuz, Feuerwehr usw.) die Sammlung der separierten Wertstoffe oft nur zu Selbstkostenpreisen durchzuführen.

Eine Motivation von staatlicher Seite zur freiwilligen Separation von Alt- und Abfallstoffen ist sehr schwierig und setzt in erster Linie eine entsprechende Erziehung zum rohstoffbewußten Denken voraus.

Auch im industriellen Bereich unterbleiben in der Regel Bemühungen, aus Abfallstoffen, die neben dem Schrott unmittelbar bei der Produktion anfallen (Nebenprodukte), Rohstoffe rückzugewinnen bzw. diese Abfallstoffe besser zu nützen. Obwohl in diesen Fällen die Sammelkosten sowie Transportkosten ein eventuell rückgewonnenes Produkt nicht belasten, sind sehr oft eindeutige Wirtschaftlich-

keitsbetrachtungen und Kalkulationen schwer möglich und werden auch ohne Motivation kaum vom Unternehmen selbständig durchgeführt. Dies ist auch verständlich, da die Rohstoffrückgewinnung aus Nebenprodukten naturgemäß nicht das erstrangige Problem eines Unternehmens ist und da in vielen Fällen spezielle Verfahren der Altstoffaufbereitung und der Rohstoffrückgewinnung weder industriell noch labormäßig entwickelt wurden, womit Kosten der Rückgewinnung eher unbekannt sind.

Um einzelnen Unternehmen Anreiz zur Durchführung von Forschungsvorhaben auf dem Gebiete der Rückgewinnung von Rohstoffen zu geben, und im Falle einer Rohstoffverknappung bzw. Verteuerung von Rohstoffen auf entwickelte, derzeit jedoch noch unwirtschaftliche Rückgewinnungsverfahren zurückgreifen zu können, werden derzeit von staatlicher Seite Gelder für Forschung bzw. für neue Verfahrensanwendungen auf dem Gebiete der Rohstoffrückgewinnung zur Verfügung gestellt.

V. ÖSTERREICHS SITUATION IM BESONDEREN

1. Eisen und Stahl

Die österreichische Rohstahlerzeugung betrug im Jahre 1979 rd. 4,9 Mio t (1978: rd. 4,3 Mio t). Etwa 70% dieser Menge wurde aus Eisenerzen über den Hochofen erzeugt. Den Restbetrag steuerte der Schrotteinsatz in den einzelnen Stahlerzeugungsaggregaten (LD-Tiegel, SM-Öfen, Elektrolichtbogenöfen) bei.

Die österreichische Situation der Stahlwerke und Gießereien auf dem Sektor Eisen- und Stahlschrott in den Jahren 1971–1979 geht aus folgender Tabelle hervor:

Jahr	Schrottaufbringung	Umlaufschrott	Inlandsschrott	Import
1971	1,421.293	968.093	366.804	86.396
1972	1,447.116	1,011.223	373.919	61.974
1973	1,490.811	1,014.992	366.473	109.346
1974	1,640.728	1,093.410	448.284	99.034
1975	1,365.351	964.698	379.707	20.946
1976	1,396.681	952.210	400.985	43.486
1977	1,369.118	815.048	490.327	56.425
1978	1,470.756	826.131	516.913	127.712
1979	1,539.901	895.700	510.896	133.305

Übersicht zur Schrottlage (unleg. Schrott) in den Jahren 1971–1979; Angaben in t vom Österreichischen Schrottverband übermittelt

Die Schrottaufbringung sowie der Schrottverbrauch lag in dem genannten Zeitraum um 1,4 Millionen t. Der Großteil dieser Menge (Durchschnitt der vergangenen 5 Jahre: 66%) bestand aus Umlauf- bzw. Rücklaufschrott der Stahlwerke bzw. Gießereien (= Primärschrott, der als Ausschuß und als Abfallprodukt bei der Erzeugung von Halb- und Fertigprodukten anfällt). Ein kleiner Teil davon wurde importiert (Durchschnitt der vergangenen 5 Jahre: 4,0%). Der Rest wurde durch inländische Schrotteigenaufbringung (= Sekundärschrott bzw. Altschrott) gedeckt.

Die Menge des anfallenden Umlaufschrottes, die in erster Linie eine Funktion der vorhandenen Technologien und der jeweiligen Höhe der Produktion an Fertigerzeugnissen ist, hat in dem betrachteten Zeitraum tendenzmäßig abgenommen. Der Umlaufschrottanfall betrug im Jahre 1971 24,4% und im Jahre 1979 nur mehr 19,8% der österreichischen Rohstahlerzeugung dieser Jahre. Die Abnahme der Umlaufschrottmenge ist auf die zunehmende Anwendung abfallarmer, rohstoffsparender Technologien, unter anderem auf die Anwendung des Stranggußverfahrens zurückzuführen.

Es ist anzunehmen, daß aus genanntem Grunde der Anteil des Umlaufschrottes an der Gesamtschrottaufbringung auch in den kommenden Jahren geringer wird. Zur Deckung des Schrottbedarfes der eisenerzeugenden Industrie Österreichs bei angenommen gleichbleibender Produktion und gleichbleibendem Schrottsatz sind daher in Zukunft neben einer in beschränktem Ausmaß möglichen Erhöhung der Schrotteigenaufbringung (diese ist durch Lebensdauer einzelner Fertigprodukte sowie die Wirtschaftlichkeit der Schrottsammlung und Schrottaufbereitung grundsätzlich vorgegeben) höhere Schrottimporte notwendig.

Etwa zwei Drittel der inländischen Altschrottaufbringung (1979 waren es rd. 330.000 t) entsprechen bezüglich Reinheit den Anforderungen an einen optimalen direkten Wiedereinsatz im Stahlwerk. Darunter fällt der sogenannte Shredderschrott, der bei der Schrottaufbereitung durch Shredderanlagen (mechanische Zerteilung von großen Schrottstücken z. B. Automobilen und Haushaltsgeräten mit nachfolgender Trennung verschiedener Materialien) anfällt. Derzeit sind in Österreich 2 Shredderanlagen in Betrieb. Die durchschnittliche Leistung einer in Laxenburg stehenden Anlage beträgt ungefähr 2.000 t/Monat (24.000 t/Jahr), die einer in Solbad-Hall stehenden Anlage ungefähr 1.000 t/Monat (12.000 t/Jahr).

Beim restlichen Drittel des inländisch aufgebrauchten Altschrottes ergeben sich für den Wiedereinsatz auf Grund von Verunreinigungen (vor allem Kupfer, Zinn, Zink, Phosphor, Schwefel) große Probleme. Die steigenden Qualitätsanforderungen an Stahlprodukte verlangen niedrigste Gehalte an Kupfer, Zinn, Schwefel und Phosphor. Während Phosphor und Schwefel durch entsprechende, mit

hohen Kosten verbundene Zusatzbehandlungen aus dem Stahlbad entfernbar sind, kann Kupfer und Zinn derzeit technisch aus dem Stahlbad nicht entfernt werden.

Eine Schrottaufbereitung des relativ stark verunreinigten Schrottes ist technisch wohl, jedoch aus wirtschaftlichen Gründen derzeit nicht möglich.

Allgemein sollte zukünftig in Österreich auf die Wirtschaftlichkeit bei der Aufbereitung von Eisen-schrott, dem andere Stoffe anhaften (z. B. Auto-wracks, Haushaltsgeräte) und der zur Zeit zunehmend in Shredderanlagen aufbereitet wird, größtes Augenmerk gelegt werden. Die von den Schrottverbraucher gestellte Forderung an die Reinheit des Eisenschrottes erhöht in zunehmendem Maße die Kosten der Schrottaufbereitung. Es ist anzunehmen, daß die Schrottsammelkosten von Jahr zu Jahr steigen werden. Aus Kostengründen könnte somit der Eisenschrott zu unerwünschten Umweltbelastungen führen.

Gegenmaßnahmen:

- eventuelle Kostenbelastung des Fertigproduktes im Hinblick auf seine Verschrottung
- Verbesserung von Verfahren zur Altschrottaufbereitung
- Durchführung konstruktiver Maßnahmen zur Vermeidung ungünstiger Materialpaarungen und Materialverbindungen, die auf Grund der Anwendung teurer Trennverfahren bei der Schrottaufbereitung diese unwirtschaftlich werden lassen.

Möglichkeiten der Erhöhung des Aufbringens von Eisenschrott in Österreich

Nach einer Studie des Österreichischen Institutes für Verpackungswesen (verfaßt im Jahre 1972) beträgt der jährliche Hausmüllanfall ca. 180 kg/Person. Der Metallgesamtgehalt des Mülls wird mit 8,4% angegeben, wobei der Nichteisenmetallgehalt einige Zehntelprozent ausmacht.

Theoretisch wäre bei Annahme der Gültigkeit der Ergebnisse dieser Studie eine jährliche Eisenrückgewinnung aus Hausmüll in der Größenordnung von 120.000 t möglich. Diese Menge würde die inländische Eigenaufbringung um etwa 20% erhöhen. Bei der derzeitigen Wirtschaftslage ist jedoch die Wirtschaftlichkeit der Eisenrückgewinnung aus Hausmüll nicht gegeben bzw. stark in Frage zu stellen.

2. Aluminium

Die Gesamterzeugung Österreichs an Rohaluminium (Erzeugung aus Tonerde, Kreislaufmaterial, Altschrott) betrug im Jahre 1979 rd. 130.000 t. Davon wurden rd. 92.700 t (~65%) aus Tonerde auf dem Wege der Schmelzflußelektrolyse gewonnen. Der Rest wurde aus Kreislaufschrott (etwa 25%, d. s.

Produktionsabfälle mit meist bekannter Zusammensetzung) und Altschrott gewonnen.

Die jährliche Schrottaufbringung in Österreich liegt 1979 bei rd. 16.000 t. Diese Menge reicht nicht aus, um den Schrottbedarf Österreichs zu decken.

Ein geringer Teil des Altschrottes (genaue Werte nicht erfaßt) ist mit Überzügen (z. B. PVC-Lacken usw.) behaftet und für eine Umschmelzung ungeeignet. Erst bei Vorhandensein entsprechender Schrottvor- bzw. Aufbereitungsaggregate könnte der minderwertige Aluminiumschrott, der zur Zeit nur im Ausland verarbeitet werden kann, auch in Österreich umgeschmolzen werden. Auf Grund der Tatsache, daß derzeit die österreichische Schrottaufbringung nicht zur Kapazitätsauslastung der Umschmelzbetriebe ausreicht, ist Österreich als Land mit Aluminiumschrottunterschuß anzusehen.

Da die Primärerzeugung von Aluminium über Bauxit bzw. Tonerde wesentlich mehr Energie benötigt als die Sekundärerzeugung (Umschmelzen von Schrott), sollte aus volkswirtschaftlichen Gründen getrachtet werden, den anfallenden Aluminiumschrott im Land selbst umzuschmelzen. Einige europäische Länder (z. B. Schweden) haben bereits für Aluminiumschrott Exportverbote ausgesprochen.

Erhöhung des Aluminium-Schrottaufbringens

Die Rückgewinnung von Aluminiumschrott bezogen auf den Aluminiumverbrauch in Österreich (90.000 t/Jahr) ist mit über 15% relativ hoch und liegt deutlich über jener in den Vereinigten Staaten mit etwa 6%. Eine geringe Erhöhung der Aluminiumschrottaufbringung könnte grundsätzlich durch entsprechende Aufbereitung von Hausmüll (etwa 0,1–0,3% Aluminiumabfälle im Hausmüll vorhanden), aber auch durch entsprechend verfeinerte Aufbereitung und Sortierung von Shredderschrott erfolgen.

Es wäre auch denkbar, daß Verpackungsmaterial (z. B. Dosen) aus Aluminium besonders gekennzeichnet und durch entsprechende Vorsortierung vom Hausmüll separiert wird. Die Einführung eines Pfandsystems für Verpackungsmaterial aus Aluminium könnte ebenfalls in Erwägung gezogen werden.

Maßnahmen zur Erhöhung des Schrotteinsatzes bzw. des Schrottaufbringens:

- Errichtung von Schrottaufbereitungsanlagen für stark verunreinigte Aluminiumschrotte
- Intensivierung der Rückgewinnung von Aluminiumschrott aus Alt- und Abfallstoffen (Hausmüll).

3. Kupfer

Die österreichische Kupferproduktion im Jahre 1979 (Produktion an Kathoden, Hüttenformaten und Kupfer roh) betrug 36.000 t. Der größte Teil des

Kupfers wurde aus Schrott (ca. 66%), der Rest aus importiertem Kupfer zum Raffinieren (Blisterkupfer) erzeugt.

Der Kupfergehalt des Schrottimportes lag in den letzten beiden Jahren um 15.000 t. Die geschätzte Kupferschrotteigenaufbringung betrug in den letzten beiden Jahren etwa 13.000 t. Ein Großteil des in Österreich aufgebrauchten Kupferschrottes (Zahlen nicht genau bekannt) kommt direkt aus der kupferverarbeitenden Industrie (Rücklaufschrott). Der restliche Schrott ist Altschrott und stammt von Schrotthändlern.

Kupfer liegt bei vielen Fertig- und Endprodukten hauptsächlich in Kombination mit anderen Stoffen (Metallen) vor. Wie bereits erwähnt, ist Kupfer besonders dann unerwünscht und schädlich, wenn es dem Eisenschrott anhaftet. Durch den Einsatz von Eisenaltschrott in den österreichischen Stahlwerken ist der durchschnittliche Kupfergehalt des Rohstahls in den letzten 4–6 Jahren etwa um das 5fache angestiegen. Der derzeit durchschnittliche Kupfergehalt des in Österreich erzeugten Rohstahls liegt zwischen 0,04 und 0,05%. Die 1979 produzierte Rohstahlmenge von etwa 4,9 Mio t enthält somit 1.960 bis 2.450 t Kupfer. Eine Entfernung des Kupfers aus dem Stahlbad ist, wie schon vorhin erwähnt, zur Zeit technisch nicht möglich; bei weiterem Einsatz von Eisenschrott mit derzeit gegebenen Kupfergehalten ist mit einem ständigen Aufschaukeln des Kupfergehaltes zu rechnen.

Sowohl im Hinblick auf eine Erhöhung des Kupferschrottaufbringens als auch auf eine Gütesicherung der Stahlerzeugung in Österreich sollten daher in verstärktem Maße Bemühungen unternommen werden, eine intensive Trennung von kupferbehafteten gebrauchten Fertigprodukten – insbesondere kupferbehaftetem Eisenschrott – vom übrigen Eisenschrott vorzunehmen. In Deutschland wird hierfür ein Shredderverfahren angewandt, bei dem der Schrott vor dem Shreddervorgang auf etwa minus 100° C tiefgekühlt wird. Während Eisen und Stahl bei dieser Temperatur brüchig werden, bleibt Kupfer verformbar und duktil. Nach dem Zerschlagen des Schrottes in der Shredderanlage bleibt kleinstückiger Eisen- und Stahlschrott sowie Kupfer meist in klumpiger Form über. In Kanada und in den USA wurden kontinuierliche Schmelzverfahren für kupferhaltige Schrotte entwickelt, die sich für die Trennung den geringeren Schmelzpunkt des Kupfers gegenüber Eisen bzw. Stahl zunutze machen.

Bei der Konstruktion von Fertigprodukten sollten im Hinblick auf einfache Kupferrückgewinnung entsprechende Maßnahmen getroffen werden. In Schweden wurden z. B. bei der Erzeugung von Fahrzeugen Stränge aus Kupferkabeln so zusammengelegt, daß sie bei der Verschrottung durch einfache Handgriffe leicht entfernt werden können.

Eine weitere Möglichkeit, Kupfer in geringer Menge

rückzugewinnen, bietet sich durch entsprechende hydrometallurgische Aufbereitung von Abfallprodukten der kupfererzeugenden Industrie (Anodenschlämme, Konverterstaub, Kupferschlacke). In dieser Richtung werden derzeit in Österreich entsprechende Anstrengungen unternommen (Forschungsprojekte auf diesem Gebiete werden vom Bund mitfinanziert).

Zusammenfassung der Maßnahmen zur Erhöhung des Ausbringens von Kupfer aus Sekundärrohstoffen:

- Durchführung intensiverer Trennung von mit Kupfer behaftetem Eisenschrott
- Ergreifen entsprechender konstruktiver Maßnahmen an Fertigprodukten, die eine Kupferabtrennung bei der Verschrottung erleichtern
- Aufarbeitung von Abfallprodukten der kupfererzeugenden Industrie.

4. Blei

Die österreichische Bleiproduktion im Jahre 1979 betrug 19.900 t (davon Bleiberger Bergwerks-Union 16.800 t). Davon wurden etwa 8.000 t aus importierten Bleierzen bzw. aus heimischen Bleierzen erzeugt. Der Rest wurde aus im Inland aufgebrachtem Bleischrott und importiertem Bleischrott (1.920 t) erzeugt.

Den größten Teil des eingesetzten Schrottes nehmen verbrauchte Akkumulatoren (Akkuschrott) ein. Der Erzeugung von Akkumulatoren fließen weltweit etwa 40% der Bleiproduktion zu.

Es ist zu bemerken, daß der Akkuschrott in Österreich wie in den meisten westlichen Industriestaaten fast lückenlos erfaßt und wiederverwertet wird. Dies ist darauf zurückzuführen, daß Batterieerzeuger bzw. Händler beim Neukauf einer Batterie bei gleichzeitiger Rückgabe der Altbatterie einen entsprechenden Preisnachlaß gewähren und daß Tankstellen auf Grund von Abnahmegarantien der bleierzeugenden Industrie in Österreich zur Sammlung von Altbatterien angehalten werden.

Der hohe Akkuschrottanfall in Österreich und die offenkundlichen Nachteile der derzeitigen direkten Verhüttungsverfahren von Akkuschrott hat die Bleiberger Bergwerks-Union bewogen, in den letzten Jahren ein eigenes Akkuschrottaufbereitungsverfahren zu entwickeln.

Dieses Verfahren erlaubt im Gegensatz zur direkten Verhüttung eine optimale Trennung verschiedener Wertfraktionen der Bleiakkumulatoren.

Nicht nur die Erfassung und Rückgewinnung von Akkuschrott, sondern auch jene von Altblei erfolgt nach Meinung von Experten in Österreich nahezu vollständig. Eine Erhöhung des Bleischrottaufbringens in Österreich scheint daher nicht möglich zu sein.

5. Zink

Die österreichische Zinkproduktion im Jahre 1979 betrug rd. 27.700 t (davon ~26.300 t der Bleiberger Bergwerks-Union).

Der größte Teil des Zinks (etwa 95%) wird aus Erzen, nur etwa 5% wird aus Zinkschrott (d. s. meist Zinkbleche) erzeugt. Dennoch fallen in Österreich größere Mengen an Zinkrückständen der Verzinkerien an (etwa 2.500 t). Diese Rückstände sind Hartzink und Zinkaschen, aus denen beim gegenwärtigen Stand der Technik aus wirtschaftlichen Gründen nicht das Zinkmetall rückgewonnen wird, sondern Zinkoxyd und Zinksulfat (diese Produkte werden in der chemischen Industrie weiterverarbeitet) erzeugt werden.

Die relativ geringe Zinkrückgewinnungsrate in Österreich ist auf den Hauptverwendungszweck des Zinks, nämlich der Verzinkung von Stahlbauteilen zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit, zurückzuführen. Das bei der Verzinkung auf Stahlteile aufgebrauchte Material läßt sich praktisch direkt nicht zurückgewinnen.

Relativ große Mengen an Zink finden sich im Stahlschrott, insbesondere bei paketiertem Schrott (Autowracks werden meist paketiert; Teile des Motors sind vornehmlich aus Zinkdruckguß) wieder. Da Zink bei den hohen Stahlerzeugungstemperaturen verdampft, geht es nicht in den Stahl und vermindert nicht die Stahlqualität wie etwa Kupfer oder Zinn. Dennoch stört es bei der Stahlerzeugung, da es in die Filterstäube der Stahlerzeugungsaggregate geht und einen Wiedereinsatz des Filterstaubes unmöglich macht.

Bei der VÖEST-Alpine fallen jährlich etwa 10.000 t Filterstaub mit einem ungefähren Zinkgehalt von 2,4% an. Beim Bau entsprechender mit hohen Kosten verbundenen Rückgewinnungsaggregaten (die VÖEST-Alpine AG unternimmt zur Zeit Schritte in Richtung Rückgewinnung von Zink aus Filterstäuben) könnten somit etwa 240 t Zink rückgewonnen werden, womit die Zinkrückgewinnungsrate in Österreich beträchtlich erhöht werden könnte.

Eine weitere Zinkrückgewinnung kann aus der in Kupferhütten anfallenden Kupferschlacke erfolgen; derzeit sind Versuche in dieser Richtung in Österreich geplant.

6. Zinn

Zinn muß in Österreich zur Gänze importiert werden. Der Zinnimport lag in den letzten 5 Jahren um 500 t.

Über die Rückgewinnungsrate von metallischem Zinn aus Alt- und Abfallstoffen in Österreich existieren keine Angaben. Die Zinnrückgewinnungsrate ist aber eher äußerst gering, da reines Zinn

meist nur zur Herstellung von Ziergegenständen mit bleibendem Wert verwendet wird.

Zinn wird allgemein für die Oberflächenveredelung von Stahlblechen (verzinnete Stahlbleche – Weißbleche zur Herstellung von Dosen für die Verpackung verschiedener Nahrungsmittel) und als Legierungselement von Nichteisenmetallen (Letternmetall, Lagermetall, Zinnlote usw.) verwendet.

Eine Studie in der Bundesrepublik Deutschland ergab, daß im anfallenden Hausmüll etwa 3,5–4% Weißblechverpackungen enthalten sind. Bei der Übertragung der deutschen Verhältnisse auf Österreich müßte etwa 40.000–45.000 t verzinnter Dosen-schrott in Österreich jährlich anfallen. Nach groben Schätzungen (Zinnaufgabe auf Weißblechdosen kann zwischen 8 und 30 Gramm/m² liegen) könnte das Gewicht der Zinnaufgabe bis zu 2% des Gesamtgewichtes einer leeren Weißblechdose ausmachen. Dies würde bedeuten, daß in Österreich bei einem theoretischen 100%igen Zinnausbringen beim Entzinnungsverfahren (die Entzinnung erfolgt meist in basischem Milieu, z. B. NaOH; Zinnrückgewinnung elektrolytisch) etwa 800–900 t Zinn rückgewonnen werden könnten. Diese sich nach groben Schätzungen theoretisch ergebende Zinnrückgewinnungsrate würden den österreichischen Rohzinnimport etwa um 50% übersteigen.

Der Rückgewinnung von Zinn aus Dosenabfällen stehen jedoch eine Reihe von Problemen (Organisation des Sammelns der Dosen, Reinigung der Dosen durch den Endverbraucher, Kennzeichnung der Weißblechdosen, Transport des Weißblechdosenschrottes zu eventuell errichteten Entzinnungsanlagen) gegenüber. Eine Wirtschaftlichkeit der Zinnrückgewinnung aus Weißblechdosenschrott wäre nur dann gegeben, wenn die Dosensammelkosten und Transportkosten entsprechend niedrig liegen würden.

Eine weitere Rückgewinnungsmöglichkeit von Zinn ist aus Schrottmetall- und Weißmetallschrott möglich. In Österreich wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem aus den anfallenden Schrottmetallabfällen Zinn (bzw. auch Hartblei) für die Lötzinnerzeugung gewonnen werden.

7. Sonstige Metalle

Außer den Edelmetallen (Gold, Silber, Platinmetalle) und einigen Metallen zur Hartmetallerzeugung (z. B. Molybdän, Wolfram, Kobalt) werden die meisten übrigen Metalle (darunter auch Molybdän, Wolfram, Kobalt) als Legierungselemente bei der Erzeugung von legiertem Stahl und Nichteisenmetallelegierungen eingesetzt. Da diese Legierungselemente in relativ geringen Mengen im Grundwerkstoff auftreten, würden Verfahren der Rückgewinnung eines reinen Legierungsmetalls (diese Rückgewinnung wäre technisch in erster Linie nur hydrometallurgisch möglich – dazu wäre Auflösung der Legierung in Säure bzw. Base mit abschließender Selekt-

tivabtrennung des betreffenden Legierungselementes notwendig) mit hohem Energieaufwand und dementsprechend hohen Kosten verbunden sein. Diesbezügliche Rückgewinnungsverfahren werden in Österreich derzeit nicht betrieben.

Vielmehr ist man bestrebt, Schrott mit bestimmter Zusammensetzung zu sortieren. Die von den Schrotthändlern an Altschrott teilweise und von den Erzeugern legierter Stähle bzw. Nichteisenmetallen am Umlaufschrott vollständig durchgeführte Sortierung führt bei der Einschmelzung spezifischer Schrottsorten zur Herstellung bestimmter Metalllegierungen zu einer indirekten Rückgewinnung einzelner Legierungselemente.

Eine direkte Rückgewinnung von Legierungsmetallen könnte grundsätzlich aus Schlacken erfolgen, die bei der Erzeugung von legiertem Stahl (rückgewinnbare Metalle z. B. Chrom, Mangan) oder bei der Erzeugung von Ferrolegierungen (rückgewinnbare Metalle z. B. Molybdän, Vanadin, Wolfram) anfallen, erfolgen. Diesbezügliche wirtschaftliche Rückgewinnungsverfahren sind noch nicht entwickelt worden. Grundsätzliche Forschungsarbeiten über genannte Rückgewinnungsmöglichkeiten wurden in Österreich bereits eingeleitet.

Legierungsmetalle für Stähle könnten auch aus anfallendem Schleifstaub (bei der Verformung hochlegierter Stahlblöcke treten meist Risse auf; diese müssen, um eine weitere Verformung möglich zu machen, herausgeschliffen werden) und Zunder der Edelstahlindustrie rückgewonnen werden. Auf diesem Gebiete bestehen Absichten, Forschungsarbeiten anzusetzen.

Bei den Edelmetallen ist die Wiederverwertung schon seit ältesten Zeiten weltweit die Regel. Diese Metalle besitzen einen hohen Marktwert, da sie in der Erdkruste knapp sind und ihre Gewinnung teuer ist. Der hohe Marktwert macht es rentabel, auch Abfälle in sehr kleinen Mengen zu erfassen und wieder aufzuarbeiten. Auf Grund der hohen Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse werden Edelmetalle normalerweise gebraucht, aber auch verfahrenstechnisch verbraucht.

8. Glas

Die jährliche Erzeugung von Altglas (Hohlglas, hauptsächlich Verpackungsmaterial) in Österreich betrug im Jahre 1978 172.497 t und im Jahre 1979 208.466 t. Durch die in Österreich gestartete Altglas-sammelaktion wurden im Jahre 1977 noch etwa 9.000 t, 1978 aber bereits 29.170 t und 1979 sogar 33.662 t Altglas rückgewonnen. Damit konnte die Glasrückgewinnungsrate in den Jahren 1978 und 1979 auf über 16% gesteigert werden.

Erfahrungen aus dem Ausland bzw. Prognosen von Fachleuten lassen in den nächsten Jahren bei vorsichtiger Abschätzung eine Rückgewinnungsrate von 33% des anfallenden Altglases bzw. 60.000 t/Jahr als erreichbar erscheinen.

Das gesammelte Altglas kann von der Glasindustrie nicht direkt eingesetzt werden, da die enthaltenen Verunreinigungen (Metallreste und Keramikteile sind besonders gefürchtet) zu großen Schäden an den Glaserzeugungsaggregaten führen können. Während das Heraustrennen der metallischen Bestandteile wie Deckel und Kapseln aufbereitungstechnisch weitgehend beherrscht wird, muß das Abtrennen von groben Verunreinigungen und Keramikteilen vor der Altglaszerkleinerungsanlage (Bakkenbrecher, Hammerbrecher) als derzeit noch ungelöst betrachtet werden. Ein weiteres großes Problem stellt die Trennung nach Weiß- und Buntglas dar. Farblich gemischter Glasbruch kann nur für die Grün- oder bestenfalls Braunglaserzeugung eingesetzt werden. Wegen des vergleichsweise geringen Anteiles an der Gesamtproduktionsmenge ist die Aufnahmekapazität an Altglas bei der Grün- bzw. Braunglaserstellung begrenzt. Der optimale Einsatz des gesammelten Weißglases ist ausschließlich bei der Weißglaserzeugung gegeben, da Weißglas importiert wird und wesentlich teurer als Buntglas ist.

Die Trennung nach Weiß- und Buntglas wurde bisher von Hand mit großem Aufwand und ungenau durchgeführt. Mehrere Firmen (z. B. die englische Firma Sortex) haben sich mit der Farbtrennung befaßt, ohne bisher jedoch zielführende und wirtschaftlich vertretbare Ergebnisse zu erreichen. Um vom volkswirtschaftlichen Standpunkt die Rückgewinnung des Altglases in Österreich optimal zu betreiben, wären einerseits eine zusätzliche Erhöhung der Rückgewinnungsrate notwendig und andererseits Entwicklungen von Farbtrennanlagen voranzutreiben.

9. Altöl

Der Schmierölverbrauch in Österreich betrug im Jahre 1976 196.500 t.

Schmieröle werden in den verschiedensten Bereichen in reiner oder verdünnter Form verwendet (z. B. als Schmierfett oder Schmieröl bei Kraftfahrzeugen und verschiedenen Maschinen, als Ölemulsionen bei der Metallbearbeitung sowohl als Kühl- als auch Schmiermittel usw.). Verbrauchte Schmieröle (Altöle) weisen demgemäß auch unterschiedlich hohe Reinheitsgrade auf und sind häufig mit anderen Stoffen vermischt.

Nach einer Schätzung des Österreichischen Bundesinstitutes für Gesundheitswesen liegt das jährliche Aufkommen an Altöl mit maximal 15% Feststoffanteil zwischen 30.000 bis 70.000 t pro Jahr. Dieses Altölaufkommen verteilt sich auf folgende Bereiche:

Straßenverkehr	9.500 bis 33.000 t/Jahr
Landwirtschaft	5.500 t/Jahr
Österr. Bundesbahnen	500 bis 1.500 t/Jahr
Donau-Dampfschiffahrt	500 bis 1.500 t/Jahr

Industrie, Gewerbe	12.000 bis 25.000 t/Jahr
Tankreinigung	1.000 bis 2.600 t/Jahr
Benzinabscheider	1.000 t/Jahr

Derzeit existieren keine genaueren Angaben über erfaßte bzw. wiederverwertete Altölmengen.

Die Altölentsorgung in Österreich wird sowohl von Ölverbrauchern selbst (Altöl wird meist für Heizzwecke verwendet) als auch von österreichischen Sondermüllbeseitigungsunternehmen in mehr oder minder „starkem“ Ausmaß durchgeführt. Die Altöle werden von den Beseitigungsunternehmen meist verbrannt oder in Aufbereitungsanlagen veredelt (Altölaufbereitungsanlage der Firma Höppberger in Tirol bereits seit 1965 in Betrieb).

Die Beseitigung von Altöl mit bis 15% Verunreinigungen wird von den meisten Entsorgungsbetrieben kostenlos durchgeführt. Bei stärkeren Verunreinigungen des Altöls liegen die Beseitigungskosten ungefähr zwischen 800 und 1.000 S pro Tonne.

Unsachgemäße Beseitigung (auch unsachgemäße Verbrennung) von Altölen stellt eine große Belastung für die Umwelt dar. In Zukunft soll das im Jahre 1980 in Kraft getretene Altölgesetz (BGBl 138/1979) dafür sorgen, daß Ölverbraucher, Altölsammler und Auarbeiter einer sachgemäßen und umweltverträglichen Altölbeseitigung nachkommen. Eine Kontrolle des Laufs des Öles (Verkauf-, Verbrauch-Beseitigung) wird durch dieses Gesetz ermöglicht.

Eine vollständige Erfassung des lokalen Altölaufalles in Österreich stellt die Grundlage für eine wirtschaftliche Wiederverwertung dar. Danach kann der Standort weiterer Aufbereitungs- oder Verbrennungsanlagen bestimmt und diese Anlagen dimensioniert werden, wobei in der Folge eine wirtschaftliche (sowohl betriebs- als auch volkswirtschaftlich) und umweltverträgliche Beseitigung der Altöle möglich wäre.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung gemeinsam mit dem Bundesland Kärnten eine Studie über die Beseitigung und Wiederverwertung von Altölen in Kärnten in Auftrag gegeben wurde. Diese Studie soll neben der Beleuchtung der spezifischen Kärntner Verhältnisse eine Zusammenstellung der gängigen Müllbeseitigungsverfahren, Ergebnisse bzw. Erfahrungsberichte von bereits in Betrieb befindlichen ausländischen Anlagen, Energieaspekte verschiedener Ölbeseitigungsverfahren und Klassifizierung der technischen Beseitigungsverfahren nach den Beurteilungskriterien Verarbeitungskapazität, Technologie, Organisation und Wirtschaftlichkeit zum Ausdruck bringen.

In diesem Zusammenhang ist auch auf eine betriebsreife österreichische Entwicklung hinzuweisen. Sie ermöglicht die für die Umwelt unschädliche Beseitigung der bei der Ölreinigung verblei-

benden Rückstände einschließlich der Schwefelverbindungen durch Verbrennung im Drehrohrofen unter Kalkzusatz (Fa. Technol in Verbindung mit der Fa. Ruthner).

10. Rohstoffe aus Müll, Müllverwertung

Anfall und Zusammensetzung von Müll

Müll fällt örtlich und auch zeitlich in wechselnder Zusammensetzung und Menge an. Müllhebungen in Österreich im Jahre 1973 ergaben einen jährlichen Gesamthausmüllanfall von 1,337.000 t (ent-

sprechend spezifischer Anfall von 180 kg Müll pro Einwohner und Jahr). Bei einer weiteren Erhebung im Jahre 1975 wurde ein Gesamthausmüllanfall von 1,787.000 t (entsprechend spezifischer Anfall von 240 kg pro Einwohner und Jahr) festgestellt. Nach den Ergebnissen dieser Erhebungen hat die Gesamtmüllmenge in dem betrachteten Zeitraum von 2 Jahren um über 30% zugenommen. Die im Jahre 1975 festgestellte Müllzusammensetzung bzw. die Altstoffmengen im Müll gehen aus der folgenden Tabelle hervor:

Stoffgruppe	Anteil gewichtsmäßig %	Anteil volumsmäßig %	Menge t/Jahr
Glas	11,1	5,1	190.100
Holz	1,8	2,3	33.900
Kunststoffe	6,0	18,8	107.600
Metalle	8,4	9,5	148.800
Mineral. Bestandteile	15,1	3,9	247.300
Papier, Pappe	27,2	40,2	534.400
Textilien	7,9	8,4	139.800
Vegetabilische Abfälle	22,5	11,7	385.100
	100,0	100,0	1,787.000

Dabei ist zu vermerken, daß der Anteil der Verpackungen am österreichischen Hausmüll gewichtsmäßig etwa 32% ausmacht. Gewichtsmäßig fällt auf die Packstoffgruppe Glas 34,2%, auf Holz 1,6%, Kunststoffe 15,5%, Metalle 16,4%, Papier und Pappe 21,8% und auf Textilien 0,5%.

Der Anteil der brennbaren Substanzen (Holz, Kunststoffe, Papier und Pappe) am Hausmüll beträgt 35%. Das Schwergewicht liegt dabei auf Papier und Pappe, dessen Anteil maßgeblich für den bei etwa 11.000 KJ pro kg liegenden Heizwert des Mülls verantwortlich ist.

Die für eine Rückgewinnung in Frage kommenden Rohstoffe sind in erster Linie Glas, Papier, Metalle und Kunststoffe. Von den genannten Stoffen besitzen die Metalle insbesondere die Nichteisenmetalle den größten Wert. Der Anteil der Nichteisenmetalle am österreichischen Hausmüll ist mit 0,6 Gewichtsprozent aber sehr gering. Die Nichteisenmetalle liegen überdies stark verteilt im Hausmüll vor und sind meist an andere Stoffe gebunden. Wie bereits erwähnt (Punkt 1.5.6.) weist der Hausmüll einen relativ hohen Zinngehalt auf (etwa 800–900 t). Zinn haftet den Konservendosen aus Eisenblech an. Aluminium findet sich im Hausmüll hauptsächlich in Form von Verpackungsfolien und Getränkedosen wieder. Getränkedosen sind mit organischen Substanzen beschichtet. Dies läßt unmittelbar erkennen, daß eine Rückgewinnung eines reinen Metalles aus Hausmüll nur über Separierung entsprechender Abfallprodukte und nachfolgende mehr oder weniger aufwendige Aufbereitung (z. B.

Entzinnen des Dosenschrottes, Schwelbehandlung der Aluminiumdosen zur Entfernung der organischen Überzüge) möglich ist.

Beseitigung und Verwertung von Hausmüll

Deponien

Der größte Teil des Hausmülls in Österreich wird derzeit auf Deponien abgelagert. Durch die Gemeinden werden rd. 2.000 Deponien betrieben.

Nach der Art der Durchführung werden bei der Deponie unterschieden:

- die Verdichtungsdeponie
- die Rottedeponie.

Bei der Verdichtungsdeponie erfolgt der Abbau organischer Stoffe überwiegend im anaeroben Bereich, hingegen wird bei der Rottedeponie der Abfall vor seiner Ablagerung der Verrottung überwiegend im aeroben Bereich (Umsetzung der organischen Stoffe unter Luft bzw. Sauerstoffzutritt) unterzogen.

Verdichtungsdeponie

Nahezu alle Deponien in Österreich stellen Verdichtungsdeponien dar. Die Verdichtungsdeponie bietet die geringsten Möglichkeiten für eine Wiederverwertung von Müll. In Ballungszentren stellt die Müllablagerung auf Verdichtungsdeponien nicht nur ein Raumproblem, sondern auch ein Umweltproblem dar. Bei der Ablagerung von Hausmüll auf Verdichtungsdeponien werden grundsätzlich Stoffgemische dem Boden zugeführt, wobei die organi-

schen Substanzen durch Fäulnisbakterien (kein Luft- bzw. Sauerstoffzutritt gegeben) in Faulgas (Methan) und Faulwasser umgesetzt werden. Die Gasentwicklung bei Verdichtungsdeponien kann mit etwa 120 m³/t Müll angenommen werden. Das Faulwasser, das zusätzlich die anorganischen Komponenten auslaugt, sucht sich einen Weg in die Gewässer oder ins Grundwasser. Die im Hausmüll enthaltenen biologisch und chemisch aktiven Stoffe gefährden dadurch Boden und Grundwasser.

In den USA laufen derzeit Versuche, um das bei der Verdichtungsdeponie gebildete Methangas zu gewinnen und einer Verwertung zuzuführen.

Rottedeponien

In Österreich kommt das Verfahren der Rottedeponie nach einer besonderen Methode zur Anwendung. Der Müll wird bei diesem Verfahren mittels einer Prallmühle zerkleinert und dabei angefeuchtet, wofür Klärschlamm verwendet werden kann. Das Material wird sodann in Mieten von etwa 2 m Höhe auf einem eigenen Platz für etwa 6 Monate gelagert. Das danach vollständig hygienisierte Material gelangt zur Ablagerung auf dem hierfür vorgesehenen Gelände. Es besteht auch die Möglichkeit, das Material nach Absieben der Grobteile für besondere Zwecke zu verwenden.

Ein Vorteil des Verfahrens liegt darin, daß eine Methangasentwicklung nur in geringem Umfang auftritt und Setzungen der Ablagerung sich ebenfalls nur in geringfügigem Ausmaß einstellen. Die Nachteile des Verfahrens bestehen neben einem höheren Betriebsaufwand vor allem in dem hohen Flächenbedarf, der für die Durchführung des Verfahrens notwendig ist.

In Österreich sind derzeit einige Anlagen in Betrieb (bei Schwaz in Tirol und in Attnang Puchheim in Oberösterreich) und weitere Anlagen in Bau bzw. in Planung.

Müllkompostierung

Das Ziel der Müllkompostierung besteht neben der schadlosen Beseitigung von Abfallstoffen in der Umwandlung der organischen Teile des Mülls im Wege der aeroben Verrottung in einen brauchbaren Humusdünger. Dabei erfolgt eine Zersetzung eines Gemisches organischer Stoffe durch Kleinstlebewesen, die in einer feuchten und warmen Umgebung mit freiem Sauerstoff gedeihen. Die Umwandlung der organischen Substanzen erfolgt somit in einem biochemischen Prozeß, der mit einer Erwärmung (Erwärmungstemperaturen liegen bei etwa 70 Grad C) verbunden ist. Der bei der Umwandlung entstehende Humus ist primär ein Stoff der Bodenverbesserung; er verbessert die Wasserhaltung, die Lüftung und die Elastizität der Böden. Humus wird von unzähligen Kleinlebewesen, die für die Fruchtbarkeit der Böden maßgeblich sind, besiedelt. In zweiter Linie ist Humus oder Kompost auch Dünger. Er enthält je nach Herkunft und Behandlung neben Kohlenstoff, gebundenen Stickstoff, Phosphat, Kali,

Kalk und Spurenelemente. Kompost aus landwirtschaftlichen Abfällen enthält weit mehr Biomasse und Nährstoffe als städtischer Kompost.

Das Verhältnis Kohlenstoff zu Stickstoff ist für die Verrottung wichtig. Es ist zu bemerken, daß Hausmüll allein schlecht verrottet (Stickstoffanteil zu gering) und erst bei Zugabe von Klärschlamm aus tierischem Abfall bessere Verrottungseigenschaften aufweist. Da alle Stoffe im Kompost wieder in die Nahrungskreisläufe eingeschleust werden können, muß er hygienisch einwandfrei sein. Dabei ist besonders an Krankheitserreger für Mensch, Tier und Pflanze, an Unkrautsamen und auch an Umweltgifte zu denken, die über den Kompost zusätzlich in den Boden und weiter über die Futterpflanzen in die Nahrungskette gelangen könnten. Obwohl bezüglich Gefährdung der Nahrungskreisläufe durch den Kompost unterschiedliche Meinungen existieren, muß nach dem heutigen Stand der Erkenntnisse eine unmittelbare Gefährdung der menschlichen Gesundheit infolge Anwendung von Komposten aus häuslichen Abfällen nicht gefürchtet werden. Es ist allerdings notwendig, durch laufende Untersuchungen eventuelle Anreicherungen an Schadstoffen (Schwermetalle) rechtzeitig zu erkennen, um entsprechende Gegenmaßnahmen treffen zu können.

In Österreich sind derzeit bereits einige Kompostieranlagen in Betrieb (z. B. in Wien, Lustenau, Zell am See und Salzburg). Die bereits in Betrieb befindlichen Anlagen sind in der Lage, Klärschlamm mitzuverarbeiten. Die bei der Verrottung durch die biochemische Oxidation entstehenden Wärmemengen werden gegenwärtig technisch nicht genutzt. Bei diesen Anlagen werden die anorganischen Substanzen des Hausmülls mit Hilfe mechanischer Separation vor der Kompostierung abgetrennt.

Müllverbrennung

Die Müllverbrennung stellt durch die Verwendung des Mülls als Brennstoff heute einen bedeutsamen Faktor auf dem Gebiete der Rohstoff- und Energiegewinnung aus dem Abfall dar. Durch die beträchtliche Verringerung des Müllvolumens wird Abhilfe des Raumproblems bei gleichzeitiger Verringerung der Umweltbelastung geschaffen. Der steigende Müllheizwert und der Ausbau der Verbrennungseinrichtungen lassen diese Energiequelle immer ergiebiger werden. Der Heizwert des Mülls reicht vielfach schon an den der Braunkohle heran. Allerdings ist dazu zu bemerken, daß die Müllverbrennung, soferne keine gleichzeitige Verwertung der bei der Verbrennung freiwerdenden Energie stattfindet, mit relativ hohen Kosten belastet ist. Nach herrschender Ansicht ist die Errichtung von Verbrennungsanlagen mit Wärmeverwertung erst bei Abfallmengen zwischen 80.000 und 120.000 t pro Jahr sinnvoll.

Die Endprodukte der Müllverbrennung sind Schlacke und nicht verbranntes Material wie z. B.

Metalle. Die Metalle, hauptsächlich Stahlschrott, können nach relativ einfacher Sortierung (Magnet-schneider) als minderwertiger Stahlschrott in den Stahlwerken wieder eingesetzt werden. Für die Müllschlacke bestehen verschiedene Verwendungsmöglichkeiten (z. B. zur Bausteinerzeugung, für Straßenbauzwecke, als Material für den Bau von Radfahrwegen).

In Österreich werden derzeit zwei große Müllverbrennungsanlagen in Wien und weitere vier kleinere Anlagen betrieben. Die beiden Großanlagen in Wien sind in der Lage, wegen ihrer erheblichen Verbrennungsleistung, in nächster Nähe liegende Objekte mit Wärme zu versorgen und besitzen daher relativ große Wirtschaftlichkeit. Die übrigen Anlagen besitzen auf Grund ihrer verhältnismäßig geringen Leistung keine Wärmeverwertung, wodurch ihre Wirtschaftlichkeit beeinträchtigt ist.

Insgesamt können durch die bestehenden Müllverbrennungsanlagen rd. 20% des jährlichen Müllaufkommens in Österreich verarbeitet werden. Die Anlagen liefern jährlich etwa 5.000 t minderwertigen Stahlschrott, der paketierte und in den Stahlwerken (VÖEST) wieder eingesetzt wird.

Eine der Müllverbrennung verwandte, jedoch in Österreich nicht angewandte Methode stellt das Müllschmelzverfahren dar. Durch geeignetes Aufschmelzen von Müll und dementsprechender Nachbehandlung können Zuschlagstoffe für die Bauindustrie erzeugt werden. In Japan wurde vor kurzer Zeit ein neues Schmelzverfahren angewandt, das auf der üblichen Hochofentechnologie aufbaut, wobei in erster Linie Hochofen, die außer Betrieb gesetzt wurden, Verwendung finden. Dabei werden die Hochofen von oben mit einer bestimmten Menge Koks und Kalkstein sowie dem anfallenden Müll beschickt. Der Ofen wird nach bestimmten Zeiten abgestochen. Die anorganischen Substanzen des Hausmülls gehen dabei in Schlacke und Metall über. Die organischen Substanzen werden bei diesem Prozeß vergast. Das erzeugte Gas wird abgesaugt, naß gereinigt und als Brennstoff genutzt. Das Volumen der entstehenden Stoffe (Metall und Schlacke) beträgt 2–3% des Müllvolumens vor der Behandlung.

Pyrolyse

Eine weitere in Österreich jedoch ebenfalls nicht angewandte Methode der Müllverwertung stellt die Pyrolyse dar.

Unter Pyrolyse wird die thermische Zersetzung unter Luftabschluß oder mit nur geringen Sauerstoffanteilen in der Verbrennungsatmosphäre verstanden. Bei den teilweise noch in Entwicklung

begriffenen Pyrolyseverfahren, die auf der Grundlage der Vergasung bzw. Entgasung des eingebrachten Abfallstoffes beruhen, fallen hauptsächlich die folgenden Produkte an:

- Brennstoffe als Rohstoff in Form von Teeren, Ölen und Brenngasen
- Reststoffe wie Müllkoks, der nicht weiter entgast werden kann, Metalle, Glas, Sand u. dgl.

Gas, Öl und Teer werden nach Fraktionen getrennt. Das gewonnene Gas wird von Schadstoffen gereinigt und kann in den üblichen Gasbehältern zwischengespeichert werden. Das Öl wird entweder im Verfahren selbst als Brennstoff verwendet oder für andere Zwecke verwertet.

Die mannigfachen Pyrolysesysteme bringen auch verschiedene Anteile der oben genannten Endprodukte. Einen maßgebenden Einfluß darauf hat die Prozeßtemperatur (diese kann von 600 Grad bis über 1200 Grad C reichen). Es bestehen schon etliche Demonstrationsanlagen (z. B. in USA, in Luxemburg, in Frankfurt am Main), doch liegen noch keine allgemein gültigen Aussagen über die Anlage und Betriebskosten vor. Bei den Versuchsanlagen wurde festgestellt, daß aus etwa 1 t Müll etwa 150 bis 200 kg Kohle gewonnen werden können.

Gegenüber der Abfallverbrennung, mit der Heißwasser, Dampf und Strom erzeugt werden können, wurden von den Entwicklern der Pyrolysetechnologien folgende Vorteile herausgestellt:

Mit Hilfe der Ent- und Vergasung von Hausmüll kann man Gas als speicherbaren Energieträger herstellen. Die produzierten Gasmengen sind im Gegensatz zur Rauchgasmenge bei der Verbrennung wesentlich geringer und können daher mit minimalem Aufwand gereinigt werden. Während die Müllverbrennung sich nur für große Einzugsgebiete eignet, da nur bei Großanlagen die aufwendigen Gasreinigungseinrichtungen gerechtfertigt erscheinen, können die Ent- und Vergasungsverfahren auch für mittlere und kleinere Einzugsgebiete mit vertretbarem Kostenaufwand eingesetzt werden.

Verfahren zur mechanischen Trennung und Sortierung von Hausmüll

Neben den genannten Müllverwertungsverfahren kommen im Ausland (in erster Linie in den USA und in Japan) Verfahren zur mechanischen Trennung und Sortierung von Hausmüll und von Produkten bei der Müllverbrennung zum Einsatz. Derzeit existieren etwa 30 Verfahren (s. Tabelle) dieser Art, die naß oder trocken arbeiten.

Name der Gesellschaft oder des Prozesses	Verfahrensstufen	Wiedergewonnene Stoffe	Entwicklungsstand
Sortierung vor oder statt anderweitiger Beseitigungsverfahren			
<i>vorwiegend naß arbeitende Verfahren (Pulper-front end)</i>			
Black Clawson	Pulper, Siebe, Magnetabscheider, Mühlen, Hochspannungssortierer, opt. Sortierer, Kläranlage, Verbrennungsanlage	Faserstoffe, Eisen, Aluminium, Glas	136-Tato-Anlage in Franklin seit 197
Fedway	Mühlen, Klassierer, Magnetabscheider, „colander heater“, Pulper, Trockner, Windsichter, Eindicker, Fermentierer	Zellulose, Kunststoff, Glas, Eisen, NE-Metalle	n. b.
J. F. Tracey	n. b.	Papierfasern, Eisen, NE-Metalle, organ. Fraktion	Anlage im Bau
<i>vorwiegend trocken arbeitende Verfahren</i>			
Franklin Institute Research Laboratories	Mühlen, Windsichter, Zykklone, Magnetabscheider, Pressen, Siebe, Trockner, opt. Sortierer, elektrostatische Sortierer	Eisen, NE-Metalle, Glas, Brennstoffe	Versuchsanlage
ADARO	Mühlen, Windsichter, Zykklone, Magnetabscheider, Siebe, Setzherde, Entstauber	Eisen, Papier, Kunststoffe, NE-Metalle	Versuchsanlage
NCRR	Lesebänder, Mühlen, Windsichter, Zykklone, Magnetabscheider, Siebe, Schwerkraftscheider, Hochspannungsscheider, opt. Glassortierer	Eisen, NE-Metalle, Glas, Papier	Großtechnische Anlage
Michigan Techn. Univ.	Mühlen, Windsichter, Magnetabscheider, Klassierer	Eisen, NE-Metalle, Brennstoff	Pilotanlage
Garret Front-End	Mühlen, Windsichter, Zykklone, Magnetabscheider, Siebe, Hochspannungsscheider, Setzherde	Eisen, Aluminium, Glas, Brennstoff	Pilotanlage und großtechn. Anlage im Bau
CPC	Mühlen, Windsichter, Zykklone, Magnetabscheider, Siebe, Hochspannungsscheider	Eisen, NE-Metalle, Brennstoff	Großtechn. Anlage
San Francisco Recovery	Mühlen, Magnetabscheider, Windsichter, Zykklone, Siebe, Elektrolyseofen, Trockner	Eisen, NE-Metalle, Glas	Großtechn. Anlage im Bau
Combustion Equipment Ass.	n. b.	Eisen, NE-Metalle, Brennstoff	Großtechn. Anlage
Americology Inc.	n. b.	Eisen, Aluminium, Glas, Brennstoff	Versuchsanlage
FPL	n. b.	Fasern, Metalle, Glas, Brennstoff	Pilotanlage
Memphis State Univ. Devco	n. b. n. b.	Fasern, Eisen, Glas, Öl Eisen, Aluminium, Glas, Papier, Brennstoff	Konzeption Pilotanlage
M. IT.	Siebe, Magnetabscheider, Windsichter, Sensoren	Kunststoffe, Papier, Eisen, Glas, NE-Metalle	Laboranlage
Raytheon Service	n. b.	Eisen, NE-Metalle, Glas, Brennstoff	n. b.
Uni Hog	n. b.	Eisen, NE-Metalle, Glas, Brennstoff	n. b.
Fläkt RRR	Mühlen, Siebe, Windsichter, Zykklone, Magnetabscheider, Setzherde, elektrost. Scheider, Flotation	Papier, Eisen, Aluminium, Glas	Großtechn. Anlage im Bau
TNO	Mühlen, Windsichter, Zykklone, Magnetscheider, Siebe	Eisen, Papier, Kunststoffe	Pilotanlage
Univ. Aachen	Siebe, Magnetabscheider, Mühlen, Windsichter, Zykklone, Staubfilter, div. Sortiergeräte	Eisen, Papier, NE-Metalle, Glas, Brennstoff	Pilotanlage
Krauss Maffel	Mühlen, Windsichter, Zykklone, Magnetscheider	Eisen, Papier, Kunststoffe	Pilotanlage
Techn. Univ. Berlin	Mühlen, Trommelsieb, Windsichter, Pulper	Papier	Versuchsanlage
Sortierung nach anderweitigen Beseitigungsverfahren			
<i>nach der Müllverbrennung</i>			
US Bureau of Mines	Siebe, Mühlen, Magnetabscheider, Spiralklassierer, Hochspannungsscheider, Filter, Trockner, Siebe	Eisen, NE-Metalle, Glas	Pilotanlage
Bureau de Recherches Geologiques et Minières	Mühlen, Magnetabscheider, Siebe, Setzherde	Eisen, NE-Metalle	Versuchsanlage
Berliner Stadtreinigung	Siebe, Kollergang, Magnetabscheider, Sinteranlage	Eisen, Aluminium, Baustoffe	Versuchsanlage und großtechn. Anlage
<i>nach der Kompostierung</i>			
Rheinstahl	Trockner, div. Sortiergeräte	Rohstoffe für Faserplatten, Papier- und Kunststoffherstellung	Versuchsanlage
Systematik derzeit bekannter Verfahren zur Sortierung von Haushaltsabfällen			

Die Abtrennung einzelner Stoffe vom Hausmüll erfolgt dabei durch Kombination verschiedener Trennverfahren wie z. B. Windsichten, Magnetabscheiden, Abscheiden durch Zyklone, elektrostatische Methoden, Flotation usw. Dazu ist zu sagen, daß der einzelwirtschaftliche Nutzen aller bekannten Verfahren zur Sortierung von Haushaltsabfällen nicht gegeben ist. Die Erlöse aus den rückgewonnenen Rohstoffen decken meist nur zum Teil die Investitionskosten und Betriebskosten der Anlagen. Die optimale Größe einzelner bisher gebauter Anlagen liegt bei einem jährlichen Müllaufkommen von etwa 100.000 t.

Eine Errichtung derartiger Anlagen in Österreich käme daher nur in einigen Ballungszentren wie z. B. Wien, Linz, Innsbruck oder Graz in Frage.

Getrennte Sammlung

Eine weitere Möglichkeit, Wertstoffe aus den Hausabfällen rückzugewinnen, stellt die getrennte Sammlung von Altstoffen dar.

Voraussetzung für die getrennte Sammlung ist nach entsprechend erfolgter Motivation und Erziehung die Bereitschaft der Bevölkerung, an der getrennten Sammlung teilzunehmen. Für die Bereitstellung entsprechender Sammelräume und getrennter Sammelbehälter bestehen aber in vielen Fällen, speziell bei Neubauten, Schwierigkeiten.

Die getrennte Sammlung von Glas und Altpapier wurde in Österreich begonnen – die Ergebnisse dieser Aktionen sind durchaus ermutigend. Experten sind überzeugt, daß die Österreicher bereit wären, an weiteren gezielten Altstoffsammlungen wirkungsvoll teilzunehmen. Das Hauptproblem des sortierten Sammelns von Abfällen besteht in der Organisation des Abtransportes, da der Abtransport nicht mehr auf Universalmüllwagen erfolgen kann. Für den Abtransport separierter Altstoffe ist daher ein erhöhter Organisationsaufwand notwendig, der zu hohen Kostenbelastungen führen und der die Wirtschaftlichkeit dieser Art der Abfallverwertung in Frage stellen kann.

Die getrennte Sammlung sollte in Zukunft nicht nur Glas und Papierabfälle, sondern auch die Stoffgruppen Kunststoffe und vor allem Metalle erfassen. Dabei wäre es von großem Vorteil, Haushalte oder Hausgemeinschaften mit entsprechenden Sammelbehältern auszustatten und Abfallprodukte, die rückgewinnbare Rohstoffe enthalten, entsprechend zu kennzeichnen.

Es liegt auf der Hand, daß eine vollkommene Sortierung von Hausmüll und eine getrennte Sammlung der sortierten Abfallstoffe den größten volkswirtschaftlichen Nutzen bringen würde.

11. Rohstoffe aus Neben- bzw. Abfallprodukten der grundstoffherzeugenden Industrie

In den vorhergehenden Abschnitten wurden bereits Hinweise auf Möglichkeiten der Rohstoffrückgewinnung aus Neben- bzw. Abfallprodukten der grundstoffherzeugenden Industrie gegeben. Die erwähnten Möglichkeiten sollen daher in diesem Abschnitt nur mehr zusammengefaßt und teilweise ergänzt werden.

In der eisen- und nichteisenmetallerzeugenden Industrie fallen große Mengen von Hüttenwerksschlacken an. Insbesondere die Hüttenwerksschlacken (Hochofenschlacken und Stahlwerksschlacken) finden bereits seit geraumer Zeit Verwendung als Baustoffe. Die Hochofenschlacken werden zur Erzeugung von Hüttenbimms und Schlackenwolle herangezogen. LD-Schlacken kommen teilweise im Straßenbau zum Einsatz. Die LD-Schlacke besitzt zusätzlich hohe Gehalte an Eisenoxid. Das Eisen könnte durch die Entwicklung entsprechender Verfahren aus der Schlacke rückgewonnen werden. Ein weiterer Anwendungsbereich der LD-Schlacke könnte nach Phosphatanreicherung in der Düngung für die Landwirtschaft liegen.

Die Stahlwerksschlacken der Edeltahlerzeugung enthalten mehr oder weniger hohe Gehalte an Legierungselementen (z. B. Chrom, Mangan). Es wäre auch hier denkbar, durch die Entwicklung entsprechender Verfahren Legierungselemente aus diesen Schlacken rückzugewinnen und damit diese teuren Rohstoffe einzusparen.

Von Seiten der Treibacher Chemischen Werke bestehen Intentionen, in Zusammenarbeit mit der VÖEST-Alpine aus festen Schlacken bei der Erzeugung von Ferrolegerungen entsprechende Metalle rückzugewinnen, wozu es notwendig ist, neue Verfahren zu entwickeln.

Bei der Kupfererzeugung in Brixlegg fallen Kupfer-schlacken an. Nach der Entwicklung eines entsprechenden Verfahrens wäre es auch in diesem Falle möglich, Kupfer bei Zink rückzugewinnen.

B. PROBLEME UND INNOVATIONSMÖGLICHKEITEN AUF DEM GEBIETE DER GEWINNUNGS-, AUFBEREITUNGS- UND VERFAHRENSTECHNIK

I. ALLGEMEINES

Österreich deckt derzeit seinen Bedarf an Roh- und Grundstoffen bei Außerachtlassung der nicht bergbäulichen Massenrohstoffe für die Baustoffindustrie etwa zu $\frac{2}{3}$ aus Importen; etwa $\frac{1}{3}$ des Roh- und Grundstoffbedarfes kann aus inländischen Quellen gedeckt werden. Nicht nur aus Gründen einer Verbesserung der Zahlungsbilanz, sondern auch aus Gründen wie z. B. geringerer Rohstoffabhängigkeit von anderen Ländern sollte in Österreich getrachtet werden, den vorhandenen Eigenversorgungsgrad an Roh- und Grundstoffen so hoch als möglich zu halten.

Der Eigenversorgungsgrad von mineralischen Roh- und Grundstoffen in Österreich hängt nicht nur von eventuell vorhandenen Lagerstätten, sondern in erster Linie von der Wirtschaftlichkeit der Erzeugung eines bestimmten Roh- und Grundstoffes ab. Die relativ geringen Erzeugungskosten von Rohstoffen in Ländern mit sehr reichen Lagerstätten können in Zukunft in einem Land wie Österreich nur durch die Entwicklung entsprechend wirtschaftlicher Abbau-, Aufbereitungs- und Verarbeitungsverfahren wettgemacht werden. Deshalb sollte der Innovation auf den Gebieten der Gewinnungs-, Aufbereitungs- und Verfahrenstechnik in der Weiterverarbeitung größtes Augenmerk zugelenkt werden. In diesen Bereichen sollte die Innovation vor allem dort vorangetrieben werden, wo es sich um kritische bzw. besonders kritische Versorgungsbereiche handelt. Möglichkeiten sind, wie Untersuchungen in den letzten Jahren gezeigt haben, durchaus vorhanden. So konnten in Österreich auch im Weltmaßstab gesehen bedeutende Wolframlagerstätten aufgefunden werden. Weiters konnten beträchtliche Neuaufschlüsse an Zinkerzen und an einigen Steinen und Erden gemacht werden.

Der Begriff der Innovation

Unter Innovation wird allgemein eine Änderung von Denkinhalten, Verhaltensweisen oder Dingen verstanden, sofern diese Denkinhalte, Verhaltensweisen oder Dinge sich von bereits bestehenden qualitativ unterscheiden. Die Innovation im industriellen Bereich zielt auf eine positiv empfundene Veränderung ihres Umfeldes, das als Markt bezeichnet wird. Sie umfaßt jede Änderung von Bedeutung.

- In den Wechselwirkungen der Unternehmung mit der natürlichen und sozialen Umwelt über:
 - a) die Einführung neuer oder verbesserter Produkte und Dienstleistungen auf dem Markt,
 - b) die Anwendung neuer oder verbesserter Produktionsverfahren und
 - c) die Beseitigung der schädlichen Auswirkungen der Verfahren, Produkte und Dienstleistungen auf die natürliche und soziale Umwelt.

- In der inneren Struktur der Unternehmung durch Änderung der Arbeitsorganisation, Organisationsstruktur, Einführung eines oder Verbesserung des bestehenden (elektronischen) Informationssystems, Steigerung der Produktivität, der Produktionsverfahren usw.

- In den Subsystemen der Unternehmung (Realisation einer neuen Produkt/Markt-Kombination, Schaffung eines neuen Subsystems usw.).

Die Innovation verlangt die Koexistenz dreier Faktoren: einer Gesamtheit von wissenschaftlichen und technischen Kenntnissen und Fähigkeiten, einer offenkundigen oder latenten Nachfrage und eines Systems, das diese Kenntnisse und Fähigkeiten in Güter und Dienstleistungen umwandelt, welche die Nachfrage befriedigen und den Ansprüchen des arbeitenden Menschen genügen. Die technische Innovation darf nicht mit technisch-naturwissenschaftlicher Forschung und experimenteller Entwicklung assoziiert werden. Forschung und Entwicklung bilden die Glieder der Kette, die sich in der Produktion fortsetzt und mit der Übertragung auf den Verbraucher endet. Diese Kette stellt den Innovationsprozeß dar, der somit das Integral der kreativen Tätigkeiten auf den Gebieten der Forschung und Entwicklung, der Produktion und des Marktes ist. Jede Innovation verlangt eine echte, überzeugte Zusammenarbeit von Forscher, Konstrukteur, Arbeitsvorbereiter, Organisator, Werkstatt-, Qualitätskontroll-, Rechnungswesen-, Wertanalyse- und Marketingmann. Geht man davon aus, daß die unternehmerische Tätigkeit in ihrer zweifachen schöpferischen Eigenschaft nach innen auf die Hervorbringung neuer oder verbesserter Produkte, Verfahren, Dienstleistungen und Produktverwendungen, nach außen auf die Beeinflussung der Umwelt- und Marktsituation gerichtet ist, dann wird klar, daß die Unternehmungsführung immer mehr zu einer Aufgabe wird, die sich mit der Planung, Organisation und Regelung der Innovationsprozesse zu befassen hat.

II. PROBLEME UND INNOVATIONSMÖGLICHKEITEN AUF DEM GEBIETE DER GEWINNUNGS-TECHNIK MINERALISCHER ROHSTOFFE

Aufgabe der Gewinnungstechnik und ihrer Weiterentwicklung ist es, unter Berücksichtigung der Sicherheit am Arbeitsplatz und des Umweltschutzes wirtschaftliche Verfahren für einen möglichst vollständigen Abbau von Vorkommen mineralischer Rohstoffe zur Verfügung zu stellen.

Allgemein kann gesagt werden, daß der in Zukunft immer notwendiger werdende Einsatz von wirtschaftlichen Abbauprozessen verbunden mit entsprechender Arbeitssicherheit und Verbesserung der Arbeitsbedingungen unmittelbar mit einer fortschreitenden Mechanisierung und Automatisierung in allen Betriebsbereichen verbunden ist.

Durch herkömmliche Abbaumethoden war man aus Stabilitätsgründen oder wegen komplizierter Lagerungsverhältnisse bisher nicht in der Lage, Lagerstätten vollständig abzubauen, wodurch große Lagerstättenanteile verloren gingen. Den Entwicklungen von Verfahren und Technologien zur Verminderung der Abbauverluste sollte daher in Zukunft entsprechende Bedeutung zugemessen werden.

Im laufenden Betrieb sollte darauf geachtet werden, leistungsfähigere Betriebsmittel zu entwickeln bzw. einzusetzen, wodurch sowohl eine Verbesserung der Sprengtechnik und des Ausbaus als auch eine ergonomischere Gestaltung der Arbeitsbedingungen erzielt werden könnten.

In Österreich ist auf die besonderen Verhältnisse alpiner Lagerstätten Bedacht zu nehmen und zu trachten, durch geeignete Maßnahmen zur Produktivitätssteigerung auch die Bauwürdigkeit armer Lagerstätten zu gewährleisten. Entwicklungen von Technologien für die selektive Gewinnung bestimmter Rohstoffe aus ungleichmäßig vererzten Vorkommen würden besonders vorteilhaft sein.

Als Gegenstand eines Technologietransfers in Rohstoffländer sind die bereits gewonnenen Erfahrungen und wären die in Zukunft entwickelten Technologien auf dem Gebiete der Gewinnungstechnik einschließlich des damit verbundenen Maschinen- und Anlagenbaus darüber hinaus geeignet, zur Sicherung der Versorgung Österreichs mit den notwendigen mineralischen Rohstoffen aus dem Ausland beizutragen. Zum Beispiel könnte ein bilaterales oder internationales Arrangement bei der Entwicklung von Verfahren der Rohstoffgewinnung aus dem Meer für die zukünftige Rohstoffsicherung in Österreich vorteilhaft sein.

III. PROBLEME UND INNOVATIONSMÖGLICHKEITEN AUF DEM GEBIETE DER AUFBEREITUNGSTECHNIK

Die von der Industrie und Wirtschaft benötigten mineralischen Rohstoffe fallen unter den Begriff „Primärprodukte“, sind aber bereits das Resultat technischer Prozesse, nämlich der Aufbereitung, welche vor allem die im Fördergut enthaltenen Wertminerale von den Begleitmineralien trennt und in Konzentraten anreichert.

Im Laufe der Entwicklung ist die Aufbereitbarkeit des Förderguts einer Lagerstätte zu einem immer entscheidenderen Kriterium ihrer Abbauwürdigkeit geworden. Die Aufbereitungstechnik ist mehr als nur eine Einflußgröße, welche die Wirtschaftlichkeit der Gewinnung mineralischer Rohstoffe mitbestimmt. Die Aufbereitungstechnik ist heute als unabdingbare Voraussetzung für die Existenz von Bergbaubetrieben anzusehen. Sie nimmt daher im Rahmen der Versorgung mit mineralischen Rohstoffen eine Schlüsselstellung ein.

Es muß besonders erwähnt werden, daß bei Integrierung des Faktors „Aufbereitung“ in die Lager-

stättensuche bzw. in eine frühe Phase der Lagerstättenschließung, somit bei Durchführung aufbereitungstechnischer Untersuchungen ab dem Zeitpunkt des Vorliegens der ersten Proben mit Wertmineralgehalten gerade bei oft auftretenden Alternativmöglichkeiten die Entscheidung erleichtert werden kann, welche Mineralvorkommen durch weitere geowissenschaftliche und geotechnische Erkundungsarbeiten bevorzugt untersucht werden sollten.

Das technologische Wissen auf dem Gebiete der Aufbereitung bildet überdies einen besonders geeigneten Anknüpfungspunkt bei Bemühungen um die Herstellung von engeren Handelsbeziehungen zu Rohstoffländern und kann den Zugang zu Rohstoffquellen, z. B. in der Dritten Welt, auf der Basis „Rohstoffe gegen Projektierung und Lieferung von Aufbereitungsanlagen“ eröffnen.

Eine Verbesserung der Aufbereitungstechnik für die Rohstoffversorgung sollte von folgenden technischen Zielsetzungen ausgehen:

- Verringerung der Wertstoffverluste in den Abgängen der Aufbereitung, d. h. Erhöhung des Ausbringens,
- Verbesserung der Qualitätsmerkmale der erzeugten Konzentrate, d. h. Erhöhung der Anreicherung,
- Ausdehnung der Aufbereitung auf Begleitminerale, die bisher in die Abgänge abgestoßen wurden,
- Steigerung der Leistungsfähigkeit der Aufbereitungsprozesse hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit auf wertstoffarme bisher nicht abbauwürdige Lagerstättenteile,
- Senkung der Aufbereitungskosten durch verfahrenstechnische Optimierung.

Auf die Rohstoffversorgung wirken sich Fortschritte bei der Verfolgung obiger Zielsetzungen wie folgt aus:

- Erfolge bei einer Erhöhung des Ausbringens sowie bei einer Ausdehnung einer Aufbereitung auf wertstoffärmere Lagerstättenteile bedeuten eine **Vergrößerung des verwertbaren Lagerstätteninhalts**, wodurch entweder die Produktion an mineralischen Rohstoffen gesteigert werden kann, ohne daß es zu einer vorzeitigen Erschöpfung der Lagerstättenreserven kommt, oder die Lebensdauer des Bergbaubetriebes zum Nutzen der künftigen Bedarfsdeckung verlängert werden kann.
- Durch eine verbesserte Anreicherung in Konzentraten können im allgemeinen bei der Weiterverarbeitung der Primärprodukte zu Finalprodukten wesentliche **Einsparungen, insbesondere auf dem Energiesektor** erzielt werden.
- Eine Ausdehnung der Aufbereitung auf bisher nicht beachtete Begleitminerale im Fördergut könnte in einer Reihe von Fällen der keramischen und der chemischen Industrie Rohstoffe zur Verfügung stellen, die bisher importiert werden

müssen. Am Rande sei erwähnt, daß mit dieser „Bergeverwertung“ auch ein Rückgang von Umweltbelastungen in Form von Bergen, Halden oder Schlamnteichen verbunden ist.

- Eine Senkung der Aufbereitungskosten durch verfahrenstechnische Neuerungen bzw. eine zusätzliche Erlösschöpfung aus der Erzeugung von Nebenprodukten aus den gewinnungswürdigen Begleitmineralien bedeuten ganz allgemein eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit bestehender Bergbauunternehmen. In dieser Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit liegt ein Beitrag zur Existenzsicherung heimischer Bergbauunternehmen und damit auch ein Beitrag zur langfristigen Rohstoffversorgung aus heimischen Quellen.

In einem rohstoffarmen Land wie Österreich kann die Zukunft der Eigenversorgung mit mineralischen Rohstoffen nicht in einer extensiven, sondern nur in einer intensiven, d. h. möglichst sparsamen Nutzung der vorhandenen Bodenschätze liegen. Die Situation auf dem Gebiete der Aufbereitungstechnik muß daher auch dann noch als unbefriedigend eingeschätzt werden, wenn sie dem internationalen Standard – also einem Durchschnitt – entspricht. Bei Anlegen eines derartig strengen Maßstabes an den Stand der Aufbereitungstechnik in Österreich findet man neben einzelnen bemerkenswerten Leistungen viele Mängel und eine Reihe von Fällen, wo die Möglichkeit einer besseren Lösung jedenfalls noch nicht durch eine wissenschaftliche Analyse widerlegt wurde.

Maßnahmen einer Verbesserung des Standes der Aufbereitungstechnik in Österreich müssen von der Tatsache ausgehen, daß jeder Aufbereitungsprozeß lagerstättenspezifisch ausgeformt werden muß und nur dann anwendbar wird bzw. optimale Ergebnisse bringt, wenn er der Eigenart des betreffenden Mineralvorkommens angepaßt wird. Die im Ausland erzielten Fortschritte in der Aufbereitungstechnik sind daher in den meisten Fällen nicht unmittelbar in der Lage, heimische Aufbereitungsprobleme zu lösen, da aufbereitungstechnische Standardrezepte für Österreich, dessen alpine Lagerstätten von seiten der Mineralvergesellschaftung und von seiten der Verwachsung vielfach Sonderfälle darstellen, nicht anwendbar sind.

Da der internationale Trend in Richtung Abbau von Großlagerstätten geht, in Österreich aber die Chancen eher in einer Auffindung bzw. Wiederinbetriebnahme relativ kleiner Lagerstätten liegen, sind bei der Planung heimischer Aufbereitungsanlagen, sollen sie optimal arbeiten, die genannten speziellen Gesichtspunkte zu beachten. Es ist daher kaum möglich, daß man in Österreich auf eigenständige Entwicklungsarbeiten und auf eine forcierte angewandte Forschung auf dem Gebiete der Aufbereitung verzichten kann.

Da die Bearbeitung spezieller Aufbereitungsprobleme einer bestimmten Lagerstätte eher fallweisen Charakter hat, kann im allgemeinen von den Berg-

bauunternehmen nicht die Einrichtung größerer Forschungsabteilungen für Aufbereitungsfragen erwartet werden. Sehr zweckmäßig erscheint hingegen die Schaffung einer Gruppe von Aufbereitern, die den Bergbauunternehmen auf Anforderung zur Bearbeitung und Lösung aktueller Aufbereitungsprobleme zur Verfügung steht, betriebsgebundene Entwicklungsarbeiten personell unterstützt und wissenschaftlich betreut, die im Zusammenhang mit der Lagerstättenerkundung notwendigen aufbereitungstechnischen Untersuchungen durchführt und die darüber hinaus den Kristallisationspunkt für die Ausbildung von Aufbereitungsfachleuten mit einem besonderen Grad an Spezialisierung sein könnte.

Im Interesse der künftigen Versorgung Österreichs mit mineralischen Rohstoffen sollte die angewandte Forschung auf diesem Gebiete der Aufbereitungstechnik zu einem vorrangigen Ziel erklärt werden.

IV. PROBLEME UND INNOVATIONSMÖGLICHKEITEN AUF DEM GEBIETE DER VERFAHRENS-TECHNIK IN DER WEITERVERARBEITUNG

Die Weiterverarbeitung von einheimischen oder importierten Erzen, Erzkonzentraten sowie anderen Mineralen stellt grundsätzlich einen entscheidenden Schritt in Richtung Erhöhung der Wertschöpfung aus genannten Materialien dar. Eine mit entsprechend wirtschaftlichem Nutzen verbundene Wertschöpfung liegt bei allen Weiterverarbeitungsverfahren jedoch nur dann vor, wenn die anfallenden Weiterverarbeitungskosten dem internationalen Standard entsprechen. Die inländische wirtschaftliche Erzeugung eines Roh- bzw. Grundstoffes aus einheimischen bzw. importierten Erzen setzt daher voraus, daß angewandte Erzeugungs- und Weiterverarbeitungsverfahren den derzeit modernsten Technologien entsprechen.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß neben der Anwendung moderner Technologien ein die Wirtschaftlichkeit maßgebend beeinflussender Faktor der Standort eines Weiterverarbeitungsbetriebes ist. Die Transportkosten von Erzen und anderen Mineralen, die naturgemäß von der Länge des Transportweges, aber auch in starkem Ausmaß von der Art des Transportmittels (Bahn- und LKW-Transporte von Massengütern sind wesentlich teurer als Transporte mit Binnen- oder Hochseeschiffen) abhängig sind, stellen derzeit eine der größten Kostenbelastungen der Erzeugung von Metallen und anderen Grundstoffen dar. In Zukunft wird es aus Kostengründen nur dort wirtschaftlich vertretbar sein, größere Mengen von Erzen und anderen Mineralen weiterzuverarbeiten, wo geringe Transportkostenbelastungen gegeben sind.

Die Probleme und Innovationsmöglichkeiten einzelner Weiterverarbeitungsverfahren liegen in großer Vielfalt vor. Bei allen Verfahren sind Entwicklungen voranzutreiben, die unter dem Gesichts-

punkt optimaler Wirtschaftlichkeit in Richtung Verbesserung des Input-Output-Verhältnisses wirken und optimale Energieausnutzung gewährleisten.

Eisen- und Stahlerzeugung

Österreich besitzt auf dem Sektor der Eisen- und Stahlerzeugung, nicht zuletzt wegen der eigenen Eisenerzvorkommen, eine große Tradition. Bedingt durch ausländische Eisenerzlagerstätten mit wesentlich hochwertigerem Erz (diese Erze besitzen den 2–3fachen Eisengehalt der einheimischen Erze) und bedingt durch die Binnenlage der österreichischen Eisenhüttenindustrie ist es für Österreich im Vergleich zu anderen Staaten, die ihre Hüttenwerke in der Nähe von reichen Erzlagerstätten oder am Meer liegen haben, immer schwieriger, kostengünstig den Rohstoff für die Stahlerzeugung, nämlich Roheisen, zu erzeugen. Dazu ist zu bemerken, daß der für die Reduktion von Erzen benötigte Koks zur Gänze importiert werden muß. Da der größte Teil der Rohstahlerzeugung nach dem in Österreich entwickelten, nun aber bereits in aller Welt verbreiteten Linz-Donawitz-Verfahren (LD-Verfahren) abläuft, wobei dieser Stahlerzeugungsprozeß als Ausgangsmaterial **flüssiges** Roheisen benötigt, ist an einen eventuell zukünftigen Import von im Ausland billiger erzeugtem Roheisen vorerst nicht zu denken. Mit einem eventuell in Zukunft vertretbaren Import von Stahlblöcken, die in Österreich weiterverarbeitet werden könnten, würde die Hüttenindustrie in Österreich einen Großteil der vorhandenen Roheisen- und Stahlerzeugungsbetriebe schließen müssen. Gleichzeitig würde dies zu einer Erhöhung der Rohstoffabhängigkeit vom Ausland und zu einer Stagnation der Weiterentwicklung von Technologien der Eisen- und Stahlerzeugung auf Grund des Fehlens eines eigenen Experimentierfeldes führen.

Gerade Österreich war in den vergangenen Jahren in vielen Fällen der Ausgangspunkt verschiedener Entwicklungen von Technologien auf dem Eisenhüttensektor, wobei diese Technologien ein nicht unbedeutender Exportartikel der österreichischen Industrie waren. Wie bereits erwähnt, stammt das in aller Welt stark verbreitete Verfahren der Stahlherstellung nach dem LD-Prozeß (Sauerstoff-Aufblasverfahren) aus Österreich. Daneben wurden Technologien, wie die des Stranggießens, des Elektro Schlackeumschmelzverfahrens und des Strangpressens von Rohren aus Edelstahl in Österreich entscheidend verbessert und zur Betriebsreife geführt.

Neue Verfahren der Erzeugung von Stahl über Direktreduktion von Eisenerzen und das Schmelzen des dabei gewonnenen Eisenschwammes im Elektrolichtbogenofen oder Induktionsofen stehen bezüglich ihrer Anwendung in Österreich außer Diskussion, da die Direktreduktionsverfahren nur in Ländern mit reichen Eisenerzlagerstätten und billigem Erdgas wirtschaftlich sind.

Eine Verminderung des Energieverbrauches bei der Eisen- und Stahlerzeugung wäre grundsätzlich

durch Anwendung von kontinuierlichen Stahlherstellungsverfahren möglich. Bereits auf diesem Gebiet in Österreich begonnene Entwicklungen könnten nach Fortsetzung entsprechende Erfolge zeitigen.

Bei der Erzeugung bestimmter Edelstahlqualitäten könnte, wie etwa in Deutschland, der LD-Tiegel als Erzeugungsaggregat herangezogen werden.

Edelstahlbleche sollten aus Kostengründen in Zukunft kontinuierlich auf Breitbandstraßen gewalzt werden.

Da wie bereits erwähnt, Kokskohle bzw. Steinkohlenkoks zur Gänze aus dem Ausland importiert werden muß, könnte im Hinblick auf eventuell auftretende Krisen ein der Entwicklung von Verfahren der Erzreduktion mit Hilfe von im Inland gewinnbarer Energie- und Reduktionsträger entsprechender Wert beigemessen werden. Entsprechende systematische Forschungen sollten auf diesem Gebiet in einschlägigen Universitätsinstituten durchgeführt werden.

Weiters sollte grundsätzlich in verstärktem Ausmaß an einer Verbesserung bisher vorhandener Sonderschmelz- und Umschmelzverfahren für Edelstähle gearbeitet werden.

Nichteisenmetallerzeugung

In Österreich werden die Nichteisenmetalle Kupfer, Aluminium, Blei, Zink, Wolfram und einige für die Erzeugung von Edel- bzw. Qualitätsstählen erforderlichen Ferrolegerungen erzeugt.

Die **Aluminiumherstellung** erfolgt aus zur Gänze importierter Tonerde mit Hilfe der Schmelzflußelektrolyse. Als ein für die Schmelzflußelektrolyse unbedingt erforderlicher Zusatzstoff, der den Schmelzpunkt des Aluminiumoxyds (Tonerde) herabsetzt, dient ebenfalls zur Gänze importierter Kryolith. Die Aluminiumerzeugung ist sehr energieintensiv (für die Erzeugung von 1 kg Aluminium benötigt man etwa 13–14 kWh). Jede Verbesserung der Technologie der Aluminiumerzeugung müßte darauf hinarbeiten, den spezifischen Energieverbrauch zu senken. Diesbezüglich wurden im Ausland Anstrengungen unternommen, wobei ein Verhüttungsverfahren für Bauxit angeboten wird, für das Energieeinsparungen bis zu 30% angegeben werden. Bei diesem neuen Verfahren wird im Gegensatz zur klassischen Aluminiumelektrolyse nicht Aluminiumoxyd, sondern Aluminiumchlorid als Ausgangsmaterial der Elektrolyse eingesetzt.

In Österreich sollte grundsätzlich die Anwendbarkeit dieses neuen Verfahrens überprüft werden. Außerdem wäre vor einer Entscheidung über den Neubau einer Elektrolyse zu überprüfen, ob der derzeit gewählte Standort der Aluminiumerzeugungsbetriebe bezüglich Transportkosten des Rohstoffes Tonerde und bezüglich Stromzulieferungsmöglichkeiten optimal gewählt ist.

Ausgangsbasis für die **Kupfererzeugung** in Österreich sind einheimische und importierte Schrotte.

Aus dem Kupferschrott wird Kupfer zum Raffinieren erzeugt, das anschließend einer Elektrolyse unterworfen wird. Bei der Erzeugung von Kupfer zum Raffinieren könnte überprüft werden, inwieweit aus Gründen der Energieeinsparung Sauerstoff verwendet werden könnte. Weiters wäre zu überprüfen, inwieweit die Errichtung eines Verformungsbetriebes zur Herstellung von Kupferhalbzeug im Anschluß an die elektrolytische Kupfererzeugung wirtschaftlich sinnvoll und vertretbar wäre.

Die **Blei-Zinkverhüttung** wird derzeit nach modernen Gesichtspunkten durchgeführt. Bei der Bleiproduktion wird im zunehmenden Maße der Erzeugung von Blei aus Sekundärrohstoffen (Akkuschrott) besonderes Augenmerk zugewandt. Eine diesbezüglich vollautomatische Akkuschrötaufbereitungsanlage wurde von der Bleiberger Bergwerks Union AG als Hauptbleiproduzent in Österreich in letzter Zeit in Betrieb genommen.

Die junge **Wolframerzeugung** (Wolframpulver und Wolframkarbid) in Österreich erfolgt nach einem sehr modernen Verfahren. Hierbei wird hydrometallurgisch mit Hilfe der Solventextraktion vorgegangen. Da das Ausbringen der genannten Solventextraktionsmethode noch nicht 100%ig zufriedenstellend ist, wäre es grundsätzlich zweckmäßig und erforderlich, zusätzliche Verfahren zu entwickeln, die ein optimales Ausbringen gewährleisten.

Bei der Herstellung von **Ferrolegerungen** fallen Schlacken an, die einen gewissen Restmetallgehalt aufweisen. Um das Input-Output-Verhältnis zu erhöhen, sind Anstrengungen im Gange, eventuelle Wertstoffe (Wertmetalle) aus der Schlacke rückzugewinnen.

Österreich verfügt über eine bedeutende Industrie zur Erzeugung von **Hartmetallen**, vornehmlich auf der Basis von metallischem Kobalt mit sehr harten Karbiden, wie Wolframkarbid, Titankarbid, Zirkonkarbid usw. Die Karbide ihrerseits werden aus den betreffenden Metallen und pyrolytischem Graphit in reduzierender Atmosphäre bei 2000° C hergestellt und die gewonnenen Karbide mit dem Kobalt bei etwa 1500° C gebunden (gesintert). Gerade der Industriezweig Hartmetallerzeugung lag und liegt bezüglich Entwicklung neuer Technologien gegenüber ausländischen Erzeugerfirmen immer um einige Jahre voraus.

Erzeugung feuerfester Baustoffe

Die Veredelung von eisenhaltigen Rohmagnesiten zu eisenarmen feuerfesten Baustoffen nach dem Aman-Prozeß (Auflösung in Salzsäure, thermische Dissoziation und Sinterung) steckt in Österreich noch in den Anfängen und könnte wahrscheinlich für die nächste Zukunft größere Bedeutung erhalten, da eisenarme Sintermagnesia verschiedentlich eingeführt werden müssen, um den steigenden Qualitätsanforderungen der Stahlindustrie an die feuerfesten Magnesiterzeugnisse zu genügen. Etwa 80% der Produktion der österreichischen Magnesit-

industrie werden exportiert. Abgesehen vom niedrigen Eisengehalt des Magnesits besteht in Österreich auch für die fernere Zukunft kein Mangel an geeigneten Rohstoffen; auch arbeitet die österreichische Magnesitindustrie nach eigenen modernsten Verfahren.

C. SUBSTITUTION

Unter Substitution eines Rohstoffes wird der Austausch bzw. Ersatz dieses Rohstoffes durch einen anderen Rohstoff verstanden. Dieser Austausch bzw. Ersatz kann sowohl an einem zweckgebundenen, in bestimmten Bereichen eingesetzten Rohprodukt (z. B. Ersatz des Erdöls durch Kohle), als auch an einem in beliebiger Verarbeitungsstufe stehenden Produkt erfolgen. Neben der Qualitätsverbesserung oder einer angestrebten Verbilligung eines Erzeugnisses gibt vor allem die **Verteuerung** oder **Verknappung** von Rohstoffen Anlaß zur Substitution.

Entscheidend für die tatsächliche Substitution ist die **Wirtschaftlichkeit** der Verwendung des Ersatzrohstoffes. Hierbei spielen neben der Rohstoffpreisrelation auch weitere Vergleichsgrößen wie Umstellungskosten auf einen anderen Rohstoff, eventuell zusätzlicher Bearbeitungsaufwand und die Lebensdauer eines Erzeugnisses sowie umweltschädliche Nebeneffekte eine wesentliche Rolle. Substitutionen sind daher nach dem heutigen Stand der Technik nur in **einem begrenzten Umfang möglich**.

Stahl ist im wesentlichen auf Grund der großen erzeugten Menge als nur gering substituierbar anzusehen, am ehesten noch im Bauwesen unter Ausnahme von Armierungsstahl. Aluminium kann in verschiedenen Fällen einen Ersatz des Stahles bringen; sinngemäß ist der Einsatz insbesondere dann, wenn die erzeugten Geräte, Maschinen oder Fahrzeuge dadurch besonders leicht werden und eine direkte Energieeinsparung eintritt.

Eine relativ breite Palette von Substitutionsmöglichkeiten bieten grundsätzlich Stahllegierungen an. Hierbei ist es durchaus möglich, daß ein bestimmtes Legierungsmetall vollständig durch ein anderes Legierungselement bzw. durch entsprechende Kombination anderer Legierungselemente ersetzt werden kann, ohne daß bestimmte Eigenschaften der Stahllegierung wesentlich verändert werden. Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, daß ursprünglich Schnellarbeitsstähle in erster Linie Wolfram als Basislegierungselement beinhalteten, und daß erst viel später das Legierungselement Wolfram durch andere Legierungselemente wie Chrom, Molybdän, Vanadin und Kobalt teilweise ersetzt wurde. Die gezielte Durchführung einer eventuellen Substitution eines Legierungselementes beim Edelstahl durch den Erzeuger kann in der derzeitigen Wirtschaftssituation nur beschränkt erfolgen, da sich dadurch die große Erzeugungspalette der Edelstähle verringern würde und keine Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt gegeben wäre.

Auf dem Gebiete der Elektrotechnik wurden besonders in letzter Zeit Anstrengungen unternommen, Kupfer durch Aluminium zu ersetzen. Auf diesem Gebiet ist der Substitutionsdruck vor allem preisbedingt. Die wesentlich niedrigeren Materialkosten bei der Anwendung von Aluminium an Stelle von Kupfer werden allerdings von den Verarbeitungs- und Installationskosten, die bei Aluminium in der Regel höher sind als bei Kupfer, zum Teil neutralisiert. Die technischen Anforderungen an Leitermaterial zum Einsatz in Generatoren, Transformatoren, Motoren, Schaltanlagen und anderem erfüllt Kupfer in nahezu allen Fällen besser als Aluminium. Ebenso ist Kupfer günstiger zu verarbeiten. Trotzdem kann Aluminium mit Kupfer konkurrieren. Der Preisvorsprung, den Aluminium in Zukunft weiter ausbauen dürfte, hat zur Entwicklung von Legierungen und Technologien geführt, bei deren Anwendung Aluminium konkurrenzfähiger wurde; er wird auch weiter in dieser Richtung wirken.

Aluminium selbst ist in sehr vielen Fällen als substituierbar anzusehen, insbesondere beim Einsatz von Aluminium in der Bauindustrie bietet sich eine breite Palette anderer Stoffe an. Aluminium ist dann nicht substituierbar, wenn seine besondere Leichtigkeit den Einsatz erfordert oder etwa seine hohe Leitfähigkeit ausgenutzt wird.

Eine weitere derzeit im Gang befindliche und daher hervorzuhebende Substitution zeichnet sich im Fahrzeugbau ab, wobei insbesondere Zinkdruckgußteile und Karosserieteile immer stärker durch Aluminium und Kunststoffe ersetzt werden. Das dabei verfolgte Ziel liegt u. a. in der Gewichtseinsparung von Fahrzeugen.

Zu Substitutionstendenzen auf dem Eisen- bzw. Nichteisenmetallsektor ist generell zu sagen, daß vor allem in Bereichen, in denen Metalle traditionsgemäß eingesetzt wurden und in denen metallische Eigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit, Verformbarkeit, Elastizität, Festigkeit, Zähigkeit usw. nicht unbedingt erforderlich sind, diese durch Kunststoffe oder Verbundwerkstoffe in zunehmendem Maße ersetzt werden. Durch Verbundwerkstoffe (Verbindung zweier Werkstoffe unterschiedlicher Eigenschaften zum Zwecke der Kostensenkung oder zum Erzielen besonderer Effekte) sind generell Teilsubstitutionen von Rohstoffen möglich (z. B. Hochspannungsleitungen aus Stahl und Cu bzw. Al, wobei Stahl als Träger der Festigkeit und Al bzw. Cu als Träger der elektrischen Leitfähigkeit fungiert).

In letzter Zeit wurden Anstrengungen unternommen, Asbest und Asbestergezeugnisse zu substituieren. Die Hauptgründe für Forschungen auf diesem Gebiete liegen darin, daß einerseits Asbest ein für die menschliche Gesundheit schädlicher Stoff (Asbest besitzt karzinogene Wirkung und verursacht Asbestose und ähnliche Krankheiten) ist, und daß andererseits die Vorräte an Asbest nicht

unbegrenzt sind (es muß mit einer Verknappung insbesondere bei Sondersorten, wie sie etwa in der Filter- und Bremsbelagindustrie benötigt werden, gerechnet werden). Die Bestrebungen Asbest zu ersetzen gehen dahin, synthetische Asbestsorten zu erzeugen bzw. Produkte zu erzeugen, die asbestähnliche Eigenschaften besitzen (z. B. Kunststoffasern).

Zur schrittweisen Substitution der Asbestarten, die zur Gänze zur Deckung des österreichischen Bedarfes importiert werden müssen (aus USA, Kanada, Südafrika, Rhodesien, Zypern) sollten auf dem Baustoffsektor geeignete Rohstoffe in Österreich gesucht werden. Dafür kommen verschiedene Gesteine im basischen bis ultrabasischen Bereich in Frage, die grundsätzlich in Österreich vorkommen. Die Untersuchungen hätten sich im wesentlichen auf die Feststellung der Eignung zu beziehen; die Verfahren sind schon im wesentlichen bekannt. Daneben kommen als Rohstoffe prinzipiell auch gewisse Schlacken in Frage, deren Eignung für diesen Zweck zu untersuchen wäre.

Kaum substituierbar erscheinen nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse die langfasrigen Asbeste, die sich zum Verspinnen eignen (Schutzanzüge, Schnüre usw.). In Österreich kommen nur Hornblendeasbeste zur Herstellung gewöhnlicher Baustoffe (Platten) vor. Hiedurch könnten nur etwa 10% des Gesamtverbrauches an Importen substituiert werden. Die Lagerstätten müßten aber näher untersucht werden.

Mit der Verknappung hochwertiger Mineralrohstoffe wird automatisch ein Ersatz durch minderwertigeres Material eintreten. Es ist durchaus denkbar, daß in Zukunft der Rohstoff Bauxit für die Aluminiumherstellung durch aluminiumreiche Tongesteine ersetzt werden könnte. Hochwertiges Magnesiumoxyd wurde in letzter Zeit bereits in stärkerem Maße aus Seewasser gewonnen, wodurch ebenfalls in gewisser Weise eine Substitution des bergbaulich gewonnenen Magnesits eintrat. Forschungsergebnisse zeigten, daß Magnesiumoxyd, wenn derzeit auch noch unwirtschaftlich, aus ultrabasischen Gesteinen wie z. B. Serpentin gewonnen werden könnte.

Die Substitution von Phosphorverbindungen, welche im wesentlichen in die Waschmittelindustrie und Düngemittelindustrie gehen, ist nur bei den Waschmitteln gegeben. Hier können Polyphosphate, welche heute in großen Mengen verwendet werden, durch andere Produkte ersetzt werden, wodurch gleichzeitig die Umweltbelastung unserer Flüsse und Seen reduziert werden kann. Da das Element Phosphor für das pflanzliche Leben unbedingt notwendig ist, ist ein Ersatz auf dem Gebiete der Düngung nicht denkbar. Jedoch sollte die Rückhaltung von Phosphor abgebenden Verbindungen im Boden gesteigert werden, mit dem Ziel, die Düngerraten zu senken.

Natürliche Fluorverbindungen, also Kryolith und Flußspat, sind für die österreichische Industrie nötig. Einerseits wird Kryolith bei der Aluminiumelektrolyse benötigt und ist derzeit kaum ersetzbar. In der Stahlindustrie ist ein prinzipieller Ersatz kaum durch Bauxit möglich. Gewisse verfahrenstechnische Umstellungen müssen dann jedoch getroffen werden.

Bei Gesteinsrohstoffen in Form von lockerem und festem Massengestein, die für Bauzwecke verwendet werden, spielt die Standortfrage im Hinblick auf die Transportkosten eine entscheidende Rolle, so daß schon regional eine Substitution von Bedeutung sein kann.

Für äußerst viele Zwecke kann Gips im Hausbau traditionelle Baustoffe ersetzen und die Beherrschung der physikalischen Eigenschaften von Gips sind so weit fortgeschritten, daß Gipshäuser mit über 50 Volumsprozent Gipsanteil nicht mehr selten sind und reine Gipsbauten bereits im Planungsstadium stehen.

Bei allen Produkten aus mineralischen Rohstoffen, deren Umweltschädlichkeit man erkannt hat oder die unwiederbringlich dispers über die Erde verteilt werden, sollte unbedingt eine Substitution erfolgen (z. B. Blei als Antiklopfmittel bei Treibstoffen, Mineralfarben mit Zink, Blei usw., Schädlingsbekämpfungsmittel mit Quecksilber).

D. SYNTHESE

Unter Synthese eines Minerals und im erweiterten Sinne eines Mineralgemenges wird grundsätzlich die künstliche Herstellung dieses Minerals oder Mineralgemenges aus bestimmten Ausgangsstoffen verstanden. Natürliche Minerale besitzen eine bestimmte Zusammensetzung und eine bestimmte Gitterstruktur. Bei der künstlichen Herstellung derselben verfährt man entweder nach den natürlichen Entstehungsbedingungen oder nach andersartigen Bildungsbedingungen, z. B. über den Schmelzfluß bei höheren Temperaturen.

Der heutige Stand der Technik läßt es grundsätzlich zu, eine Vielzahl von Mineralen künstlich zu erzeugen. Die Erzeugung ist jedoch vor allem eine Frage der Kosten und daher der Wirtschaftlichkeit.

Eine wirtschaftliche künstliche Erzeugung eines mineralischen Rohstoffes ist daher nur dann anzustreben, wenn einerseits die Wirtschaftlichkeit klar auf der Hand liegt oder wenn andererseits eine augenscheinliche Verknappung der natürlichen Vorkommen eines nichtsubstituierbaren Minerals auftritt. Der wirtschaftliche Nutzen wird vom jeweiligen Stand der Technologie entscheidend mitbeeinflusst. Die Synthese wird daher vor allem dort voranzutreiben sein, wo einerseits ein Bedarf gegeben ist und wo andererseits die Aussichten bestehen, möglichst kostengünstige Verfahren entwickeln zu können.

Bisher gelang es in einigen Bereichen synthetisch mineralische Rohstoffe unter den vorgenannten wirtschaftlichen Aspekten zu erzeugen.

In Schweden wurde eine Methode entwickelt, nach der die Herstellung künstlicher Diamanten mit wirtschaftlichem Nutzen erfolgen kann. Hierbei werden aus elementarem Kohlenstoff unter sehr hohen Drücken und bei dementsprechenden Temperaturen (diese Zustandsgrößen entsprechen den natürlichen Bildungsbedingungen von Diamanten) künstliche Diamanten, sogenannte Industriediamanten, hergestellt. Die Industriediamanten dienen nicht als Schmucksteine wie etwa die natürlichen, sondern finden als hochwertige Bohr-, Schleif- und Poliermittel industrielle Anwendung.

Künstlicher Graphit zur Herstellung von Kohleanoden für die Aluminiumindustrie, von Graphit Elektroden für Lichtbogenöfen, von Graphitformteilen für die Hartmetallfertigung und Stranggußanlagen usw. kann durch Erhitzen graphitierbarer Kohlenstoffkörper (soft carbons) auf 2500–3000° C erzeugt werden. Die Ausgangsprodukte für die Synthese werden durch Flüssigphasenpyrolyse geschmolzener, kondensierter Aromate bzw. durch Gasphasenpyrolyse gas- und dampfförmiger Kohlenstoffverbindungen hergestellt.

Hochwertige Schwingquarze, die in der Elektrotechnik Verwendung finden, werden seit langem durch Hydrothermalsynthese künstlich hergestellt. Wäßrige Lösungen von Natriumkarbonat oder Natriumhydroxyd, die Quarzkristallkeime enthalten, werden bei Temperaturen zwischen 300 und 400° C und Drücken bis zu 1500 bar 10 bis 20 Tage lang ausgesetzt. Hierbei bilden sich Einkristalle von Alphaquarz mit Gewichten bis zu 1500 g.

In letzter Zeit hat die künstliche Herstellung von Magnesiumoxyd (MgO) stark an Bedeutung zugenommen. Bei diesem Verfahren wird aus Meerwasser, das Magnesiumchlorid enthält, durch entsprechende Fällungs- und Trennungsvorgänge hochwertiges reines MgO gewonnen. Das hochreine Magnesiumoxyd (sogen. „Meerwasseragnesit“) dient als Grundstoff zur Erzeugung hochwertiger feuerfester Baustoffe.

Die Aluminiumherstellung aus Bauxit erfolgt über das synthetische Mineral Korund (Al_2O_3), aus dem durch Schmelzflußelektrolyse Reinaluminium gewonnen wird. Der aus Bauxit künstlich hergestellte Korund findet auch in der Schleifmittelindustrie Verwendung.

Der für die Aluminiumerzeugung wichtige Kryolith wird heute wegen zu geringer natürlicher Vorkommen ebenfalls synthetisch hergestellt.

Für die Feuerfestindustrie wäre die Mullit-Synthese ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), die über natürliche Aluminiumsilikate und synthetischen Feinkorund erfolgen würde und im Ausland bei günstigen Rohstoffverhältnissen praktiziert wird, von Bedeutung. Für Öster-

reich, wo Mangel an feuerfesten Tonen herrscht, wäre diese Frage nicht uninteressant, wenn vor allem bekannte Disthen-Vorkommen mit ausreichenden Vorräten über einen Aufbereitungsvorgang hiezu herangezogen werden könnten. Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Verfahrens hängt von der geographischen Lage der hierfür in Betracht kommenden Disthen-Vorkommen ab.

Bei verschiedenen industriellen Prozessen, wie etwa bei der Phosphorsäureherstellung aus Phosphaten, fällt als Nebenprodukt Kunstgips in großen Mengen an. Zur Entschwefelung von Verbrennungsgasen von Kohle, Erdöl und Erdgas wird das anfallende Schwefeldioxyd in wäßriger Lösung absorbiert und katalytisch oxydiert. Die so gebildete

Schwefelsäure wird durch Zusatz von feingemahlene Kalkstein zu Gips neutralisiert. Kunstgipse werden nach einer Reinigung von störenden Bestandteilen zu Halbhydratgipsen und Mehrphasengipsen weiterverarbeitet.

Mit der Verknappung bestimmter Minerale ist der Synthese in Zukunft größeres Augenmerk als bisher zuzuwenden. In diesem Zusammenhang sei auf Forschungsarbeiten zur künstlichen Herstellung von Asbestfasern hingewiesen, die bislang jedoch noch kein technisch brauchbares Resultat erbrachten. Die Versuche führten lediglich zur Verbesserung schlechter Naturasbestqualitäten, sie fanden jedoch in der Technik noch keinen Eingang.