©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. Festband für O. M. FRIEDRICH	ISSN 0253-097X	Band 10	S. 221–225	Wien, März 1989

Mineralogische Aufgabenstellungen in der Mineralaufbereitung

Von HANS JÖRG STEINER*)

Herrn em. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. O. M. FRIEDRICH aus Anlaß der Vollendung seines 85. Lebensjahres zugeeignet

Mineralogie
Mineralaufbereitung
Körnerpräparate
Mineralbestandsanalyse
Verwachsungsanalyse

Inhalt

1. Einleitung 221
2. Die Verbindung von Mineralogie und Aufbereitung im Spiegel des Schrifttums und in der Praxis 221
3. Mineralogische Untersuchungen als Mängelanalyse 222
4. Mineralogische Untersuchungnen für Planungsrechnungen 223
4.1. Verwendungszweck 223
4.2. Mitteilungsform der Untersuchungsbefunde 223
4.3. Übertragbarkeit des Untersuchungsbefundes 223
4.3.1. Anforderungen an die Präparate 223
4.3.2. Anforderungen an die Proben 223
4.4. Vorteile der Untersuchung von Merkmalsklassen 223
4.5. Hauptaufgaben der mineralogischen Untersuchung 224
4.5.1. Mineralbestandsanalyse 224
4.5.2. Verwachsungsanalyse 225
Literatur 225

1. Einleitung

Die Mineralaufbereitung ist die Verarbeitung von mineralischem Rohgut aus bergmännischer Gewinnung zu Mineralprodukten mit abnahmesichernden Gütemerkmalen und mit dem übergeordneten wirtschaftlichen Ziel einer Anhebung des Rohgutwertes auf den höchstmöglichen Betrag.

Allein schon die Fachbezeichnung mit ihrer Bezugnahme auf die Mineralwelt wird auch Fachfremde eine enge Verbindung zwischen dem Grundlagenfach „Mineralogie" und dem angewandten ingenieurwissenschaftlichen Fach „Mineralaufbereitung" vermuten lassen.

2. Die Verbindung von Mineralogie und Aufbereitung im Spiegel des Schrifttums und in der Praxis

Eine Sichtung des Schrifttums fördert eine Fülle von Veröffentlichungen zutage, die ein erfolgreiches Zusammenwirken von Mineralogie und Mineralaufbereitung herausstellen. So findet sich in jedem Lehr- oder Handbuch der Mineralaufbereitung ein Abschnitt oder jedenfalls ein nachdrücklicher Hinweis auf die Bedeutung mineralogischer Untersuchungen im Rahmen der Verfahrensausarbeitung (SME, 1985; KELLY, 1982; GAUDIN, 1957). Eine Reihe von Monographien der Mikroskopie (CRAIG & VAUGHAM, 1981; RAHMDOR, 1969; FREUND, 1957; SCHNEIDERHÖHN, 1922) enthält Abschnitte, welche den Nutzen mineralogischer Untersuchungen für die Mineralaufbereitung hervorheben. Zunehmende Beachtung findet dieser Themenkreis auch in Fachzeitschriften (JACQUIN & GATEAU, 1984; HAGNI, 1978), in den Beiträgen zu den Internationalen Aufbereitungskongressen (PREPRINTS XIV. INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS, 1982; PROC. XIII. INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS, 1979) und auch auf Sondertagungen (HAGNI; ICAM 81, 1983). Aufbereitungstechnische Forschungsanstalten in Übersee haben in den vergangenen Jahren sehr beachtliche Investitionen getätigt, so z. B. für Mikrosonden. In den Werbeschriften der Planungs- und Lieferfirmen von Aufbereitungsanlagen finden sich Bilder gut ausgestatteter mineralogischer Abteilungen. Die sogenannten „Durchführbarkeitsstudien" über Rohstoffprojekte enthalten zumeist Schliffbilder als Beleg für eine mineralogische Bearbeitung der Eingangsproben.

Die obigen Aussagen lassen auf eine maßgebliche Mitsprache der Mineralogie bei der Bewältigung von

*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. mont. HANS JÖRG STEINER, Institut für Aufbereitung und Veredelung, Montanuniversität Leoben, A-8700 Leoben.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Aufbereitungsproblemen schließen und zeichnen das erfreuliche Bild einer erfolgreichen Zusammenarbeit von Aufbereitern und Mineralogen.

Die technische Wirklichkeit aber sieht leider anders aus. In der Aufbereitungspraxis hat die mineralogische Untersuchung keineswegs jenen hohe Stellenwert erreicht, den das Schrifttum den Leser glauben macht. Dies gilt sowohl für die betriebliche Verfahrenslenkung als auch für die Verfahrensausarbeitung im Planungsstadium.

Die obige Feststellung wird vielleicht in wissenschaftlichen Kreisen Widerspruch hervorrufen. Man kann sich aber von ihrer Richtigkeit unschwer überzeugen, wenn man vor Ort in den Aufbereitungsbetrieben vergeblich nach einer Einbindung mineralogischer Untersuchungen in die Verfahrenslenkung sucht und auf Fragen wie z. B. nach einer Darstellung der Trennungsergebnisse in Form von Mineralbilanzen oder nach mineralbezogenen Henry-Reinhardt-Schaubildern keine Antworten erhält.

Nicht viel besser ist die Situation in der Praxis der aufbereitungstechnischen Planungsarbeit. Gegenwärtig stützt sich die Verfahrensausarbeitung in erster Linie auf eine zu bemerkenswerter Reife entwickelte Versuchstechnik, die ihre Ansatzpunkte bereits nach einer oberflächlichen Rohguttypisierung findet, den Versuchsablauf nach dem Vorbild bewährter technischer Lösungen gestaltet und den Weg zu einem brauchbaren Verfahrensvorschlag in der Regel nicht aufgrund eingehender Kenntnisse über die Rohgutbeschaffenheit, sondern durch ein systematisches Ausloten der aufbereitungstechnischen Möglichkeiten findet. Die Schliffbilder in den Durchführbarkeitsstudien beeindrucken die Kunden und erfreuen das Auge, sind aber wegen ihres Zufallscharakters und der Unbestimmtheit des Bruchflächenverlaufs aus aufbereitungstechnischer Sicht nahezu wertlos.

Es wäre der Sache einer besseren technischen Nutzung mineralogischer Untersuchungsmöglichkeiten nicht dienlich, die Augen vor der Kluft zwischen der Darstellung im wissenschaftlichen Schrifttum und der technischen Wirklichkeit zu verschließen. So erschient es daher einmal angebracht, die Schwachstellen an der Berührungsfront von Mineralogie und Mineralaufbereitung aufzuzeigen und aus einer kritischen Analyse des gegenwärtigen Zustandes zu einigen Schlußfolgerungen zu gelangen, die einem verbesserten Zusammenwirken dienlich sein können.

Geht man zunächst von der Frage aus, warum das vom Schrifttum gezeichnete Bild von der gegenwärtigen Praxis der Aufbereitung nicht bestätigt wird, so fällt bei einer Durchsicht der Veröffentlichungen auf, daß die Autoren im allgemeinen nicht Aufbereiter mit eingehender Erfahrung in der Betriebslenkung oder in der Anlagenplanung sind, sondern überwiegend Mineralogen, die im allgemeinen nur am Rande ihrer eigentlichen Tätigkeit mit der Mineralaufbereitung in Berührung gekommen sind, offenbar vorwiegend dann, wenn ihr fachlicher Rat in schwierigen Sonderfällen der Rohgutbeschaffenheit gesucht wurde.

So und nicht anders dürfte es wohl zu erklären sein, daß die im Schrifttum angeführten Beispiele, welche die Bedeutung mineralogischer Untersuchungen für die Mineralaufbereitung unterstreichen sollen, oft recht ausgefallener Natur sind und mit den täglichen Aufgabenstellungen des Aufbereiters wenig zu tun haben. Eine besonders ungünstige Aufnahme finden mineralogische Befunde, die sich nicht auf eine neutrale Sachverhaltsdarstellung beschränken, sondern sogleich auch technische Maßnahmen empfehlen, die einer ernsthaften Prüfung unter Berücksichtigung des technisch-wirtschaftlichen Gesamtzusammenhanges nicht standhalten können. Ein typisches Beispiel für eine derartige Verkennung fachlicher Grenzen sind Empfehlungen bezüglich des günstigsten Aufmahlungsgrades, abgeleitet aus einer Untersuchung einzelner Stückanschliffe.

An dieser Stelle ist aber nun die Klarstellung fällig, daß der nicht selten gehörte Vorwurf, dem Aufbereiter keine technisch verwertbaren Auskünfte zu liefern, den Mineralogen im allgemeinen zu Unrecht trifft. In solchen Fällen liegt das Versagen vielmehr auf der Seite des Aufbereiters, wenn er die Aufgabenstellung der mineralogischen Untersuchung nicht klar abgesteckt hat, den geeigneten formalen Rahmen der Ergebnismitteilung nicht definierte oder das Ergebnis von vornherein dadurch entwertete, daß er der mineralogischen Untersuchung ungeeignete Untersuchungsobjekte zur Verfügung stellte. Typisch für den letztgenannten Fall sind Rohgutproben im vorgebrochenen Zustand. Näheres dazu in einem späteren Abschnitt.

3. Mineralogische Untersuchungen als Mängelanalyse

Nach den kritischen Anmerkungen im vorangegangenen Abschnitt sollen nun die nützlichen Beiträge hervorgehoben werden, die mineralogische Untersuchungen im herkömmlichen Arbeitsschema der Verfahrensausarbeitung und Verfahrenslenkung leisten.

Unter den Rahmenbedingungen einer betrieblichen Verfahrenslenkung nach der Richtschnur der chemischen Produktanalysen oder einer Verfahrensausarbeitung durch Nachahmung der technischen Prozesse im Labormaßstab unter systematischer Abänderung der Versuchsbedingungen hat die mineralogische Untersuchung vorwiegend die Bedeutung einer Mängelanalyse an bereits erzeugten Produkten. Sie wird also vor allem dann gebraucht, wenn die erreichten Aufbereitungsergebnisse von den Erwartungswerten in einem auffallenden Maße abweichen, sei es in Richtung auf unerwartet hohe Ausbringensverluste oder zunächst unerklärliche Anreicherungsmängel. Die mineralogische Untersuchung soll dann eine Antwort auf die Frage geben, ob die Anreicherungsmängel oder Ausbringensverluste rohgutbedingt sind, d. h. mit dem Mineralbestand oder der Verwachsung zusammenhängen. Andernfalls wären die Ursachen unter den Verfahrensbedingungen zu suchen.

Ein bekanntes und auch immer wieder zitiertes Beispiel für den Einsatz mineralogischer Untersuchungen ist die Aufklärung von Wertstoffverlusten, die durch wertstoffhaltige, aber unter den jeweiligen Prozeßbedingungen nicht anreicherungsfähige Begleitminerale hervorgerufen werden. Die bekanntesten Beispiele hiefür sind Cerussit und Galmei in den Abgängen von Bleiglanz/Zinkblende-Flotationsanlagen.

An weiteren Beispielen für die nützliche Aufklärungsarbeit mineralogischer Untersuchungen wäre zu nennen: Scheinbare Magnetitverluste in den Abgängen einer Schwachfeldmagnetscheidung als Folge martitisierter Magnetitanteile. Unerwartet hohe Gangartanteile

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

in Hämatitkonzentraten aus der Starkfeldmagnetscheidung, verursacht durch feinstkörnige Magnetiteinschlüsse in den Gangartkörnern. Übermäßige Einschleppung von Zinkblende in Kupferkieskonzentrate, bedingt durch mengenmäßig nahezu unbedeutende, aber grenzflächenchemisch außerordentlich wirksame Kupferkies- oder auch Zinnkiesentmischungen in der Zinkblende.

Eine besonders wichtige Aufgabenstellung ist die Zuordnung von Ergebnismängeln und ungenügendem Aufschlußzustand. In diesem Zusammenhang soll aber auch nicht unerwähnt bleiben, daß einseitige mineralogische Befunde auch mißbraucht werden können. So kommt es schon vor, daß ein sorgfältig ausgewähltes Schliffbild eines einzelnen Korns mit einer besonders ungünstigen Verwachsungsstruktur benutzt wird, um ein Hinterfragen unbefriedigender Trennungsergebnisse abzublocken und um die Nutzlosigkeit weiterer Bemühungen um eine Ergebnisverbesserung glaubhaft zu machen.

4. Mineralogische Untersuchungen für Planungsrechnungen

4.1. Verwendungszweck

Die Schwachstellen einer Verfahrensausarbeitung nach der Methode der Nachahmungsversuche sowie die Unzulänglichkeiten einer Verfahrenslenkung allein aufgrund chemischer Produktanalysen sind durchaus praxisnahe Beweggründe für Bemühungen um eine Erfassung der Aufbereitungsvorgänge in Rechenmodellen zur Vorhersage von Aufbereitungsergebnissen.

Das Eingangsdatenfeld derartiger Rechenmodelle gliedert sich in eine rohgutunabhängige Kennzeichnung der Apparatewirkung und in die fallspezifische Gutbeschreibung.

Diese noch im Fluß befindliche Entwicklung hin zur prognostischen Rechnung verändert auch die Stellung der mineralogischen Untersuchung: Sie wird zu einem unabdingbaren Bestandteil der Datenbeschaffung für das Rechenmodell, anstatt – wie bisher – nur begleitende Stütze der Versuchsarbeit und der Ergebnisbeurteilung zu sein. Mit dieser neuen Zielsetzung ergeben sich aber auch neue Anforderungen und Rahmenbedingungen, auf die nun im folgenden hingewiesen werden soll.

4.2. Mitteilungsform der Untersuchungsbefunde

Die Ergebnisse mineralogischer Untersuchungen sind für Planungsrechnungen grundsätzlich nur dann geeignet, wenn sie als quantitativer mineralogischer Befund in der Sprache des Technikers abgefaßt werden. Diese Forderung beschränkt die Ergebnismitteilung auf Zahlentafeln und auf schaubildliche Darstellungen. Die wortreiche Zustandsschilderung hat somit im Rahmen der zusammenfassenden Befundmitteilung keinen Platz, ebensowenig wie die in den Anhang aufzunehmende Bilddokumentation der mineralogisch-petrographischen Erscheinungsformen.

Die Ausarbeitung des formalen Rahmens der Befundmitteilung ist eine Aufgabenstellung der Aufbereitungslehre.

4.3. Übertragbarkeit des Untersuchungsbefundes

4.3.1. Anforderungen an die Präparate

Aus aufbereitungstechnischer Sicht hat der am Präparat erarbeitete Befund noch keine unmittelbare Aussagekraft. Eine technische Bedeutung erhält das Untersuchungsergebnis erst durch ein ausreichendes Maß an Übertragbarkeit auf diejenige Gutmenge, für die das Präparat die Stellvertreterrolle einnehmen soll.

Voraussetzung für eine Übertragbarkeit des Befundes ist eine ausreichend große Zahl von Einzelbeobachtungen, wobei das Ausmaß der Übertragbarkeit nach den Gesetzmäßigkeiten der Statistik aus der Anzahl der Einzelbeobachtungen und der durchschnittlichen Beschaffenheit des Präparates zahlenmäßig abgeschätzt werden kann. Die Beschaffenheit einzelner Körner ist demgegenüber zufallsbedingt und somit als Befund ohne technische Bedeutung.

Aus der Forderung nach einer ausreichenden statistischen Sicherheit der Aussagen folgt zwingend, daß die in den Geowissenschaften beliebten Stückanschliffe und Stückdünnschliffe als Präparate für aufbereitungstechnisch ausgerichtete Untersuchungen völlig ungeeignet sind. Brauchbare Befunde mit der erforderlichen statistischen Aussagesicherheit sind nur von Körnermengen-Präparaten zu erwarten.

Diese Grundbedingung ergibt sich im übrigen auch aus der Forderung, daß die überaus wichtige Frage des Aufschlusses der Minerale, d. h. ihrer Freilegung aus dem Gefügeverband, nicht zu einem Gegenstand von Vermutungen über den Bruchflächenverlauf werden darf, sondern an tatsächlich geschaffenen Bruchstükken, d. h. an Körnermengen aus maschinellen Zerkleinerungsvorgängen, untersucht werden muß.

4.3.2. Anforderungen an die Proben

Als „Proben" mögen hier die für mineralogische Untersuchungen zur Verfügung gestellten Körnermengen gelten, aus denen zur Präparateherstellung entsprechende Teilmengen mit der Durchschnittsbeschaffenheit der Proben entnommen werden. Die Forderung nach gleicher Beschaffenheit von Probe und Präparat bedeutet den Ausschluß probenverändernder Vorgänge im Rahmen der Präparateherstellung. Vom Aufbereiter ist daher zu verlangen, daß er die Proben für die mineralogischen Untersuchungen in einem für die Präparateherstellung unmittelbar geeigneten Zustand – insbesondere in präparategerechter Körnung – übergibt. Er trägt auch die Verantwortung für eine genaue Dokumentation der probenerzeugenden Vorgänge und die Wiederholbarkeit der Probenbeschaffenheit. Zerkleinerungen auf probengerechte Körnungen sind nach dem Schema der stufenweisen Kreislaufzerkleinerung durchzuführen, da nur mit dieser Zerkleinerungsart sowohl wiederholbare als auch weitgehend maschinenunspezifische, die natürliche Bruchcharakteristik kennzeichnende Korngrößenverteilungen erhalten werden.

4.4. Vorteile der Untersuchung von Merkmalsklassen

Merkmalsklassen sind Körnermengen mit einer Körnerbeschaffenheit innerhalb angebbarer Grenzen. Die Proben für die mineralogische Untersuchung sollten stets wohldefinierte Merkmalsklassen sein.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die Herstellung der Merkmalsklassen erfolgt durch die aufbereitungstechnische Merkmalsklassenanalyse. Sie gliedert Körnermengen mit großer Streubreite der Beschaffenheit im Wege analysenscharfer Trennvorgänge in eine Folge von merkmalsverschiedenen Klassen.

Analysenscharfe Trennungen sind gegenwärtig in Bezug auf die Merkmale Korngröße, Dichte und Suszeptibilität möglich. Die zugeordneten Analysenmethoden sind die Siebung mit der gegenwärtigen Grenze bei etwa 10 μm, die Schwimm/Sink-Analyse und die Magnetscheidung im isodynamischen Feld. Die in jedem Fall zweckmäßige Einengung der Korngrößenstreuung erleichtert das zügige Durchmustern und Auszählen von Körnerpräparaten. Sie entschärft auch das bekannte Problem der Anschnittstatistik des Mineralbestandes verwachsener Körner (PROCEEDINGS XIII. INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS, 1979).

Zur Gewinnung eines Einblickes in die Korngrößenabhängigkeit der Zusammensetzung und des Aufschlußzustandes ist von vornherein eine Untersuchung abgestufter Korngrößenklassen erforderlich.

Eine zusätzliche Einengung der Merkmalsklassen in Bezug auf die Dichte und die magnetische Suszeptibilität ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn ein Produkt nur geringe Mengenanteile eines aufbereitungstechnisch intressierenden Minerals enthält. Durch die Anreicherung und das damit verbundene gehäufte Auftreten in bestimmten Merkmalsklassen wird nicht nur das Auffinden erleichtert, sondern auch das Bestimmtheitsmaß einer mengenmäßigen Erfassung verbessert. Mit Hilfe der mathematischen Statistik läßt sich überzeugend nachweisen, daß eine Merkmalsklassengliederung stets einen günstigen Kompromiß zwischen der angestrebten Genauigkeit des Befundes und dem erforderlichen Arbeitsaufwand ermöglicht.

Ein willkommenes Begleitergebnis der mineralogischen Untersuchung von Merkmalsklassen mit mehreren Merkmalsgrenzen ist die Auskunft über Zentralwerte und Streubereiche von Mineraleigenschaften. Dieser Umstand ist z. B. im Zusammenhang mit der Starkfeldmagnetscheidung stets von Interesse.

4.5. Hauptaufgaben der mineralogischen Untersuchung

4.5.1. Mineralbestandsanalyse

Im Schrifttum gilt eine quantitative Ermittlung des Mineralbestandes mit dem Ziel einer Auffindung und mengenmäßigen Erfassung aller vorkommenden Minerale als eine vorrangige Aufgabenstellung, die vor der Inangriffnahme von Aufbereitungsversuchen zu erledigen sei. Diese Forderung mag zwar einleuchtend klingen, trifft aber aus folgenden Gründen nicht den Kern der aufbereitungstechnischen Problemstellung:

Eine Untersuchung mit dem Ziel einer möglichst vollständigen Erfassung aller vorhanden Minerale, d. h. eine Gliederung nach rein mineralogischen Merkmalsunterschieden, kann sehr leicht ins Uferlose ausarten und endet auch gewöhnlich mit einer ellenlangen Liste von Mineralnamen, die es hoffnungslos erscheinen läßt, eine umkehrbar-eindeutige Beziehung zur chemischen Durchschnittsanalyse des Rohgutes oder der untersuchten Produkte herzustellen. Die Kenntnis dieses Zusammenhanges ist aber von entscheidender Bedeutung, weil angesichts des sehr hohen Zeitaufwandes für quantitative mineralogische Analysen nur die rasch arbeitende Serienanalytik in Bezug auf chemische Elemente den Weg zu der angestrebten serienweisen Beurteilung der Aufbereitungsergebnisse in Form von Mineralbilanzen freimacht.

Die Ermittlung eines sowohl widerspruchsfreien als auch umkehrbaren Zusammenhanges zwischen der chemischen Stoffbestandsanalyse und einer aus aufbereitungstechnischer Sicht ausreichend genauen mineralogischen Gliederung kann somit als eines der Hauptziele der mineralogischen Untersuchung angesehen werden. Der gesuchte Zusammenhang wird durch die Gehalte der physikalisch definierten Bestandteile (= Minerale) an chemisch definierten Stoffarten (Analysengrößen) festgelegt. Die Angabe der Gehalte als Matrix mit den Mineralen als Spaltenüberschriften und den Analysengrößen als Zeilenbeschriftung ist die mathematisch verwertbare Mitteilungsform des Befundes. Die Gehaltematrix ist nichts anderes als die Koeffizientenmatrix des linearen Gleichungssystems der chemischen Stoffinhaltsbilanzen.

Der Ergebnisvektor des Gleichungssystems wird von den chemischen Durchschnittsgehalten des jeweiligen Stoffsystems gebildet. Die Unbekannten des Gleichungssystems sind die Anteile an physikalisch definierten Bestandteilen. Mit der einmal bestimmten Koeffizientenmatrix können daher die chemischen Analysen der Produkte auf Mineralgehalte umgerechnet werden.

Das Gleichungssystem hat aber nur dann eindeutige Lösungen, wenn die Zahl der Unbekannten – also der mineralogisch definierten Bestandteile – nicht größer ist als die um 1 vermehrte Anzahl von linear unabhängigen chemischen Analysengrößen. Die Möglichkeiten der mineralogischen Gliederung werden daher durch die verfügbare Anzahl brauchbarer Analysengrößen eingeengt. In den meisten Fällen kann die oben genannte Bedingung nur durch eine Bildung von Mineralgruppen erfüllt werden.

Das aufbereitungstechnisch sinnvolle Kriterium für ein Zusammenfassen von Mineralen zu Mineralgruppen ist aber nun nicht die mineralogische oder die chemische Verwandtschaft, sondern die Verhaltensgleichheit bzw. eine weitgehende Verhaltensähnlichkeit im Aufbereitungsprozeß. Die Zugehörigkeit eines Minerals zu einer Gruppe wird somit zu einer verfahrensabhängigen Frage, stellt sich also z. B. in der Flotation anders dar als in der Dichtesortierung oder in der Magnetscheidung. Ein gutes Beispiel hiefür ist ein Talkanteil des Rohgutes, der im Falle einer Dichtesortierung zusammen mit anderen Schichtsilikaten eine Mineralgruppe bilden kann, im Falle einer Flotation aber wegen seiner besonderen Oberflächeneigenschaften stets getrennt von leichter benetzbaren Schichtsilikaten auszuweisen ist.

Eine Verhaltensgleichheit ist zwangsläufig gegeben, wenn eine Verwachsung vorliegt, die unter den gegebenen Randbedingungen als unaufschließbar anzusehen ist (Beispiel: Kupferkiesentmischungen in Zinkblende).

Wie man sieht, ist eine den Belangen der Aufbereitung Rechnung tragende Gliederung in Minerale bzw. Mineralgruppen sowohl eine mineralogische als auch eine aufbereitungstechnische Problemstellung. In Anbetracht der hinzukommenden chemisch-analytischen Fragen kann man sogar von einem Schnittstellenpro-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

blem der 3 Fachgebiete Mineralogie, Analytik und Aufbereitung sprechen.

Für die Ermittlung der Gehaltematrix gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die Berechnung aus den chemischen Durchschnittsanalysen und den zugeordneten Modalanalysen von mehreren Merkmalsklassen mit unterschiedlichen Gehalteschwerpunkten ist auch im Zeitalter der Mikrosonde ein empfehlenswerter Weg geblieben.

4.5.2. Verwachsungsanalyse

Für ein planmäßiges Vorgehen in Richtung auf ergebnisverbessernde Maßnahmen ist es unerläßlich, zwischen verwachsungsbedingten Fehlausträgen und solchen aufgrund anderer Einflußgrößen klar unterscheiden zu können. Für den Aufbereiter ist daher die Verwachsungsanalyse mindestens ebenso wichtig wie die Mineralbestandsanalyse.

Eine Kennzeichnung der Verwachsungsverhältnisse durch Zahlenangaben bzw. funktionale Abhängigkeiten mag dem Geowissenschafter zunächst als eine unerfüllbare Forderung erscheinen, wenn er an die nahezu unüberschaubere Vielfalt der Gefügegeometrie denkt und sich der Schwierigkeiten erinnert, die allein schon eine passende Benennung der Gefügearten macht (RAHMDOR, 1969).

Das Problem einer quantitativen Beschreibung der Verwachsungsverhältnisse wird aber auf überraschend einfache Weise einer Lösung zugeführt, wenn man gleichsam einen geistigen Standortwechsel vollzieht und nun nicht den unzerstörten Gefügeverband – die Verwachsung – betrachtet, sondern die verschiedenen Stadien einer Gefügezerstörung, d. h. den mittels Zerkleinerung erreichbaren Aufschlußzustand. Unter diesem Blickwinkel wird die Korngrößenabhängigkeit der Gefügezerstörung zu einem Maß für die Verwachsungsverhältnisse im unzerstörten Gefügeverband.

Die Begriffe, mit denen die Aufschlußverhältnisse quantitativ faßbar werden, sind der Aufschlußgrad und das Verwachsungsspektrum.

Der Aufschlußgrad eines Minerals ist der in Form freier (= einmineralischer) Körner vorliegende Mengenbruchteil des betreffenden Minerals. Der Begriff des Aufschlußgrades kann sinngemäß auch auf Mineralgruppen angewendet werden.

Die Vewachsungsspektren beschreiben die Häufigkeiten des Vorhandenseins von verwachsenen Körnern einer bestimmten volumetrischen Zusammensetzung. Die aussagekräftigste Darstellungsart von Verwachsungsspektren ist die Summenverteilung der volumetrischen Körnermenge über dem Volumenanteil an Nennphase (Henry-Reinhardt-Schaubild).

Die Kenntnis des Aufschlußzustandes in den einzelnen Korngrößenklassen bildet die Voraussetzung für eine rechnerische Vorhersage der bei einem gegebenen Körnungszustand möglichen Trennergebnisse. Darüberhinaus lassen sich aus der Korngrößenabhängigkeit des Aufschlußzustandes auch Gefügekennwerte ableiten, die in Verbindung mit einem aufschlußkinetischen Ansatz eine Vorausberechnung der Aufschlußverhältnisse für beliebige Körnungszustände ermöglichen (STEINER, 1975, 1984).

Literatur

CRAIG, J. & VAUGHAM, D.: Ore Microscopy and Ore Petrography. – 294–314, New York (John Wiley) 1981.

FREUND, H.: Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Band 2, Teil 2. – 243–435, Frankfurt 1957.

GAUDIN, A.: Flotation. – 393–413, New York (McGraw Hill) 1957.

HAGNI, R.: (Hrsg.) Process Mineralogy VI. – Vortragsband des Symposiums „Process Mineralogy" der Metallurgical Society, 431–456, New Orleans 1986.

HAGNI, R.: Ore Microscopy applied to Benefication. – Mining Eng. **30**, 1437–1447, 1978.

ICAM 81: Proc. 1. International Congress on Applied Mineralogy. – The Geological Society of South Africa, 175–323, 1983.

JACQUIN, J. & GATEAU, C.: Dévelopments de la minéralogie appliquée au traitement des minerais. – Industrie Minérale 66, H. 4, 172–188, 1984.

KELLY, E. & SPOTTISWOOD, D.: Introduction to Mineral Processing. – 17–20, New York (John Wiley) 1982.

PREPRINTS XIV. INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS Toronto 1982. – Session VIII: Mineralogy Applied to Ore Dressing, 1982.

PROCEEDINGS XVIII. INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS Warschau 1979. – 533–567, Amsterdam (Elsevier) 1981.

RAHMDOR, P.: Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen. – Berlin (Akademieverlag) 1969. 26–286, Oxford (Pergamon Press).

SCHNEIDERHÖHN, H.: Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten. – Berlin (Selbstverlag der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute) 1922.

SME Mineral Processing Handbook. – AIMME, 30–52 bis 30–64, New York 1985.

STEINER, H. J.: Liberation Kinetics in Grinding Operations. – Proc. XI. International Mineral Processing Congress, Cagliari 1975.

STEINER, H. J.: Über Fortschritte in der rechnerischen Erfassung der Verwachsungsverhältnisse und des Aufschlußvorganges. – Tagungsbericht „30 Jahre Forschungsinstitut für Aufbereitung" in Freiberg/Sachsen, 148–152, FIA Freiberg 1984.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Steiner Hans Jörg

Artikel/Article: Mineralogische Aufgabenstellungen in der Mineralaufbereitung 221-225