Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 103 (1985)

Heft: 22

Artikel: Mineralische Rohstoffe: Ergebnisse des Teilprogrammes C aus dem Nationalen Forschungsprogramm 7 "Rohstoff- und Materialprobleme"

Autor: Hofmann, Franz

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75795

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mineralische Rohstoffe

Ergebnisse des Teilprogrammes C aus dem Nationalen Forschungsprogramm 7 «Rohstoff- und Materialprobleme»

Zusammengestellt unter Mitwirkung der Projektnehmer von Franz Hofmann, Teilprogrammleiter Mineralische Rohstoffe, Schaffhausen

Das Teilprogramm C: «Mineralische Rohstoffe» hatte die Erfassung des einheimischen Potentials entsprechender Vorkommen im Hinblick auf die Versorgung in Krisenzeiten, aber auch angesichts deren beschränkter Verfügbarkeit zum Gegenstand. Zwei Projekte befassten sich mit dem Problemkreis «Kies» und bearbeiteten einerseits die Substitutionsmöglichkeiten für die in wenigen Dezennien zu Ende gehenden, abbaubaren Vorräte an hochwertigen Alluvialkiesen, anderseits die Beseitigungs- und Verwertungsmöglichkeiten für den bei der Kiesaufbereitung in grossen Mengen anfallenden Kieswaschschlamm. Zwei weitere Projekte untersuchten das Potential einheimischer Erzvorkommen, wobei eines davon eine Gruppe von Manganvorkommen im Oberhalbstein lagerstättenkundlich erfasste und ein anderes, grösseres Projekt einen ausgedehnten Teil des Kantons Wallis auf die mögliche Bedeutung dort vorhandener und teilweise neu entdeckter Schwermetallerzvorkommen untersuchte.

Das Nationale Forschungsprogramm Nr. 7: «Rohstoff- und Materialprobleme»

Am 7. Juli 1976 beauftragte der Bundesrat den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung mit der Durchführung des Nationalen Forschungsprogramms Nr. 7: «Rohstoff- und Materialprobleme», das aus vier Teilen besteht:

Teil A: Materialprobleme
Teil B: Bewirtschaftung biogener Roh- und Abfallstoffe
Teil C: Mineralische Rohstoffe
Teil D: Klärschlamm

Im Rahmen des Teilprogramms C wurden von Mitte 1979 bis Ende 1984 vier Projekte bearbeitet, deren Thematik und Ergebnisse im vorliegenden Schlussbericht vorgestellt werden.

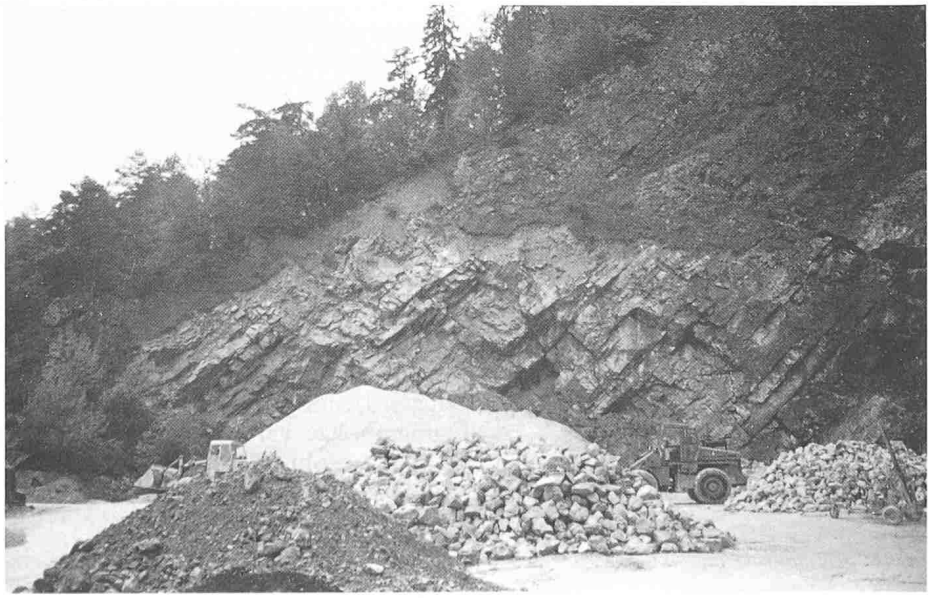
Teilprogramm C: «Mineralische Rohstoffe»

Aufgabenstellung

Im Hinblick auf die Rohstoffbeschaffung in Krisenzeiten, aber auch angesichts der Tatsache, dass mineralische Rohstoffe nicht beliebig verfügbar und nicht erneuerbar sind, spielt die Abklärung der Frage, wie gross das eigene Produktionspotential an mineralischen Rohstoffen ist, eine wesentliche Rolle.

Im Rahmen des Teilprogramms C waren die grösseren Lücken in der Erfassung der wirtschaftlich nutzbaren Erze, Steine und Erden auszufüllen. Ferner waren geeignete Methoden für die Erfassung der hierfür relevanten Daten und deren kartographische und modellmässige Darstellung zu entwickeln.

Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran sind im Basisprogramm ausgeschlossen.



Begründung

Die Leistungsfähigkeit verschiedener Zweige unserer Volkswirtschaft ist in erheblichem Masse von der ausreichenden Versorgung mit bestimmten mineralischen Rohstoffen abhängig.
Die meisten Industrienationen haben sich in letzter Zeit eingehender mit ihrem langfristigen Rohstoffbedarf befasst und entsprechende vorsorgliche Massnahmen getroffen. Grosse Bedeutung wird im allgemeinen der systematischen Untersuchung der eigenen Produktionsmöglichkeiten beigemessen, wobei auch Vorkommen einbezogen werden, die heute noch nicht wirtschaftlich genutzt werden.

Projektauswahl

Im Rahmen der Aufgabenstellung standen zwei Gruppen von mineralischen Rohstoffvorkommen zur Diskussion, zu denen unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Mittel von etwas über zwei Millionen Franken je zwei Projekte ausgewählt wurden:

□ *Nichtmetallische Rohstoffe («Steine und Erden»)*
Dazu gehören insbesondere Kiese, Sande, Tone und Kalkstein, die derzeit in grossem Stil genutzt werden, deren Produktionsmöglichkeiten aber an Grenzen stossen, die durch die allmähliche Erschöpfung und durch die Anforderungen von seiten des Gewässer- und Landschaftsschutzes, der Raumplanung usw. gesetzt werden.
Zu diesem Problemkreis wurden zwei Projekte ausgewählt, die sich sinnvoll ergänzen und den sehr aktuellen und bedeutenden Rohstoff *Kies* betreffen:

- *Substitution von hochwertigem Alluvialkies* der vorwiegend eiszeitlich entstandenen Schottervorkommen der grossen Talsohlen, deren abbaubare Vorräte in den nächsten Jahrzehnten zur Neige gehen werden
- Verwertung des bei der Kiesaufbereitung in grossen Mengen anfallenden *Kieswaschschlamms.*

□ *Metallische Rohstoffe (Erze)*
Einheimische Erzvorkommen werden derzeit nicht genutzt. Eine Beurteilung des Potentials nach dem heutigen Stand der Lagerstättenforschung war aber im Rahmen der Aufgabenstellung erwünscht. Zu diesem Thema wurden zwei besonders aussichtsreiche Gebiete bearbeitet:

- eine bekannte Gruppe von *Manganerzvorkommen* im Oberhalbstein
- ein grösseres, zusammenhängendes Gebiet des *Wallis* mit zahlreichen bekannten Indizien von *Schwermetall-Erzvorkommen.*

Die vier Projekte werden nachfolgend dargestellt.

Möglichkeiten der Substitution hochwertiger Alluvialkiese durch andere mineralische Rohstoffe

Projektnehmer
Prof. Dr. *Heinrich Jäckli*, Zürich
Prof. Dr. *Conrad Schindler*, Zürich

Mitarbeiter und Institutionen, die am Projekt mitwirkten
Geologisches Büro Dr. Heinrich Jäckli AG, Zürich
Dr. *W. Ryf*, Geologe
Dr. *U. Aeberli*, Geologe
P. Jordan, dipl. Geologe
Geotechnisches Büro Dr. von Moos AG, Zürich
Dr. *A. Wildberger*, Geologe
M. Gyger, dipl. Bauing. ETH
H. Bühl, dipl. Natw. ETH
EMPA, Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, Dübendorf
W. Studer, dipl. Ing. ETH
Dr. *J. Weber*, Petrographe
Bundesamt für Forstwesen
E. Kessler, Beauftragter für Landschaftsschutz
FSK, Fachverband für Sand und Kies, Nidau
A. Dörflinger, Geschäftsführer
Dr. *P. Eckardt*, Geologe, Zürich
W. Fisch, Geologe, Wettswil

Problemstellung

Die schweizerische Bauwirtschaft benötigt zur Zeit jährlich rund 30–35 Millionen m³ Sand und Kies. Das sind pro Einwohner immerhin rund 5–6 m³ pro Jahr.

Für diesen mineralischen Rohstoff mit seinen vorzüglichen Eigenschaften stellen hochwertige Alluvialkiese die wichtigste natürliche Bezugsquelle dar, wobei die jungeiszeitlichen «Niederterrassenschotter» die Hauptrolle spielen. Aber diese Kiesvorkommen erneuern sich nur in sehr kleinem Masse; ihr Abbau kommt deshalb, von wenigen Ausnahmen abgesehen, einer Ausbeutung von *nicht erneuerbaren Vorräten* gleich. Zudem gewinnen bei der Entnahme von Kies einschneidende Interessenkonflikte immer mehr an Bedeutung – Bauzonen, Verkehrsanlagen, Grundwasserschutz, Natur- und Landschaftsschutz, Bewaldung, Landwirtschaft – wodurch in den letzten Jahrzehnten in den meisten Gebieten mehr Kiesvorkommen der Nutzung entzogen wurden als durch den eigentlichen Kiesabbau verschwanden. *Kies wird dadurch zusehends zur Mangelware* (Bild 1).

Zielsetzung

Das vorliegende Forschungsprojekt des Schweizerischen Nationalfonds setzte sich zum Ziel, dem auf uns zukommenden Engpass in der Kiesversorgung dadurch zu begegnen, dass für die bisher zur Hauptsache abgebauten Vorkommen von hochwertigem Alluvialkies, welche fast stets auch einen höchst wertvollen Grundwasserleiter darstellen, *Alternativmaterialien* gesucht und systematisch auf ihre Eignung für die verschiedenen Verwendungszwecke geprüft wurden.

Alternativmaterialien

Als Alternativmaterialien kommen in der Schweiz einerseits kieshaltige Lokkergesteine, anderseits gebrochene Festgesteine in Frage.

Unter den alternativen Lockergesteinen wurden Moränen, Schotterablagerungen mit erhöhtem Lehmgehalt, Bach- und Rüfischutt, Gehängeschutt und Bergsturzmaterial untersucht. Ein Übergangsglied zu den Festgesteinen bilden die meist nur schwach verkitteten Nagelfluhbänke der mittelländischen Molasse. Als Festgesteine wurden Kalke und Dolomite des Juras und der Alpen, quarzreiche Sandsteine aus dem Flysch und den helvetischen Alpen, die gut verfestigten Nagelfluhen der subalpinen Molasse sowie massige Partien des Verrucano und schliesslich Granite und Gneise des Aarmassivs und Tessiner Gneise systematisch in die Untersuchungen einbezogen.

In einer *ersten Phase* des Forschungsprojektes wurde mittels Befragungen bei Kiesunternehmern, Baufirmen, Amtsstellen sowie Hochschulinstituten eine Dokumentation über bisherige Erfahrungen mit alternativen Rohstoffen, ihren Abbau und ihre Verwendung gesammelt.

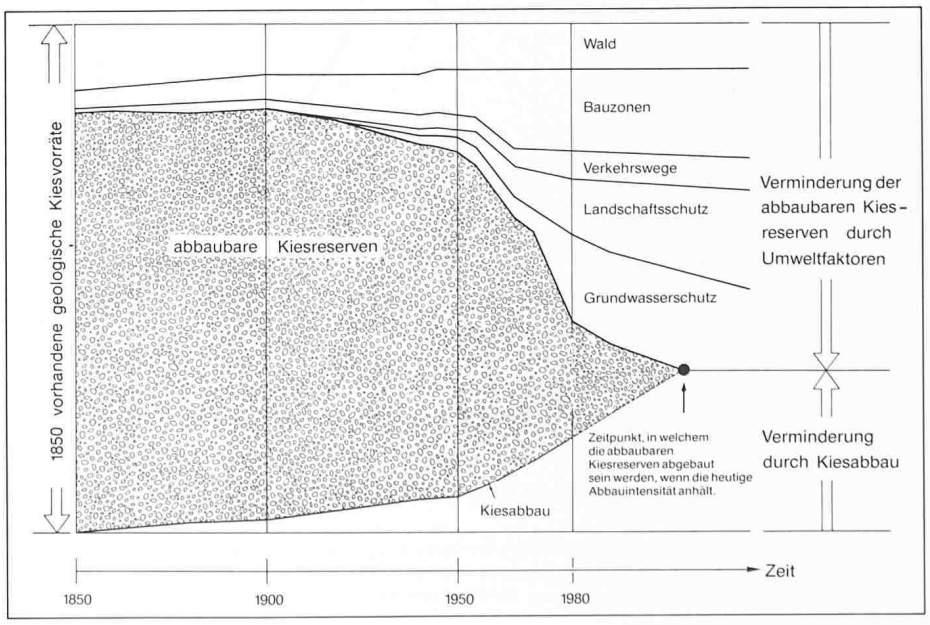
In der *zweiten Phase* wurden etwas über 100 Abbaustellen von Geologen besucht, geologisch und petrographisch charakterisiert und Proben von 24–40 kg für Laboruntersuchungen genommen.

In der *dritten Phase* schliesslich wurden an 6 ausgewählten Vorkommen von Lockergesteinen sowie 19 Vorkommen von Festgesteinen Proben von 5–12 t genommen. Sie wurden teilweise durch Sprengungen abgebaut und durchliefen eine normierte Aufbereitung, deren Wirkung genau ermittelt wurde, worauf das Material teilweise gewaschen und in Mengen von 400 bzw. 700 kg der EMPA für Laboruntersuchungen zugeführt wurde. Die aufwendigen Probeentnahme- und Aufbereitungsarbeiten erhielten von den betreffenden Kies- und Steinbruchunternehmungen stets eine effiziente Unterstützung.

An der EMPA Dübendorf wurden diese Materialproben auf ihre Eignung für die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten und speziell als Betonzuschlag geprüft, mit ihnen dann genormte Betonproben hergestellt und am erhärteten Beton bis zu 9 Tests ausgeführt. Die als Alternativmaterialien geprüften Lockergesteine lassen sich wie folgt charakterisieren:

Deckenschotter und glaziofluviale Ablagerungen im vergletscherten Bereich (mit Moräne verzahnte Schotter, sogenannte «Schottermoränen», sowie seitlich der Gletscher oder in natürlichen Gletscherstauseen abgelagerte Schotter) sind meist gut sortiert; der Anteil der Tonfraktion ist mit im Mittel 2,3% gering, jener der Weichgesteine unter den Komponenten liegt unter 10%; ört-

Bild 1. Schematische Darstellung der Verminderung der abbaubaren Kiesreserven in der Schweiz durch Umweltfaktoren bzw. planerische Massnahmen. Zu erkennen ist die starke Verminderung seit etwa 1950 durch Ausscheidung von Bauzonen und Forderungen des Landschafts- und Grundwasserschutzes. Der angewandte Vertikalmassstab wie auch der Zeitmassstab nach 1983 sind nur als generelles Schema aufzufassen und variieren im Detail für jedes Tal oder jeden Kanton in relativ weiten Grenzen.



liche Verkittung zu löcheriger Nagelfluh kommt in Deckenschottern häufig, sonst eher selten vor.

Moränen sind schlechter sortiert und weisen als Grundmoränen einen hohen Gehalt an Silt-, oft auch an Tonfraktion auf; mit abnehmender Korngrösse erhöht sich ihr Anteil an weichen und schlecht gerundeten Kieskomponenten. Günstiger liegen die Verhältnisse bei den meisten Ober- und Wallmoränen.

Bach- und Rüfischutt ist meist schlecht sortiert; der Anteil der Tonfraktion ist mit im Mittel 3–4% mittelgross; wegen der kurzen Transportwege ist die natürliche Elimination weicher Komponenten oft nur mangelhaft.

Bergsturzschutt zeigt eine von Ort zu Ort sehr stark wechselnde Kornverteilung mit oft hohem Feinanteil und reicht deshalb von sauberem bis zu siltigem oder gar tonigem Kies, mit Blökken von oft bedeutender Grösse und mit überwiegend eckigen Gesteinsfragmenten.

Die nur wenig bis mässig zementierten *Nagelfluhen der mittelländischen Molasse,* die stets als Bänke in Wechsellagerung mit Sandsteinen und Mergeln auftreten, können durch Sprengen meist soweit gelockert werden, dass sie nachher wie ein Lockergestein aufbereitet werden können. Viele Bänke entsprechen einem gut sortierten, sauberen Kies, wobei beim Abbau vorerst weiche, eckige Trümmer von der aus Sandstein bestehenden Matrix anfallen. Diese werden aber durch Verwitterung und den Waschprozess zu Sand zersetzt.

Verwendbarkeit von Alternativmaterialien

Als *Massenschüttgut im Tiefbau,* z.B. als Dammkörper für Verkehrsbauten, können zur Schonung hochwertiger Alluvialkiese bei geeignetem Vorgehen durchaus auch Moränen, glaziofluviale Ablagerungen im vergletscherten Bereich, Bach- und Rüfischutt, Gehänge- und Bergsturzschutt, wenig bis mässig verkittete Molassenagelfluh sowie Tunnelausbruch und Steinbruchabfälle verwendet werden. Dasselbe gilt weitgehend auch für Naturstrassen ohne Belag.

Auch als frostsicheres *Fundationsmaterial im Strassenbau* können die gleichen Materialien (Moränen allerdings nur teilweise) nach zweckmässiger Aufbereitung oder Stabilisierung Verwendung finden, ebenso gebrochene Festgesteine, sofern sie die nötige Druckfestigkeit und Frostsicherheit aufweisen.

Als *Bahnschotter* kommt nur gebrochenes, hartes Gestein in Frage, nämlich Kieselkalke, alpine Sandsteine, Amphibolite und feinkörnige, glimmerarme Granite.

Im *bituminösen Strassenoberbau* kommen als Alternativmaterial dieselben Gesteine in Betracht, dazu aber dank ihrer guten Bitumenaffinität auch reine Kalke.

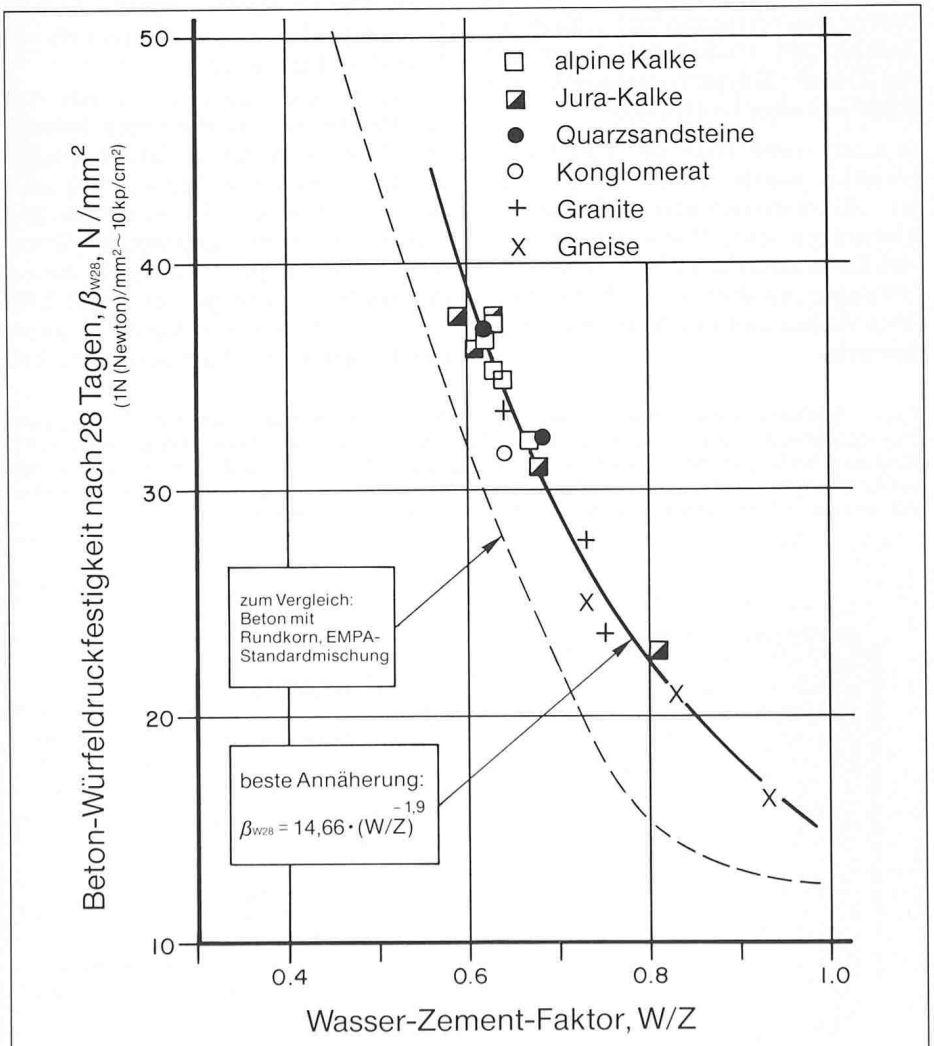
Die Eigenschaften von Alternativmaterial als *Betonzuschlagstoff* sind zum Teil durch praktische Erfahrungen bekannt, wobei insbesondere mit glaziofluvialen Ablagerungen im vergletscherten Bereich, mit Moränen verzahnten Schottern sowie Bach- und Rüfischutt gute Resultate erreicht werden. An mehreren weiteren Materialien wurden an der EMPA sehr umfassende und systematische Laboruntersuchungen vorgenommen. Es waren dies verschiedene Typen gebrochener Festgesteine aus Jura und Alpen, wenig bis mässig zementierte Molassenagelfluh, Bergsturzmaterial sowie teilweise verkittete oder verlehmte Schotter.

Diese Alternativmaterialien sind grundsätzlich als Betonzuschlagstoff ebenfalls geeignet (Bild 2). Mit Optimierung der Korngrössenverteilung, eventuell mit Zusatzmitteln oder Ersatz des Brechsandes durch Flussand, lässt sich in den meisten Fällen ein hochwertiger, teilweise sogar ein Spezialbeton erzielen.

Weniger geeignet sind z.B. gebrochene mittelkörnige Granite und Gneise, nicht geeignet dolomitisch-poröser Jurakalk. Für ein bestimmtes Verdichtungsmass verlangt Beton mit gebrochenem Festgestein als Zuschlagstoff einen höheren Wassergehalt als mit Rundkies, ergibt aber bei gleichem Wasser/Zement-Wert höhere Druckfestigkeiten. Eine höhere Frostbeständigkeit des Betons lässt sich nur mit luftporenbildendem Zusatzmittel unter Inkaufnahme einer reduzierten Druckfestigkeit erzielen.

Verschiedene, in der Beton-Norm SIA 162 genannte, empirische Beziehungen, beispielsweise zwischen Druck- und Biegezugfestigkeit bzw. E-Modul, lassen sich nicht ohne weiteres auf Beton

Bild 2. Beton mit Zuschlagstoffen aus gebrochenem Festgestein, Diagramm der Beton-Würfeldruckfestigkeit in Funktion des Wasser-Zement-Faktors



Beton: unveränderte Kornverteilung des gebrochenen Materials; PC 300: Verdichtungsmass ca. 1,2 (plastisch); Würfel 12×12×12 cm
Versuchsdurchführung: EMPA, Dübendorf

mit gebrochenen Zuschlagstoffen übertragen. Für die Beurteilung der Frostbeständigkeit empfiehlt es sich ferner, mehr als nur eine Methode heranzuziehen, da bei einzelnen Methoden die Gefahr einer gewissen Überschätzung der Frostbeständigkeit besteht.

Wie einleitend vermerkt, stösst die Ausbeutung der verbleibenden Vorräte an hochwertigem und alternativem Kies immer häufiger auf andere Nutzungsansprüche. In den letzten Jahren gewann der Schutz von Grundwasser, Natur- und Landschaftsschutz sowie von wertvollem Landwirtschaftsareal rasch an Bedeutung. Um die heutige Versorgungssituation klarer erkennen zu können, wurden die Rohstoffvorräte und die überlagernden Nutzungsansprüche in sechs für unser Land typische Gebiete *kartographisch* in einheitlichem Massstab 1:50 000 dargestellt. Die Probleme und damit auch die Darstellungsart wechseln zwar zwischen Jura, Mittelland und Alpen, es konnte aber trotzdem eine weitgehend einheitliche Legende angewendet werden. Solche *Karten* können unter anderem den Behörden *als Entscheidungsgrundlage* für die Planung der künftigen Gewinnung von kiesigem Material dienen, wobei auch weitere Probleme zu berücksichtigen sind, wie z.B. Lage von Mangelgebieten oder von Schwerpunkten der Verbraucher, Distanzen und Möglichkeiten des Transportes, Immissionen aller Art oder sinnvoller Einsatz von Materialqualitäten je nach Verwendungszweck.

Zur Schonung der hochwertigen Alluvialkiese sollten einzelne Aspekte einer Substitution noch weiter verfolgt werden. Dazu gehören die *Kosten* und der Energieverbrauch der verschiedenen Varianten von Abbau und Aufbereitung von Alternativmaterialien, ferner die *technischen Probleme* bei der Aufbereitung stark verlehmter Alternativmaterialien, die Verwertung von Kieswaschschlamm, die Entwicklung kiessparender Konstruktionen, die Wiederverwendung von Beton und Asphalt oder der Ersatz von Kies durch Kehrichtschlacke.

Von grundlegender Bedeutung wäre aber auch die Anpassung der verschiedensten *Normen*, die sich bisher praktisch stets auf hochwertigen Alluvialkies bezogen und so die Verwendung von Alternativmaterialien eher hinderten als förderten.

Beitrag zur Nutzbarmachung und Bewirtschaftung stark verlehmter Kiesvorkommen

Projektteam:

Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Bern:
Prof. Dr. *Tj. Peters*, Hauptgesuchsteller und Projektleiter Mineralogie/Petrographie

Zürcher Ziegeleien, Zürich:
Dr. *R. Iberg*, Mitgesuchsteller und Projektleiter Technologie,
Dr. *Th. Mumenthaler*, Koordination und Redaktion.

Problemstellung

Beseitigung und Verwertungsmöglichkeiten des in Kieswerken mit stark lehmigem Ausgangsmaterial in grossen Mengen anfallenden Kiesschlammes, eines Abfallprodukts, das in Zukunft die Kiesgewinnung in noch steigendem Masse belasten wird.

Ergebnisse:

Das Projekt befasste sich mit der Problematik der verfahrenstechnischen Behandlung des anfallenden Kiesschlamms und mit den Möglichkeiten zu seiner Beseitigung, vor allem aber auch mit den Möglichkeiten zu seiner nutzbringenden Verwertung als Rohstoff. Über die entsprechenden Ergebnisse wurden im «Schweizer Ingenieur und Architekten» [1], [2], [3] bereits drei Teilberichte publiziert, weshalb an dieser Stelle nur eine knappe Zusammenfassung des beim Nationalfonds deponierten Schlussberichtes gegeben sei.

Kiesschlamm-Entwässerung

Der Kiesschlamm fällt in den Kieswaschanlagen normalerweise in stark verdünnter Form als Kiesschlammwasser mit einem Feststoffgehalt um 50 g/l

Tabelle 1. Verwertungsmöglichkeiten von Kiesschlamm

Kiesschlammzustand	*Verwertungsmöglichkeit*	*Bemerkungen*
dickflüssig (Kiesschlamm flockuliert)	Mineralischer Zusatz zu stark organischen Böden oder zu organischen Abfällen (Klärschlämme)	Dosierung begrenzt, Mischschwierigkeiten
	Dichtungsmittel für Mülldeponien (mit oder ohne Bentonit)	Adsorption von Schwermetallen durch Tonmineralien Enthält noch viel Wasser, wenig standfest
stichfest (Kiesschlamm flockuliert + 2. Entwässerungsstufe)	Dichtungsmittel für Mülldeponien	
	Rohstoffkomponente bei der Herstellung von grobkermischen Produkten [1]	
	Material für den Strassenunterbau nach Stabilisierung mit CaO oder Zement	
	Rohmaterial für den Lehmbau	Einsatzmöglichkeiten in der Schweiz fraglich
granuliert, getrocknet	Substrat oder Füllstoff für chemische Produkte	
	Adsorptions- und Neutralisierungsmittel für Filteranlagen	
aktiviert (Schnellbrand bis etwa 900 °C)	Stabilisierungsmittel im Strassenbau (ähnlich CaO oder Zement, gemahlen)	
	Adsorptions- und Neutralisierungsmittel für Filteranlagen, granuliert oder gemahlen	
	Hydrothermal härtendes Bindemittel gemahlen	
	Hydraulisch härtendes Bindemittel, gemahlen [2]	
	Härter für Wasserglas-Sande in Giessereien, gemahlen	schwache, gegenüber anderen Härtern ungenügende Wirkung
getrocknet, gemahlen	Rohstoffkomponente für die Zementherstellung	
	Rohstoffkomponente für Sinterkeramik (Feinkeramik) [3]	
	Rohstoffkomponente für geschäumte Leichtbaustoffe [3]	
getrocknet, stückig	Rohstoffkomponente für Mineralglasfasern [3]	

an. Es stellen sich deshalb Probleme der Eindickung und des Wasserkreislaufs (Wasserrückgewinnung).

Kiesschlamm-Beseitigung

Für die Kiesschlammbeseitigung kommen in Betracht:

- Deponie und allenfalls Rekultivierung mit entsprechend langen Wartezeiten bis zur Konsolidierung
- Verwertung als Rohstoff zur Herstellung geeigneter Produkte. Dieser Aspekt war Hauptgegenstand des Projektes.

Verwertungsmöglichkeiten für Kiesschlamm

Zur Erarbeitung einer wesentlichen Grundlage für die Beurteilung der Verwertbarkeit der in der Schweiz anfallenden Kiesschlammtypen wurden granulometrisch regional repräsentative Proben entnommen und korngrössenmässig, mineralogisch sowie chemisch untersucht.

Die *Verwertungsmöglichkeiten* von Kiesschlamm sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Ausblick

Kiesschlamm wird in Zukunft in steigendem Masse anfallen. Er wird einerseits zunehmende Beseitigungsprobleme ergeben, stellt aber anderseits einen potentiellen Rohstoff dar.

Die praktische Ausführung der mit dem Projekt aufgezeigten Verwertungsmöglichkeiten ist in erster Linie eine Frage der Durchführbarkeit, die wesentlich von Kosten-Nutzen-Überlegungen abhängen wird. Die Voraussetzungen sind von Fall zu Fall unterschiedlich.

Ein Hauptanliegen des Projektes war es, den Kiesproduzenten, den Behörden und potentiellen Verwertern von Kiesschlamm technologische Grundlagen als Entscheidungshilfen und als Impulse für Problemlösungen zur Verfügung zu stellen.

Literatur

[1] *Peters, Tj.; Iberg, R.; Mumenthaler, Th.* (1982): Kiesschlamm als potentieller Rohstoff? Schweizer Ingenieur und Architekt, H. 19/82, Seite 385

[2] *Iberg, R.; Peters, Th.; Mumenthaler, Th.* (1983): Kiesschlamm als potentieller Rohstoff? II. Technologisches Verhalten von thermisch aktiviertem Kiesschlamm. Schweizer Ingenieur und Architekt, H. 36/83, Seite 845

[3] *Bayer, G.; Iberg, R.* (1983): Kiesschlamm als potentieller Rohstoff? III. Sinter- und Schmelzverhalten von Kiesschlämmen. Schweizer Ingenieur und Architekt, H. 39/83, Seite 917. Die gleiche Artikelfolge wurde ebenfalls in der Zeitung «Die Schweizer Baustoff-Industrie» publiziert: [1] 1982,6, [2] 1983,6, [3] 1984,1.

Lagerstättenkundliche Untersuchung der Manganvorkommen Parsettens und Falotta (Oberhalbstein)

Projektteam:

Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Bern:
Prof. *Dr. Tj. Peters*, Hauptgesuchsteller und Projektleiter, Prof. *Dr. E. Niggli*, Mitgesuchsteller, Dr. *M. Suana*, geologischer Bearbeiter

Institut für Kristallographie und Petrographie, ETH Zürich:
Prof. *Dr. V. Trommsdorff*, Mitgesuchsteller

Das Projekt geht auf eine Anregung von Dr. F. Gilliéron, Bern, zurück.

Problemstellung

Die Manganlagerstätten von Parsettens und Falotta haben während des letzten Weltkrieges mehrere tausend Tonnen Manganerz (mit über 30% Mn) für die Schweizerische Metallindustrie geliefert. Wahrscheinlich sind noch weitere, heute nicht an der Oberfläche aufgeschlossene Erzvorräte vorhanden. Wegen der ziemlich komplexen Lagerungs- und Mineralisierungsverhältnisse lassen sich aber die ausschlaggebenden Lagerstättenparameter nur mit Hilfe von Schürfungen und Bohrungen mit absoluter Zuverlässigkeit ermitteln. Um die Zweckmässigkeit solcher relativ aufwendiger Sondierarbeiten zu bestimmen und sie allenfalls rationell ausführen zu können, braucht es möglichst viele Grundlagen. Im Rahmen des Projekts sollte versucht werden, diese Grundlagen unter Zuhilfenahme althergebrachter (geologischer) und modernster (geophysikalischer) Methoden zu beschaffen. Neben der praktischen Bedeutung für die Versorgung mit Mangan während Versorgungsstörungen wäre dies auch ein Beitrag zur Lösung der grundsätzlichen Probleme, die sich bei der Erforschung von komplizierten Lagerstätten im alpinen Raum stellen.

Untersuchungsmethodik

Zur Lösung der Problemstellung wurden zur Hauptsache folgende drei Untersuchungsmethoden angewandt:

Geologische Detailkartierungen, strukturgeologische Untersuchungen und geophysikalische Messungen.

Für die *geologischen Detailkartierungen* konnten Höhenlinienpläne im Massstab 1:2000 mit 2 m Äquidistanz und im Massstab 1:500 mit 1 m Äquidistanz für die Lagerstätte Falotta und im Massstab 1:1000 mit 2 m Äquidistanz für die Lagerstätte Parsettens benutzt werden, die vom Bundesamt für Landestopographie erstellt worden waren. Die stark wechselnden lithologischen und strukturellen Verhältnisse konnten auf diesen Höhenlinienplänen mit genügender Genauigkeit aufgenommen und ausgewertet werden.

Strukturgeologische Untersuchungen waren nötig, um die Ausdehnung der Lagerstätten und ihre Internstruktur zu bestimmen. Detaillierte Messungen befassten sich mit der Klüftung und der Deformation der Nebengesteine. Die Ergebnisse konnten in Profilschnitten (Bild 3) dargestellt werden. Vor allem aufgrund der strukturgeologischen Untersuchungen wurden das Gebiet und die einzelnen Traversen für die geophysikalischen Messungen bestimmt.

Die *geophysikalischen Messungen* (ausgeführt durch die Firma Geotest in Bern) bestanden einerseits aus refraktionsseismischen Profilen, um die Moränen-Überdeckung zu bestimmen. Anderseits erlaubten magnetometrische Messungen und Messungen der induzierten Polarisation die Verfolgung der Erzlager unter der Bedeckung durch Moräne und Nebengestein.

Geologische Ergebnisse

Die Manganerze sind an rote, feingebänderte, kieselige Sedimente gebunden. Wegen des häufigen Auftretens von Radiolarienresten werden sie meist als Radiolarite bezeichnet und stellen ehemalige Tiefseeablagerungen dar. Wegen der starken tektonischen Beanspruchung findet man in diesem Gebiet kaum mehr ungestörte Gesteinsabfolgen. Dank der detaillierten Geländeaufnahmen konnte ein stratigraphisches Profil für den Bereich der Lagerstätten eruiert werden. Die Basis des erzführenden Radiolarits liegt auf basaltischen Kissenlaven und tuffogenen Ablagerungen. Nach oben geht der erzführende Radiolarit über in eine feinschichtige Wechsellagerung von rotem und grünem Kieselschiefer mit roten Tonschiefern.

Diese werden abgelöst durch eine Wechsellagerung von roten Tonschiefern und grünen Kalken, die in massige Kalkmarmore übergehen.

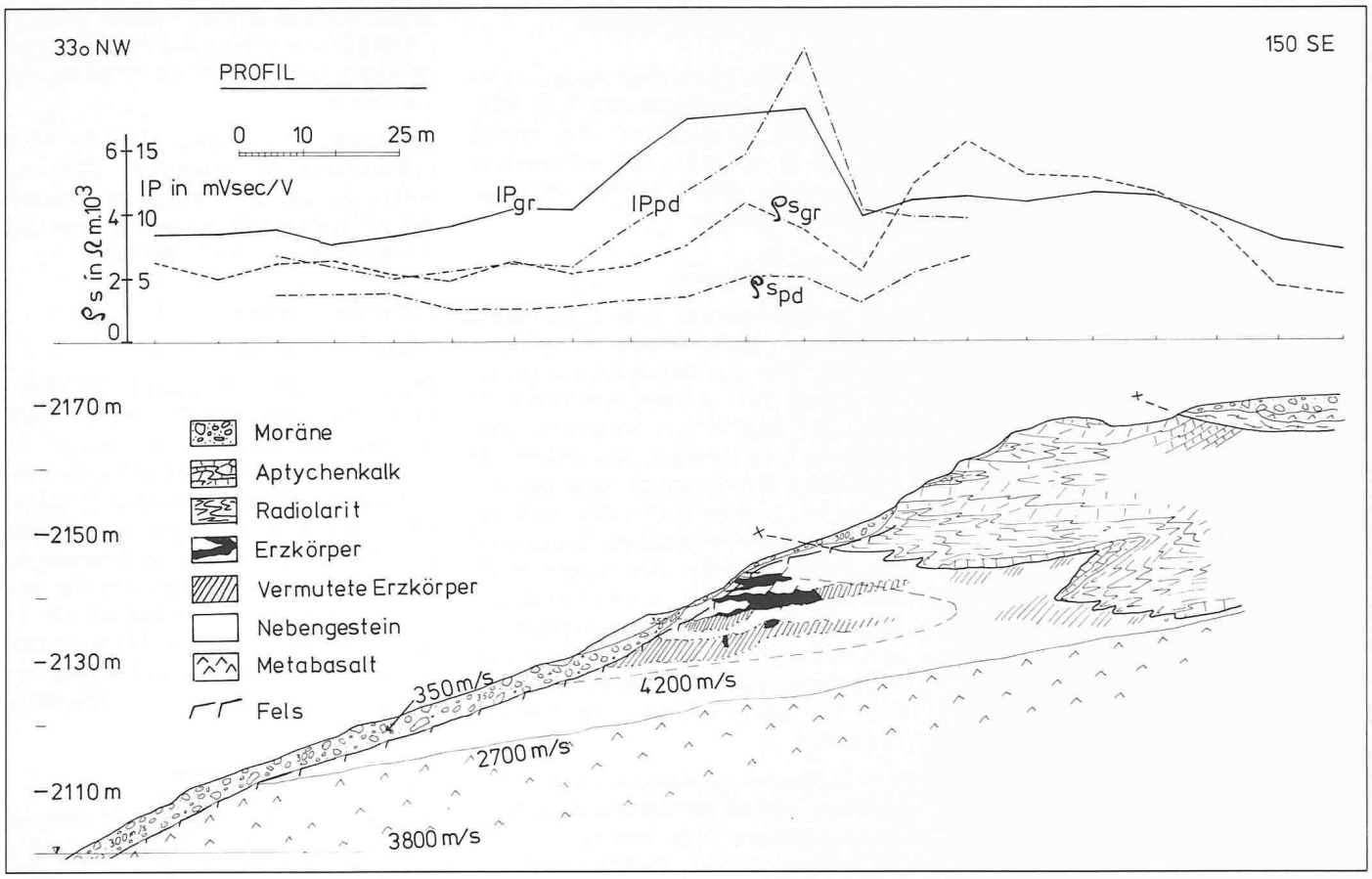


Bild 3. Geologisches Profil und geophysikalische Profile durch die Manganlagerstätte Falotta. Legende: σ_{gr} = spezifischer Widerstand (Gradienten-Dispositiv); σ_{pd} = spezifischer Widerstand (Pol-Dipol); IP_{pd} = Polarisierbarkeit (Pol-Dipol); IP_{gr} = Polarisierbarkeit (Gradienten-Dispositiv). Einige Angaben der Geschwindigkeit seismischer Wellen. X = Überschiebung

Aufgrund der Struktur und der Zusammensetzung lassen sich die Manganerze in drei Typen unterteilen:

□ Erz, das aus zusammengepressten, dünnen Braunitschichten oder Bruchstücken davon besteht. Braunit ($3Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$) und Quarz bilden praktisch die einzigen Mineralien.

□ Brauniterz mit brekziierter Internstruktur. Begleitet von Verquarzungen und Neubildungen z.B. von Parsettensit als im Oberhalbstein erstmals gefundenes, neues Mineral.

□ Erz, das überhaupt keinen Braunit enthält und aus teilweise wiederum tektonisierten Aggregaten der gleichen Neubildungen und Quarz besteht.

Das Manganerz fiel ursprünglich vermutlich während der Sedimentation der roten Tiefsee-Ablagerungen flächenhaft in Form von einige cm dicken Lagen aus. Die fleckenhafte Verteilung im Gebiet deutet auf lokale Quellen von hydrothermalen Lösungen, die das Mangan aus dem unterliegenden vulkanischen Gestein herauslösten. Dank tektonischen Vorgängen kam es dann zu den abbaubaren Anreicherungen. In einer ersten Phase müssen die Sedimente intensiv verfaltet worden sein, wobei die Erzbändchen in vielfach repetierte, enge Schlaufen gelegt wurden. Dabei wurde das weniger kompetente Nebengestein teilweise ausgepresst und die Erzbändchen zu Linsen verschweisst. Bei einer späteren tektonischen Phase wurden die Erzkörper von ihrer Unterlage abgeschürft und stellenweise angehäuft.

Nachdem man erkannt hatte, dass die Anhäufung der Erze strukturell bedingt ist, war es möglich, Voraussagen über mögliche Fortsetzungen der Vererzungen zu machen. In der Lagerstätte Parsettens wurde der Hauptvererzungsbereich schon weitgehend abgebaut, und es bestehen im Moment keine geologischen Anhaltspunkte für eine weitere Erstreckung der Hauptvererzung. An der Falotta dagegen dürfte nur ein kleiner Teil der Hauptvererzung während des Abbaus «angeknabbert» worden sein, und es war eine Fortsetzung in NE-Richtung unter der Moränenbedekkung zu erwarten. Um diese Vermutung zu überprüfen und weiter zu untermauern, wurden in diesem Gebiet die geophysikalischen Untersuchungen angesetzt.

Geophysikalische Ergebnisse

Mit Hilfe der Refraktionsseismik wurde die quartäre Bedeckung der möglichen Fortsetzung der Lagerstätte bestimmt. In der Nähe der alten Grube beträgt sie etwa 3 Meter, 110 m NE kann sie bis zu 10 m mächtig werden. Als geeignete Nachweismethode für Manganvererzungen erwies sich die induzierte Polarisation (IP). Damit liess sich unter der quartären Bedeckung eine ausgedehnte Anomalie feststellen (Bild 3).

Die magnetometrische Untersuchung führte zu keinem positiven Ergebnis. Die Widerstandskartierung zeigte die Verbreitung der Radiolarite auf, ohne zwischen erzführenden und erzfreien Typen zu unterscheiden.

Ausblick

Aufgrund der neuen geophysikalischen und geologischen Untersuchungen wird das Potential der Lagerstätte Falotta auf 40 000 bis 160 000 t Erz mit einem entsprechenden Manganinhalt von rund 12 000 bis 50 000 t geschätzt.

Bei einem jährlichen Bedarf von 2000–5000 Tonnen Mangan könnten die nachgewiesenen Vorräte der Schweizerischen Industrie während Versorgungskrisen zur Überbrückung dienen. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse liessen sich innerhalb kürzester Zeit die Standorte für ein Netz von Kernbohrungen bestimmen.

[4] *Suana, M.* (1984): Die Manganerzlagerstätten von Tinizong (Oberhalbstein, Graubünden). Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 64 (vollständiger Schlussbericht).

«Uromine» - Reconnaissance Minière au Valais

Groupe de travail:

Institut de Minéralogie, Université de Lausanne, Lausanne:
Prof. Dr *R. Woodtli*, requérant responsable et directeur du projet,
M. *Guy Della Valle*, géologue principal,
Dr *H.R. Pfeifer*, chef du Centre d'analyse minérale de l'UNIL,
Dr *P. Gex*, géophysicien, Institut de géophysique, UNIL.

Département de Minéralogie, Université de Genève, Genève 4:
Prof. Dr *F. Jaffé*, corequérant

Institut de Minéralogie, Université de Fribourg, Fribourg:
Prof. Dr *J. F. Von Raumer*, corequérant

Institut de Géologie, Université de Lausanne, Lausanne:
Prof. Dr *A. Escher*, corequérant.

Buts du Projet «Uromine»

Pour répondre à l'attente du Fonds national, quelques professeurs des Universités de Fribourg, de Genève et de Lausanne ont constitué une communauté de travail connue sous le sigle Uromine qui a choisi de rechercher sur territoire valaisan, entre St-Maurice et la vallée de Viège, des minéralisations économiquement intéressantes, tout au moins dans une économie de pénurie. Il s'agissait de réétudier plusieurs groupes d'indices de minéralisation et de les insérer dans une interprétation métallogénique régionale, puis de tester des méthodes de prospection relativement nouvelles pour les Alpes en vue de découvrir de nouveaux indices de minéralisation, notamment ceux se rapportant à des éléments chimiques négligés antérieurement; l'uranium est exclu de ce programme.

La préoccupation dominante est d'aboutir à des conclusions pratiques concernant le potentiel de minéralisation ainsi que la nature et le coût des travaux de confirmation et de développement à effectuer.

Cadre géographique et géologique

Géographiquement, le projet concerne le canton du Valais. Au S du Rhône entre le torrent de St-Barthélémy, près de St-Maurice à l'ouest et la vallée de Saas jusqu'en amont du barrage de Mattmark à l'est; au N du Rhône, le Lötschental et quelques vallées voisines ont été inclues dans le projet.

Géologiquement, on a affaire à deux domaines différents:

- Le massif du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges à l'ouest, et l'extrémité occidentale du massif de l'Aar, dans le Lötschental ainsi qu'aux roches métamorphiques de leur couverture;
- les grandes unités tectoniques, appelées nappes penniques, au S du Rhône; elles comportent des roches d'âges et de nature très différents et présentent une structure extrêmement compliquée.

Méthodes appliquées

Les recherches ont fourni l'occasion d'appliquer des méthodes de prospection qui, bien que classiques, étaient relativement peu utilisées en Suisse. Il s'agit des *méthodes de prospection géochimique* (prélèvement puis analyse de matériaux divers comme sable des torrents, sols, roches, etc.) et des *méthodes de prospection géophysique* (mesure de certaines propriétés des roches et de leur environnement: susceptibilité magnétique, conductibilité électrique, p. ex.). Les méthodes classiques de la géologie de terrain et les études de laboratoire ont joué également un rôle très important.

Ces méthodes conduisent progressivement au but en permettant d'éliminer progressivement des secteurs considérés comme stériles; normalement, on procède d'abord à une reconnaissance relativement sommaire, dite stratégique, qui vise à déterminer des zones favorables; dans ces dernières, on conduit des reconnaissances plus étoffées, dites tactiques, qui recherchent des points minéralisés, des indices de minéralisation. Des travaux détaillés sont ensuite exécutés sur ces derniers. Dans notre cas, ni notre cahier des charges, ni les moyens financiers mis à disposition ne permettaient d'exécuter des fouilles et des sondages qui eussent permis de mettre au jour des minéralisations en place, de les étudier dans le détail, d'en déterminer la composition chimique et minéralogique, d'estimer des réserves de minerai, et de procéder à des essais de traitement.

Nos travaux ont été axés en permanence sur l'objectif essentiel du projet, c'est-à-dire procéder à un inventaire des ressources indigènes potentielles utilisables dans une économie de pénurie, ce qui comporte indéniablement un arrière-plan stratégique. C'est l'une des raisons qui nous a incités à concentrer nos efforts sur la recherche de minerais d'intérêt stratégique comme le tungstène (appelé aussi wolfram), le molybdène, le cobalt et le nickel. La consommation intérieure apparente de la Suisse, obtenue par la différence entre le tonnage des importations et celui des exportations demeure modeste, de quelques dizaines de tonnes à quelques milliers de tonnes par an, selon la substance considérée. Cela signifie donc que même des gîtes de petit volume peuvent présenter une valeur stratégique et économique considérable en certaines circonstances.

Signalons encore que plus de 4200 échantillons de concentrés alluvionnaires, de sols, de roches et de minerais ont été prélevés; la plupart d'entre eux ont été analysés pour 17 éléments.

Cibles découvertes

Massifs cristallins

Dans et autour du massif du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges, à l'ouest du territoire étudié, et du massif de l'Aar (Lötschental) dans le Valais central, est confirmée l'existence de minéralisations wolframifères, sous forme de scheelite ($Ca\ WO_4$). La présence de tungstène était attendue dans ces secteurs; toutefois, la fréquence de la scheelite dans une aire de diffusion aussi vaste représente dans les deux cas une acquisition nouvelle et encourageante pour la prospection.

Association or-tungstène

Dans le massif des Aiguilles Rouges, on note l'association de la scheelite avec l'or à Salanfe et une proximité avec l'uranium à la Creusa. Dans le massif du Mont-Blanc, l'association scheelite et or se retrouve sur l'alpe des Pétoudes.

Association tungstène-molybdène

Dans le massif de l'Aar (Lötschental) la scheelite paraît s'associer à la molybdénite dans un milieu géologiquement bien caractérisé. La présence du «prospect» de l'Alpjahorn et d'une vaste zone d'indices disséminés conduisent à conclure à la probabilité d'un district à wolfram et molybdène dans le nez occidental du massif de l'Aar.

Scheelite dans le Pennique valaisan

Le résultat majeur obtenu par les travaux d'Uromine, c'est la découverte dans la zone dite pennique, c'est-à-dire au S du Rhône, d'une distribution régionale de scheelite dans ce qu'on peut appeler une «ceinture wolframifère», s'étendant du Val Ferret au Val de Saas. La présence de scheelite dans cette région n'était pas démontrée avant nos recherches, bien que les découvertes dans les Alpes autrichiennes et italiennes aient attiré notre attention sur cette possibilité.

D'après nos observations, de nombreux indices de minéralisation sont situés dans des amphibolites rubanées du socle pré-westphalien de la nappe Siviez-Mischabel, ainsi que dans certains gneiss de la nappe du Mont Rose. Fait intéressant, nous en avons aussi découvert (de manière sporadique jusqu'à présent) dans d'autres unités tectoni-

Métaux	*Nom de l'indice; localisation*	*Coordonnées, altitude*	*Minéralisation principale*	*Teneur moyenne (* = teneur isolée)*	*Type de dépôt; contrôle structural*	*Unité structurale; roche encaissante*	*Dimension de la zone anomale*	*Ordre de grandeur des réserves géologiques potentielles (t. minerai)*	*Méthode de découverte*
Au, W, As	Salanfe; Vallon de Van	563 100/ 108 800 2200 m	arsénopyrite or natif scheelite	18,2 g/t Au 0,34% WO_3 6,1% As	lentilles stratiformes; stratification et charnière de plis	cristallin des Aiguilles Rouges; Amphibolite	1200 m	10^4–10^5 t	connu; compléments par géophysique et géochimie
Au, W, As	Petoudes; Vallée de Trient	566 900/ 97 100 1820 m	arsénopyrite scheelite or	0,2–0,9 g/t Au	filons, dissémination, plaquage; schistosité axiale, failles	socle antéhercynien Mont-Blanc; mylonites et gneiss à biotite, calcsilicates	> 1000 m	?	prospection géochimique alluvionnaire
Cu, Zn Ag, Au	Laulosses; Val de Zinal	612 630/ 108 350 2700 m	pyrite chalcopyrite blende	0,8% Cu 0,4% Zn 21 g/t Ag 0,4 g/t Au*	niveau stratiforme; stratification	nappe schistes lustrés et ophiolites; zone du Combin; prasinites	1500 m	10^5–10^6 t	prospection géochimique
Cu	Satarma; Val d'Arolla	603 210/ 98 440 2130 m	chalcopyrite pyrite	10% Cu	lentilles stratiformes; stratification, charnières de plis	nappe schistes lustrés et ophiolites; zone du Combin; prasinites	150 m	?	connu; compléments par géophysique et pédogéochimie
Cu, Zn, Au	Val de Moiry	610 230/ 110 170 2520 m	pyrite chalcopyrite	1,65% Cu 0,1% Zn 1,2 g/t Au*	lentilles stratiformes; stratification et charnières de plis	nappe schistes lustrés et ophiolites; zone du Combin; prasinites	600 m	?	cartographie géologique, géochimie, géophysique
W	Mission: Val d'Anniviers	612 562/ 115 550 1700 m	scheelite	1% WO_3	dissémination dans laminations quartzofeldspathiques; plan de foliation	nappe de Siviez-Mischabel; amphibolite rubanée	80 m	?	prospection géochimique alluvionnaire et des sols
W	Liez; Val d'Hérens	602 500/ 112 500 2000 m	scheelite		dissémination dans laminations quartzofeldspathiques et veines de quartz	nappe de Siviez-Mischabel; veines de quartz et amphibolite rubanée	500 m	?	prospection géochimique alluvionnaire et des sols
Co, Ni	Pipji; Val de Tourtemagne	112 280/ 620 620 2635 m	skuttérudite	6,6% Co 12,3% Ni	filons; plan de clivage crénulation	nappe de Siviez-Mischabel; micaschistes et amphibolites	40 m	10^2–10^3 t	cartographie géologique
Pb, Zn, Ag	Vernecs; Val de Zinal	613 920/ 110 350 1780 m	galène blende	8% Pb* 1% Zn* 99 g/t Ag*	lentilles stratiformes; plan de foliation	nappe de Siviez-Mischabel; prasinites	1100 m	?	prospection géochimique alluvionnaire et des sols, géophysique

N.B. A un stade moins avancé d'exploration se trouvent d'intéressants indices de scheelite dans le Lötschental et le vallon de Mattmark

Tableau 2. Indices de minéralisation les plus importants réexaminés ou découverts par Uromine

ques. Ainsi, des guides géologiques et pétrographiques sont disponibles pour orienter les indispensables recherches complémentaires.

L'association cobalt-nickel et son potentiel

L'existence d'un district cobalto-nickélifère qui déborde vers l'E le secteur Anniviers-Tourtemagne est confirmée. Des occurrences très riches peuvent se rencontrer au voisinage des fahlbandes, ainsi qu'à proximité de roches basiques métamorphiques récemment découvertes.

Le potentiel de cobalt présente un intérêt stratégique certain; l'apport du nickel pourrait être assez considérable dans une économie de pénurie; ces faits conduisent à recommander de procéder à des recherches plus poussées.

Minerais sulfurés polymétalliques

L'étude des minéralisations polymétalliques sulfurées (cuivre, plomb, zinc, etc.) du Val d'Anniviers apporte les certitudes suivantes:

☐ ces minéralisations se poursuivent sur de longues distances sous les mortsterrains;

☐ elles sont décelables par les techniques mises en œuvre;

☐ elles s'individualisent dans deux niveaux stratigraphiques: le socle préwestphalien de la nappe de Siviez-Mischabel, ainsi que dans les schistes permocarbonifères de la même unité.

Minerais sulfurés des ophiolites

La distribution des indices et des anomalies de cuivre (avec zinc et or subordonnés) indique qu'ils sont contenus dans des niveaux de laves effusives basiques de la nappe des schistes lustrés et des ophiolites, transformées actuellement en prasinites. Il s'agit d'un indice de caractère régional, confirmé par son extension aux Alpes italiennes et françaises, où quelques petits gisements ont été exploités jusqu'à une époque récente.

Nos travaux apportent une contribution à la recherche de gisements dans ce milieu, en démontrant l'intérêt des méthodes géochimiques et géophysiques, combinées avec une étude géologique détaillée. C'est ce que prouve la découverte de la zone anomale de Laulosses (Val de Zinal), longue de 1,5 km, qui n'est probablement pas isolée.

Potentialités économiques

Si, à cause de l'absence de fouilles et de sondages il n'est pas possible de présen-

ter un tableau de réserves, au sens minier du terme, nous avons néanmoins dressé une liste des principaux indices minéralisés revus par nos soins ou découverts par nos travaux; le tableau 2 comporte une estimation de l'ordre de grandeur du tonnage potentiel de minerai que l'on peut espérer découvrir en quelques points, ainsi que les dimensions connues de diverses zones anomales.

Ajoutons à celà que la démonstration de l'efficacité des méthodes géochimiques et géophysiques pour suivre les zones minéralisées sous les morts-terrains augmente de façon notable la dimension des cibles potentielles.

Dans tous les secteurs mentionnés dans le tableau récapitulatif et dans ceux décrits dans le rapport détaillé, il vaut la peine de poursuivre des travaux de recherche. Sur tous les sites, une prospection détaillée est nécessaire avant que l'on puisse dresser un inventaire du minerai et en déterminer la qualité. Dans les cas du wolfram et du molybdène (en incluant bien entendu dans les zones favorables le secteur de l'Alpjahorn où nous n'avons pas travaillé), du cobalt et du nickel, on peut espérer découvrir des tonnages de métal suffisants pour jouer un rôle important dans des conditions de restriction des approvisionnements et de cours élevés. D'autres métaux, comme le cuivre avec ses coproduits (zinc, plomb, or, notamment) pourraient aussi apporter une contribution non négligeable à l'approvisionnement. Si un effort énergique était entrepris, il faudrait au minimum 5 ans pour découvrir et inventorier un gisement et préparer sa mise en valeur.

Dans notre rapport détaillé, nous avons énuméré la nature des travaux à exécuter, par ceux qui prendront la relève d'Uromine, pour poursuivre les investigations dans les secteurs les plus intéressants. Ainsi, l'étape suivante dans le déroulement normal des opérations consistera à:

- définir les cibles retenues,
- déterminer les méthodes à appliquer,
- établir un plan de travail et un calendrier des opérations,
- déterminer pour chaque cible le budget nécessaire.

Nous nous permettrons d'ajouter que les cantons concernés seraient bien inspirés d'adapter leur législation sur les mines, leur fiscalité et leurs procédures administratives en matière d'octroi de permis de recherche et de concessions minières, aux nécessités de la recherche minière en vue d'attirer du capital-risque. Ils devraient également soutenir des projets orientés vers l'étude des ressources naturelles. Les résultats obtenues par les travaux d'Uromine sont suffisamment encourageants pour que cet «inventaire national de ressources minérales» s'étende aux autres cantons alpins, si possible avec l'appui de la Confédération.

Adresse des Teilprogrammleiters C «Mineralische Rohstoffe»: Dr. *Franz Hofmann*, Georg Fischer Aktiengesellschaft, Formstofflaboratorium, CH-8201 Schaffhausen.

Anwendung von Geotextilien

Von Hans Walter Müller, St. Gallen

«Geotextile» bestehen aus synthetischen Faserstoffen (Polyamid, Polyacrylnitril, Polyäthylen, Polyestern, Polypropylen), die zu durchlässigen Vliesen, Geweben und mehrschichtigen Verbundstoffen verarbeitet und im Grund- und Wasserbau verwendet werden.
In den letzten Jahren hat die Anwendung dieser Stoffe einen grossen Aufschwung erfahren. In den USA waren Gewebe bereits in den 50er Jahren im Wasserbau erfolgreich eingesetzt worden. In Europa fanden Gewebe erst in den 70er Jahren für Aufgaben im Küsten- und Verkehrswasserbau Eingang.

Allgemeines

Anfänglich waren es vor allem die Vliese, welche in Europa fast stürmisch Eingang in den Strassen- und Tiefbau fanden. Später kamen viele Arten von Geweben dazu. Deren Anwendung war – wie meist bei Neuheiten – nicht immer von Erfolg gekrönt. Es fehlte zu Anfang an den notwendigen, auf einheitlichen Grundlagen bestimmten Werkangaben, speziellen Beratungen und vor allem an praktischen Erfahrungen. Wir sind auch heute noch nicht bei allen Anwendungsarten und Produkten soweit, dass gesagt werden könnte, alle Probleme seien gelöst. Allzu sorglose Verkäufer halfen oft mit, allerhand Fehlanwendungen zu veranlassen.

Ferner muss erwähnt werden, dass sich Versuchsanstalten und geotechnische Institute erst lange nach den ersten Anwendungen einschalteten, um die nötigen Grundlagen zu erarbeiten.

Es soll im folgenden versucht werden, besondere Eigenschaften der Hauptarten von Geotextilien und einige Anwendungsbereiche zu erläutern.

Charakterisierende Eigenschaften

Vliese

Vliese sind filzartige (nicht gewobene) Stoffe, die von der Herstellung wie auch von Gewicht/Flächeninhalt her sehr unterschiedlich sind.

Gemeinsam ist den Vliesen, dass sie feinporig, elastisch (Reissdehnung von 20% bei thermisch verfertigten und bis 150% bei mechanisch verfertigten Vliesen) sehr unterschiedlich permittiv (flächig durchlässig) und transmittiv (durchlässig in der Mattenebene) sind.

Die Feinporigkeit führt zu einer ausgesprochenen Kapillarität bzw. «Dochtwirkung».

Die Reissfestigkeit beträgt etwa 8 bis 10 kN/m bei einer Reissdehnung von 30 bis 60%.

Gewebe

An Geweben besteht heute ebenfalls eine grosse Auswahl auf dem Markt. Es sind aus Polyester- oder Polyäthylen-Fasern oder Bändchen gewobene Stoffe.

Sie haben eine grosse Reissfestigkeit von 30 bis 60 kN/m bei einer Reissdehnung von 14 bis 30%. Sie sind also weniger dehnbar als Vliese und wesentlich reissfester.

Die Maschenweiten können z.B. bei HATE-Gewebe von 0,02 mm bis 1,00 mm und für spezielle Aufgaben bis 4 und 20 mm gewählt werden.

Die Permittivität beträgt bei Geweben 5 bis 50 l/sm² (einzelne über 3000 l/sm²) bei 100 mm Wassersäule.