

Geologische Vorgaben zur Gewinnung und zur Optimierung der Gesteinsausnutzung im Dachschieferbergbau

WOLFGANG WAGNER

Kurzfassung: Der Ausbringungsgrad (= Anteil der Fertigware an der bei Gewinnung und Fertigung bewegten Masse) stellt ein ökonomisches Schlüsselproblem im Dachschiefer-Bergbau dar.

Im Schieferbergwerk Katzenberg bei Mayen (Rheinisches Schiefergebirge; Mayener Dachschieferfolge, Unterdevon; Lagerstättenbezeichnung Moselschiefer) wurden hierzu sowohl in der sägenden Gewinnung als auch in der Fertigung neue geologische Vorgaben getestet, die das komplizierte Trennflächengefüge einer bauwürdigen Dachschieferzone berücksichtigen.

Erste Ergebnisse sind ermutigend und können möglicherweise auch Vorbild für die Naturwerkstein-Industrie sein.

Abstract: The degree of utilisation (= proportion of the finished goods in the mass moved during exploitation and fabrication) is an economic key problem of roofing slate mining.

For this purpose new geological terms were tested in the slate mine Katzenberg near Mayen (Rhenish Massif; Mayen Roofing Slate Sequence, Lower Devonian; deposit designation Moselschiefer) in sawing exploitation as well as in processing which take the complicated fabric of separation planes of a workable roofing slate zone into consideration.

First results are encouraging and can possible serve as an example for the natural stone industry.

1. Einleitung

Der deutsche Schieferbergbau hat in den vergangenen Jahrzehnten erhebliche Konjunkturschwankungen erlebt. Seit etwa 10 Jahren ist die Entwicklung wieder positiv. Der neue Trend in der Architektur (Stichwort: Postmoderne) und der ungebrochene Trend zum Naturprodukt sichern langfristig einen Absatz. Neben der Inlandsproduktion spielt auch der Import, meist aus Spanien, eine bedeutende Rolle. Wegen des wachsenden Kostendrucks im Inland ist eine ständige Modernisierung und Optimierung der Gewinnung und Verarbeitung notwendig.

Ein Projekt, das vom Geologenteam des deutschen Marktführers Rathscheck Schieferbergbau entwickelt wurde und in der Gesteinsausnutzung, dem „ökonomischen Lebensnerv“ der Schieferbergwerke, Verbesserungen bringen soll, wird hier vorgestellt. Die beiden Schieferbergwerke Katzenberg und Margareta liegen im Westteil des Rheinischen Schiefergebirges in der Nähe von Koblenz (Abb. 1). Beide Tiefbaue gewinnen Schiefer für Dach und Wand aus den Tonschieferzonen „Katzenberg – Glückauf“ und „Margareta“ der Mayener Dachschieferfolge (WAGNER 1990, auch „Dachschieferfolge“ in ZITZMANN & GRÜNING 1987). Die stratigraphische Einstufung der Mayener Dachschieferfolge

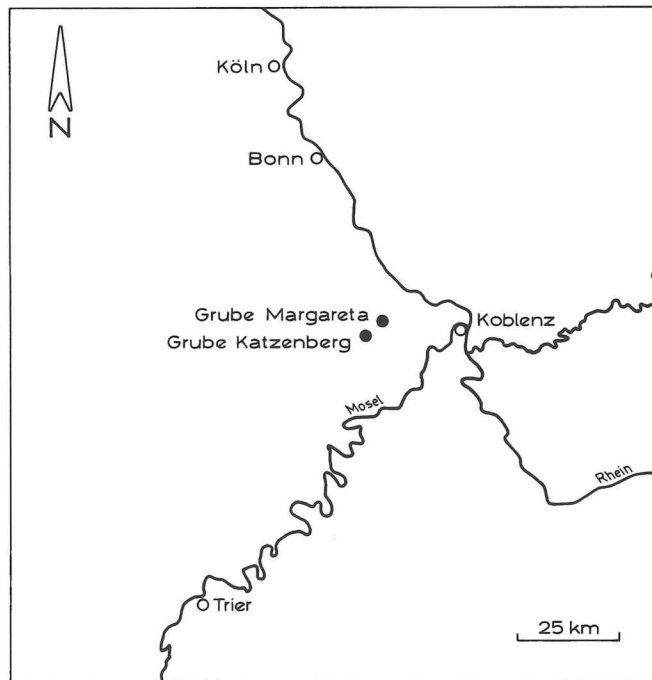


Abb. 1: Lage der Schieferbergwerke Katzenberg und Margareta.

ist noch umstritten. MEYER (1965) und WAGNER (1990) stellen sie in die Siegenstufe (Unterdevon).

In den beiden genannten Tonschieferzonen sind nur relativ geringmächtige (5-20 m) Bereiche bauwürdig. Die Bauwürdigkeit wird einerseits durch die petrographische Beschaffenheit (besonders feinkörnig, gleichbleibend gute Schieferung, Mineralbestand und -gefüge) und andererseits durch eine relative Groß-Klüftigkeit bestimmt. Eine solche ökonomisch definierte Einheit wird „Dachschiefer-Richte“ genannt.

Neben Erkenntnissen in den beiden modernen Tiefbaubetrieben im Raum Mayen werden Beobachtungen in Bergwerken bei Angers-Trélazé (Nordfrankreich) und in Tagebaubetrieben in Valdeorras (Nordwest-Spanien/Provinz Orense) zum Vergleich herangezogen. Sowohl die französischen als auch die spanischen Betriebe gewinnen Dachschiefer ordovizischen Alters.

2. Der Ausbringungsgrad als Schlüsselproblem

Als Maß der Gesteinsausnutzung gilt der Ausbringungsgrad, d. h. der Anteil an Fertigware (komplett formatierte Dachschiefer-Platten) im Vergleich zur gesamten, bei der Gewinnung und Bearbeitung bewegten Masse. Es gibt erhebliche Unterschiede beim Ausbringungsgrad zwischen den verschiedenen Gewinnungs- und Fertigungsmethoden.

Die Fertigungsschritte im Schieferbergbau sind – das Gewinnen (herkömmliche Methoden: Schrämen oder Sprengen, moderne Methoden: Gewinnung mit hydraulischen Sägewagen),

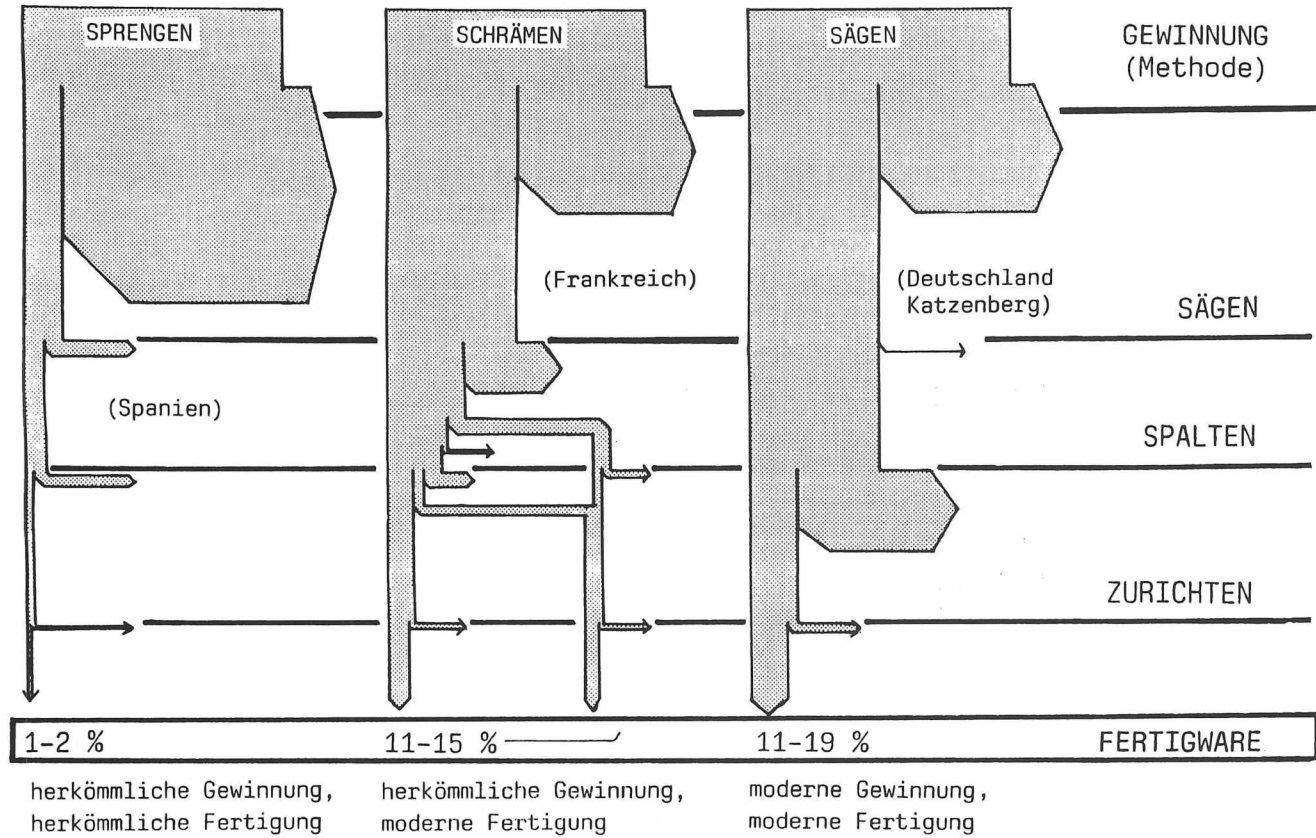


Abb. 2: Mengenfluß-Diagramme von Schieferbetrieben in Spanien (Valdeorras), Frankreich (Angers-Trélazé) und Deutschland (Katzenberg) im Vergleich.

- das Sägen der Rohblöcke,
- das Spalten auf im Durchschnitt 3 mm oder 5 mm Dicke,
- das Zurichten, d. h. Zuschneiden der gespaltenen Schieferplatte auf das Endformat.

In spanischen Schiefertagebauen von Valdeorras mit herkömmlicher sprengender Gewinnung, d. h. einer Methode, die das Gestein sehr stark beansprucht, beträgt der Ausbringungsgrad bisweilen nur 1 bis 2% der gesamten bewegten Masse (Abb. 2).

Naturgemäß sind im Tiefbau wesentlich höhere Ausbringungsgrade möglich. Das bislang bekannte Optimum hinsichtlich der Gesteinsausnutzung erreicht der Schiefer-Tiefbau bei Mayen. Dabei ist die hohe Gesteinsausnutzung von im Durchschnitt 11 bis 19% zu einem Teil auf eine moderne sägende Gewinnung unter Tage zurückzuführen. Außerdem erlaubt die Kombination von modernen Fertigungsmethoden mit einem großen Anteil an Handarbeit die Herstellung einer großen Vielfalt von Formaten.

Bei den Bergwerken in Angers-Trélazé (Frankreich) erfolgt die Tiefbaugewinnung herkömmlich sprengend oder mit einfachen Schräg-Maschinen. In der übermäßigen Fertigung wurden, im Gegensatz zu den Mayener Betrieben, die Arbeitsvorgänge Spalten und Zurichten teilautomatisiert. Ein wesentlicher Nachteil dieser Teilautomation ist ein komplizierterer Mengenfluß (Abb. 2). Es müssen Blöcke, die automatisch bearbeitet werden können, von Rohblöcken mit komplizierteren Trennflächenmustern getrennt werden (vgl. Kap. 5). Auf jeden Fall steigt durch das Zwischenschalten von Arbeitsschritten der Gesteinsabfall, d. h. der Ausbringungsgrad sinkt, so daß maximal 15% im Durchschnitt üblich sind. Darüber hinaus führt die Teilautomation zu einer Reduzierung der Formatvielfalt.

An den drei Beispielen soll aufgezeigt werden, wie entscheidend der Ausbringungsgrad für die Ökonomie einer Schiefergewinnung ist. Es bleibt aber noch zu ergänzen, daß der „Abfall“ der Dachschiefergewinnung ein begehrter Wertstoff ist, aus dem Zuschlagsstoffe, Schiefersplitt und -mehl und Blähschiefer hergestellt werden kann.

Ein entscheidender Grund für die Schwankung des Ausbringungsgrads liegt im tektonischen Trennflächengefüge. So kann der Ausbringungsgrad in Abbauen der Mayener Betriebe je nach den geologischen Verhältnissen um über 50% schwanken. Ähnliches gilt auch für andere Dachschiefer-Lagerstätten. Daraus war zu folgern, daß eine Verbesserung des Ausbringungsgrads im wesentlichen von der geeigneten Anpassung aller Gewinnungs- und Fertigungsstufen an die vorhandenen Gesteins- und Gebirgsverhältnisse abhängt.

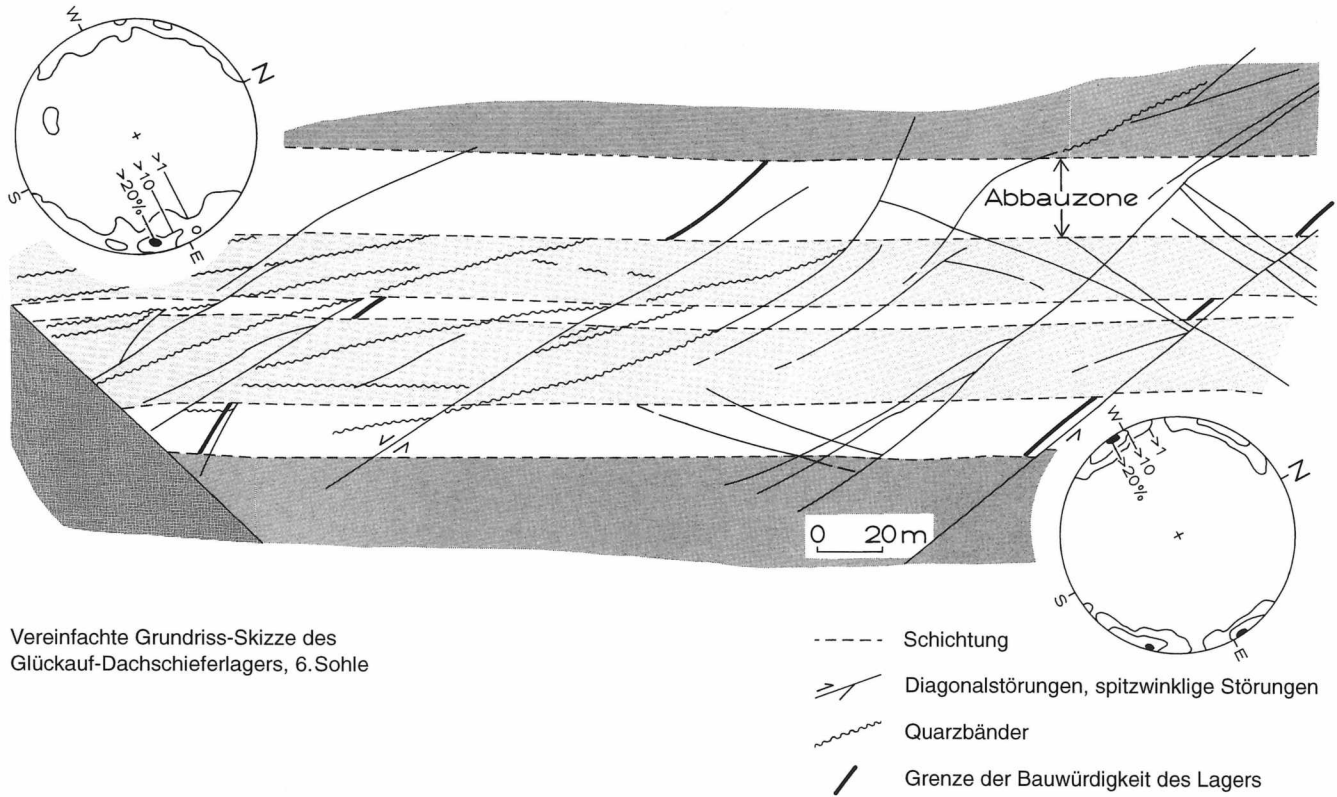
3. Geologische Versuchsabbau (Baufeld Glückauf im Bergwerk Katzenberg)

Den Zusammenhang zwischen dem geologischen Trennflächengefüge und dem Ausbringungsgrad zeigt das Baufeld Glückauf im Bergwerk Katzenberg (Abb. 3). Dort wurden in den vergangenen Jahren exemplarische Versuche durchgeführt. Das Nordost-Südwest-streichende Baufeld (Lager) gliedert sich noch einmal in drei sogenannte Schiefer-Richten, in denen rentabel Schiefer gewonnen werden kann.

Der Tonschiefer als extrem inkompetentes Gestein zeigt ein typisches, zum Teil sehr engständiges Trennflächensystem:

- Es herrschen relativ steil einfallende Diagonalklüfte bzw. -störungen (N-S und ENE-WSW-streichend) und spitzwinklig streichende Störungen (NNE-SSW) vor.

Die Nord-Süd-streichenden Diagonalstörungen gehen im Südwesten (Abb. 3 links) in spitzwinklig streichende Quarzbänder über. Diese Verquarzungen stehen im genetischen Zusammenhang mit einer großen Ost-West-streichenden Störung am Südwest-Ende des Baufeldes. Die Störung hat demnach wegen ihrer weit ins Abbaufeld hineinreichenden Beeinflussung des Trennflächengefüges bzw. dessen Verquarzung eine entscheidende



Vereinfachte Grundriss-Skizze des Glückauf-Dachschieferlagers, 6. Sohle

- Schichtung
- ↗ ↘ Diagonalstörungen, spitzwinklige Störungen
- ~~~~~ Quarzbänder
- Grenze der Bauwürdigkeit des Lagers

Abb. 3: Tektonische Kartenskizze des Versuchsfeldes (ohne Signatur: Abbauzonen bzw. Dachschiefer-Richten). In den beiden Lagenkugeldiagrammen (Nordost-Teil und Südwest-Teil getrennt; untere Lagenkugel) sind die Störungsrichtungen eingetragen.

Tab. 1: Vereinfachte Aufstellung der wichtigsten Trennflächen im Schieferbergbau (Raum Mayen, Eifel).

| Trennflächen | Richtung | Auftreten, Abstände |
|--|---|--|
| Diagonalklüfte bzw. -störungen (sogenannte „Messer“) | Nord-Süd und ENE-WSW (steiles Einfallen) | z. T. regelmäßig, bereichsweise regelmäßig |
| spitzwinklig streichende Störungen (sog. „Flecks“) | NNE-SSW und Nordost-Südwest (steiles Einfallen) | bereichsweise regelmäßig |
| Schichtung, Schichtstreifung (sog. „Krappen“) | Nordost-Südwest (Einfallen ca. 70°) | z. T. regelmäßig |
| Knickschieferungsbänder (kink-bands) (sog. „Blähs“) | Nordwest-Südost (steiles Einfallen) | bereichsweise regelmäßig |
| orthogonale Klüfte (sog. „Köpfe“) | verschieden | unregelmäßig, „Chaosprinzip“ |

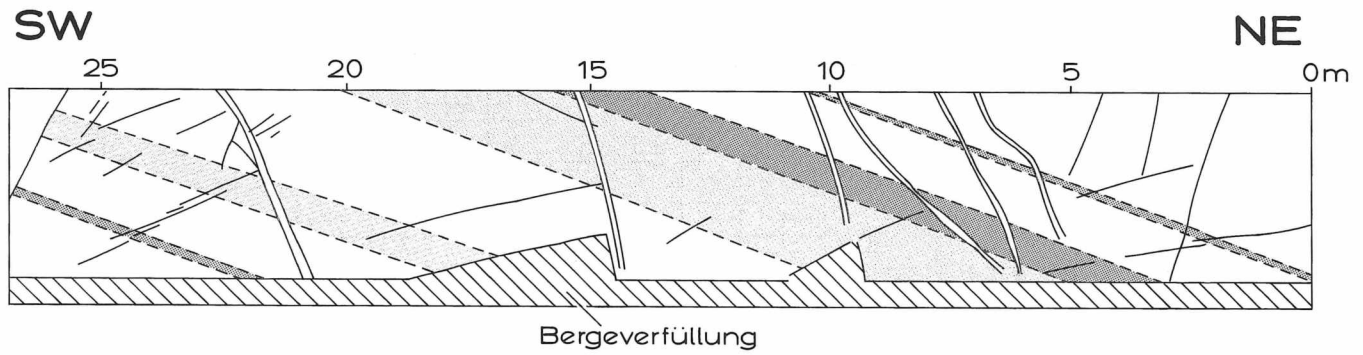
Auswirkung auf seine Bauwürdigkeit (Bauwürdigkeitsgrenze s. Abb. 3). Nähere Angaben zum Bewegungssinn und zu tektonischen Details dieser Störung können aus Mangel an Aufschlüssen noch nicht gemacht werden.

Die gleichen Trennflächenscharen zeigen sich auch in kleinerem Maßstab an der Ortsbrust der Versuchsabbau (Abb. 4). Vereinfacht stellt die Ortsbrust ein Profil im Generalstreichen dar. Die Wand wird ungefähr von der Schieferungsfläche gebildet, entspricht ihr aber meist nicht exakt (dies gilt auch für andere Vorkommen). So ist das im Abbau erkennbare scheinbare Achsengefälle etwas steiler als das Einfallen der im Schmidtschen Netz konstruierten Deltaachsen (Verschneidung zwischen Schieferung und Schichtung, Abb. 4).

– Neben den bereits oben aufgeführten Diagonalklüften bzw. -störungen treten noch quer zur Schieferung regelmäßig, meist steil einfallende Knickschieferungsbänder (kink bands) auf.

– Daneben sind allgemein senkrecht zur Schieferung Kleinkluftscharen in verschiedenen Richtungen zu beobachten (Tab. 1). Gerade diese Feinklüftung wurde zu Recht von PFEIFFER (1951) als das „Problematische im Schieferbergbau“ bezeichnet. Sie gehorchen sozusagen einem „Chaosprinzip“. Eine statistische Vorhersage solcher Klüftung ist bisher noch nicht zufriedenstellend gelungen.

Berücksichtigt man das schräge Achsengefälle (Schichtstreifung) und die verschiedenen unterschiedlichen Trennflächen, wie z. B. regelmäßig auftretende Knickschieferungsbänder oder Kluftscharen, bilden diese fast nie einen rechten Winkel. Wenn nun die Abbauwand sägend gewonnen werden soll, bietet sich ein individuell ausgerichtetes schiefwinkliges Sägeraster eher an. Dieses Raster muß dann jeweils den vorhandenen geologischen Verhältnissen angepaßt werden. Trotz des höheren Aufwands bei der geologischen Vorarbeit liegt hier eine erhebliche Reserve an Gesteinsausnutzung vor. Neben der vermehrten Vorarbeit sind weitere technische Hilfsmittel notwendig. Ein solch aufwendiges Sägeraster kann nur mit einer modernen, mobilen Sägemaschine durchgeführt werden (Eigenentwicklung der deutschen Schieferindustrie), die es bislang nur in wenigen modernen Gewinnungsbetrieben gibt. Außerdem müssen dem Sägebediener an der



Glückauf-Lager, Abbau 18
 Geologische Skizze Ortsbrust am 26. 6. 1991




-  Schichtung
-  Klüfte, Diagonalstörungen
-  Knickschieferungsbänder

Abb. 4: Profilskizze der Ortsbrust einer Versuchskammer.

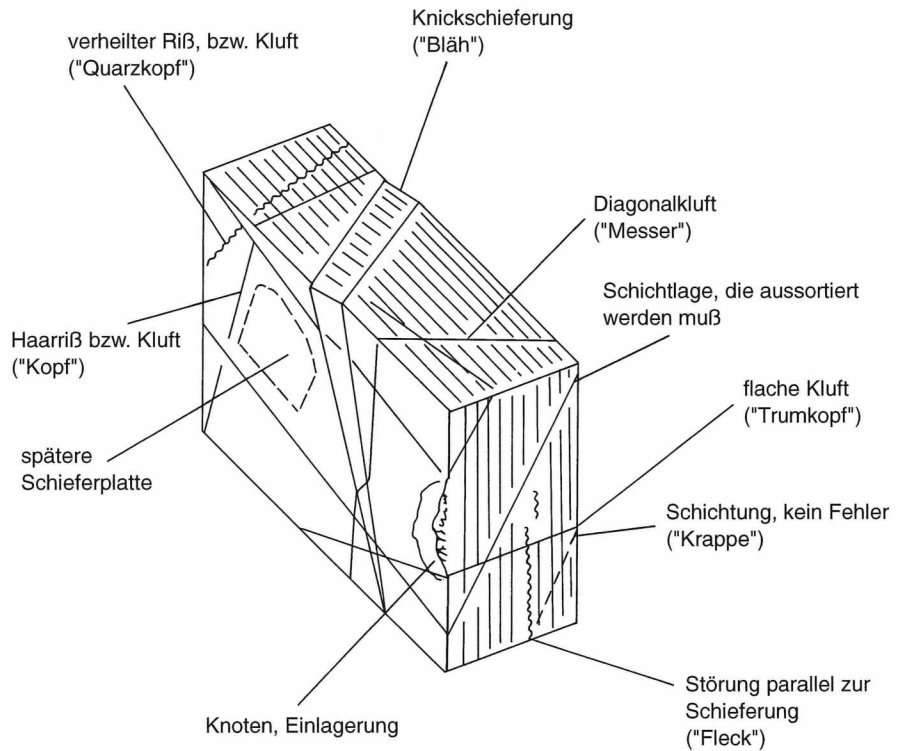


Abb. 5: Schiefer-Rohblock mit typischen geologischen Trennflächen (Bergbaubezeichnungen in Klammern).

unregelmäßigen Abbauwand die speziell ermittelten Sägeraster ausreichend genau sichtbar gemacht werden. Erste Versuche mit variablen Sägerastern und mit einer Laser-Markierungsmethode haben ermutigende Ergebnisse gezeigt (Abb. 6-8).

Ein weiterer Nebeneffekt des variablen Sägerasters ist eine Verbesserung der Standicherheit der Abbaukammern. Das herkömmliche, rechtwinklige Sägeraster (vgl. WAGNER et. al. 1990) führt zu einer horizontalen Firste. Durch die neue Methode können je nach Gebirgsbeschaffenheit streichende oder querschlägige Gewölbe mit günstigeren felsmechanischen Eigenschaften angelegt werden.

4. Geologische Vorkontrolle bei der Fertigung

Eine weitere geologische Optimierung des Ausbringungsgrades ergibt sich in der nachgeordneten Fertigung des Rohschiefers. Auch hier wurden umfangreiche Versuche durchgeführt. Der 1 bis 2 Tonnen schwere Rohblock aus der Tiefbaugewinnung wird in der Sägehalle mit lasergesteuerten Sägen in passende Rohformate geschnitten. Diese Rohformate sollten im Idealfall ebenfalls dem Trennflächengefüge im Kleinformat angepaßt werden (alle Arten von möglichen Trennflächengefügen mit ihren geologischen und bergmännischen Bezeichnungen sind in Abb. 5 einmal exemplarisch dargestellt). In den Versuchen wurden verschiedene Methoden getestet, wie man schon im Vorfeld günstige

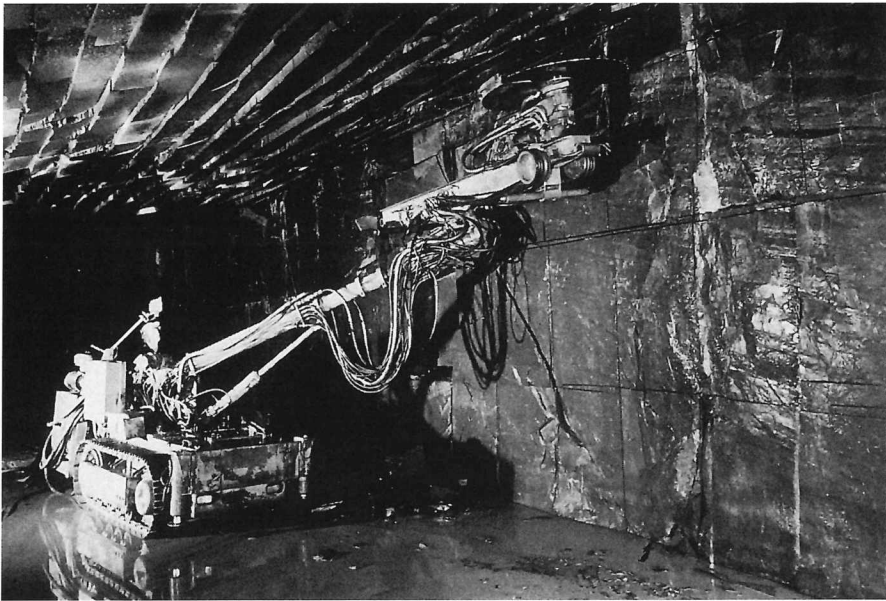


Abb. 6: Hydraulischer Sägewagen in der Versuchsabbaukammer. Die Schichtung an der Ortsbrust fällt nach rechts (Nordosten) ein.



Abb 7: Ausschnitt der Ortsbrust mit einem typischen Kluftmuster (rechtwinkliges Sägeraster, Bildhöhe ca. 3,5 m).



Abb. 8: Ausschnitt der Ortsbrust. Die Sägeschnitte wurden versuchsweise schiefwinklig angelegt (Abstand der Vertikalschnitte 0,90 m, Bildhöhe ca. 3,5 m).

Sägelinien an einen solchen Block festlegen kann. Es sollen dabei möglichst viele „geologische Fehler“ (im wesentlichen Trennflächen) herausgeschnitten werden. Hierfür wurde eigens eine Kontrollstation eingeführt. Inzwischen konnte diese bereits über 1 Jahr mit Erfolg getestet werden.

5. Ergebnisse und Ausblick

Im Rahmen der Versuche wurde insgesamt eine Zunahme des Ausbringungsgrades von bisher 12 bis 19% auf 13 bis 26% erreicht. Allerdings hat sich überraschend auch die Schwankungsbreite der Ausbringungsgrade erhöht. Naturgemäß gilt: Bei schlechten Gebirgsverhältnissen kann der Ausbringungsgrad selbst bei besserer „geologischer“ Gesteinsausnutzung nicht so deutlich erhöht werden wie bei guten. Im Verlauf des Mengenflusses hat sich auch der Ausbringungsgrad der Sägehalle geändert. Hier wird präziser selektiert als bisher. Damit sind folglich die Ausbringungsgrade der nachgeordneten Fertigungsstufen leistungsfähiger geworden. Es handelt sich hier um Ergebnisse von Versuchen. Für die Dauerförderung, die noch einiger technischer Umstellungen bedarf, ist bereits ein Zuwachs der Gesteinsausnutzung von 2 bis 3% ausreichend, um den notwendigen Mehraufwand rentabel zu machen.

Die geologischen Vorgaben bei der Gewinnung unter Tage und in der Sägehalle sind noch in einer ganz anderen Richtung für die Zukunft wichtig. Schon jetzt muß an eine zukünftige Automation oder zumindestens Teilautomation der Fertigung gedacht werden. Dies übrigens nicht, weil eine Teilautomation billiger ist, sondern wegen eventuell fehlender Arbeitskräfte in den nächsten Jahrzehnten. Eine solche Automation erfordert

ein Teilen der Rohförderung in automatisch bearbeitbaren Rohstein und Rohstein mit kompliziertem Trennflächengefüge (für eine Handbearbeitung). Diese Sortierungsstufe wird bei der „geologischen“ Vorkontrolle in der Sägehalle angeordnet.

Die hier geschilderten Probleme sind sicherlich zum Teil typisch für den Dachschieferbergbau und hier auch besonders kompliziert und augenfällig. Jedoch gibt es Artverwandtschaften zu der Naturwerkstein-Industrie (ähnliche Ausbringungsgrade), bei der eine solch detaillierte Anpassung der Gewinnung und Fertigung an die geologischen Vorgaben noch nicht üblich ist (SINGEWALD 1992). Vielleicht können die vorliegenden Arbeiten hier Vorbild sein.

Die Untersuchungen wurden mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen 01 HD 147A2 gefördert.

Schriften

- MEYER, W. (1965): Geologie und Altersstellung des Unterdevons südlich der Siegener Hauptaufschubung in der Südost-Eifel und im Westerwald (Rheinisches Schiefergebirge). MAX-RICHTER-Festschrift, S. 35-47, 3 Abb., Clausthal-Zellerfeld.
- PFEIFFER, H. (1951): Über das Problematische des Schieferbergbaues. – Z. angew. Geol., 3, S. 322-326, Dresden.
- SINGEWALD, C. (1992): Naturwerkstein: Exploration und Gewinnung; Bewertung – Verfahren – Kosten. (Hrsg.: Steintechnisches Institut Mayen e. V.) 260 S., 244 Abb., 42 Tab., (R. Müller) Köln.
- WAGNER, W. (1990): Dachschieferlagerstätten in Rheinland-Pfalz unter besonderer Berücksichtigung der Mayener Dachschieferfolge (Lagerstättenbezeichnung: Moselschiefer) (Rheinisches Schiefergebirge). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1990, 1, S. 54-64, 4 Abb., (Schweizerbart) Stuttgart.
- WAGNER, W. & BÖNSCH, M. & GRÜBENER, J. (1990): Projekt zur Humanisierung des Arbeitslebens im Moselschieferbergbau in Mayen (Vorphase). – Erzmetall, 43, 1, S. 33-41, 9 Abb., 1 Taf., (VCH) Weinheim.
- ZITZMANN, A. & GRÜNING, S. (1987): Geologische Übersichtskarte 1:200 000, Blatt CC 6302 Trier. – (Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe mit den Geologischen Landesämtern) Hannover.

Anschrift des Autors: Dr. Diplom-Geologe WOLFGANG WAGNER,
Rathscheck Schieferbergbau, Postfach 1752,
D-56707 Mayen-Katzenberg.

Manuskript eingegangen am 8. 7. 1992