

# **Die Triebwasserführung Gerlos II**

## **Prognose und Vortrieb**

**R. GERSTNER**

### **Einleitung**

Im Jahre 1988 wurde von den Tauernkraftwerken die Erneuerung des Kraftwerkes Gerlos im Tiroler Zillertal in Angriff genommen. Der Neubau der gesamten Triebwasserführung bildete die erste Ausbaustufe dieser Erneuerung, parallel dazu wurde die Sperre Gmünd umgebaut und um einen Meter erhöht. Der Umbau des Krafthauses und die damit verbundene Leistungserhöhung ist in einer zweiten Ausbaustufe geplant.

Der mechanische Vortrieb des Triebwasserstollens Gerlos II gelangte nach kurzer Vortriebsstrecke in solche Schwierigkeiten, daß ein weiterer Fräsvortrieb mit der TBM in Frage gestellt war. Wegen der anstehenden Entscheidung, auf konventionellen Vortrieb umzustellen oder weiter zu fräsen, wurden u. a. umfangreiche seismische Untersuchungen zur Überarbeitung der Prognose durchgeführt, die hier näher vorgestellt werden sollen.

Seismische Untersuchungen zur Unterstützung der geologisch-geotechnischen Prognose sind zwar an sich nichts Neues oder besonders Ungewöhnliches, am Beispiel Gerlos können aber der Vergleich mit den tatsächlich angetroffenen Verhältnissen geführt und die Möglichkeiten und Grenzen der Interpretation aufgezeigt werden.

## **Projektsübersicht**

Das Speicherkraftwerk Gerlos der Tauernkraftwerke wurde während des 2. Weltkrieges gebaut und ist seit 1948 in Betrieb. Mit einer Ausbauwassermenge von  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  und einer Leistung von 65 MW wird eine rund 600 m hohe Steilstufe des Gerlosbaches zum Ziliertal energiewirtschaftlich genutzt (Bilder 1 und 2).

Die Kraftwerksanlagen umfassen im wesentlichen den Wochenspeicher Gmünd mit der 39 m hohen, ersten Gewölbemauer Österreichs, den 6 km langen Druckstollen, die Mühlbacheinleitung, das Wasserschloß, den 1 km langen Druckschacht, die Untere Flachstrecke und das Krafthaus Rohrberg.

### **KW Gerlos I**

Bei der Errichtung der Kraftwerksanlage während des 2. Weltkrieges hatte man mit schwierigen geologischen Verhältnissen und mit kriegsbedingten Materialmängeln und Versorgungsschwierigkeiten zu kämpfen. Schon vor Inbetriebnahme des Kraftwerkes traten im Druckstollen durch sulfathältige Bergwässer Schäden an der Betonauskleidung auf, die durch Einziehen einer Panzerung auf 1130 m Länge saniert wurden. Im Zuge der Probefüllung des Druckschachtes im Jahre 1945 und des ersten Betriebes 1947 ereigneten sich mehrere Brüche der Druckschachtpanzerung, die in erster Linie auf Materialmängel zurückzuführen waren. Nach der Instandsetzung kam es unter restriktiven Betriebsvorschriften zu keinen weiteren Schäden.

Nach 40-jährigem Kraftwerksbetrieb wäre eine Generalsanierung des Druckschachtes erforderlich gewesen, dessen Panzerung nicht mehr den Sicherheitsanforderungen entsprach. Da auch der Triebwasserstollen über längere Strecken Schäden an der Betonauskleidung aufwies, entschloß man sich zu einem Neubau des gesamten Triebwasserweges. Es ist geplant, die Kraftwerksleistung in einer 2. Ausbaustufe von 65 auf 200 MW zu erhöhen.

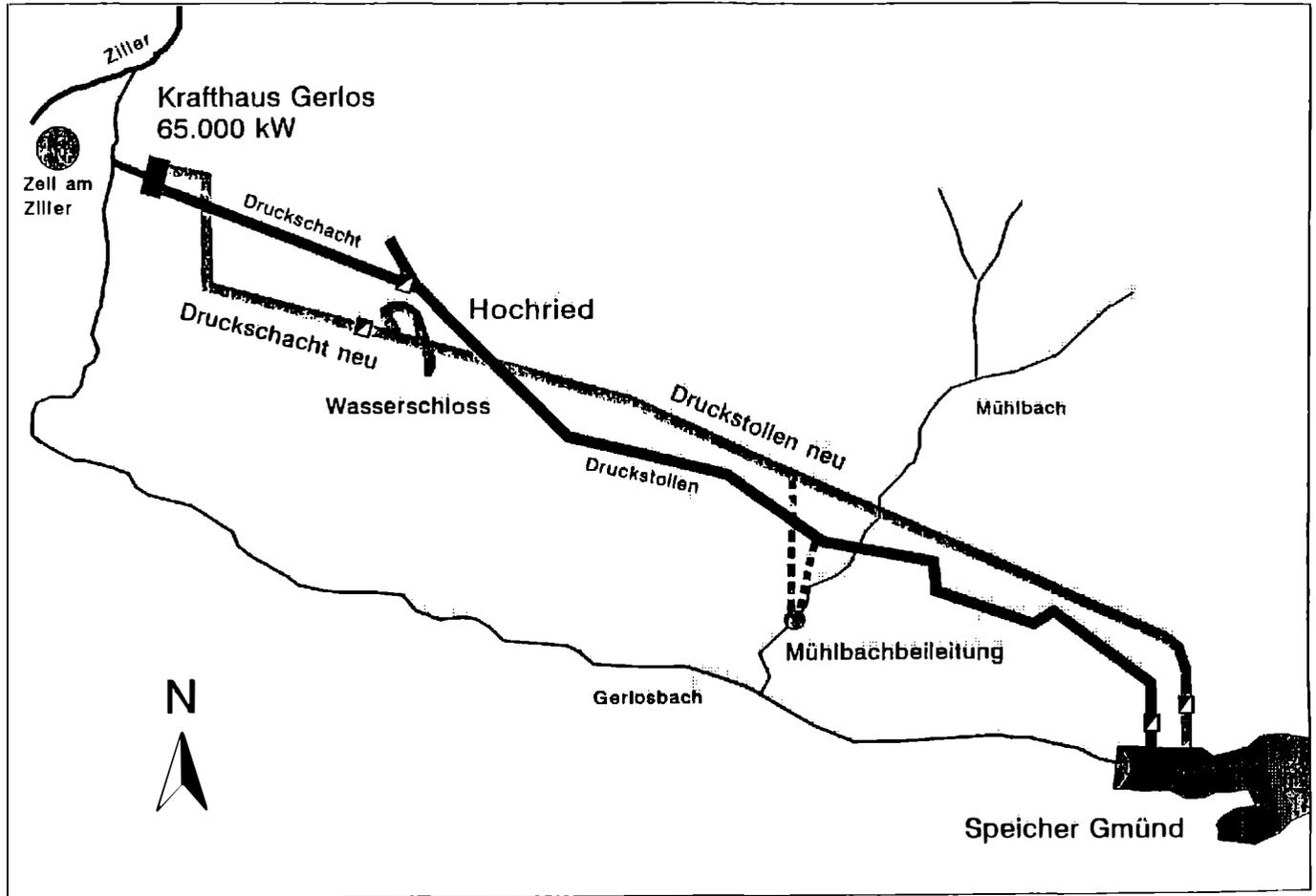


Bild 1: KW Gerlos, Übersichtslageplan

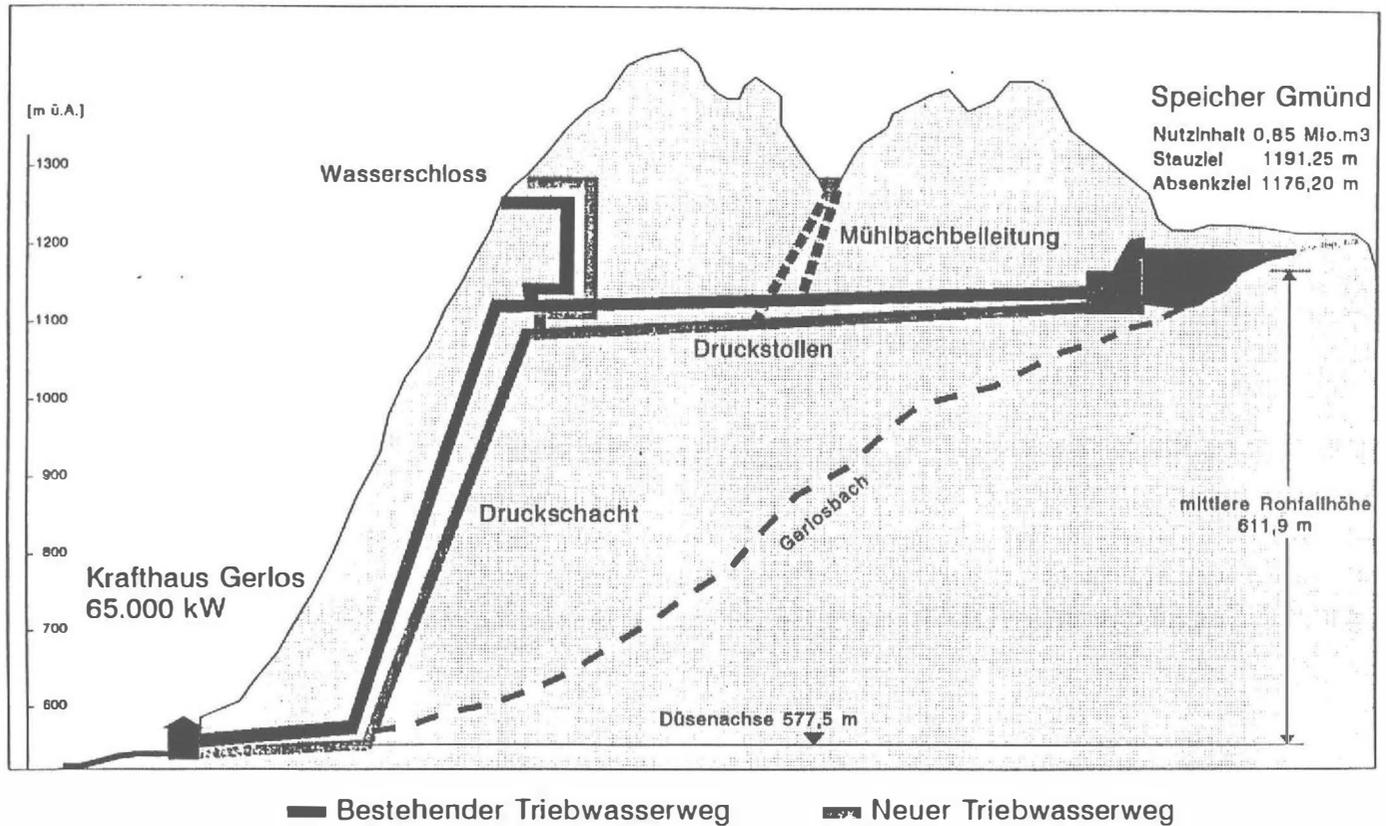


Bild 2: KW Gerlos, Übersichtslängenschnitt

## Geologische Übersicht

Das Projektsgelände liegt am NW-Rand des Tauernfensters, im Bereich der Überschiebungsbahn des Unterostalpins über das Pennin. Der Druckschacht, die Schieberkammer, das Wasserschloß und das westliche Drittel des Triebwasserstollens liegen im tektonisch höheren Innsbrucker Quarzphyllit, die östlichen zwei Drittel in der tektonisch tieferen, penninischen Tauernschieferhülle (Bild 3).

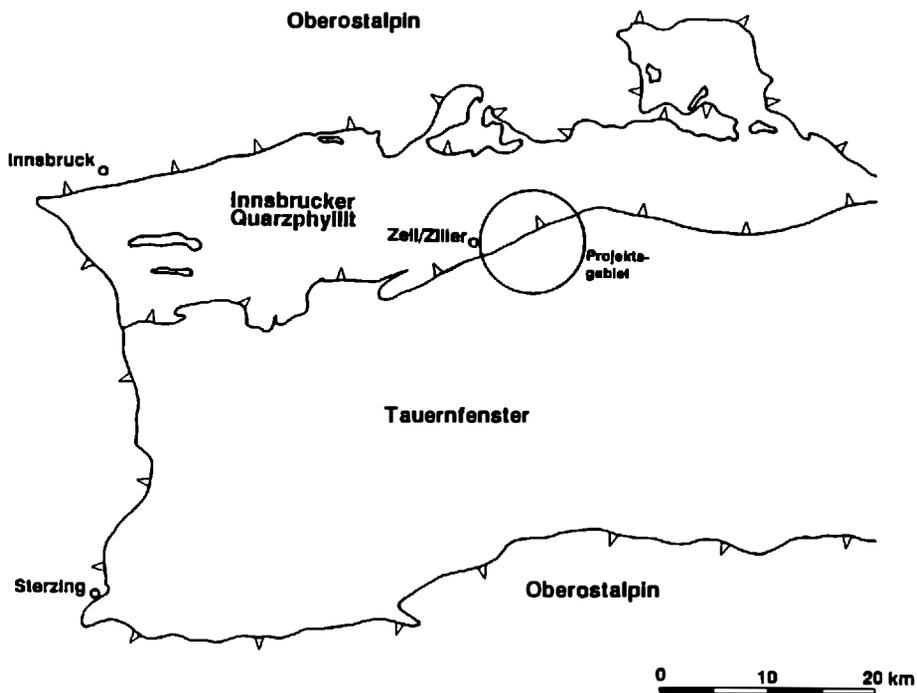


Bild 3: KW Gerlos, Geologische Übersicht

Die südliche Randzone des Quarzphyllites weist bei einheitlichen lithologischen Verhältnissen eine z. T. sehr starke Tektonisierung und krassen Wechsel im Grad der Gebirgszerlegung auf.

Die Tauernschieferhülle ist durch eine vielfältige Schichtfolge von Phylliten und Schiefen, Quarziten, Karbonaten und Breccien gekennzeichnet, die der Bündnerschiefer-Serie, der Mitteltrias-Karbonat-Serie und der Wustkogel-Serie angehören. Der häufige Wechsel von Einheiten sehr unterschiedlicher Lithologie und Gebirgszerlegung ist charakteristisch.

Die geologischen Strukturen streichen sowohl im Innsbrucker Quarzphyllit als auch in der Tauernschieferhülle generell spitzwinkelig zur Stollentrasse. Die Überschiebungslinie ist zur Lagerung beider tektonischer Einheiten diskordant.

### **Vorerkundungen**

Vor Baubeginn wurde eine Reihe von geologischen Vorerkundungen durchgeführt. Dazu gehörte u. a. ein 250 m langer Sondierstollen im Bereich des Druckschachtfußpunktes, durch den die Ausdehnung des großen Talzschubes Rohrberg erkundet werden sollte und der zur Abwicklung eines felsmechanischen Versuchsprogrammes diente. Mit dem neuen Druckschacht konnte dem ausgedehnten Talzuschub, den der alte Druckschacht berührt, ausgewichen werden.

In den Portalbereichen des Triebwasserstollens wurden Bohrungen und seismische Untersuchungen ausgeführt. Bereits diese Vorerkundungen deuteten auf gestörten bis stark gestörten Fels hin. Aus den Ergebnissen der seismischen Erkundungen konnten ein sehr unruhiger Verlauf der Felsoberfläche und steilstehende Störungsstrukturen abgeleitet werden.

Für einen Fräsvortrieb erschien neben mehreren ausgeprägten Störungen und dem kleinen Winkel der geologischen Strukturen zur Stollentrasse die starke Wechselhaftigkeit des Gebirgsverbandes besonders problematisch (Bild 4).

## FRÄSKLASSEN

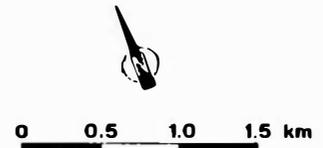
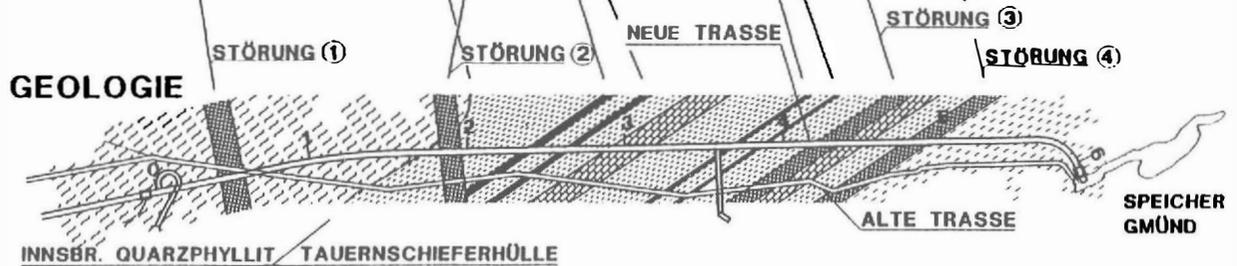
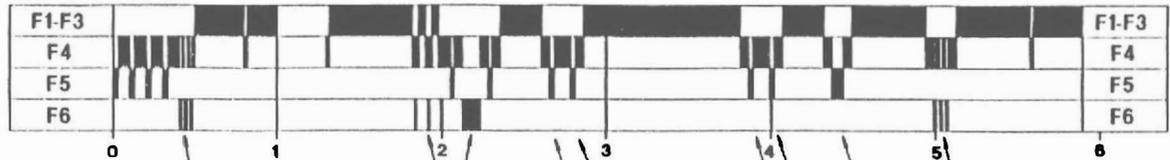


Bild 4: KW Gerlos II, Geologie und Fräsklassen, 1. Prognose

Da aber auch längere zusammenhängende Strecken in guten Gebirgsklassen zu erwarten waren, wurde entschieden, den Stollen mit einem Durchmesser von 4,25 m mechanisch aufzufahren. Den erwarteten schwierigen geologischen Verhältnissen wurde durch die Annahme von 236 m Vortrieb in der Klasse F6 Rechnung getragen, gute Fräsklassen wurden nur für zwei Drittel der Gesamtstollenlänge prognostiziert (Bild 5).

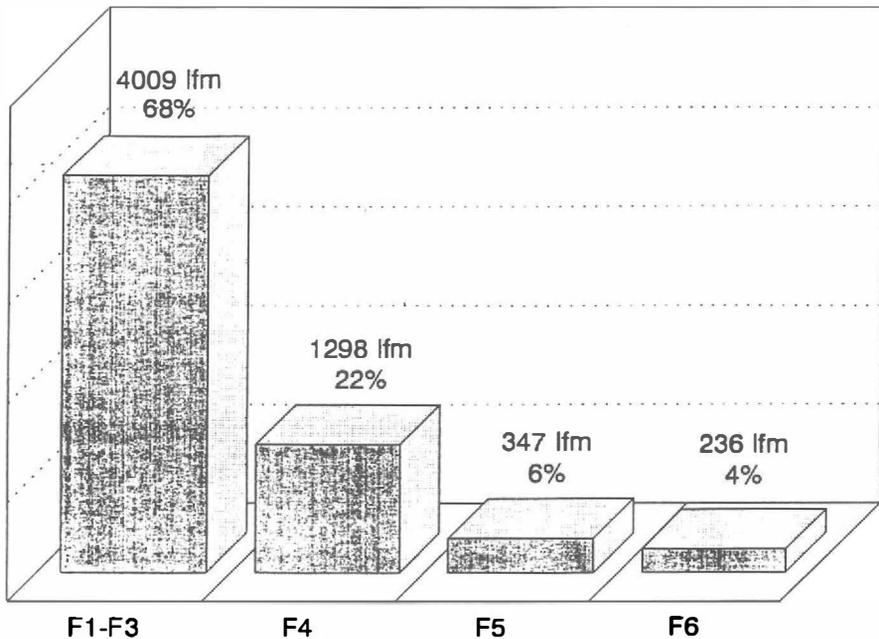


Bild 5: KW Gerlos II, Fräsklassenverteilung, 1. Prognose

### Druckschacht

Auch für den Vortrieb des 1 km langen, 36° geneigten Druckschachtes entschloß man sich zum Fräsvortrieb, obwohl wegen der fast schieferungsparallelen Richtung ursprünglich Bedenken hinsichtlich der Fräsbarkeit bestanden. Im Vortrieb führten schleifend zum Schacht verlaufende, steilstehende mylonitische Störungen zu Problemen bei der Verspannung der Maschine, sodaß Felsauswechslungen an den Ulmen häufig erforderlich waren.

Über weite Strecken wurden aber gute Vortriebsleistungen erreicht, sodaß nach einer Vortriebszeit von rund einem Jahr durchgeschlagen werden konnte. Der Anteil der Fräsklassen F5, F6 und F7 erhöhte sich gegenüber den in der Prognose angegebenen 15 % auf 20 %.

Wegen des verwitterten und stärker entspannten Gebirges im obersten Teil des Schachtes und aus Termingründen wurden die obersten 100 m im konventionellen Gegenvortrieb aufgefahren.

Bei Station 1290 m zwang ein Verbruch an einer 10 m mächtigen Störung mit tonigen Myloniten und starkem Bergwasserandrang zum vorläufigen Fräsenstillstand. Die Durchörterung dieser Störung im Schutze von Ankerschirmen nahm zwei Monate in Anspruch.

#### **Vortrieb des Triebwasserstollens**

Die zum Teil mechanisch und zum Teil konventionell aufgefahrenen Strecken im Bereich der Schieberkammer und des Wasserschlosses zeigten die starke Störung des Gebirgsverbandes in der südlichen Randzone des Innsbrucker Quarzphyllites. In Störungen mit tonigen Myloniten und mäßigem Bergwasserandrang kam es zu mehreren Verbrüchen.

Im Mai 1989 wurde mit dem Fräsvortrieb des Druckstollens begonnen. Bereits nach rund 200 m Vortrieb wurde eine Störung angefahren, die auf den nächsten 30 m einen händischen Kalottenvortrieb in Klasse F7 erforderlich machte; die mittlere Tagesleistung sank auf 1,5 bis 2 m. Nach mehreren Fräsversuchen mußte im nunmehr nahezu stollenparallel streichenden Störungsbündel erneut in den Kalottenvortrieb übergegangen werden.

Diese Vortriebssituation und die Ergebnisse der Vorausbohrungen machten weiter ausgreifende Erkundungen notwendig. Ein erster Schritt waren großräumige seismische Untersuchungen an der Geländeoberfläche, deren Ergebnis eine nur leichte Tendenz zur Besserung der Gebirgsverhältnisse in Vortriebsrichtung (Osten) und bergwärts zeigte.

Nach der Verschwenkung der Trasse um 150 m bergwärts wurden bis Jahresende 1989 weitere 110 m in Klasse F7 aufgefahren, das heißt großteils im händischen Kalottenvortrieb mit kurz nachfolgendem mechanischem Auffahren der Strosse vorgetrieben. Weil auch zu diesem Zeitpunkt keine Verbesserung der Verhältnisse abzusehen war, wurde die Entscheidung, den Fräsvortrieb einzustellen und auf konventionellen Ausbruch mit Gegenvortrieb umzustellen, greifbar.

Nachdem sich auch im Jänner 1990 nach weiteren 37 m Vortrieb die Situation nicht verbessert hatte, entschloß man sich, den alten, in 150 bis 300 m Entfernung verlaufenden Druckstollen zu entleeren und im Stollen über die gesamte Länge von rund 6000 m refraktionsseismische Messungen durchzuführen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sollten auf die noch auszubrechenden 93 % des Druckstollens extrapoliert werden und als Basis einer überarbeiteten Prognose der Gebirgsverhältnisse dienen. Danach sollte die Entscheidung über die weitere Vortriebsart - mechanisch oder konventionell - getroffen werden.

#### **Seismische Erkundungen - Meßanordnung**

Durch die Meßgeometrie mußten Effekte der Stollenauskleidung und der Gebirgsauflockerung um den Stollen weitgehend ausgeschaltet werden. Bei der vorliegenden Fragestellung einer Erkundung von Gebirgseigenschaften um einen konventionell ausgebrochenen Stollen kann ein Zweischichtfall angenommen werden. Schicht 1 stellt die Auflockerungszone um den Stollen dar, Schicht 2 entspricht dem unverritzten Gebirge. Die bei kritischer Brechung an der Schichtgrenze entstehende "geführte" oder "Mintrop-Welle" ermöglicht die Messung der Primärwellengeschwindigkeit der zweiten Schicht, also des unverritzten Gebirges (Bild 6).

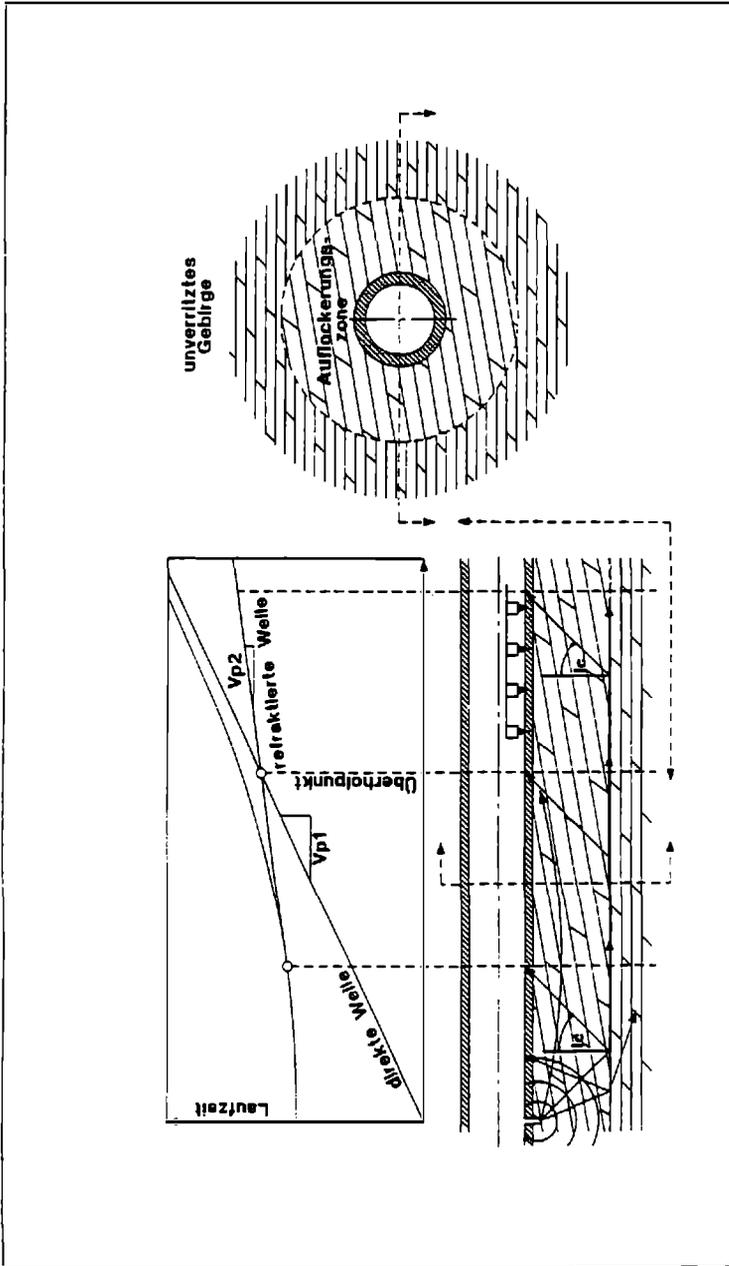


Bild 6: KW Gerlos II, Seismische Erkundungen, Meßprinzip und Meßanordnung

Die Bestimmung der seismischen Geschwindigkeiten läßt den Schluß auf die dynamischen elastischen Gebirgsparameter zu und bietet unter Zuhilfenahme geologischer Informationen die Möglichkeit der Abschätzung von geotechnischen Kennwerten. In entsprechender Entfernung von der Anregungsquelle ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit seismischer Wellen ausschließlich eine Funktion der Gebirgsparameter und unterliegt wie diese den Einflüssen von Überlagerungsmächtigkeit, Porosität, Wassergehalt, Zerlegungsgrad etc.

Die Auslage mit Geophonabständen von 10 m wurde von zwei Seiten überschossen und danach um die halbe Auslagenlänge verschoben. Dadurch konnte eine zweifache Überdeckung und eine ausreichende Redundanz der Daten erreicht werden.

Die Anregung der seismischen Welle erfolgte durch Kleinsprengungen im Bohrlochtiefsten von 3,5 m tiefen Kernbohrungen. Diese Bohrungen dienten zugleich der unerläßlichen Erkundung des Gebirges im Nahbereich des Stollens, die gerade bei einer lückenhaften geologischen Dokumentation von großer Wichtigkeit ist. Für die spätere Interpretation der Meßergebnisse waren insbesondere die durch die Bohrungen gewonnenen lithologischen Daten von großer Wichtigkeit.

Das durch Auswertung der Ersteinsätze der P-Wellen erstellte Laufzeitfeld wurde einem Ausgleichsverfahren unterzogen und daraus die Primärwellengeschwindigkeiten nach drei verschiedenen Algorithmen errechnet. Diese Rohdaten wurden einer manuellen Glättung unterzogen.

### **Seismische Erkundungen - Ergebnis und Interpretation**

Das Ergebnis der seismischen Erkundungen ist in einem Band der Primärwellengeschwindigkeit zusammengefaßt (Bild 7). Die seismischen Geschwindigkeiten wurden entsprechend den geologischen Strukturen vom alten Stollen auf die neue Stollentrasse projiziert. Die ausgeprägten Störungen kommen dabei besonders deutlich heraus und boten für die Übertragung der Zwischenbereiche einen Anhalt.

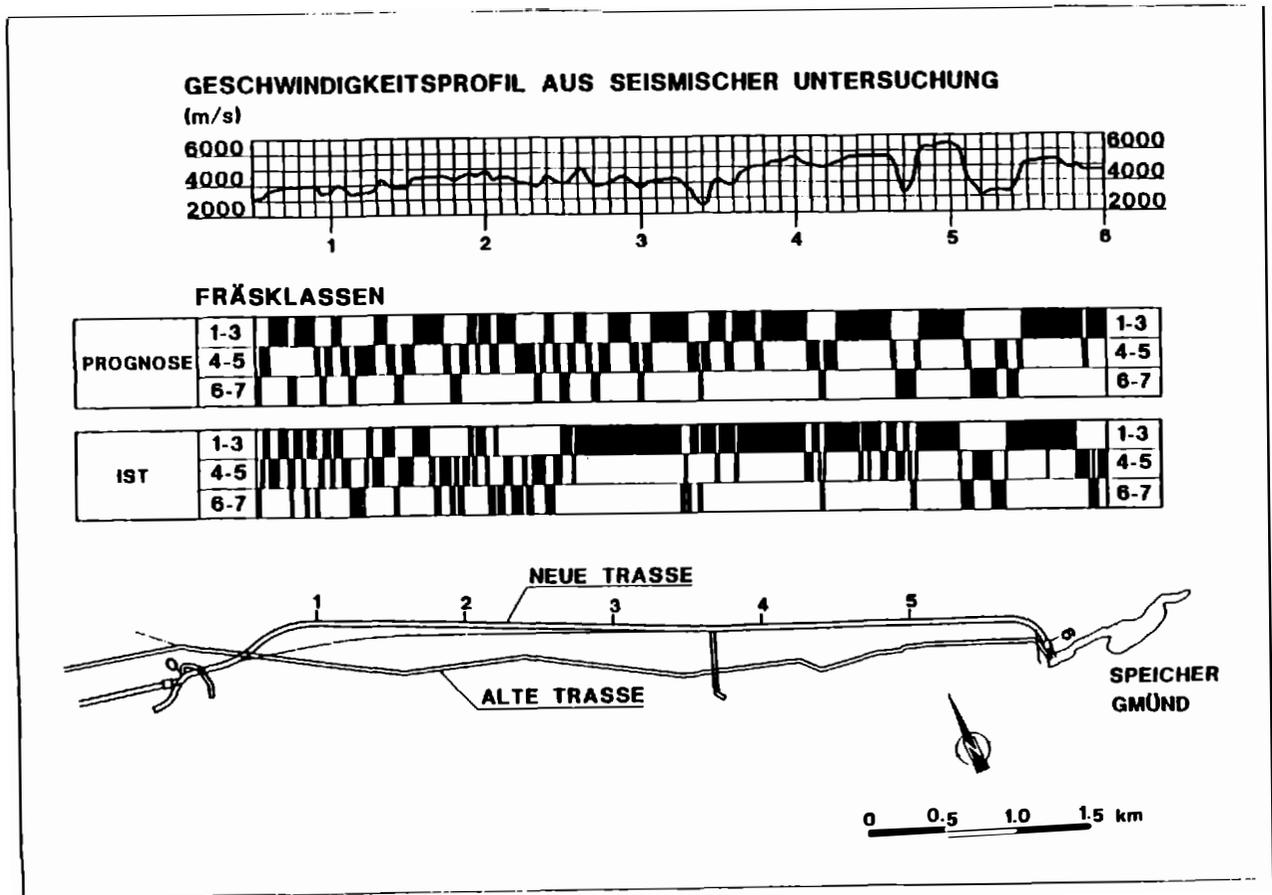


Bild 7: KW Gerlos II, Ergebnis der seismischen Erkundungen, prognostizierte und tatsächliche Fräsklassen

Unter Berücksichtigung geologischer Informationen wie Lithologie, Verwitterung, Bergwasser etc. wurden in einem zweiten Schritt den Geschwindigkeitsminima Zonen mit schlechten Gebirgsgüteklassen zugeordnet, den höheren Niveaus gute. Die Feinheit der Unterteilung wurde mit 15 – 20 m langen Abschnitten nach unten begrenzt. Zur Vereinfachung wurden die Fräsklassen in drei Gruppen zusammengefaßt (Bild 7).

Einer sozusagen optimistischen wurde eine pessimistische Prognose mit schlechterer Bewertung der Geschwindigkeitsminima gegenübergestellt.

Im dritten Schritt wurden den Fräsklassengruppen spezifische Vortriebsleistungen zugeordnet und über die Fräsklassenverteilung eine Vortriebsprognose erstellt. Für den Quarzphyllit ergab sich eine mittlere Tagesleistung von 6,5 m, für die Tauernschieferhülle wurde 8,3 m prognostiziert.

#### **Fortsetzung des Vortriebes im Triebwasserstollen**

Aufgrund der überarbeiteten Prognose fiel die Entscheidung für die Fortsetzung des TBM-Vortriebes. Zu diesem Zeitpunkt - im Februar 1990 stand der Vortrieb nach 11 Monaten erst bei Baustation 440 - waren 290 m oder 66 % in F6 und F7 aufgefahren worden. Der Vortrieb lag bereits mehr als 8 Monate hinter dem Bauzeitprogramm und hatte das Ende der Störung noch nicht erreicht.

Eine Entspannung der Situation trat ein, als nach 320 m Vortrieb in den Klassen F6 und F7 eine längere Strecke mit guten Klassen folgte. In den folgenden 6 Monaten bewegte sich die Vortriebsleistung mit nur etwa einer Dekade Zeitverzug im Mittel nahezu parallel zur Prognose (Bild 8).

Nach der Unterfahrung des alten Triebwasserstollens wurde das Hangende der Störung erreicht; in kompakten und harten Quarzphylliten kam es zu einem Wassereinbruch von 100 l/s. Die darauffolgende Strecke im Innsbrucker Quarzphyllit war durch immer wieder auftretende, relativ geringmächtige Störungen und damit durch einen krassen Wechsel im Grad der Gebirgszerlegung gekennzeichnet.

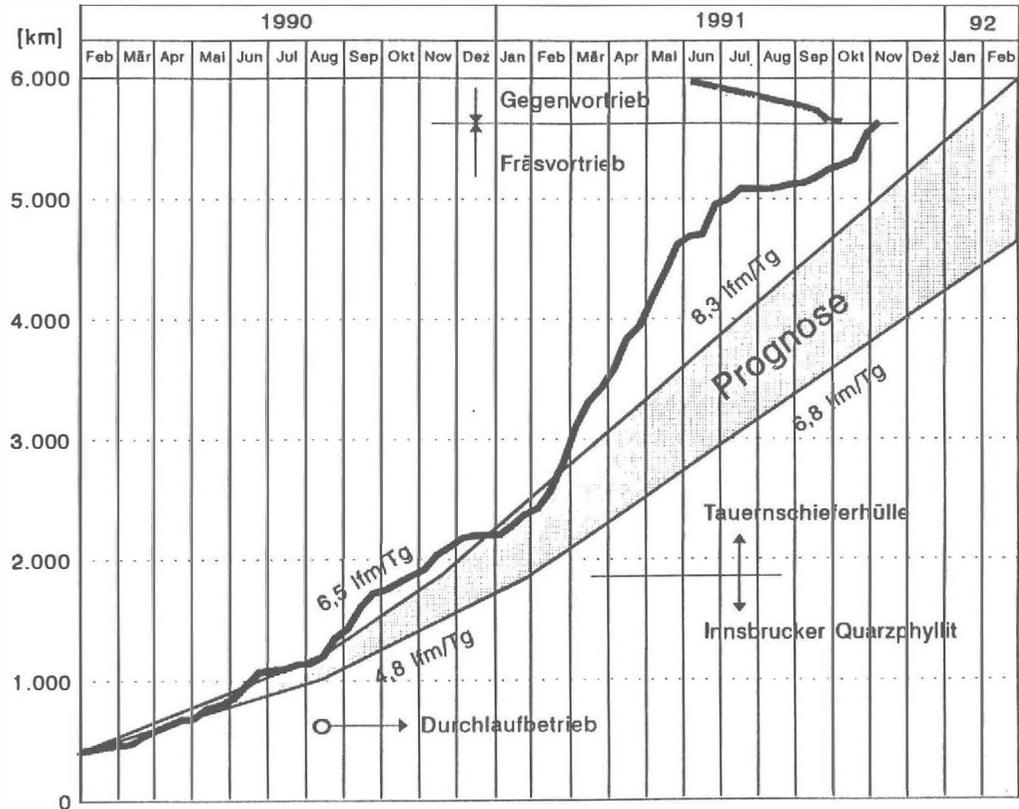


Bild 8: KW Gerlos II, prognostizierter und tatsächlicher Vortriebsfortschritt

Gegen die Überschiebungslinie nahm der Grad der Mylonitisierung des Gebirges allgemein zu und der Stollen gelangte zugleich allmählich weiter in das Berginnere. Wegen der hier etwas höheren Spannungen und wegen der geringeren Auflockerung und dem damit verbundenen geringerem Bergwasserandrang gestaltete sich der Vortrieb günstiger als im oberflächennahen Bereich. Die Reaktionszeit des Gebirges und damit die freie Standzeit war erkennbar länger. Die Überschiebungslinie bei km 1,34 war durch 30 m mylonitisierendes, aber trockenes (bergfeuchtes) Gebirge markiert.

In der Tauernschieferhülle waren im ersten Abschnitt in erster Linie Chloritsericitischeiefer mit Gips aufzufahren, deren schleifend zum Stollen verlaufendes Streichen bei steilem Einfallen die Spannungsumlagerung und Verformung an den Ulmen begünstigte. Deshalb war hier auf weiten Strecken eine Sicherung mit geschlossenen Stahlringen erforderlich.

In der Bündnerschiefer-Serie wurden hauptsächlich karbonatische Schwarzphyllite, Kalkphyllite, Breccien und weiße Quarzite angetroffen. Die Gebirgsverhältnisse gestalteten sich etwas günstiger als auf der ersten Strecke nach der Überschiebungslinie.

Die Mühlbachstörung machte sich in Form von 20 m mächtigem Mylonit, Rauhacken und Wasserandrang bemerkbar.

In den Kalken und Dolomiten der Mitteltrias-Karbonat-Serie wurden bei relativ geringem Bergwasserandrang durchwegs gute Fräsklassen aufgefahren.

Bei km 4,62 gelangte der Vortrieb in die 300 m mächtige Wandbachstörung, eine Verschuppungszone zwischen den Karbonaten und den Quarziten der Wustkogel-Serie, in der Gesteine beider begrenzender Einheiten mit Myloniten, Rauhacken und milden Sericitphylliten aufgearbeitet waren. Der Bergwasserandrang war durchwegs stark, bei zwei Stationen ereigneten sich Wassereinbrüche mit je 40 l/s, die aus der mylonitischen Störzone Material in Form von Schlamm mit Gesteinsblöcken ausschwemmten. Die gesamte Verschuppungszone war in den Klassen F5, F6 und F7 zu bewältigen.

Den letzten Abschnitt des Triebwasserstollens nahmen die Quarzite der Wustkogel-Serie ein, die hier den Kern einer Synklinale bilden. Der Zerlegungsgrad war im allgemeinen gering, der Bergwasserzudrang aber hoch. Der 400 m lange konventionelle Gegenvortrieb vom Speicher Grmünd Richtung Westen wurde ausschließlich aus Termingründen durchgeführt.

Die Bergwasserführung des Triebwasserstollens erreichte eine Spitze von 130 l/s, der Dauerzufluß betrug 100 l/s. Die stärksten Einzelwasserzutritte betrugen 40 - 100 l/s.

Der Vergleich zwischen prognostizierten und tatsächlich aufgefahrenen Gebirgsgüteklassen zeigt, daß die Übertragung der seismischen Geschwindigkeiten auf die Ausbruchsverhältnisse in der neuen Trasse in Teilbereichen um 50 bis 100 m korrigiert werden mußte, die Charakteristik aber zutreffend war (Bild 7). Die Übereinstimmung der Fräsklassenverteilung war sehr zufriedenstellend, bemerkenswert ist die Verschiebung von den mittleren zu guten bzw. schlechten Fräsklassen (Bild 9).

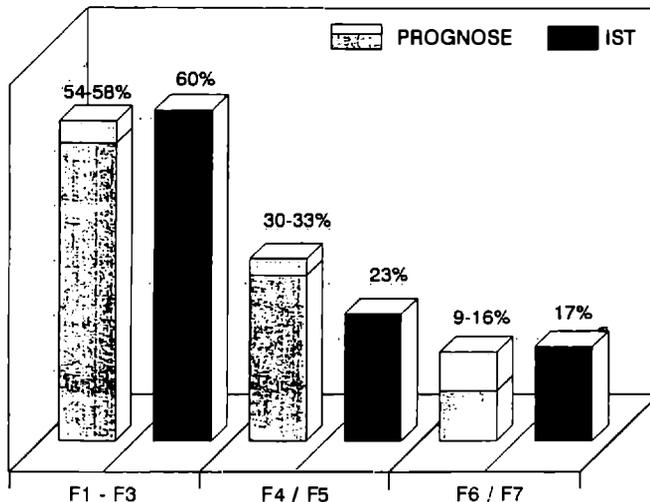


Bild 9: KW Gerlos II, prognostizierte und tatsächliche Fräsklassenverteilung

## Seismische Nachuntersuchungen

Eine im fertig ausgebrochenen Druckstollen durchgeführte seismische Nachuntersuchung hatte den Zweck, die Zulässigkeit der Übertragung der seismischen Daten vom alten Stollen auf die neue Trasse zu überprüfen, die Daten mit den geologisch-geotechnischen Verhältnissen zu vergleichen und die Anwendbarkeit der Meßgeometrie für Kleinbereichsuntersuchungen zu erproben.

Da nur begrenzte Mittel und Zeit zur Verfügung standen, wurden zwei Bereiche ausgewählt, die im Vortrieb überraschende oder extreme Verhältnisse beschert hatten und in denen ein aussagekräftiges Meßergebnis zu erwarten war (Bild 10). Der Meßbereich 1 liegt an der Überschiebungslinie des Quarzphyllites über die Tauernschieferhülle. Der Meßbereich 2 wurde in die äußerst schwierig zu bewältigende Schuppenzone der Wandbachstörung gelegt. Die Meßgeometrie der ersten Meßkampagne wurde streng beibehalten.

Die Bilder 11 und 12 zeigen die Gegenüberstellung von geologischen und geotechnischen Bewertungen aus dem Vortrieb mit den seismischen Meßwerten. Die auf die Überlagerungshöhe normierten Primärwellengeschwindigkeiten sind in drei Kurven und einem Band dargestellt:

- \* die gemessenen Rohwerte
- \* eine Kurve mit gewichteten Mittelwerten aus je 3 Meßwerten
- \* eine Ausgleichskurve
- \* der großräumige Trend mit starker Glättung

Die Kurven zeigen die unterschiedlichen Interpretationsniveaus der einzelnen Darstellungsformen. Der großräumige Trend spiegelt die Lithologie und - großzügig geglättet - die Verteilung der Fräsklassen wider. Ähnlich die Ausgleichskurve, die jedoch schon Details erkennen läßt. Eine sehr gute Übereinstimmung auch mit kleineren Details ergibt sich aus der Mittelwertkurve; wo hier eine Abweichung zu den Fräsklassen vorhanden ist, findet sich meist eine Aufklärung bei Betrachtung der Rohdaten. Die Auflösung von Details ist natürlich von der Meßanordnung abhängig.

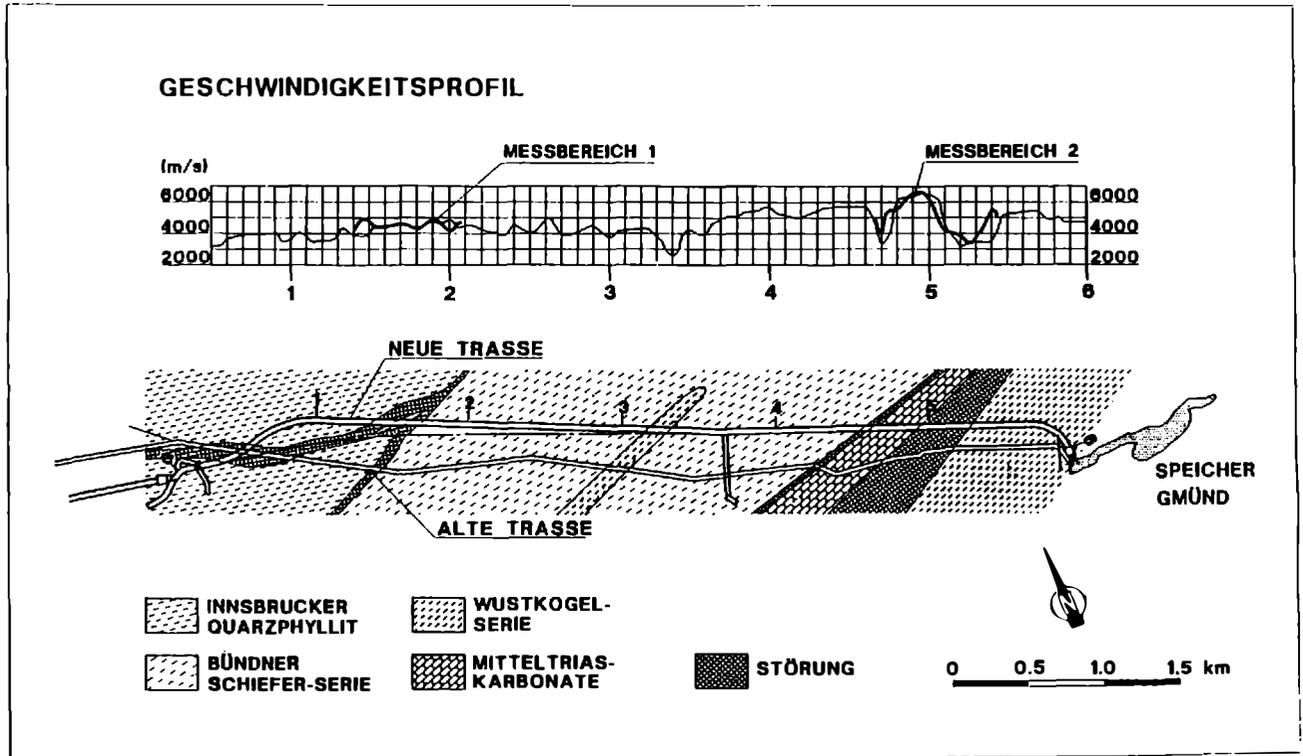


Bild 10: KW Gerlos II, Geologie und Ergebnis der seismischen Nachuntersuchungen

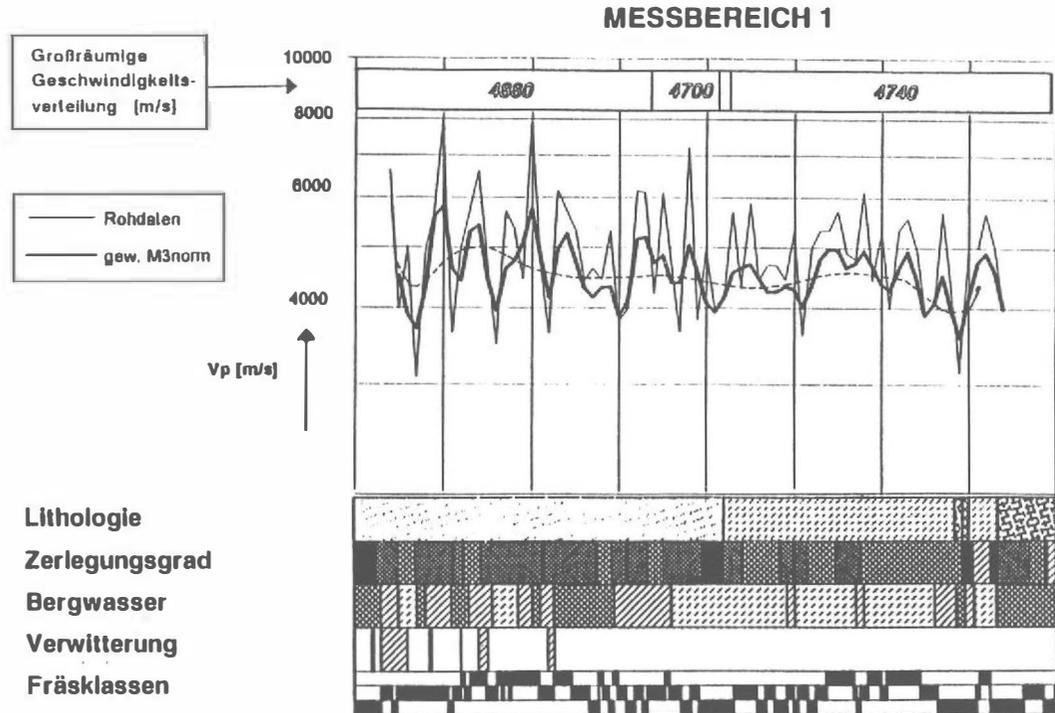


Bild 11: KW Gerlos II, Seismischen Nachuntersuchungen, Analyse des Meßbereiches 1

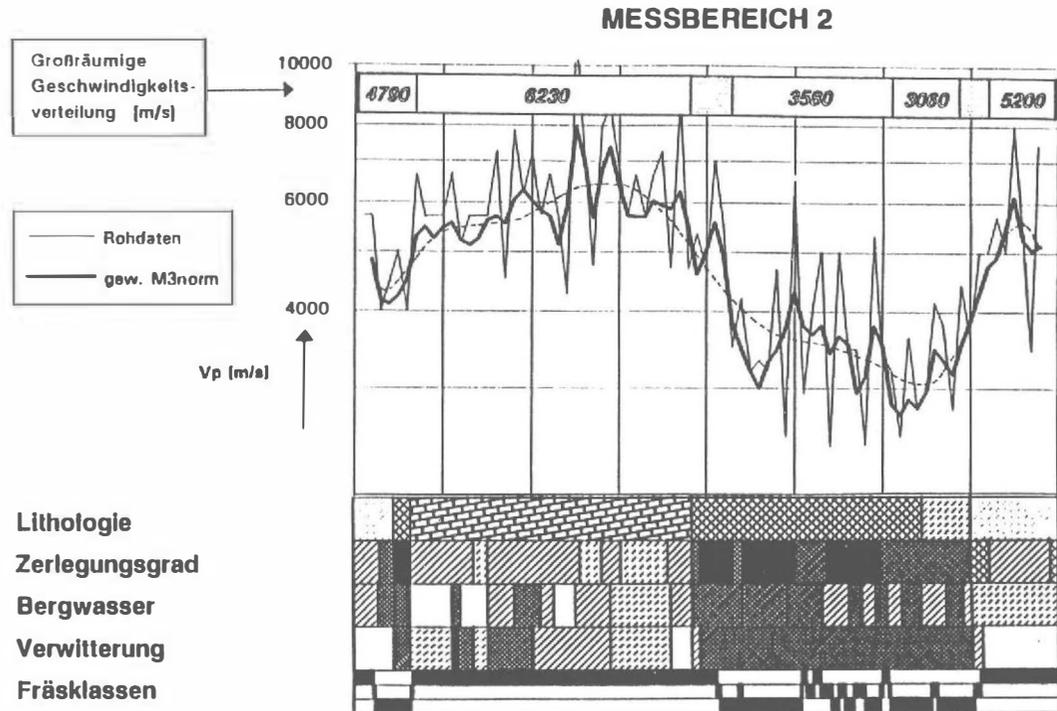


Bild 12: KW Gerlos II, Seismischen Nachuntersuchungen, Analyse des Meßbereiches 2

Die Breite eines Geschwindigkeitsminimums stimmt sehr genau mit der Mächtigkeit der zugehörigen Störung zusammen. Die Übereinstimmung mit den Gebirgsgüteklassen und damit indirekt mit dem Gebirgsverhalten ist sehr gut und noch etwas besser als mit der Bewertung des Zerlegungsgrades.

Sowohl die absolute als auch die relative Tiefe eines Minimums steht in einem direkten Zusammenhang mit der Intensität einer Störung, ist aber zugleich vom Ausgangsniveau des gering zerlegten Gebirges und damit von der Lithologie abhängig: Bei hohem Ausgangsniveau, z. B. in Karbonaten, ist der Abfall zum Minimum stark ausgeprägt, in den schiefrigen Gesteinen fällt das Minimum von einem tieferen Niveau weniger stark ab.

Eine wechselhafte Charakteristik der Gebirgsgüteklassenverteilung ist im unruhigen Verlauf der Geschwindigkeitskurve wiederzuerkennen; der Umkehrschluß ist aber nicht zwingend, wie der ebenfalls unruhige Abschnitt, allerdings auf hohem Geschwindigkeitsniveau, in Karbonatgesteinen gleichmäßiger Gebirgsgüte zeigt.

Der Einfluß von Verwitterung und Hohlraumanteil auf die Wellengeschwindigkeit ist sehr wesentlich und kann eine Störung bzw. schlechte Ausbruchsklassen vortäuschen.

Die schiefrigen Gesteine zeigen eine deutlich unruhigere Geschwindigkeitsverteilung, die mit der Flatterhaftigkeit der Fräsklassenverteilung korrespondiert. Maxima und Minima sind weniger deutlich ausgeprägt. Allerdings bedeutet z. B. im Quarzphyllit ein kleiner Unterschied in der Wellengeschwindigkeit oft eine entscheidende Änderung der Fräsklassen.

Ein relativ hohes Geschwindigkeitsniveau trotz schlechter Gebirgsverhältnisse und ein dachförmiger Anstieg zur Überschiebungsbahn könnte durch eventuell vorhandene tektonische Restspannungen verursacht sein; die eigentliche Überschiebungslinie bildet sich nur als kleines Minimum ab.

Etwas standfestere Abschnitte innerhalb von größeren Störungszonen werden gut aufgelöst; nicht jeder kleine Ausschlag der Kurve muß jedoch seine Bedeutung für die Prognose haben. Die stark geglätteten Kurven müssen in Synopsis mit den Rohdaten betrachtet werden. Allerdings können auch unscheinbare Tendenzen der Kurve bedeutsame Ursachen haben. Hier ist die Intuition des Geologen gefordert.

## Schluß

Untersuchungen der hier behandelten Art sind insoferne ein Spezialfall, weil in diesem Fall ein neuer Stollen parallel zum Bestand geführt wird. Derartige Situationen werden aber bei Gesamterneuerungen und Erweiterungen im Kraftwerks- und Verkehrswegebau in Zukunft wahrscheinlich häufiger werden. Das Beispiel Gerlos hat uns aber gezeigt, daß sich der Aufwand für die seismische Untersuchung im Hinblick auf die Treffsicherheit der geologisch-geotechnischen Prognose besonders bei lückenhafter Dokumentation des Altbestandes - lohnt.

Der Vortrieb des Triebwasserstollens Gerlos II dauerte etwa zweieinhalb Jahre, das ist etwa ein Jahr länger als vorgesehen war. Obwohl das Gebirge in diesem Falle oft nicht gnädig war, hat unter speziellen wirtschaftlichen Randbedingungen der Fräsvortrieb nach Überwindung mehrerer schwieriger Abschnitte zum Erfolg geführt. Im Herbst 1991 wurde durchgeschlagen, im März 1993 ist das Kraftwerk Gerlos II in Betrieb gegangen.

Mit Beiträgen von:

Dipl.-Ing. P. Steyrer  
Tauernplan Consulting GmbH  
A-5020 Salzburg

Mag. J. Dölzlmüller  
Geo Salzburg GmbH  
A-5020 Salzburg

seit 1994:  
Tauernplan Geophysik GmbH  
A-5020 Salzburg

Autor: Dipl.-Ing. R. Gerstner  
Tauernplan Prüf- und Meßtechnik GmbH  
A- 6261 Strass Nr. 103