

A 14108-R
Zilau 7A/IV

Ingenieurgeologische Charakterisierung von anisotropen Gesteinen am Beispiel des Stainzer Plattengneises

Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades eines Magisters
der Naturwissenschaften
Studienzweig Technische Geologie

von

Gesselbauer Werner



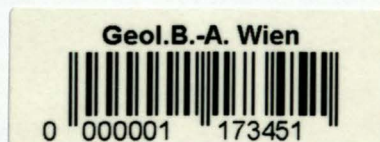
Karl Franzens Universität Graz
Technische Universität Graz

Durchgeführt am Institut für
Technische Geologie und
Angewandte Mineralogie
der TU Graz

Begutachter:

Univ.- Doz. Dr. phil; F. J. BROSCHE

Vorgelegt im Juni 1997



VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand am Institut für Technische Geologie und Angewandte Mineralogie der Technischen Universität Graz.

In erster Linie möchte ich die Gelegenheit nutzen, um mich bei meinen Eltern, sowie Großeltern, die mir durch ihre moralische sowie finanzielle Unterstützung dieses Studium ermöglicht haben, zu bedanken. Als "kleines Dankeschön" sei ihnen diese Arbeit gewidmet.

Mein weiterer Dank gilt Herrn Univ. Prof. Dr. G. Riedmüller für die Möglichkeit zur Durchführung dieser Arbeit.

Besonders möchte ich Herrn Univ.- Doz. Dr. phil; F. J. Brosch für die Themenerstellung, seine hilfreichen Anregungen und für die Durchsicht der Arbeit danken.

Weiters gilt mein herzlichster Dank den Besitzern des Steinbruches "Rath" für die Erlaubnis der Durchführung der Geländearbeiten.

Zudem möchte ich mich bei Mag. Blüml sowie Herrn Kaufmann vom Institut für Felsmechanik und Tunnelbau, die mir bei der Durchführung der einachsialen Druckversuche hilfreich zur Seite standen bedanken.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Mitarbeitern des Institutes, sowie allen anderen Personen die mir hilfreich zur Seite standen.

INHALTSVERZEICHNIS

1. ALLGEMEINES.....	1
1.1 Zusammenfassung und Zielsetzung.....	1
1.2 Geographische Lage.....	2
1.3 Geologie.....	3
 2. KLUFTAUFNAHME.....	5
2.1 Aufnahmemethodik.....	5
2.2 Auswertungsmethoden.....	6
2.3 Ergebnisse.....	13
2.3.1 Raumstellung.....	13
2.3.2 Kluftabstand.....	14
2.3.3 Kluftöffnungsweite / Mittlerer linearer Auflockerungsgrad.....	15
2.3.4 Teilbeweglichkeit der Kluftkörper.....	18
2.3.5 Verwitterungszustand.....	19
2.3.6 Kluftkörperform.....	21
2.3.7 Kluftspurlängen.....	21
2.3.8 Oberflächenausbildung.....	22
2.3.9 Volumetric joint count.....	24
2.3.10 Termination Index.....	24
2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	25
 3. PETROGRAPHISCHE BESCHREIBUNG.....	27
3.1 Makroskopische Beschreibung.....	27
3.2 Mineralbestand.....	29

4. GEFÜGEMÄßIGE BESCHREIBUNG.....	30
4.1 Kornverband / Kornform.....	36
4.2 Mikrorisse.....	38
4.3 Texturkoeffizient.....	39
4.3.1 Auswertungsmethode.....	39
4.3.2 Ergebnisse.....	41
4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	45
5. FESTIGKEITSUNTERSUCHUNGEN.....	46
5.1 Der einachsiale Druckversuch.....	47
5.1.1 Einachsiale Zylinderdruckfestigkeit.....	47
5.1.2 Form und Abmessungen der Prüfkörper.....	47
5.1.3 Herstellung der Prüfkörper.....	48
5.1.4 Versuchsdurchführung.....	49
5.1.5 Anzahl der Prüfkörper.....	49
5.1.6 Ergebnisse.....	50
5.1.7 Bruchformen bei einachsialen Druckversuchen.....	54
5.2 Schmidt'scher Rückprallhammer - Indextest.....	56
5.2.1 Auswertungsmethode.....	56
5.2.2 Ergebnisse.....	57
5.3 Point - Load - Indextest.....	59
5.3.1 Prüfkörperdimension.....	59
5.3.2 Auswertung.....	60
5.3.3 Ergebnisse.....	62
5.3.4 Bruchausbildung der Probenkörper.....	67
5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	69
6. ZUSAMMENFASSUNG.....	71
7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	75

ANHANG A: – Auswertung von Raumstellungsdaten der Kluftaufnahme
– Rauigkeitsprofile

ANHANG B: – Darstellung zur Messung des Winkelparameters für die
Bestimmung des Texturkoeffizienten

ANHANG C: – Erhaltene Rückprallwerte bezüglich Hammertest
– Datenblätter bezüglich Point - Load - Test

- Untersuchungen im Mikrobereich
- Festigkeitsuntersuchungen

Die Geländeaufnahme wurde in Form einer vollständigen Kluftaufnahme in einem Steinbruch nahe dem weststeirischen Ort Steinz durchgeführt. Hierbei wurden sämtliche Kluftparameter (Kluftabstand, Kluftöffnungsweite, Orientierungsausrichtung etc. ...) aufgenommen und anschließend ausgewertet. Die mikroskopischen Untersuchungen bezogen sich auf die Kornverandsituation, die Kornform, die Mikrorissausbildungen sowie die Bestimmung des Texturkoeffizienten. Bei den Festigkeitsuntersuchungen wurden sowohl direkte (direkter Druckversuch) als auch indirekte (Darmstadt'scher Betonprüfhammer, Point - Load - Indextest) Untersuchungen am Gestein durchgeführt.

Sämtliche Laboruntersuchungen bzw. Auswertungen von Datenmaterial wurden am Institut für Technische Geologie und angewandte Mineralogie der Technischen Universität Graz durchgeführt. Der direkte Druckversuch wurde am Institut für Felsmechanik und Tunnelbau der Technischen Universität Graz vorgenommen.

Ziel dieser Arbeit war es, das Gestein ingenieurgeologisch zu beschreiben bzw. zu charakterisieren. Die Geländeaufnahmen sollten sämtliche Trennflächencharakteristika aufzeigen. Die Untersuchungen im Mikrobereich hatten die Aufgabe das Gestein im Korngefüge zu beschreiben. Die abschließenden Festigkeitsuntersuchungen sollten unter anderem den Grad der Festigkeitsanisotropie im Gestein näher darlegen.

1. ALLGEMEINES

1.1 ZUSAMMENFASSUNG UND ZIELSETZUNG

Im Zuge dieser Arbeit wurden umfangreiche Untersuchungen am Stainzer Plattengneis durchgeführt. Die Untersuchungen wurden nach folgendem Schema vorgenommen :

- Geländeaufnahme
- Petrographische Beschreibung
- Untersuchungen im Mikrobereich
- Festigkeitsuntersuchungen

Die Geländeaufnahme wurde in Form einer vollständigen Kluftaufnahme in einem Steinbruch nahe dem weststeirischen Ort Stainz durchgeführt. Hierbei wurden sämtliche Kluftparameter (Kluftabstand, Kluftöffnungsweite, Oberflächenausbildung etc.....) aufgenommen und anschließend ausgewertet. Die mikroskopischen Untersuchungen bezogen sich auf die Kornverbandssituation, die Kornform, die Mikrorissausbildungen sowie die Bestimmung des Texturkoeffizienten. Bei den Festigkeitsuntersuchungen wurden sowohl direkte (direkter Druckversuch) als auch indirekte (Schmidt'scher Betonprüfhammer; Point - Load - Indextest) Untersuchungen am Gestein durchgeführt.

Sämtliche Laboruntersuchungen bzw. Auswertungen von Datenmaterial wurden am Institut für Technische Geologie und angewandte Mineralogie der Technischen Universität Graz durchgeführt. Der direkte Druckversuch wurde am Institut für Felsmechanik und Tunnelbau der Technischen Universität Graz vorgenommen.

Ziel dieser Arbeit war es, das Gestein ingenieurgeologisch zu beschreiben bzw. zu charakterisieren. Die Geländeaufnahmen sollten sämtliche Trennflächencharakteristika aufzeigen. Die Untersuchungen im Mikrobereich hatten die Aufgabe das Gestein im Korngefüge zu beschreiben. Die abschließenden Festigkeitsuntersuchungen sollten unter anderem den Grad der Festigkeitsanisotropie im Gestein näher darlegen.

1.2. GEOGRAPHISCHE LAGE

Die Durchführung der Geländeaufnahme erfolgte im Steinbruch "RATH", der ungefähr 8 km nordöstlich vom weststeirischen Ort Stainz entfernt liegt ("Theussenbachgraben").

Die zwecks Gefüge- bzw. Festigkeitsuntersuchungen benötigten Gesteinsproben stammen sowohl vom Steinbruch "RATH" als auch vom Steinbruch "SCHIFFERL", welcher sich ungefähr 5 km nordöstlich des Ortes Bad Gams befindet ("Gamsbachgraben").

Folgende Abbildung soll den genauen Standort der beiden Steinbrüche darlegen :

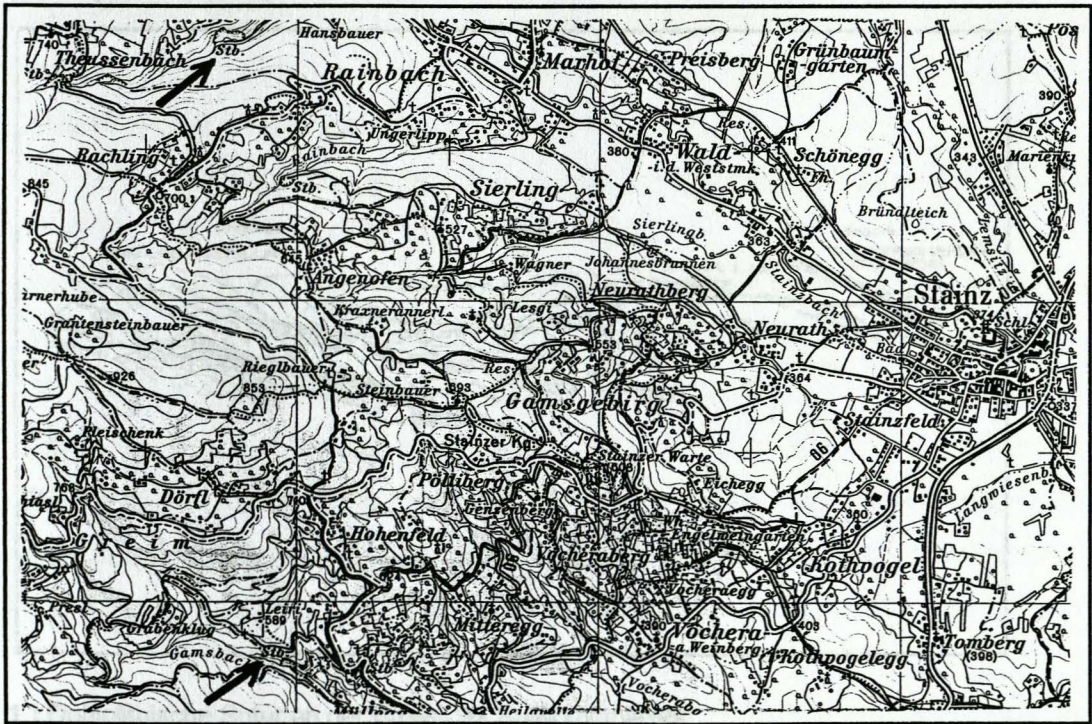


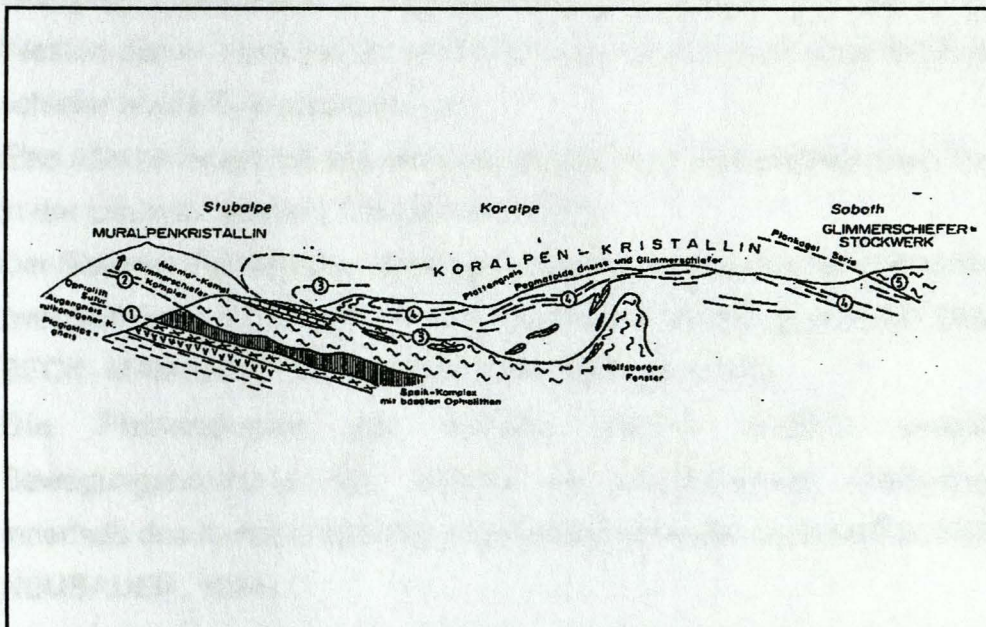
Abb. 1: Geographische Lage des Arbeitsgebietes
(ÖK 1 : 50.000 Blatt 189 Deutschlandsberg)

1.3. GEOLOGIE

Das Kristallin des steirischen Randgebirges gliedert sich nach der lithologischen Zusammensetzung, der tektonisch metamorphen Entwicklung, sowie dem voralpidisch erreichten Metamorphosegrad in 3 Großeinheiten auf (NEUBAUER, 1984) :

- a.) Muriden
- b.) Koriden
- c.) Glimmerschieferstockwerk

Das Untersuchungsgebiet der Gesteine befindet sich in den Koriden (Koralpenkristallin).



- 1.) Ophiolithische Suture an der Basis des Speikkomplexes.
- 2.) Grenze zwischen Speik- und Glimmerschieferkomplex.
- 3.) Grenze zwischen Muralpenkristallin zu Gneisen des Koralpenkristallins.
- 4.) Die Plattengneise treten in einer nordvergente Scherzone auf.
- 5.) Plankogelserie

Abb. 2: Der Internbau des mittelostalpinen polymetamorphen Grundgebirges im Bereich Stubai- und Koralpe (nach FRANK et al; 1983, verändert; aus FLÜGEL und NEUBAUER, 1984)

Das Koralpenkristallin gliedert sich in mehrere tektono - bzw. lithofazielle Gesteinsserien, welche im folgenden (vom Liegenden zum Hangenden) angeführt werden (nach TOLLMANN, 1977).

- a.) Wolfsbergserie
- b.) Marmorserie der Koralpe
- c.) Koralpenserie
- d.) Schwanbergserie
- e.) Venitische Glimmerschieferserie
- f.) Plankogelserie
- g.) Gradener Serie

Der in dieser Arbeit untersuchte Plattengneis (Namensgebend ist die plattig - brettartige Spaltbarkeit) ist am Ostrand der Koralpenserie aufgeschlossen. Im Westen dieser Serie herrschen Disthengneise, Andalusitparamorphosen - schiefer sowie Gneisquarzite vor.

Eine nähere Beschreibung der oben angeführten Seriengliederung findet sich in der Literatur wieder (TOLLMANN, 1977).

Der Stainzer Plattengneis überlagert den Marmorzug des Sauerbrunngrabens (westlich Stainz) und geht in den hangenden Hirscheegger Gneis über (nach BECK- MANNAGETTA, aus OBERHAUSER, R. 1980).

Die Plattengneise der Koralpe stellen deutlich ausgeprägte Bewegungshorizonte dar, welche die verschiedenen Gesteinsgruppen innerhalb des Koralpenkristallins zumindest teilweise voneinander trennen (F. NEUBAUER, 1984).

Lokale Vergletscherungen während der letzten Eiszeit hinterließen auf der Koralpe Kare (Karvergletscherung). Die Morphologie des Gebietes ist periglazial. Die Koralpe wird von tertiären Becken (weststeirisches Tertiärbecken im Osten, Wolfsberger Tertiärbecken im Westen) umrahmt.

2. KLUFTAUFNABME

Im Vordergrund der Transflächenaufnahme standen folgende Parameter:

Die Kluftaufnahme erfolgte ausschließlich im Steinbruch "RATH".

2.1 AUFNAHMEMETHODIK

Eine vollständige Kluftaufnahme im Gelände wurde mit dem Messlinien - (scanline) verfahren durchgeführt.

Entlang einer definierten Aufnahmelinie wurden sämtliche (die Aufnahmelinie schneidende) Klüfte aufgenommen. Dabei sollte die Messlinie möglichst stumpfwinkelig zur Raumstellung der wichtigsten Kluftschar verlaufen.

Da die Aufnahme in einem Steinbruch erfolgte, sei darauf hingewiesen, daß anthropogene Einflüsse (Sprengungen) teils erhebliche Verzerrungen des Gebirgszustandes bewirken können und deshalb manche Parameter (z.B. Kluftöffnung)

Die für die Aufnahme verwendeten Aufnahmegeräte waren:

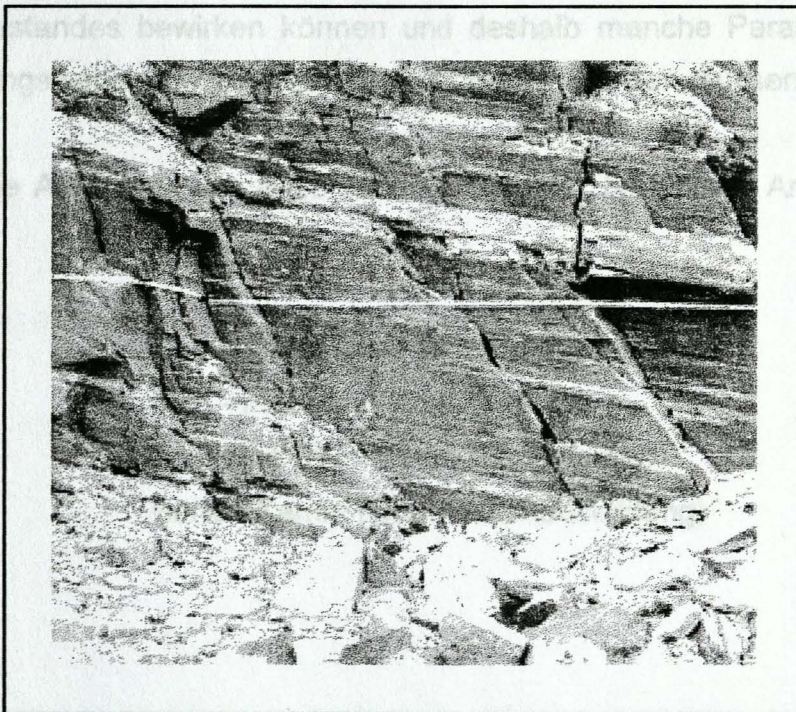


Abb. 3: Messlinie im Aufschluß

2.2 AUSWERTUNGSMETHODEN

Im Vordergrund der Trennflächenaufnahme standen folgende Parameter :

(WALLBRECHER 1986; Geo / ULLY & KNITTEL, 1989).

- Kluftabstand
 - Raumstellung
 - Kluftabstand
 - Kluftöffnungsweite
 - Verwitterungszustand
 - Kluftkörperform
 - Oberflächenausbildung
 - Länge bzw. Endung der einzelnen Klüfte
 - Teilbeweglichkeit der Kluftkörper

Da die Aufnahme in einem Steinbruch erfolgte, sei darauf hingewiesen, daß anthropogene Einflüsse (Sprengungen) teils erhebliche Verzerrungen des Gebirgszustandes bewirken können und deshalb manche Parameter (z.B. Kluftöffnungsweiten) mit größter Vorsicht beurteilt werden müssen.

Die für die Aufnahme der angeführten Parameter benötigten Arbeitsgeräte waren:

- Durchtrennung
 - Geologenkompaß (Raumstellungsdaten)
 - 50m - Maßband (scanline)
 - Fühllehre (Kluftöffnungsmessungen)
 - Barton Kamm (Oberflächenausbildung)

- Raumstellung

Raumstellungsdaten wurden mit EDV- Programmen bearbeitet (Gefüge 5 / WALLBRECHER 1986; Geo / ULLY & KNITTEL, 1989).

- Kluftabstand

Die Aufnahme der Kluftabstände wurde entlang der definierten Aufnahmelinie durchgeführt, wobei wahre und scheinbare Kluftabstände voneinander getrennt wurden.

Der wahre Kluftabstand ist der Normalabstand zwischen zwei benachbarten Kluftindividuen der gleichen Schar. Ist jener Normalabstand im Gelände nicht direkt messbar, so kann er nach folgender Beziehung berechnet werden :

$$d = d_m \times \cos \Theta$$

mit d.....wahrer Kluftabstand
 d_m.....scheinbarer Kluftabstand
 Θ.....Winkel zwischen Messlinie und der Flächennormale

Die Messungen der Kluftabstände wurden mit einem Kluftabstandsmessgerät durchgeführt (Kluftabstandsmessgerät: Kluftabstandsmessgerät).

- Durchtrennung

Als Durchtrennungsmaß wurden Ausbisse sichtbarer Kluftspurlängen verwendet.

- Kluftöffnungsweite / Mittlerer linearer Auflockerungsgrad

Unter der Kluftöffnungsweite versteht man den Abstand zweier zusammengehörender Kluftufer.

Folgende Klassifizierung bezüglich der Öffnungsweiten von Klüften wurde angewandt :

Öffnungsweiten (mm)	Beschreibung
< 0.1	sehr eng
0.1 - 0.25	eng
0.25 - 0.5	teilweise offen
0.5 - 2.5	offen
2.5 - 10	weit
> 10	sehr weit
> 100	extrem weit

Tab. 1: Beschreibung der Öffnungsweiten von Klüften

Die Messungen der Kluftöffnungsweiten wurden größtenteils mittels Fühllehre durchgeführt (Kluftöffnungsweiten < 10mm).

Die Beurteilung der Teilbeweglichkeit der Kluftkörper erfolgte visuell nach folgenden festgelegten Kriterien :

- a.) keine
- b.) merklich
- c.) erhöht
- d.) sehr hoch

Der mittlere lineare Auflockerungsgrad (AG) spielt bezüglich Beurteilung des Gebirgsverbandes eine wesentliche Rolle. Er berechnet sich aus folgender Beziehung :

$$AG = \frac{\sum \text{Öffnungsweiten der Klüfte}}{\sum \text{Längen aller Aufnahmelinien}} \text{ mm / m}$$

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der mittlere lineare Auflockerungsgrad in vier Klassen unterteilt :

AG 1	< 5 mm/m
AG 2	5 - 15 mm/m
AG 3	15 - 30 mm/m
AG 4	> 30 mm/m

Tab. 2: Klassifikationskriterien bezüglich des mittleren linearen AG

- Teilbeweglichkeit der Klufkörper

Die Beurteilung der Teilbeweglichkeit der Klufkörper erfolgte visuell nach folgenden festgelegten Kriterien :

- a.) keine
- b.) merklich
- c.) erhöht
- d.) sehr hoch

- Verwitterungszustand

In der Literatur finden sich verschiedene Klassifikationen über den Verwitterungszustand von Gesteinen (CIVIL ENGINEERING SERVICES DEPARTMENT, 1988; BROWN E. T., 1981; DEARMAN, W. R., 1976 etc.).

Nach visueller Betrachtung verschieden stark verwitterter Gesteine wurden folgende, auf das untersuchte Gestein bezogene, Klassifikationskriterien erstellt :

Klasse 1	Unverwittert, im Handstück keine Verfärbung bemerkbar.
Klasse 2	Angewittert bis leicht verwittert, eine auf den Klufflächen charakteristische rostbraune Färbung tritt auf; Verfärbung dringt aber nicht in den Kornverband ein, Schwächung des Materials (deutliche Festigkeitsabnahme gegenüber Gesteinen der Klasse 1) zeigt sich im Gelände nicht
Klasse 3	Partiell verwittert, die Verwitterungserscheinungen (Verfärbungen) sind vor allem an den Grenzen der mm bis cm dünnen einzelnen Lagen zu beobachten; kein isotropes Eindringen der Verfärbungen in den Kornbereich, alle niedrigeren Verwitterungsklassen treten nebeneinander auf
Klasse 4	Verwittert bis entfestigt; starkes, im Allgemeinen isotropes Eindringen der Verfärbungen in den Kornverband; Gestein entfestigt, zerdrückbar; Struktur und Textur sind aber noch erhalten.

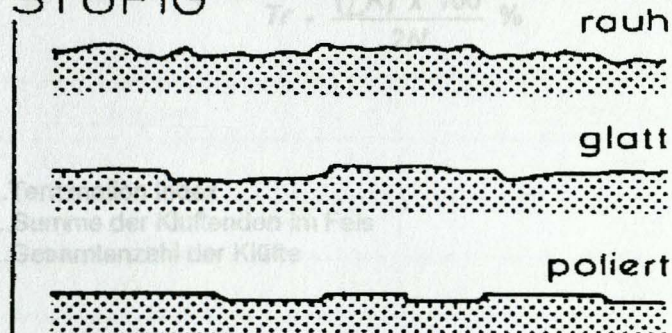
Tab. 3: Beschreibung der einzelnen Verwitterungsklassen

- Oberflächenausbildung

Die Aufnahme erfolgte im Gelände visuell (Ausbildungen der Kluftwandungen) bzw. mithilfe des Barton- Kammes, mit dem Rauigkeitsprofile erstellt wurden.

Mit diesen aufgenommenen Werten bzw. Profilen wurden folgende Schaubilder verglichen :

STUFIG

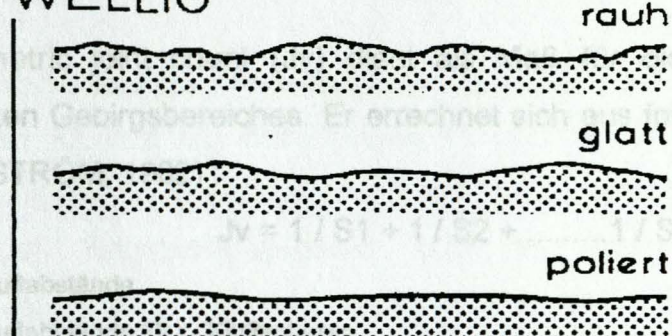


Klasse A1

Klasse A2

Klasse A3

WELLIG

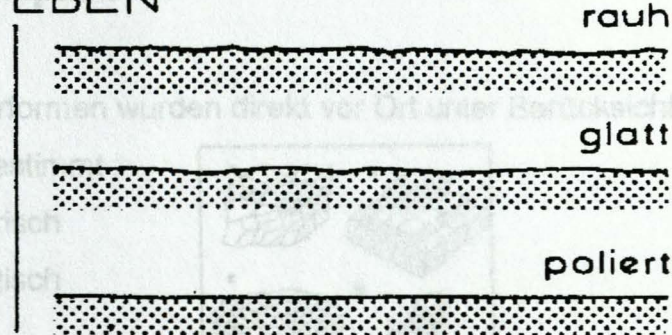


Klasse B1

Klasse B2

Klasse B3

EBEN



Klasse C1

Klasse C2

Klasse C3

Abb. 4: Vergleichsschaubilder zur Beurteilung von Oberflächenausbildung

- Termination Index

Der Termination Index gibt das Maß für den Anteil an Materialbrücken im Gebirge an (Je höher der Index, desto größer ist der Anteil an "nicht-" durchtrennten Gesteinsbereichen).

Der Termination Index errechnet sich aus folgender Beziehung (aus BROWN, 1981) :

$$Tr = \frac{(\sum R) \times 100}{2N} \%$$

Tr.....Termination Index
 $\sum R$Summe der Kluftenden im Fels
 N.....Gesamtanzahl der Klüfte

Kluftcharakter	Schwerpunktsfläche
K1	105 / 72
K2	135 / 74
K3	154 / 74
K4	285 / 85

- Volumetric joint count

Der volumetric joint count (Jv) dient als Maß für die Klüftigkeit eines untersuchten Gebirgsbereiches. Er errechnet sich aus folgender Beziehung (A. PALMSTRÖM, 1982) :

$$Jv = 1 / S1 + 1 / S2 + \dots + 1 / Sx$$

S.....Kluftabstände

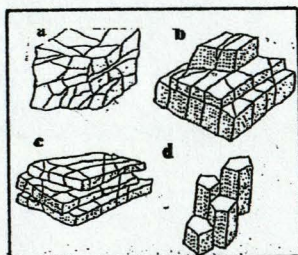
Sx.....Kluftabstände für x- Kluftscharen

- Kluftkörperperform

Kluftkörperperformen wurden direkt vor Ort unter Berücksichtigung folgender

Modelle bestimmt :

- a.) polyedrisch
- b.) prismatisch
- c.) plattig
- d.) säulig



2.3. ERGEBNISSE

Nachfolgend werden die oben erwähnten Parameter für jede einzelne Kluftschar dokumentiert bzw. analysiert.

2.3.1 Raumstellung

Im Gelände konnten insgesamt vier Hauptklufscharen festgestellt werden.

Kluftschar	Schwerpunktsfläche
k1	105 / 72
k2	335 / 74
k3	164 / 74
k4	285 / 65

Tab. 4: Orientierung der einzelnen Klufscharen

Bei einer Schieferungsraumstellung von 232 / 19 (sf "a") dominieren die Klufscharen k2 und k3, die Scharen k1 und k4 dominieren bei einer Raumstellung der Schieferungsflächen von 14 / 20 (sf "b").

Zufolge der Raumstellungsdaten kann im Aufnahmebereich eine Faltenbildung angenommen werden (Muldenbereich der Falte).

Die dazugehörigen richtungsstatistischen Parameter sind im Anhang A dargestellt.

2.3.2 Kluftabstand weite / Mittlerer linearer Auflockerungsgrad

Bezüglich der aufgenommenen Kluftabstände lassen sich Scharen mit geringen Abständen (k2, k3) von Scharen mit größeren Abständen (k1, k4) trennen.

Die in Tabelle 5 dargestellten Werte bzw. Ergebnisse veranschaulichen die Unterschiede der Kluftabstände einzelner Kluftscharen.

Kluftabstand (m)	k1	k2	k3	k4
mean	0.47	0.29	0.19	2.09
mode	0.06	0.07	0.15	1.81
min	0.06	0.03	0.07	0.48
max	2.20	2.60	0.42	4.14

Tab. 5: Statistische Maßzahlen für Kluftabstände der einzelnen Scharen

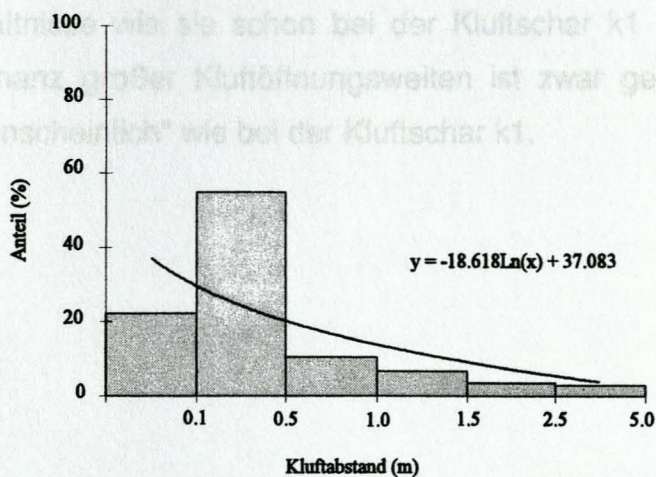


Abb. 5 : Häufigkeitsverteilung der entlang den scanlines aufgenommenen Kluftabstände

2.3.3 Kluftöffnungsweite / Mittlerer linearer Auflockerungsgrad

Nach Messung sämtlicher Kluftöffnungsweiten können folgende Ergebnisse festgehalten werden :

Die Kluftöffnungsweiten der Kluftschar k1 weisen durchwegs große Unterschiede auf. Kluftöffnungsweiten der Klasse "sehr eng" bis Klasse "weit" treten in annähernd ähnlichen Prozentsätzen auf. Dominierend jedoch Klasse "sehr weit" (~ 70 % !). Diese großen Öffnungsweiten lassen sich dadurch erklären, daß in unmittelbarer Umgebung Sprengungen durchgeführt wurden.

Eine etwas veränderte Situation ergibt sich bezüglich der Kluftschar k2. Dominierend mit ungefähr 50 Prozent sind hier Kluftöffnungsweiten der Klasse "offen".

Ebenso wie bei k2, jedoch in stärkerem Ausmaß sind die Verhältnisse der Kluftschar k3 (ungefähr 60 Prozent der Klasse "offen").

Anders wiederum die Situation der Kluftschar k4. Hier finden sich durchwegs Verhältnisse wie sie schon bei der Kluftschar k1 festgestellt wurden. Die Dominanz großer Kluftöffnungsweiten ist zwar gegeben, jedoch nicht so "augenscheinlich" wie bei der Kluftschar k1.

Aufgrund der dargelegten Ergebnisse können 2 Scharen voneinander abgegrenzt werden :

- a.) Scharen, welche praktisch das gesamte Klassenspektrum in annähernd gleichem Maß durchschreiten (k1, k4).
- b.) Scharen, welche bestimmte Klassen bzw. Öffnungsweiten aufweisen (k2, k3).

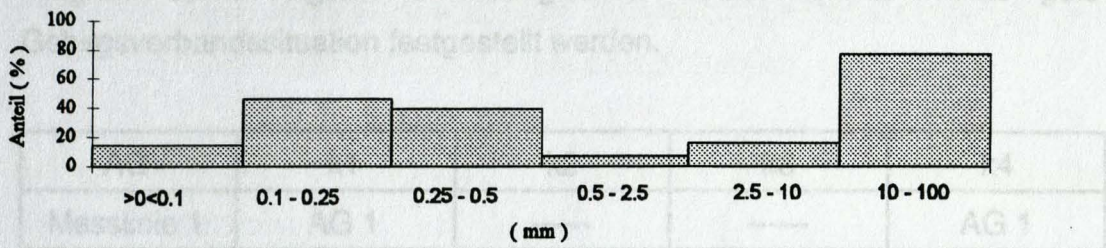
Kluftöffnung (mm)	k1	k2	k3	k4
mean	6.99	2.79	2.35	7.55
mode	1.00	1.00	2.00	0.10
min	0.10	0.10	0.10	0.10
max	50.00	20.00	10.00	27.00

Tab. 6: Statistische Maßzahlen für Kluftöffnungsweiten

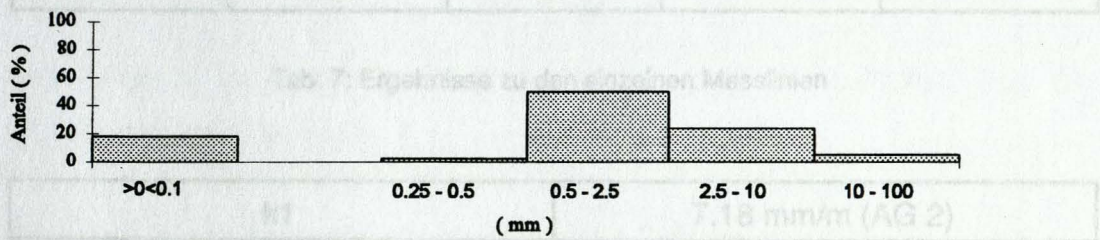
Wie bereits in Abschnitt 2.2 auf Seite 6 erwähnt sind die oben angeführten Ergebnisse mit Vorsicht zu beachten. Man kann Kluftöffnungen aufgrund des Abbaues im Steinbruch nicht auf das Gebirge übertragen.

Mittlerer linearer Auflockerungsgrad (AG)

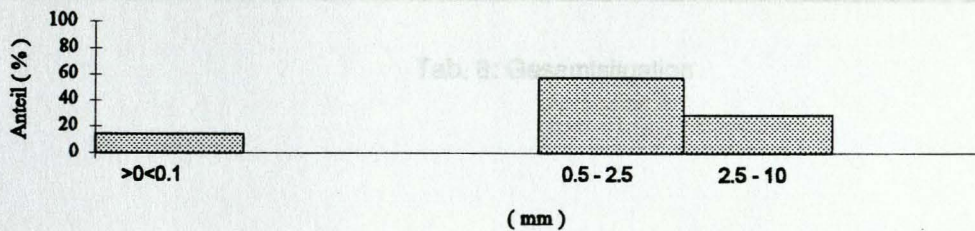
Kluftöffnungsweiten der Kluftschar k1



Kluftöffnungsweiten der Kluftschar k2



Kluftöffnungsweiten der Kluftschar k3



Kluftöffnungsweiten der Kluftschar k4

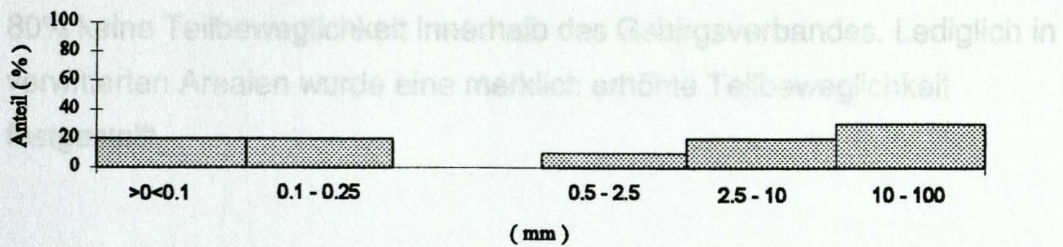


Abb. 6: Gegenüberstellung der Kluftöffnungsweiten der einzelnen Kluftscharen

Mittlerer linearer Auflockerungsgrad (AG)

Aufgrund der im Allgemeinen niedrigen AG - Werte kann eine relativ gute Gebirgsverbandssituation festgestellt werden.

AG	k1	k2	k3	k4
Messlinie 1	AG 1	-----	-----	AG 1
Messlinie 2	-----	AG 2	AG 1	AG 3
Messlinie 3	AG 2	-----	AG 2	AG 2
Messlinie 4	AG 3	AG 1	-----	-----

Tab. 7: Ergebnisse zu den einzelnen Messlinien

k1	7.18 mm/m (AG 2)
k2	6.27 mm/m (AG 2)
k3	6.68 mm/m (AG 2)
k4	7.35 mm/m (AG 2)

Tab. 8: Gesamtsituation

2.3 4 Teilbeweglichkeit der Kluftkörper

Die Kluftkörper die entlang der Messlinien beobachtet wurden, zeigten zu 80% keine Teilbeweglichkeit innerhalb des Gebirgsverbandes. Lediglich in verwitterten Arealen wurde eine merklich erhöhte Teilbeweglichkeit festgestellt.

2.3.5 Verwitterungszustand

Es konnten unterschiedlich ausgeprägte Verwitterungserscheinungen an den Flächen der einzelnen Kluftscharen festgestellt werden:

Bei der Kluftchar k1 dominiert mit ungefähr 60% der Individuen die Verwitterungsklasse 2.

Eine ähnliche Situation ergibt sich bei der Kluftchar k4, in der die Verwitterungsklassen 1 (ungefähr 70%) bzw. 2 (ungefähr 30%) den Allgemeinzustand darstellen.

Das Gestein in dem die Kluftscharen k2 und k3 auftreten hat die Verwitterungsklasse 3 bzw. 4.

Die angeführten Resultate sind in Abbildung 7 dargestellt.

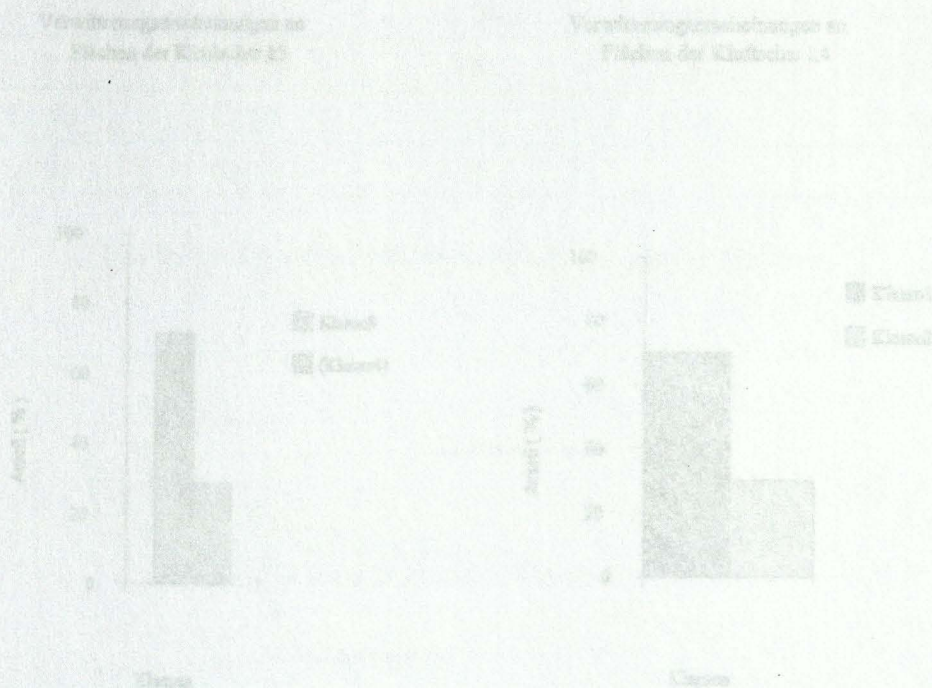
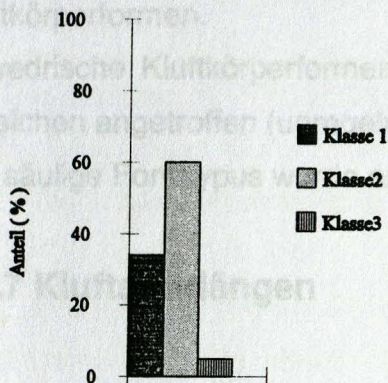
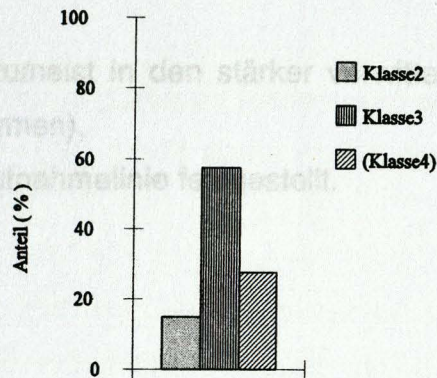


Abb. 7: Gegenüberstellung der Verwitterungsgrade an Flächen der einzelnen Kluftscharen

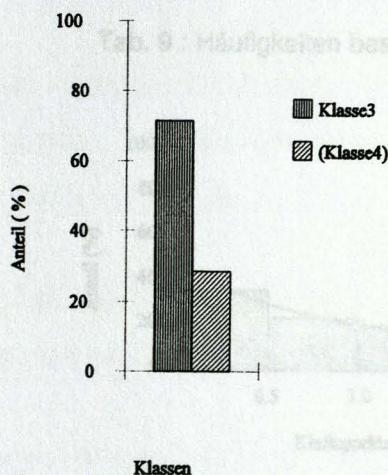
Verwitterungserscheinungen an
Flächen der Kluftchar k1



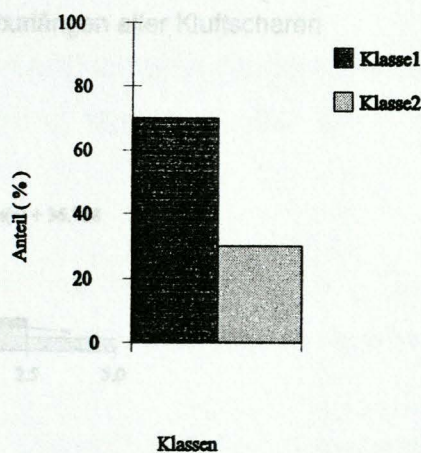
Verwitterungserscheinungen an
Flächen der Kluftchar k2



Verwitterungserscheinungen an
Flächen der Kluftchar k3



Verwitterungserscheinungen an
Flächen der Kluftchar k4



Kluftspurlängen	k1	k2	k3	k4
0,0 - 0,5	14,9%	50,3%	50,2%	19,6%
0,5 - 1,0	23,4%	25,3%	—	—
1,0 - 1,5	—	14,3%	—	20,3%
1,5 - 2,5	17,5%	6,3%	13,9%	29,7%
2,5 - 5,0	23,1%	4,3%	—	30,4%

Abb. 7: Gegenüberstellung der Verwitterungszustände an Flächen der einzelnen Kluftscharen

2.3.6 Kluftkörperform

Die visuelle Zuordnung zeigte ein häufiges Auftreten prismatischer (zwei annähernd orthogonal zueinander stehende Kluftscharen) bzw. plattiger Kluftkörperformen.

Polyedrische Kluftkörperformen wurden zumeist in den stärker verwitterten Bereichen angetroffen (unregelmäßige Formen).

Der säulige Formtypus wurde an keiner Aufnahmelinie festgestellt.

2.3.7 Kluftspurlängen

Die Auswertung der Daten ist in Tabelle 9 ersichtlich. Die Kluftspurlängen von Klüften der Scharen k2 und k3 bzw. k1 und k4 ähneln sich in den Werten :

Kluftspurlängen (m)	k1	k2	k3	k4
0.0 - 0.5	14.9%	50.3%	56.8%	19.6%
0.5 - 1.0	9.4%	25.8%	14.5%	-----
1.0 - 1.5	35.1%	14.3%	14.8%	20.3%
1.5 - 2.5	17.5%	5 3%	13.9%	29.7%
2.5 - 5.0	23.1%	4.3%	-----	30.4%

Tab. 9 : Häufigkeiten bestimmter Spurlängen aller Kluftscharen

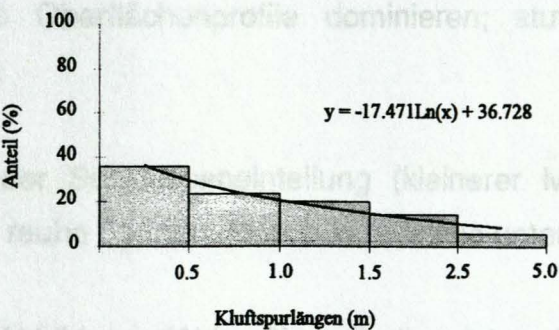


Abb. 8 : Häufigkeitsverteilung sämtlicher aufgenommener Kluftspurlängen

2. 3. 8 Oberflächenausbildung

Die Oberflächenausbildungen wurden nach den in Abschnitt 2.2 festgesetzten Kriterien bewertet. Nach Auswertung der Rauigkeitsprofile können folgende Ergebnisse vorgestellt werden:

Bei Betrachtung der Kluftschar k1 dominieren in gleichem Maße wellig glatte Profile bzw. ebene rauhe Profile (ungefähr 40%). Stufig rauhe Profile spielen eher eine untergeordnete Rolle (kaum 20%).

Eine vollkommen andere Situation ergibt sich bei der Kluftschar k2. Hier dominieren eindeutig ebene rauhe Profile (ungefähr 80%), während stufig rauhe bzw. wellig rauhe Profile in deutlich geringeren Prozentsätzen vorkommen.

Ähnliche Verhältnisse lassen sich für Flächen der Kluftschar k3 feststellen, jedoch fehlen hier stufige Profile.

Etwas ausgeglichener stellt sich die Situation der Kluftschar k4 dar, bei der zwar ebene rauhe Profile mit annähernd 60% ebenfalls dominieren, aber in nicht so extremem Ausmaß wie bei den Kluftscharen k2 oder k3.

Es lässt sich also feststellen, daß in allen beobachteten Kluftscharen wellige und ebene Oberflächenprofile dominieren; stufige Profile sind in der Minderzahl.

Bezüglich der Subklasseneinteilung (kleinerer Maßstab - cm - Bereich) dominieren rauhe Formen, jedoch in teilweise unterschiedlichen Ausmaßen.

Folgende Abbildung (Abb. 9) soll die unterschiedlichen Ergebnisse darstellen. Die mit dem Barton Kamm erstellten Rauigkeitsprofile sind im Anhang A dargestellt.

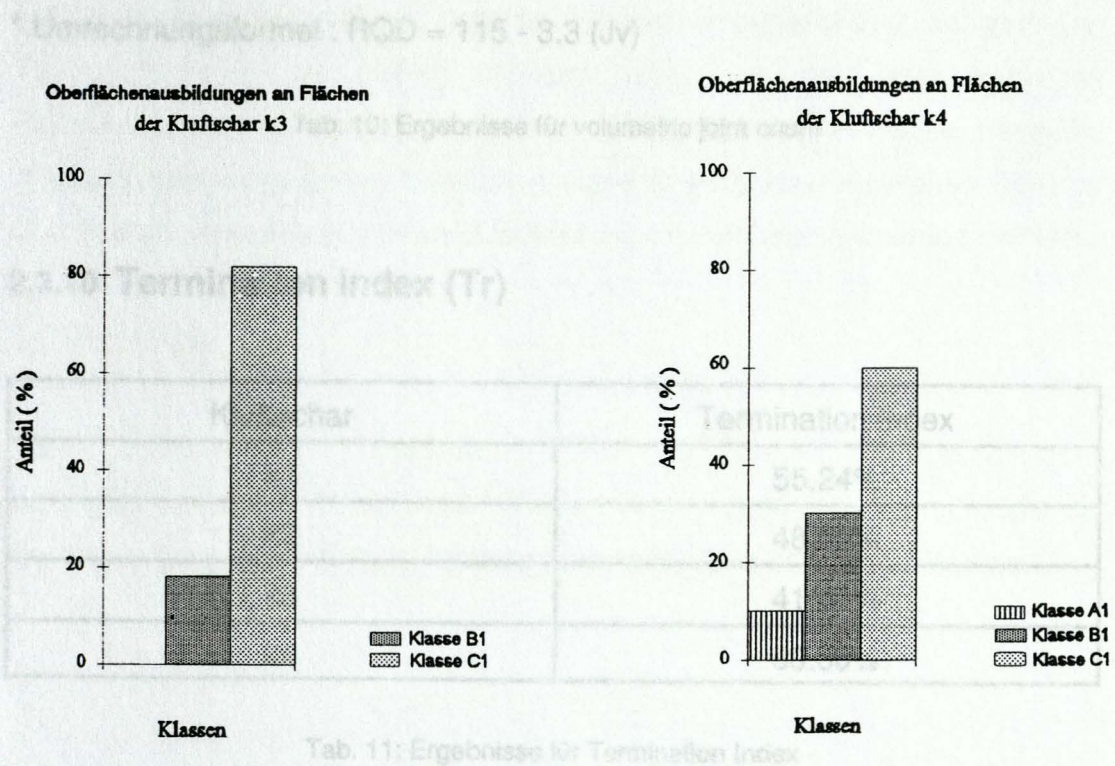
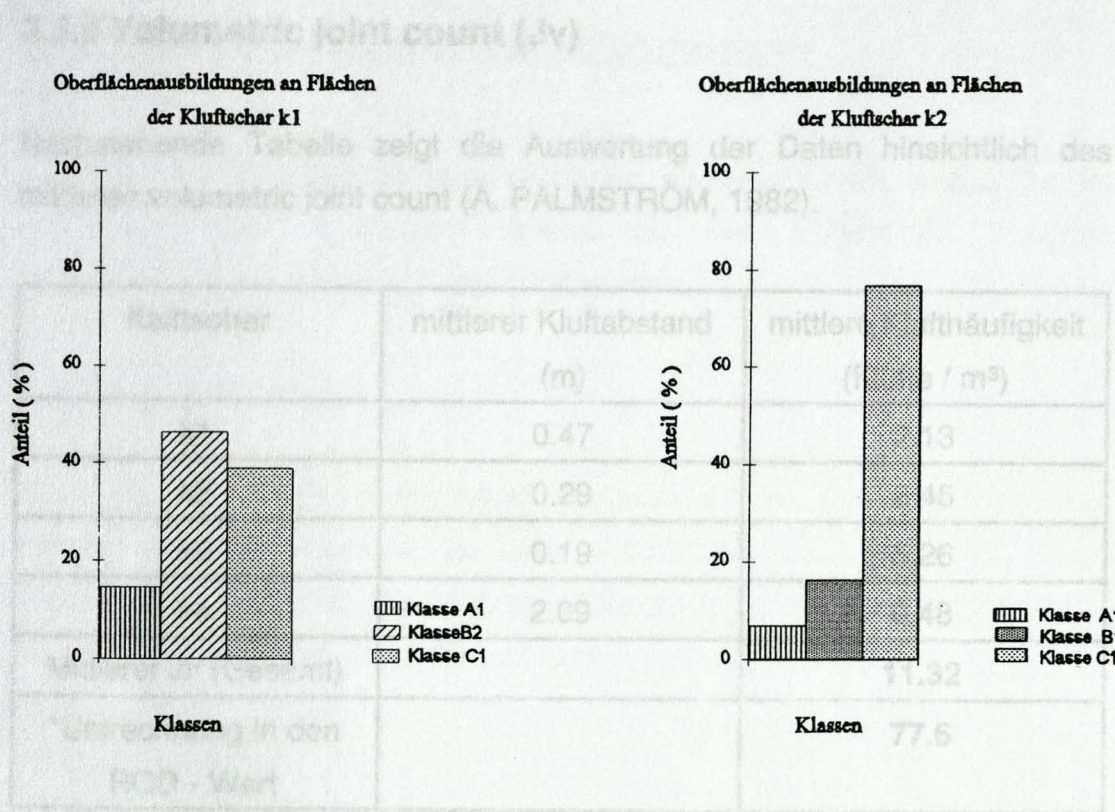


Abb. 9: Gegenüberstellung der Oberflächenausbildungen an Flächen der einzelnen Kluftscharen

2.3.9 Volumetric joint count (Jv)

Nachstehende Tabelle zeigt die Auswertung der Daten hinsichtlich des mittleren volumetric joint count (A. PALMSTRÖM, 1982).

Kluftschar	mittlerer Kluftabstand (m)	mittlere Klufterhäufigkeit (Klüfte / m ³)
k1	0.47	2.13
k2	0.29	3.45
k3	0.19	5.26
k4	2.09	0.48
Mittlerer Jv (Gesamt)		11.32
*Umrechnung in den RQD - Wert		77.6

* Umrechnungsformel : $RQD = 115 - 3.3 (Jv)$

Tab. 10: Ergebnisse für volumetric joint count

2.3.10 Termination Index (Tr)

Kluftschar	Termination Index
k1	55.24%
k2	48.80%
k3	41.00%
k4	60.00%

Tab. 11: Ergebnisse für Termination Index

2.4.ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Aufgrund der im Gelände durchgeführten Kluftaufnahmen, sowie der im Anschluss daran getätigten Auswertung der Ergebnisse, konnten charakteristische Merkmale festgestellt werden :

a.) Klüfte

Parameter wie Kluftabstand, Kluftöffnungsweite bzw. Durchtrennungsgrad zeigen enge Beziehungen zu den Kluftscharen auf. Aufgrund dieser Beobachtungen können die einzelnen Scharen (k1 und k4 sowie k2 und k3) zu Kluftfamilien zusammengefasst werden.

b.) Gebirgsverband

Zufolge der geringen mittleren linearen Auflockerungsgrade bzw. der geringen Teilbeweglichkeit der Kluftkörper kann man trotz der relativ geringen Kluftabstände von einem gut verspannten Gebirgsverband sprechen. Lediglich in den stärker verwitterten Bereichen sowie in einzelnen Bereichen höherer Durchtrennung wurde eine Verschlechterung des Gebirgsverbandes bemerkt.

c.) Anisotropie

Das vorhandene Kluftsystem führt zu einer gefügebedingten Gebirgsanisotropie : Mehrere Kluftscharen, welche Unterschiede in Durchtrennung, Kluftöffnung, Kluftabstand sowie Verwitterung aufzeigen.

d.) Lineation

Auf allen Schieferungsflächen wurden Lineationen vermessen, welche N - S bis NE - SW eintauchen. Dies entspricht den Plattengneislineationen der Koralpe.

Die gemessenen Winkelbeziehungen zwischen Kluftverschnittspuren mit σ_1 zeigten teilweise geringfügige Unterschiede in den Werten auf (zwischen 75° und 85° bezüglich der Kluftscharen k1 und k2, durchschnittlich 70° bezogen auf die Kluftscharen k3 bzw. k4).

3.1 MAKROSKOPISCHE EIGENSCHAFTEN

Kennzeichnend für den Stubai-Parkgneis sind die schalenartige Textur sowie der alternierende Aufbau aus Glimmerschiefer- und Quarzporphyr-Lagen. Verbreitet ist das Vorhandensein von Quarzporphyren, sogenannten Feldspatäugen.

Im Handstück erkennt man die makroskopisch unterscheidbaren, welche als Kristallisationsschieferung bezeichnet werden.

Charakteristisch ist eine oft schalenartige Textur, welche auf die hohen Glimmeranreicherungen bzw. die Quarzporphyren zurückzuführen ist.

Des Weiteren sind makroskopisch Quarzporphyren und Feldspatäugen Minerale zu beobachten.

Die Verwitterungsfarbe des Stubai-Parkgneis ist grau bis grau-schwarz. Zu diesen makroskopischen Eigenschaften gehören auch die folgenden:

Maßstab der Abbildung:



3. PETROGRAPHISCHE BESCHREIBUNG

Aus den im Steinbruch "SCHIFFERL" bei Bad Gams entnommenen Proben, welche alle Verwitterungsklassen aufweisen, wurden im Labor Dünnschliffe hergestellt und anschließend im Polarisations - bzw. Projektionspolarisationsmikroskop untersucht. Bei Anfertigung der Schliffe wurde darauf geachtet, daß Gesteinsanschnitte sowohl parallel zur Lineation und senkrecht zur Schieferungsfläche (XZ - Schliffe) als auch senkrecht zur Lineation bzw. senkrecht zur Schieferungsfläche (YZ - Schliffe) angefertigt wurden.

3.1 MAKROSKOPISCHE BESCHREIBUNG

Kennzeichnend für den Stainzer Plattengneis ist die violettgraue Farbe, sowie der alternierende Aufbau aus millimeterdünnen dunkelgrauen und hellen Lagen. Verbreitet ist das Auftreten von größeren hellen Tektonoblasten, sogenannten Feldspatäugen.

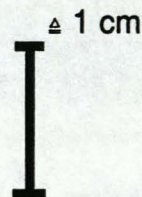
Im Handstück erkennt man die sehr gut ausgebildete Schieferigkeit, welche als Kristallisationsschieferung anzusehen ist.

Charakteristisch ist eine oft dünnplattige Spaltbarkeit, welche auf die hohen Glimmeranreicherungen bzw. die ausgezeichnete Parallelschieferigkeit zurückzuführen ist.

Des weiteren sind makroskopisch teilweise starke Auswülbungen einzelner Minerale zu beobachten.

Die Verwitterungsfarbe des feinkörnigen Gneises ist zumeist limonitisch braun. Zu diesen makroskopischen Beschreibungen nachfolgend einige Abbildungen

Maßstab der Abbildungen :



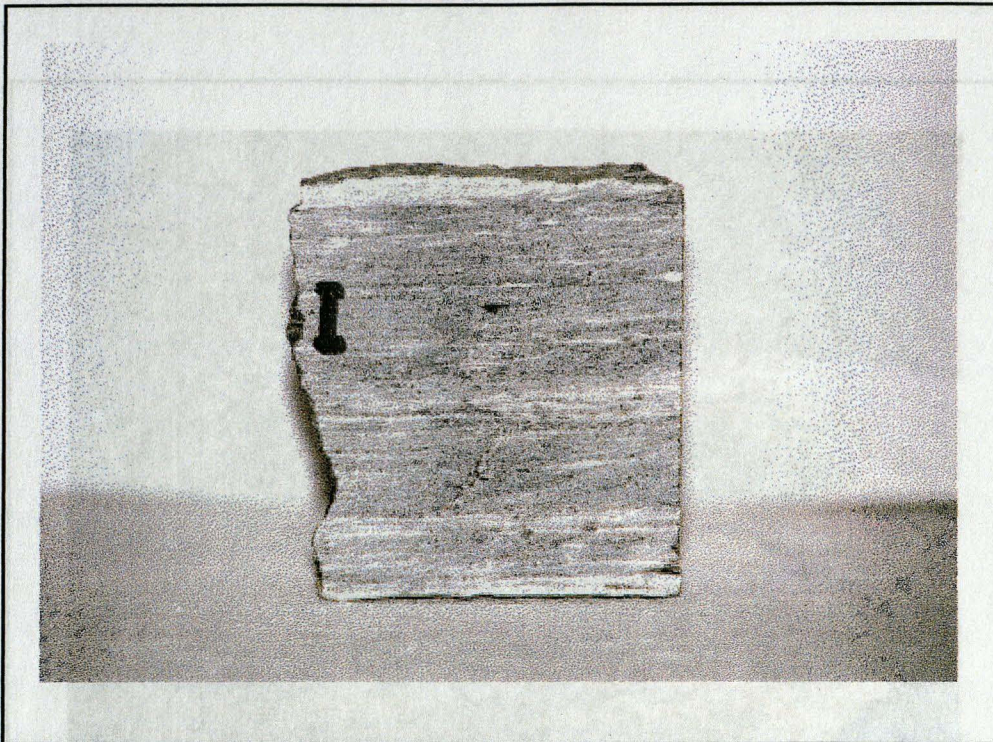


Abb. 10: Probe der Verwitterungsklasse 1, deutlich zu erkennen ist die bevorzugte Schieferungsrichtung sowie das Auftreten der hellen (weißen) Feldspat-Augen



Abb. 11: Probe der Verwitterungsklasse 4 (verwittert, charakteristische rostbraune Färbung durchdringt den Verband, vorgegebene Spaltflächen, Probe mit der Hand zerdrückbar)



Abb. 12: Probe der Verwitterungsklasse 4, Verwitterung durchdringt den Verband, vollständige Verfärbung, Entfestigung

3.2 MINERALBESTAND

Anhand der untersuchten Dünnschliffe wurde folgender Mineralbestand festgestellt (der Mineralbestand wurde anhand von Vergleichsschaubildern abgeschätzt) :

- a.) Quarz - Feldspatgemenge (Alkalifeldpat, Plagioklas) mit 55 - 65% Volumsanteil.
- b.) Glimmerminerale (Muskovit, Biotit) mit 20 - 25% Volumsanteil.
- c.) Nebengemengteile (Granat, Epidot, Disthen) und Akzessorien (Rutil, Turmalin) mit 10 - 25% Volumsanteil.

4. GEFÜGEMÄßIGE BESCHREIBUNG

Bei Betrachtung der Dünnschliffe lässt sich eine strenge Paralleltextur beobachten. Die Minerale ordnen sich in den Schieferungsebenen ein bzw. sind in der Schieferungsebene gestreckt.

Deutlich zu erkennen sind helle und dunkle Lagen unterschiedlicher Zusammensetzung (Quarz- Feldspatlagen; Glimmerlagen).

Die Orientierungen der Mineralkörner zeigen (vor allem in den Quarz-Feldspatlagen) deutliche Regelungen. In den höheren Verwitterungsklassen wird die strenge Regelung durch Mineral Ab- und Umbau teilweise gestört bzw. aufgelöst.



Abb. 13: Schliiffnummer 11, Darstellung der Quarz- Feldspat- Längung ($\pm$ Regelung),
("ribbon" - Quarz)

Immer wieder ist das Auftreten kataklastischer Erscheinungen am Einzelmineral festzustellen. Im Folgenden werden diese Erscheinungen näher beschrieben :

- Quarz: Unter gekreuzten Polarisatoren zeigt der Quarz häufig eine deutlich sichtbare undulöse Auslöschung. Einzelminerale erscheinen im Dünnschliff öfters zerbrochen bzw. zeigen stärkere intragranulare Rissbildungen.



Abb. 14: Schlifffnummer 12, undulöses "Altkorn" mit rekristallisierten Feinkornrand

Abb. 16: Schlifffnummer 12, Quarz



Abb. 15: Schliffnummer 9, Quarzkorn mit erkennbaren intragranularen Rissbildungen, auffallend sind Biotit- "bärte" in den Druckschatten

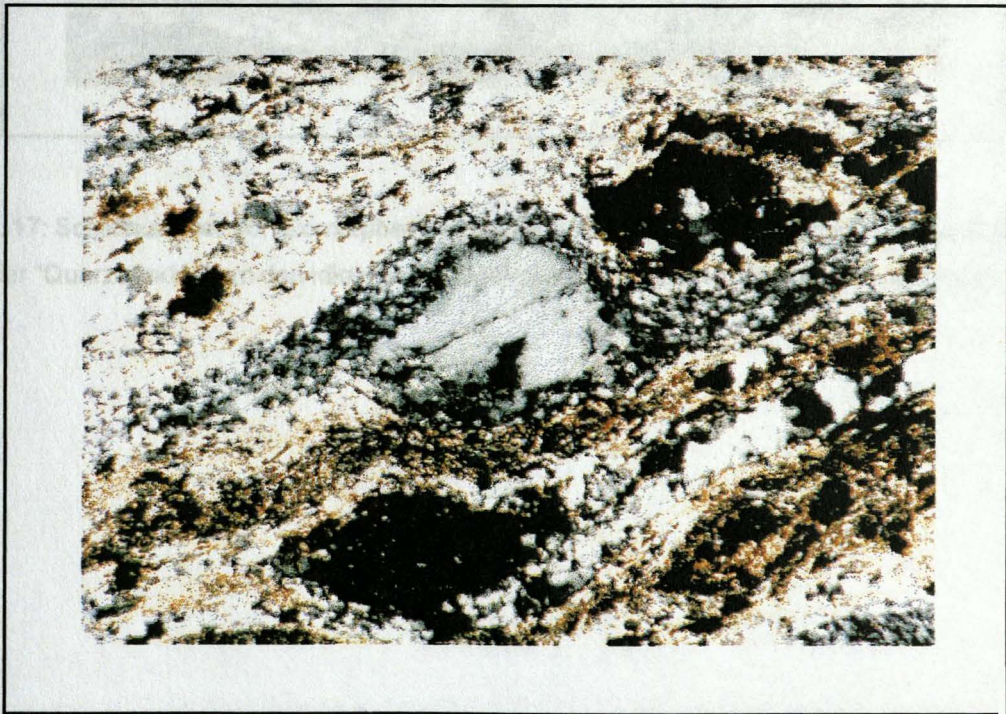


Abb. 16: Schliffnummer 6, kataklastische Beanspruchung bewirkte Ausbildung von Rekristallisationsfahnen (ev."Delta structure")

Feldspäte: Aufgrund der größeren Resistenz gegenüber kataklastischen Beanspruchungen treten Feldspäte häufig in Form von Porphyroklasten auf. Intragranulare Rissbildungen sind des weiteren zu bemerken.

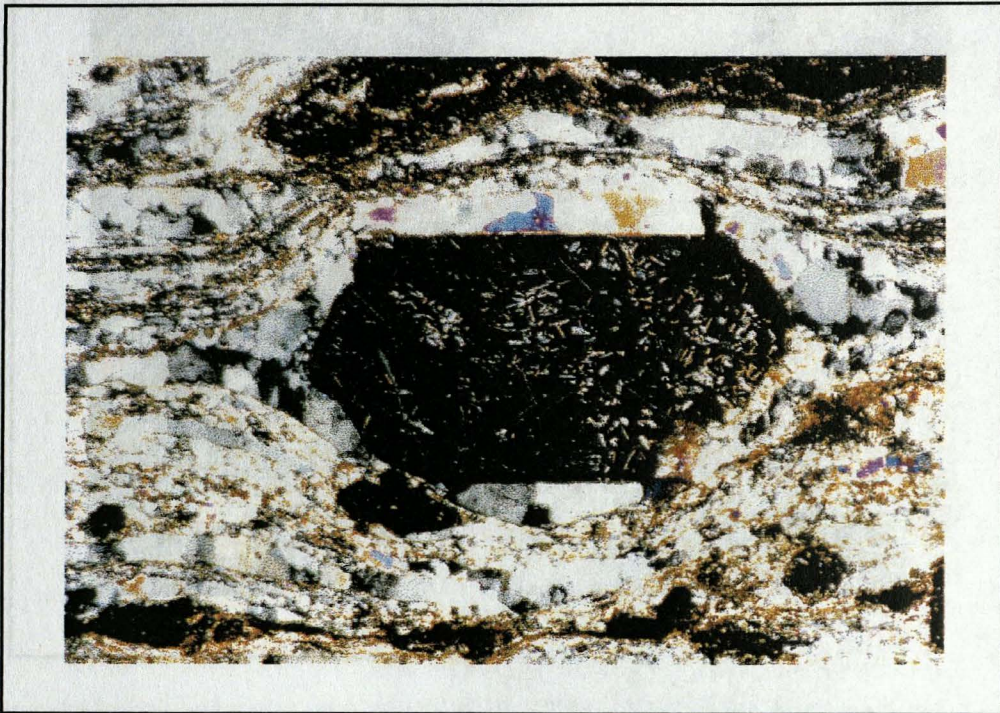


Abb. 17: Schliffnummer 16, idiomorpher Plagioklas umsäumt von Quarzlagen, das Ausbiegen der "Quarzbänder" um den Idiokristall scheint postdeformatives Wachstum anzuzeigen

- Glimmer: Die Glimmerminerale erscheinen teils stärker gebogen. Sie werden häufig in Strähnen zwischen weniger beanspruchten Mineralkomponenten "ausgeschmiert".



Abb. 18: Schliffnummer 20, strähnige Ausbildung der Glimmer, welche sich vermehrt zwischen den Quarz - bzw. Quarz - Feldspatlagen "einschmieren"

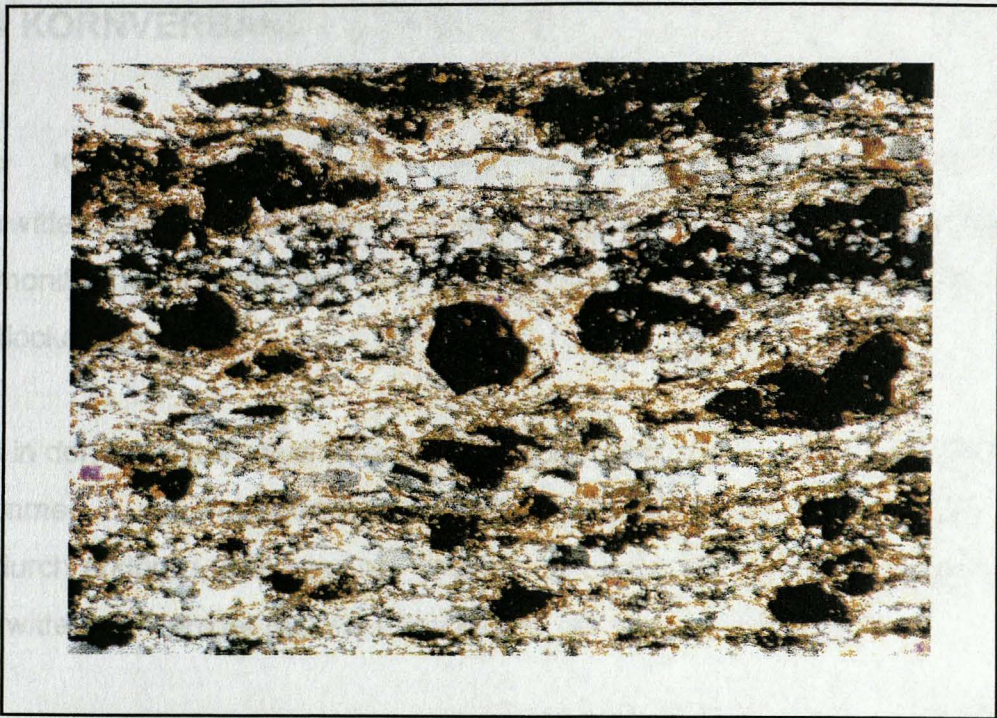


Abb. 19: Schliffnummer 18, Mitte des Bildes zeigt Granat in porphyroblastischer Ausbildung

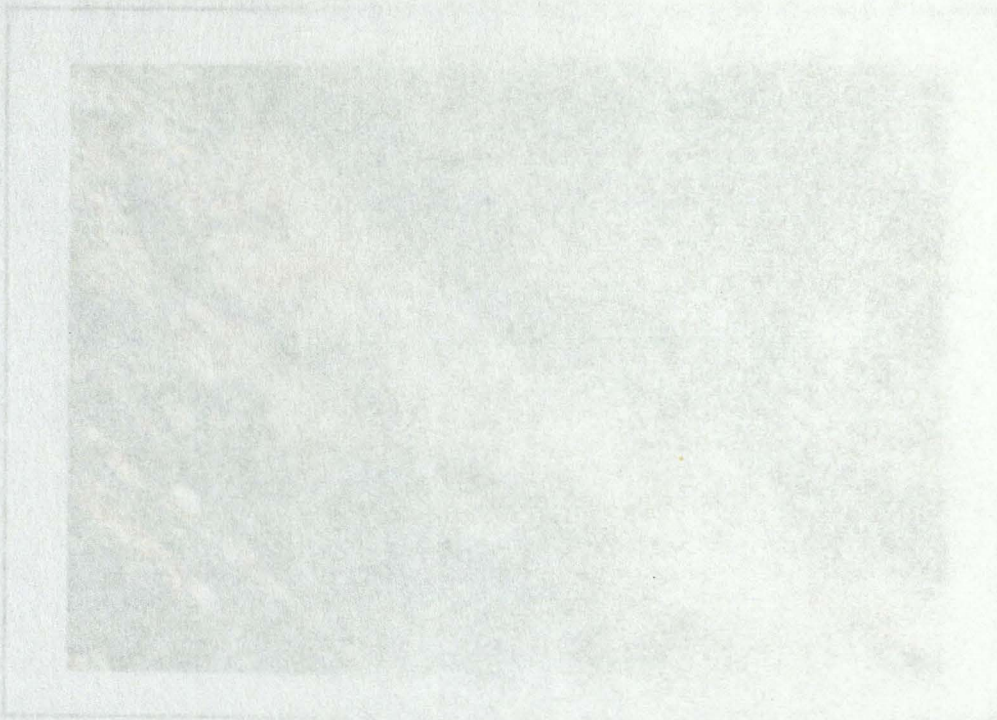


Abb. 20: Schliffnummer 2, Mitte des Bildes zeigt Granat in porphyroblastischer Ausbildung

4.1 KORNVERBAND / KORNFORM

Der Kornverband ist im Allgemeinen dicht geschlossen. Ab Verwitterungsklasse 3 zeigt sich eine gewisse Auflockerung im Verband (Limonitische Infiltrationen im intergranularen Bereich als Folgen der Auflockerung).

Die in den Verwitterungsklasse 1 und 2 doch "durchgehende" Ausbildung der Glimmer - und Feldspatlagen erscheint teilweise gestört. Dies lässt sich dadurch erklären, daß sowohl Feldspat - als auch Glimmerlagen gegenüber Verwitterung weniger resistent erscheinen als etwa Quarzlagen.

Glimmersträhnen kommen in den höheren Verwitterungsklassen (3 und 4) deutlicher zum Vorschein.

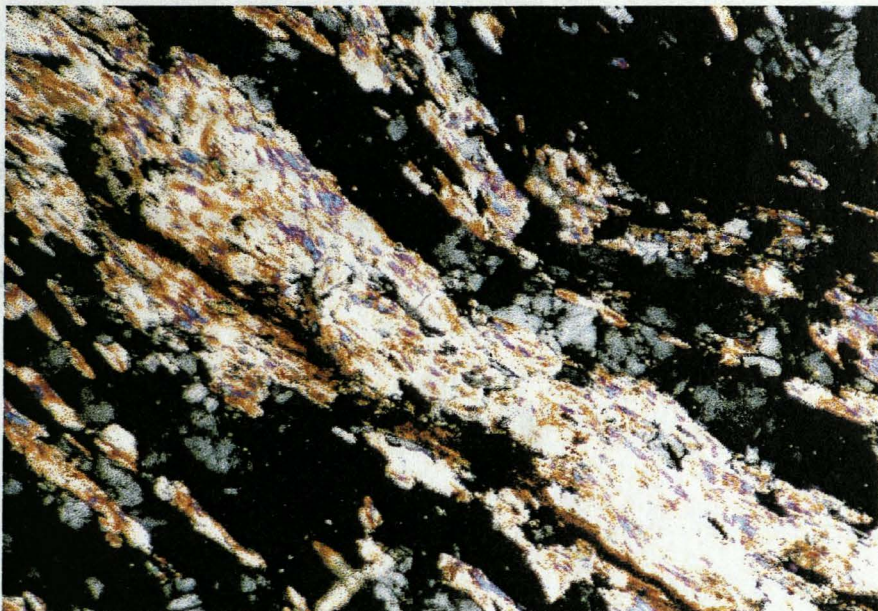


Abb. 20: Schliffnummer 8, Glimmersträhnen zwischen den Quarz- und Feldspatlagen

Die Gestalt der Korngrenzen verläuft bei den untersuchten Schliffen der Verwitterungsklassen 1 und 2 meistens leicht bogig. Bei visueller Betrachtung erscheint das "Ineinandergreifen" der einzelnen Körner relativ gering zu sein.

Die in den Schliffen durchgeführten Messungen bezüglich Länge-Breitenverhältnis ergaben folgendes Ergebnis (um signifikante Ergebnisse zu erhalten wurden Messungen an über 2000 Körnern vorgenommen. Um Verformungszustände wiederzugeben wurde nach der Methode von FLINN vorgegangen (FLINN, 1962; aus MESCHEDE, 1994) :

	x	y	z	k
min	1.00	1.00	0.50	0.00
mean	8.20	5.64	3.37	0.67
max	48.00	19.00	11.00	2.10

Tab. 12 : Ergebnisse bezüglich Länge - Breitenverhältnis der Körner

x.....längste Achse im Verformungsellipsoid (Hauptdehnungsachse)

y.....mittlere Achse

z.....kürzeste Achse im Verformungsellipsoid

k.....Wert der für den Verformungszustand ausschlaggebend ist

Im Flinn - Diagramm (Abb. 21) wird der Quotient aus längster und mittlerer Achse ($a = X/Y$) gegen den Quotienten aus mittlerer und kürzester Achse ($b = Y/Z$) des Verformungsellipsoids aufgetragen. k ergibt sich durch folgende Gleichung : $k = a - 1 / b - 1$

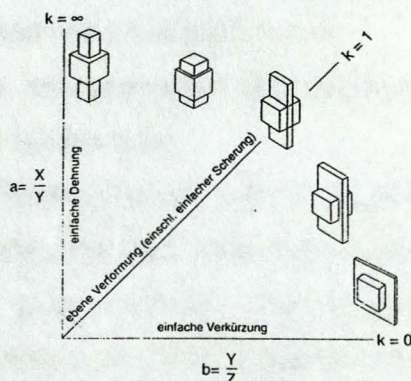


Abb. 21 : Flinn - Diagramm (aus MESCHEDE, 1994)

Den Ergebnissen zufolge (k durchschnittlich kleiner 1) nimmt das rekonstruierte Verformungsellipsoid oblate Formen an (Plättung). Alle drei Hauptachsen wurden gedehnt oder verkürzt ($X > Y > Z$) – triaxiale Verformung. Bei Betrachtung der Zustände in XZ - Dünnschliffen (parallel zur Lineation und senkrecht zur Schieferungsfläche) ist das Längen - Breitenverhältnis der Mineralkörner ungefähr doppelt so hoch wie in YZ - Dünnschliffen (mittleres Längen - Breitenverhältnis von Körnern im XZ - Dünnschliff = 3 : 1; mittleres Längen - Breitenverhältnis von Körnern im YZ - Dünnschliff = 1.5 : 1; vgl. Bilder in Anhang B). Aufgrund dieser Beobachtung können die Lineationen im Stainzer Plattengneis als "Streckungslineare" angesehen werden.

4.2. MIKRORISSE

Grundsätzlich unterscheidet man, im Hinblick auf ihre Stellung im Korngefüge, drei Hauptgruppen von Mikrorissen :

- intergranulare Mikrorisse (folgen den Korngrenzen)
- intragranulare Mikrorisse (treten innerhalb von Mineralkörnern auf)
- transgranulare Mikrorisse (durchqueren mehrere Körner)

Die Beobachtungen im Polarisationsmikroskop zeigten in den niedrigeren Verwitterungsklassen (Klasse 1 bzw. 2) kaum (~ 5% der beobachteten Mikrorisse) intragranulare Rissbildungen auf, jedoch konnte in den höheren Klassen ein vermehrtes Auftreten dieses Risstyps beobachtet werden (~ 50% der beobachteten Mikrorisse waren intragranular).

Sowohl Intra - als auch intergranulare Mikrorisse wurden besonders an Feldspäten bzw. Quarzen beobachtet.

Durch das Auftreten von Rissbildungen in den höheren Verwitterungsklassen tritt die zunehmende Zerlegung des Kornverbandes noch stärker hervor. Einzelne Mineralkörner (z.B. Granate, Feldspäte) zeigen rissbedingte Zerlegungen auf. Der Verlauf der Mikrorisspuren im Schliff entspricht der Vorzugsrichtung der gelängten Mineralkörner.

4.3. TEXTURKOEFFIZIENT

Der Texturkoeffizient (TC) ist ein dimensionsloses quantitatives Maß für die Gesteinstextur. Er lässt sich in signifikanter Weise mit der Gesteinsfestigkeit und der Bohrbarkeit korrelieren (nach Howarth und Rowlands, 1987).

Der Texturkoeffizient beschreibt Kornform, Kornorientierung sowie den Kornverzahnungsgrad.

4.3.1 Auswertungsmethode

Um den Texturkoeffizienten zu bestimmen, wurden zunächst von den 30 Dünnschliffen, welche aus den Geländeproben erstellt wurden, 8 ausgewählt. Zu diesen 8 Dünnschliffen gehören jeweils 2 einer bestimmten Verwitterungsklasse an. Es wurden sowohl XZ - Dünnschliffe (normal zu sf und parallel zur Lineation) als auch YZ - Dünnschliffe (normal zu sf und normal zur Lineation) hergestellt.

Mithilfe des Projektionspolarisationsmikroskopes wurden signifikante Bereiche in den Schliffen markiert und in diesen Bereichen wurden anschließend sämtliche Körner bzw. Korngrenzen händisch auf Klarsichtsfolien nachgezeichnet. Insgesamt wurden Messdaten von annähernd 3000 Körnern aufgenommen. Folgende Parameter wurden berücksichtigt :

- Länge des Korns (maximum Feret`s diameter)
- Breite des Korns (minimum Feret`s diameter)
- Kornumfang (Perimeter)
- Kornfläche
- Winkel der Kornlängsachse (maximum Feret`s diameter) zu einer festgelegten Bezugsrichtung

Aufgrund der penetrativen Schieferung im Stainzer Plattengneis und der damit verbundenen Richtungsanisotropie wurde der Winkelparameter bei dieser TC - Bestimmung berücksichtigt.

Die Formel zur Bestimmung des Texturkoeffizienten lautet (nach Howarth und Rowlands, 1987) :

$$TC = AW \left[\left(\frac{N_0}{N_0 + N_1} \times \frac{1}{FF_0} \right) + \left(\frac{N_1}{N_0 + N_1} \right) \times AR_1 \times AF_1 \right]$$

AW.....Packungsdichte der Körner (nur bei Sedimenten)

No.....Anzahl der Körner mit Länge- Breiteverhältnis (L/B) < 2

N1.....Anzahl der Körner mit L/B ≥ 2

FFo.....Mittelwert der Formfaktoren von Körnern mit L/B < 2

AR1.....Mittelwert der L/B von Körnern mit L/B ≥ 2

AF1.....Winkelfaktor (maximal 1.0 → alle Körner stehen im rechten Winkel zueinander
minimal 0.2 → alle Körner sind gelängt und stehen parallel
zueinander)

Die Formfaktorwerte wurden nach folgender Beziehung ermittelt:

$$FF = 4 \times \pi \times \frac{\text{Fläche}}{\text{Umfang}^2}$$

FF.....Formfaktor

Der Formfaktor beschreibt die Abweichung der Kornform von der Kreisform(ein kreisförmiger Mineralschnitt hätte den Formfaktor 1).

Zur Messung des Winkelparameters sei erwähnt, daß durch die markierten bzw. untersuchten Schliffbereiche eine Bezugsgerade (0°) gelegt wurde und ausgehend von dieser Geraden in jeweils 10° Abständen weitere Geraden gelegt wurden (Maximalwert = 180°). Die Winkelstellungen der einzelnen Mineralkörner wurden gemessen, notiert und mit der von HOWARTH und ROWLANDS (1987) erstellten Formelbeziehung wurde der Winkelfaktor berechnet.

Zur Darstellung des oben erwähnten siehe Anhang B.

4.3.2 Ergebnisse

Die in Tabelle 13 und 14 bzw. Abb. 22 und 23 dargelegten Ergebnisse zeigen teilweise erhebliche Unterschiede bezüglich der Texturkoeffizienten.

So liegt der maximal errechnete Texturkoeffizient in den untersuchten XZ - Dünnschliffen bei 1.61 und in den XY - Dünnschliffen bei 1.30 (Dünnschliffe aus Gesteinsproben der Verwitterungsklasse 1). Der minimal errechnete Texturkoeffizient in den XZ - Dünnschliffen liegt bei 1.33 und in den YZ - Dünnschliffen bei 1.07 (Dünnschliffe aus Gesteinsproben der Verwitterungsklasse 4).

Die Werte belegen einerseits Unterschiede im Kornverband und lassen andererseits auch eine unterschiedliche Bohrbarkeit des Gesteins vermuten. Die Verminderung des Texturkoeffizienten ist als Verbesserung der Bohrbarkeit interpretierbar.

Die mittleren Winkelfaktoren (AF_1) sind 0.40 in XZ - Schliffen und 0.38 in YZ - Schliffen. Diese mittleren Winkelfaktoren geben Hinweis auf die streng parallel orientierte Einregelung der Mineralkörner. Bei geringerer Einregelung der Mineralkörner in der Schliffebene und vermehrtem Auftreten zufälliger Kornorientierungen zeigen sich vermehrt Verwitterungserscheinungen der Klassen 3 und 4.

Der mittlere gemessene Formfaktor beträgt 0.45 in XZ - Schliffen bzw. 0.55 in XY - Schliffen. Mit steigender Verwitterungsklasse wurde ein geringfügiges Abnehmen der Formfaktorwerte sowie eine Abnahme von Körnern mit Längen - Breitenverhältnissen ≥ 2 (AR_1) registriert. Dies lässt sich durch das vermehrte Auftreten zerbrochener Körner in den höheren Verwitterungsklassen erklären. Die Abnahme des Texturkoeffizienten mit steigender Verwitterungsklasse lässt vermuten, daß der Texturkoeffizient als Index für die Gesteinsverwitterung herangezogen werden kann. AZZONI, BAILO, RONDENA und ZANINETTI (1996) führten zu diesem Thema mehrere Versuche an verschiedenen Gesteinen durch. Die Ergebnisse dieser Versuche lieferten aber keine zufriedenstellenden "Beweise" für diese Annahme.

**Ermittelte Texturkoeffizienten des Stainzer Plattengneises (XZ -
Dünnschliffe)**

Verwitterungs - klasse	N	N ₀	N ₁	FF ₀	$\frac{N_0}{N_0 + N_1}$	$\frac{N_1}{N_0 + N_1}$	$\frac{1}{FF_0}$	AR ₁	AF ₁	TC
1	485	73	412	0.84	0.15	0.85	1.19	4.54	0.37	1.61
2	401	78	323	0.80	0.19	0.81	1.28	4.45	0.36	1.54
3	506	189	317	0.85	0.37	0.63	1.18	3.75	0.43	1.45
4	471	194	277	0.84	0.41	0.59	1.20	3.17	0.45	1.33
Summe	1863	534	1329							
Mittel				0.83	0.28	0.72	1.21	3.98	0.40	1.49

Verwitterungsklasse	mittlerer Formfaktorwert
1	0.52
2	0.49
3	0.42
4	0.38

N.....Anzahl der vermessenen Körner

N₀.....Anzahl der Körner mit Längen / Breitenverhältnis < 2

N₁.....Anzahl der Körner mit Längen / Breitenverhältnis ≥ 2

AR₁.....Mittelwert der Längen / Breitenverhältnisse von Körnern mit L / B ≥ 2

FF₀.....Mittelwert der Formfaktoren von Körnern mit L / B < 2

AF₁.....Winkelfaktor, bezogen auf die Kornorientierung

Tab. 13: TC-Ergebnisse der einzelnen Verwitterungsklassen

**Ermittelte Texturkoeffizienten des Stainzer Plattengneises (YZ -
Dünnschliffe)**

Verwitterungs - klasse	N	N ₀	N ₁	FF ₀	$\frac{N_0}{N_0 + N_1}$	$\frac{N_1}{N_0 + N_1}$	$\frac{1}{FF_0}$	AR ₁	AF ₁	TC
1	263	108	155	0.80	0.41	0.59	1.25	3.34	0.40	1.30
2	167	75	92	0.83	0.45	0.55	1.20	3.07	0.38	1.18
3	317	149	168	0.85	0.50	0.53	1.18	2.61	0.36	1.09
4	212	91	121	0.80	0.43	0.57	1.25	2.54	0.37	1.07
Summe	959	423	536							
Mittel				0.82	0.44	0.56	1.22	2.89	0.38	1.16

Verwitterungsklasse	mittlerer Formfaktorwert
1	0.68
2	0.56
3	0.51
4	0.44

Abb. 22 : Gegenüberstellung der Texturkoeffizienten bezüglich der Verwitterungsklassen
(XZ -Dünnschliffe)

- N.....Anzahl der vermessenen Körner
N₀.....Anzahl der Körner mit Längen / Breitenverhältnis < 2
N₁.....Anzahl der Körner mit Längen / Breitenverhältnis ≥ 2
AR₁.....Mittelwert der Längen / Breitenverhältnisse von Körnern mit L / B ≥ 2
FF₀.....Mittelwert der Formfaktoren von Körnern mit L / B < 2
AF₁.....Winkelfaktor, bezogen auf die Kornorientierung

Tab. 14: TC-Ergebnisse der einzelnen Verwitterungsklassen

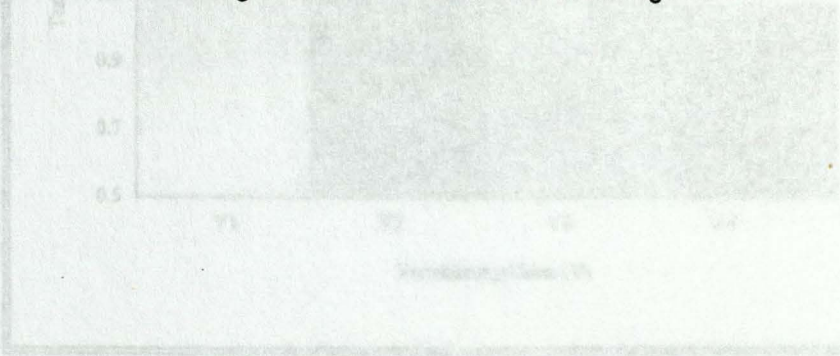


Abb. 23 : Gegenüberstellung der Texturkoeffizienten bezüglich der Verwitterungsklassen
(YZ -Dünnschliffe)

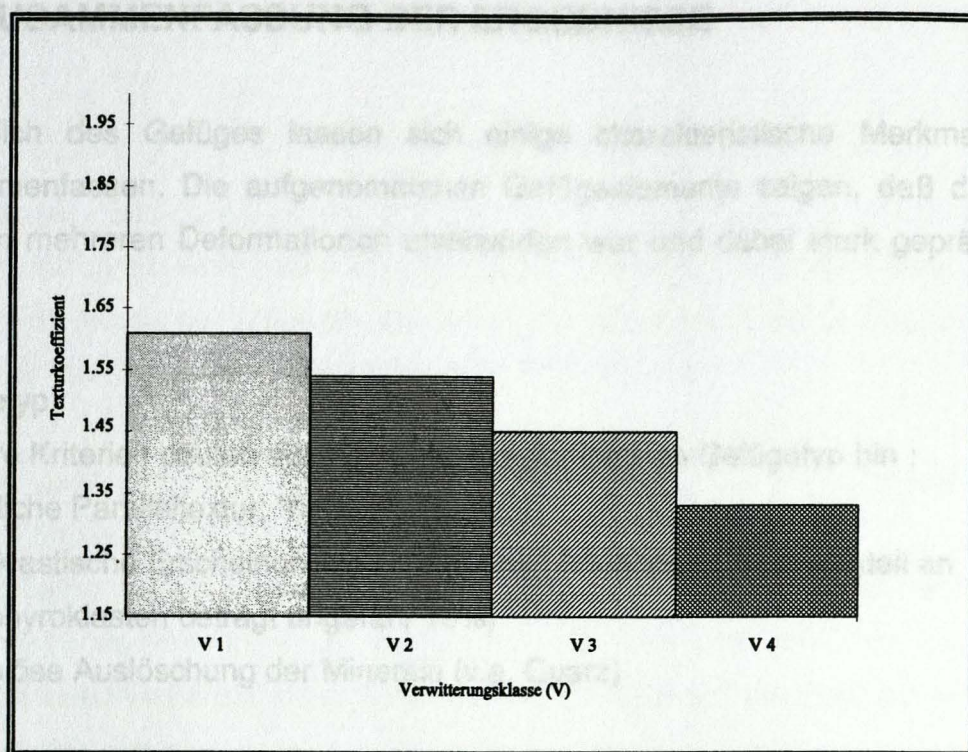


Abb. 22 : Gegenüberstellung der Texturkoeffizienten bezüglich der Verwitterungsklassen (XZ -Dünnschliffe)

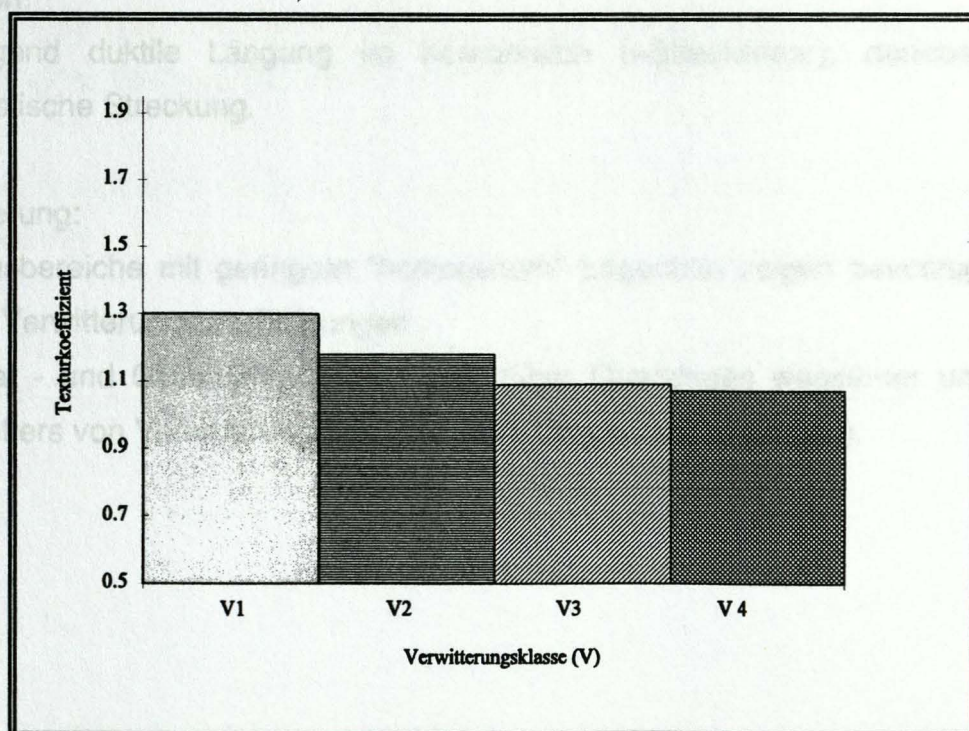


Abb. 23 : Gegenüberstellung der Texturkoeffizienten bezüglich der Verwitterungsklassen (YZ -Dünnschliffe)

4.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Bezüglich des Gefüges lassen sich einige charakteristische Merkmale zusammenfassen. Die aufgenommenen Gefügeelemente zeigen, daß das Gestein mehreren Deformationen unterworfen war und dabei stark geprägt wurde.

Gefügetyp:

Mehrere Kriterien deuten auf einen blastomylonitischen Gefügetyp hin :

- Deutliche Paralleltexur; "ribbon" - Quarz
- Kataklastische Erscheinungen an einzelnen Mineralen (Volumsanteil an Porphyroklasten beträgt ungefähr 10%)
- Undulöse Auslöschung der Minerale (v.a. Quarz)

Anisotropie:

Deutlich bevorzugte Spaltrichtungen parallel sf.

Lineation:

Vorwiegend duktile Längung im Kornbereich (=Strecklinear), daneben kataklastische Streckung.

Verwitterung:

Gesteinsbereiche mit geringem "homogenem" Lagenbau zeigen bevorzugt höhere Verwitterungserscheinungen .

Feldspat - und Glimmerlagen sind gegenüber Quarzlagen wegsamer und daher öfters von Verwitterung betroffen (Fe - Oxydausscheidungen).

5. FESTIGKEITSUNTERSUCHUNGEN

Im einachsialen Druckversuch wird die einachsiale Druckfestigkeit an

Der Stainzer Plattengneis wurde mit Hilfe von drei verschiedenen Methoden in Hinblick auf seine einachsiale Druckfestigkeit untersucht. Es waren dies der Punktlastversuch, der Versuch mit dem Schmidt'schen Betonprüfhammer sowie der direkt durchgeführte einachsiale Druckversuch.

Das Ziel der Untersuchungen lag zunächst darin, daß Ausmaß vorhandener Festigkeitsanisotropien darzustellen.

Des weiteren wurde versucht, daß Ausmaß der Festigkeitsabnahme mit steigendem Verwitterungsgrad zu beschreiben (d.h. inwieweit sich die in Kapitel 4 beschriebenen Verwitterungserscheinungen auf die Festigkeit des Gesteins auswirken).

5.1.2 Form und Abmessungen der Probenkörper

Über die direkte Bestimmung der einachsialen Druckfestigkeit (einachsialer Druckversuch) wurden gesteinspezifische Korrekturfaktoren ermittelt um eine gute Korrelation zu den indirekten Versuchen (Punktlastversuch, Schmidt'scher Betonprüfhammer) herzustellen.

In dieser Arbeit wurden die Probenkörper in zwei Arten hergestellt:

Bei allen Festigkeitsuntersuchungen wurden folgende Versuchsanordnungen berücksichtigt :

- Probenkörper, welche normal zur Schieferung belastet wurden
- Probenkörper, welche parallel zur Schieferung belastet wurden

5. 1 DER EINACHSIALE DRUCKVERSUCH

Im einachsialen Druckversuch wird die einachsiale Druckfestigkeit an zylindrischen Probenkörpern in der Regel mit vorgegebener konstanter Verformungsgeschwindigkeit ermittelt.

5. 1. 1 Einachsiale Zylinderdruckfestigkeit

Die einachsiale Zylinderdruckfestigkeit (σ_{DZ}) ist der Quotient aus Bruchlast (F_{DZmax}) und Querschnittsfläche (A) :

$$\sigma_{DZ} = \frac{F_{DZmax}}{A}$$

5. 1. 2 Form und Abmessungen der Prüfkörper

Die einzelnen Prüfkörper haben die Form eines geraden Zylinders dessen Durchmesser bei ungefähr 50mm (± 5 mm) und dessen Längen - Durchmesser Verhältnis bei 2 - 2.5 : 1 liegt.

In dieser Arbeit wurden die Versuche an den einzelnen Prüfkörpern mit einem Durchmesser von 51 mm durchgeführt.

5. 1. 3 Herstellung der Prüfkörper

Um die vorhin beschriebenen Dimensionen zu erhalten bedarf es entsprechender Großproben. Die Beprobung erfolgte im Steinbruch "SCHIFFERL" in der Nähe des weststeirischen Ortes Bad Gams (siehe geographische Lage Kapitel1).

Bei der Probennahme wurden sämtliche Verwitterungsklassen (ausser Klasse 1) berücksichtigt. Gesteine der Verwitterungsklasse 1 wurden deshalb nicht berücksichtigt, da mein Kollege MOTALN bereits ausführliche Untersuchungen im Rahmen seiner Diplomarbeit am Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 1 durchgeführt hat. So beschränkten sich die von mir durchgeführten Untersuchungen auf Gesteine der Verwitterungsklasse 2, 3 bzw. 4.

Mit den aus dem Steinbruch gewonnenen Großproben wurden mit Hilfe einer Standbohrmaschine (HILTI) im Naßbohrverfahren Bohrkerne hergestellt. Beim Bohrvorgang wurde auf die Orientierung der Hauptgefügemerkmale achtgegeben (Bohrkerne welche senkrecht zur Schieferung bzw. Bohrkerne welche parallel zur Schieferung angefertigt wurden).

Die auf diese Weise hergestellten Bohrkerne wurden auf ca. 115 mm zugeschnitten und anschließend an den Druckflächen mit einem Präzisions - endflächenschleifgerät rechtwinkelig auf die Prüfkörperachse plangeschliffen.

5. 1. 4 Versuchsdurchführung

Die hergestellten Prüfkörper wurden mit deren Längsachse zwischen zwei Lasteintragungsplatten eingespannt und anschließend wurde durch kontinuierlich steigendem Druck des Hydraulikzylinders die Probe bis zum vollständigen Bruch belastet.

5. 1. 5 Anzahl der Prüfkörper

Zufolge der teilweise stark verwitterten Gesteinsproben war es äußerst schwierig rissefreie vollständig erhaltene Zylinderproben herzustellen. Für Gesteinsproben der Verwitterungsklasse 4 war es unmöglich vollständig erhaltene Bohrkerne zu gewinnen. Insgesamt wurden 28 Bohrkerne hergestellt, von diesen waren aber nur 13 für den Druckversuch geeignet.

	Mittelwert		Standardabweichung	
Druckfestigkeit (MPa)	79.1		1.97	

Tab. 15: Direkter Druckversuch für Steinzer Plattendiebs der Verwitterungsklasse 2 - normal zur Schieferung

5. 1. 6 Ergebnisse

Verwitterungsklasse 2; Belastung normal zur Schieferung

Probennummer	1	2	3	4
Wassergehalt	trocken	trocken	trocken	trocken
Länge (mm)	102.1	103.3	104.2	91.4
Durchmesser (mm)	51.0	51.0	51.0	51.0
L/D - Verhältnis (mm/mm)	2.0	2.1	2.0	1.8
Fläche (mm ²)	2042.8	2042.8	2042.8	2042.8
Volumen (cm ³)	208.6	221.2	212.9	186.7
Masse (g)	561.5	594.3	576.2	458.0
Rohdichte (g/cm ³)	2.69	2.69	2.71	2.45
Bruchlast (KN)	157.4	161.5	159.4	168.2
Druckfestigkeit (MPa)	77.1	79.1	78.0	82.3

	Mittelwert	Standardabweichung
Druckfestigkeit (MPa)	79.1	1.97

Tab. 15 : Direkter Druckversuch für Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 2 - normal zur Schieferung

Verwitterungsklasse 2; Belastung parallel zur Schieferung

Probennummer	1	2	3
Wassergehalt	trocken	trocken	trocken
Länge (mm)	116.1	115.0	114.0
Durchmesser (mm)	51.0	51.0	51.0
L/D - Verhältnis (mm/mm)	2.3	2.3	2.2
Fläche (mm²)	2042.8	2042.8	2042.8
Volumen (cm³)	2372	2349	232.9
Masse (g)	650.8	645.7	637.7
Rohdichte (g/cm³)	2.74	2.79	2.74
Bruchlast (kN)	104.5	116.9	114.9
Druckfestigkeit (MPa)	51.2	57.2	56.2

	Mittelwert	Standardabweichung
Druckfestigkeit (MPa)	54.9	2.6

Tab. 16 : Direkter Druckversuch für Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 2 - parallel zur Schieferung

Tab. 17 : Direkter Druckversuch für Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 2 - parallel zur Schieferung

Verwitterungsklasse 3; Belastung normal zur Schieferung

Probennummer	1	2	3
Wassergehalt	trocken	trocken	trocken
Länge (mm)	118.0	117.5	116.5
Durchmesser (mm)	510	510	510
L/D - Verhältnis (mm/mm)	2.3	2.3	2.3
Fläche (mm²)	2042.8	2042.8	2042.8
Volumen (cm³)	241.1	240.0	238.0
Masse (g)	664.1	663.2	654.2
Rohdichte (g/cm³)	2.75	2.76	2.75
Bruchlast (kN)	129.9	120.3	114.3
Druckfestigkeit (MPa)	63.6	58.9	56.0

	Mittelwert	Standardabweichung
Rohdichte (g/cm³)	2.76	0.005
Druckfestigkeit (MPa)	59.5	3.1

Tab. 17 : Direkter Druckversuch für Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 3 - normal zur Schieferung

Verwitterungsklasse 3; Belastung parallel zur Schieferung

Probennummer	1	2	3
Wassergehalt	trocken	trocken	trocken
Länge (mm)	120.0	118.0	118.5
Durchmesser (mm)	51.0	51.0	51.0
L/D - Verhältnis (mm/mm)	2.4	2.3	2.3
Fläche (mm²)	2042.8	2042.8	2042.8
Volumen (cm³)	245.1	241.0	242.1
Masse (g)	676.6	651.5	653.6
Rohdichte (g/cm³)	2.76	2.70	2.70
Bruchlast (kN)	46.3	3.3	36.6
Druckfestigkeit (MPa)	22.7	1.6 Prüfkörper wurde mit vorgegebenem Riss belastet	17.9

	Mittelwert	Standardabweichung
Druckfestigkeit (MPa)	14.7	9.0

Tab. 18 : Direkter Druckversuch für Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 3 - parallel zur Schieferung

Scherbruch:



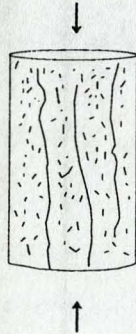
Die Bruchlasten des zylindrischen Prüfkörpers sind in der Abbildung einer Schieferung in einer Schwächezone in einem Winkel zur Belastungsrichtung dargestellt.

Die folgenden Abbildungen (Abb. 24 bzw. 25) zeigen die bei den Druckversuchen beobachteten typischen Bruchformen des Stainzer Plattengneises.

5.1.7 Bruchformen bei einachsialen Druckversuchen

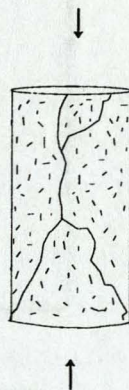
Folgende Abbildungen zeigen die bei einachsialen Druckversuchen allgemein typischen Bruchformen :

Spaltbruch :



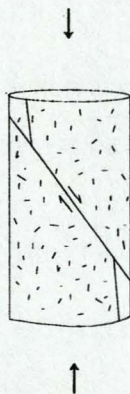
Infolge der aufgebrachten Last kommt es zunächst zur Bildung mehrerer Risse und danach fallen Teilkörper seitlich ab

Spalt - Scherbruch :



Zunächst Rissbildung parallel zur aufgebrachten Last, beim Bruch charakteristische Kegelbildung sowie Absplittern vieler Bruchstücke am Umfang

Scherbruch :



Die Bruchflächen, die meistens einer Schieferung oder einer Schwächezone folgen, sind in einem Winkel kleiner 45° zur Belastungsrichtung geneigt

Die folgenden Abbildungen (Abb. 24 bzw. 25) zeigen die bei den Druckversuchen beobachteten typischen Bruchformen des Stainer Plattengneises.

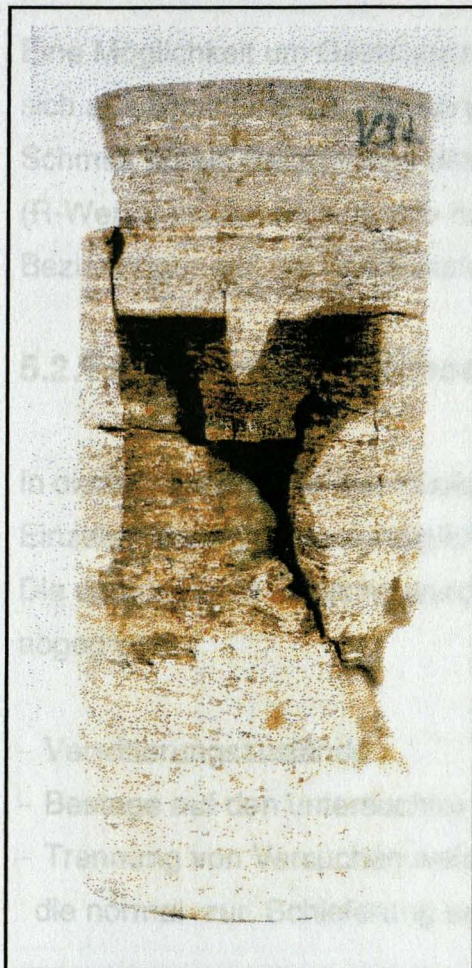


Abb. 24 : Prüfkörper der Verwitterungs-
klasse 3, Belastung normal
sf - Spaltscherbruch

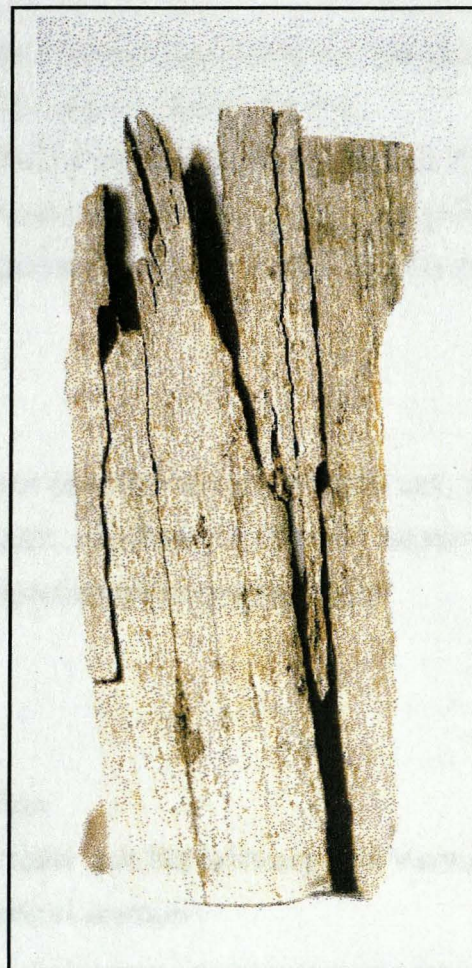


Abb. 25 : Prüfkörper der Verwitterungs-
klasse 2, Belastung parallel
sf - Spaltbruch

Nach Aufnahme der Rückprallwerte im Gelände wurde mit folgender
Beziehung (MILLER, 1935) die einachsige Druckfestigkeit berechnet:

$$\log_{10}(\sigma) = 0.00088 \times \gamma \times R + 1.01$$

σ einachsige Druckfestigkeit (MPa)

γ Gewicht des Gesteins (kN/m³).....ergibt Werte um 22 kN/m³ bis 28 kN/m³

R arithmetisches Mittel der Rückprallwerte

5.2 SCHMIDT`SCHER RÜCKPRALLHAMMER - INDEXTEST

Eine Möglichkeit um Gesteinsfestigkeiten indirekt beurteilen zu können ergibt sich aus Ermittlung von Rückprallwerten unter Anwendung des Schmidt`schen Betonprüfhammers. Die bei diesen Tests ermittelten Werte (R-Werte) stellen sogenannte Indexwerte dar, mit denen mittels empirischer Beziehungen auf die einachsiale Druckfestigkeit geschlossen werden kann.

5.2.1 Auswertungsmethode

In dieser Arbeit wurde der Rückprallwert als arithmetisches Mittel von 10 Einzelschlägen in einem möglichst engen, signifikanten Bereich bestimmt. Die untersuchten Bereiche wurden folgendermaßen voneinander abgegrenzt:

- Verwitterungszustände
- Bestege auf den untersuchten Flächen
- Trennung von Versuchen welche parallel zur Schieferung und Versuchen die normal zur Schieferung durchgeführt wurden

Bei Verwendung des Schmidt`schen Betonprüfhammers wurde darauf geachtet, daß möglichst glatte Flächen untersucht wurden (bei Oberflächenunebenheiten- Verzerrung der Werte).

Nach Aufnahme der Rückprallwerte im Gelände wurde mit folgender Beziehung (MILLER, 1965) die einachsiale Druckfestigkeit errechnet :

$$\log_{10} (\sigma_c) = 0.00088 \times \gamma \times R + 1.01$$

σ_ceinachsiale Druckfestigkeit (MPa)

γWichte des Gesteins (kN/m³).....ergab Werte um 28 kN/m³ (± 0.57)

R.....arithmetisches Mittel der Rückprallwerte

5.2.2 Ergebnisse

Über die in Abschnitt 5. 1 durchgeführten direkten Druckversuche wurden gesteinspezifische Korrekturfaktoren ermittelt, um eine gute Korrelation zwischen den Versuchen herzustellen. Für Gesteine der Verwitterungsklasse 1 wurden die von MOTALN (1996) angeführten einachsialen Festigkeiten (des direkten Druckversuches) übernommen.

Die im Gelände ermittelten Rückprallwerte bzw. die im Anschluss an die Aufnahme getätigten Umrechnungen in einachsiale Druckfestigkeiten ergaben folgendes Ergebnis:

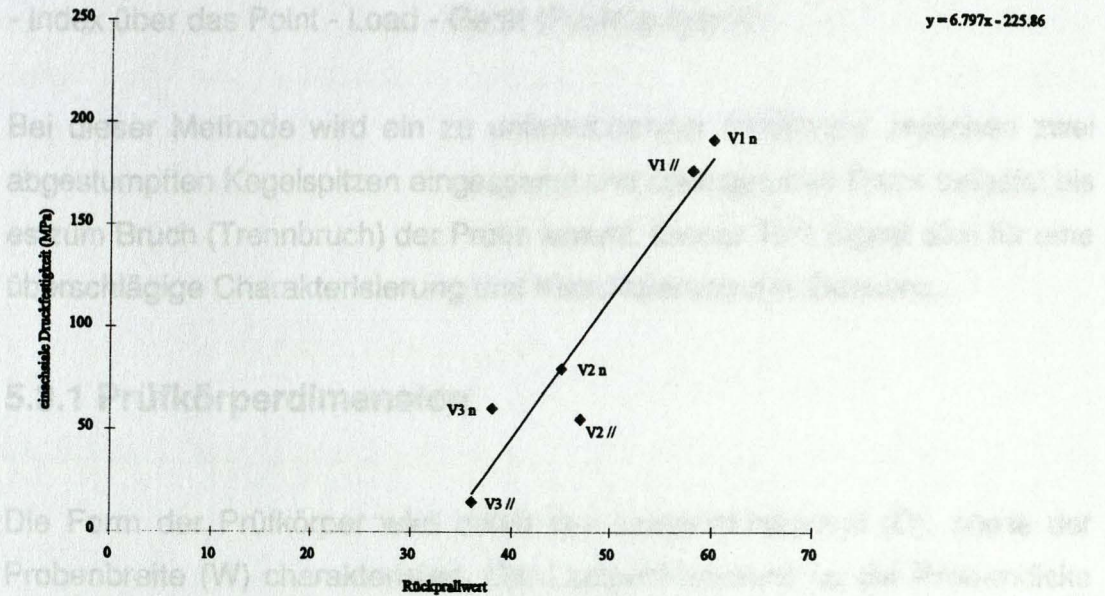
Verwitterungs - klasse	Schlag $\perp$ sf und errechneter Korrekturfaktor	Schlag $\parallel$ sf und errechneter Korrekturfaktor	maximale einachsiale Druckfestigkeit (MPa)	mittlere einachsiale Druckfestigkeit (MPa)	minimale einachsiale Druckfestigkeit (MPa)
1	0.87		207.9	191.0	163.2
1		0.87	177.8	175.8	158.9
2	0.45		86.8	79.2	62.6
2		0.41	70.0	54.7	42.6
3	0.72		69.4	59.8	48.8
3		0.22	16.6	14.7	10.6
4	x		keine Daten	keine Daten	keine Daten
4		x	keine Daten	keine Daten	keine Daten

Tab. 19 : Einachsiale Druckfestigkeiten für jede untersuchte Verwitterungsklasse

Die dargestellten Ergebnisse wurden aus annähernd 500 Einzelmessungen gewonnen. Die ermittelten Rückprallwerte finden sich im Anhang C.

5.3 POINT - LOAD - INDEX TEST

Eine weitere Möglichkeit, Gebirgssteine (oder auch Beton- und Stahlbetonbauteile) indirekt zu bestimmen ergibt sich aus dem Punkt-Last-Index-Test (Point-Load-Test). Über das Point-Load-Verfahren (Punktlastversuch) lässt sich die einachsiale Druckfestigkeit (s. Abb. 26) ermitteln.



V1, V2.....Verwitterungsklasse 1, 2.....

n.....Schlagrichtung normal

//.....Schlagrichtung parallel

Die angeführten Rückprallwerte sind Mittelwerte

Abb. 26 : Errechnete einachsiale Druckfestigkeiten bezüglich der einzelnen Verwitterungsklassen

5.3 POINT - LOAD - INDEXTEST

Eine weitere Möglichkeit Gesteinsfestigkeiten (einachsiale Druckfestigkeiten) indirekt zu bestimmen ergibt sich aus Ermittlung des sogenannten Point - Load - Index über das Point - Load - Gerät (Punktlastgerät).

Bei dieser Methode wird ein zu untersuchender Prüfkörper zwischen zwei abgestumpften Kegelspitzen eingespannt und solange unter Druck belastet bis es zum Bruch (Trennbruch) der Probe kommt. Dieser Test eignet sich für eine überschlägige Charakterisierung und Klassifizierung des Gesteins.

5.3.1 Prüfkörperdimension

Die Form der Prüfkörper wird durch den Lastpunktabstand (D), sowie der Probenbreite (W) charakterisiert. Der Lastpunktabstand ist die Probendicke bzw. der Prüfspitzenabstand in mm. Anhand der Prüfkörperform können mehrere Tests durchgeführt werden. In dieser Arbeit wurde der sogenannte Würfeltest angewandt (nach ISRM, 1985).

Bei diesem Test werden formatierte Gesteinsquader verwendet.

(Die Kantenlängen der Gesteinsquader variierten von 30 - 80mm).

Die Testversuche wurden an 120 Proben mit je 20 Einzeltests nach den Empfehlungen der ISRM (1985) durchgeführt, wobei bei den Einzeltests die verschiedenen Verwitterungsklassen mitberücksichtigt wurden (für jede Verwitterungsklasse (ausser der Klasse 4) wurden 40 Proben angefertigt, wobei jeweils 20 Probenkörper senkrecht auf die Schieferung und 20 Probenkörper parallel auf die Schieferung belastet wurden).

5.3.2 Auswertung

Die graphische Auswertung der Versuche erfolgte über die sogenannte LOGAR - Methode (THURO, 1996). Bei dieser Methode wird der äquivalente Kerndurchmesser (De) gegenüber den Punktlastindizes (Is) aufgetragen und durch die so entstandene Punktwolke wird eine logarithmische Regressionskurve gelegt.

Der Point - Load - Index Is errechnet sich aus folgender Formelbeziehung (ISRM, 1985) :

$$Is = \frac{F_B}{De^2} = \frac{\pi \times A_p \times P_B}{4 \times W \times D} \text{ mit } A = W \times D = \frac{\pi}{4} De^2$$

$$De^2 = \frac{4}{\pi} \times W \times D$$

- IsPoint - Load - Index (MPa)
 F_BBruchlast (kN)
 Deäquivalenter Kerndurchmesser (mm)
 DProbendicke bzw. Prüfspitzenabstand (mm)
 WProbenbreite (mm)
 A(Flächeninhalt der Bruchfläche)
 A_pDruckstempelquerschnitt (Handgerät = 1450 mm²)
 P_BDruck beim Trennbruch (1 MPa = 10 bar)
.....Das Manometer des verwendeten Punktlastgerätes zeigte kN an,
deswegen wurden die erhaltenen Werte zunächst in MPa
umgerechnet und danach in die oben erwähnte Formel eingefügt.

5.3.3 Ergebnisse

Die Umrechnung des Point - Load - Index in die einachsiale Druckfestigkeit UCS wurde nach folgender Beziehung berechnet :

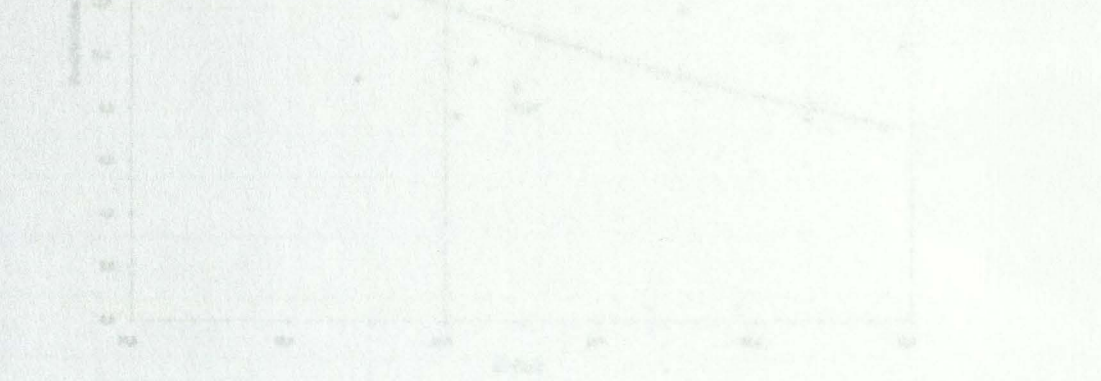
UCS = c x I₅₀

mit I₅₀ = I_s (De = 50 mm) = I_s (De² = 2500 mm²)

Der Korrekturfaktor c wurde für Gesteine der Verwitterungsklasse 1 (nach Vergleich der von MOTALN (1996) ermittelten direkten Druckversuche) mit 17 (für Versuche senkrecht zur Schieferung) bzw. 26 (für Versuche parallel zur Schieferung) bestimmt.

Die in dieser Arbeit errechneten Korrekturfaktoren wurden für Gesteine der Verwitterungsklasse 2 mit 10 (Versuche senkrecht zur Schieferung) bzw. 14 (Versuche parallel zur Schieferung) bestimmt.

Die Korrekturfaktoren für Gesteine der Verwitterungsklasse 3 ergaben für Versuche senkrecht zur Schieferung den Wert 15.5.

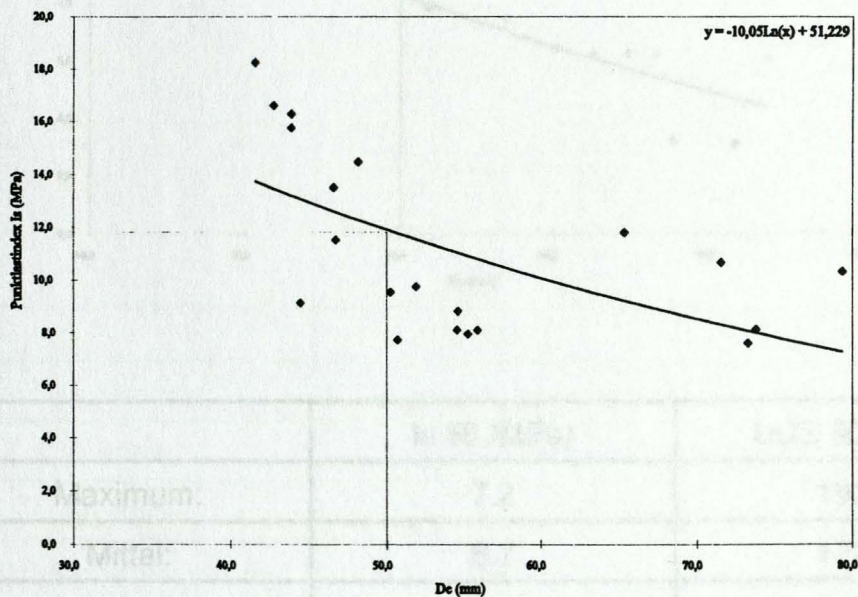


	I ₅₀ (MPa)	UCS 50 (MPa)
Maximum:	14.3	242.5
Mittel:	11.1	187.8
Minimum:	7.8	132.5
Standardabweichung	±2.1	±35.3
Korrekturfaktor	17	

Abb.24 : Statistische Auswertung des Point - Load - Index aus einer Probenreihe von 20 Einzeltests von Steiner Pfaffengraie der Verwitterungsklasse 1 (Versuche normal zu sf)

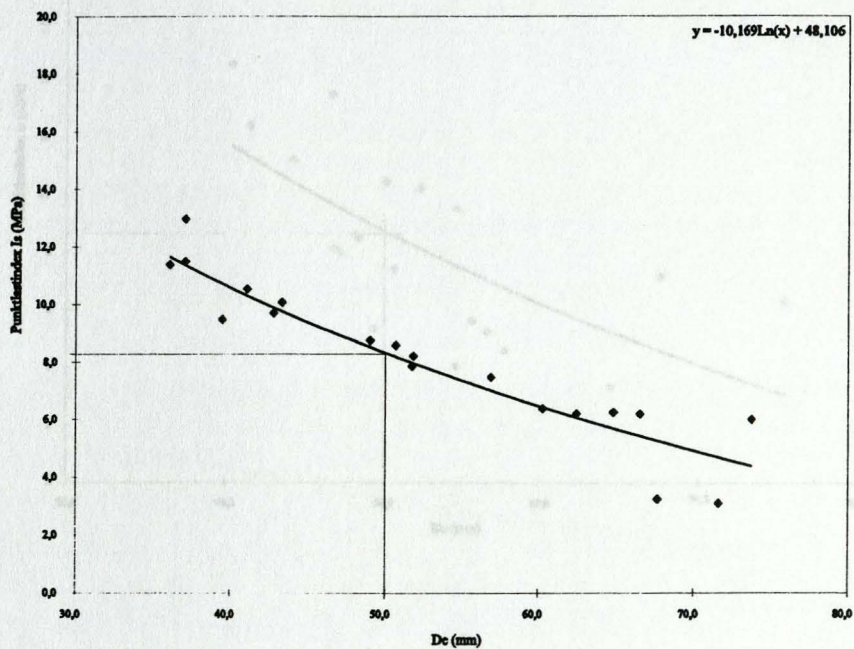
5.3.3 Ergebnisse

Nachfolgende Diagramme zeigen Darstellungen der einzelnen Indexwerte in Abhängigkeit des äquivalenten Kerndurchmessers D_e . Die Auswertung des Point Load Index bezüglich der Verwitterungsklasse 4 und teilweise auch die der Verwitterungsklasse 3 (bei Belastung der Proben parallel sf) war nicht möglich, da es schon bei geringster Druckbelastung der Prüfkörper zum Bruch des Prüflings kam – der Schleppzeiger der Manometeranzeige stieg bis maximal 0.5 kN und sank beim Bruch der Probe wieder auf den Ausgangszustand zurück.



	Is 50 (MPa)	UCS 50 (MPa)
Maximum:	14.3	242.5
Mittel:	11.1	187.9
Minimum:	7.8	132.8
Standardabweichung	± 2.1	± 35.3
Korrekturfaktor	17	

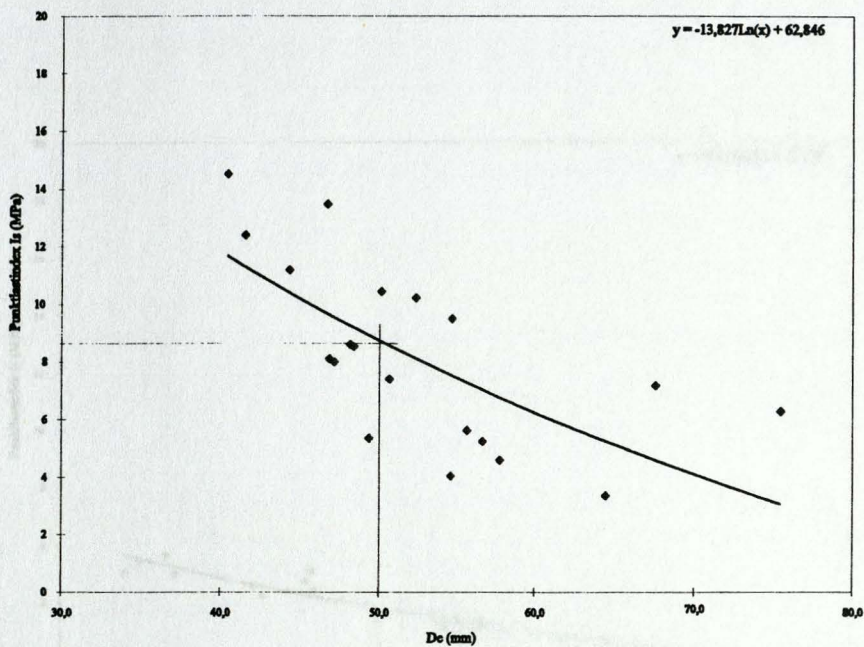
Abb.24 : Statistische Auswertung des Point - Load - Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 1 (Versuche normal zu sf)



	Is 50 (MPa)	UCS 50 (MPa)
Maximum:	7.2	193.1
Mittel:	6.7	172.9
Minimum:	4.7	122.3
Standardabweichung:	± 0.7	± 18.3
Korrekturfaktor	26	

Abb.20 : Statistische Auswertung des Point - Load - Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 2 (Versuche normal zu sf)

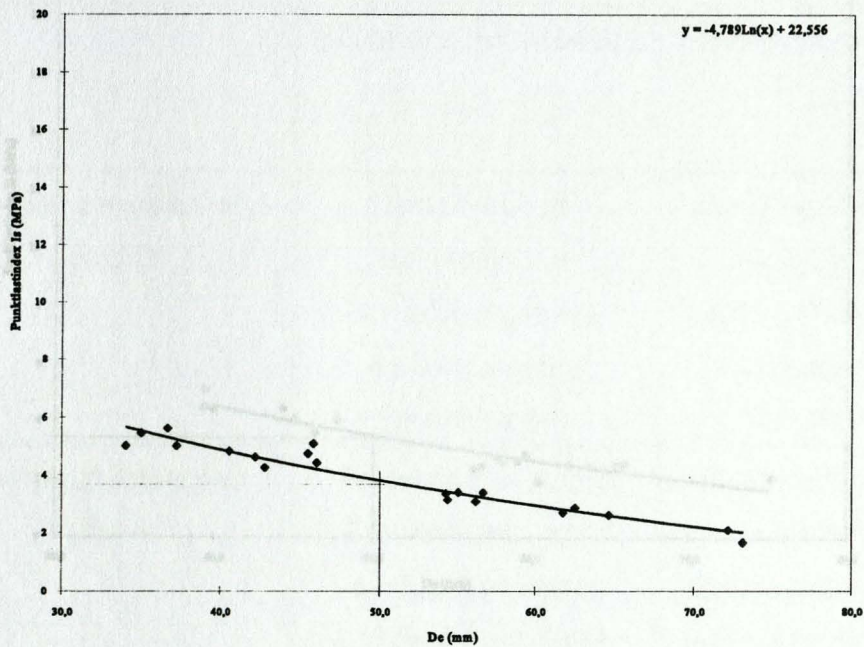
Abb.25 : Statistische Auswertung des Point - Load - Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 1 (Versuche parallel zu sf)



	Is 50 (MPa)	UCS 50 (MPa)
Maximum:	13.3	132.7
Mittel:	8.4	84.3
Minimum:	4.5	45.5
Standardabweichung:	± 2.5	± 25.3
Korrekturfaktor	10	

Abb.26 : Statistische Auswertung des Point - Load - Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 2 (Versuche normal zu sf)

Abb.27 : Statistische Auswertung des Point Load Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 2 (Versuche parallel zu sf)



	Is 50 (MPa)	UCS 50 (MPa)
Maximum:	4.6	64.3
Mittel:	3.9	54.3
Minimum:	3.3	46.2
Standardabweichung:	± 0.3	± 4.5
Korrekturfaktor	14	

Abb.33 : Statistische Auswertung des Point Load Index aus einer Probenreihe von 20

Abb.27 : Statistische Auswertung des Point Load Index aus einer Probenreihe von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungskategorie 2 (Versuche parallel zu sf)

5.3.4 Bruchausbildung der Probenkörper

Die Gesteinsproben, die unter der punktförmig aufgetragenen Last zu Bruch gingen, zeigten folgende typische Bruchausbildungen:

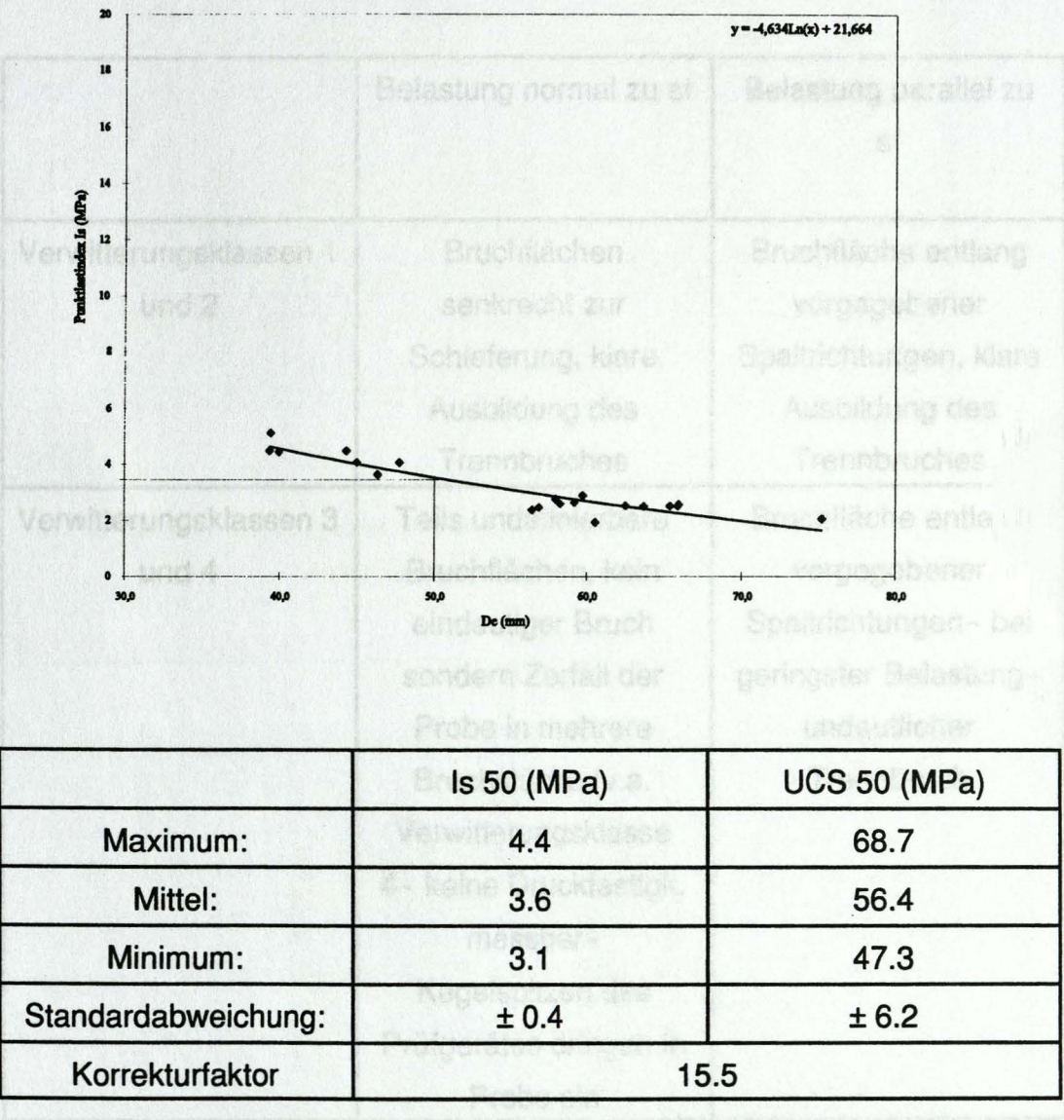


Abb.33 : Statistische Auswertung des Point Load Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 3 (Versuche normal zu sf) veranschaulichen:

5.3.4 Bruchausbildung der Probenkörper

Die Gesteinsproben, die unter der punktförmig aufgebrachten Last zu Bruch gingen, zeigten folgende typische Bruchausbildungen:

	Belastung normal zu sf	Belastung parallel zu sf
Verwitterungsklassen 1 und 2	Bruchflächen senkrecht zur Schieferung, klare Ausbildung des Trennbruches	Bruchfläche entlang vorgegebener Spaltrichtungen, klare Ausbildung des Trennbruches
Verwitterungsklassen 3 und 4	Teils undefinierbare Bruchflächen, kein eindeutiger Bruch sondern Zerfall der Probe in mehrere Bruchstücke (v.a. Verwitterungsklasse 4 → keine Druckfestigk. messbar → Kegelspitzen des Prüfgerätes dringen in Probe ein	Bruchfläche entlang vorgegebener Spaltrichtungen → bei geringster Belastung → undeutlicher Trennbruch

Folgende Abbildungen sollen typische beobachtete Bruchausbildungen veranschaulichen:

Abb. 33: Bruchausbildung einer Gesteinsprobe der Verwitterungsklasse 3 (Druckrichtung normal zur Schieferung), Bruch entlang von Klüften, Hantieren

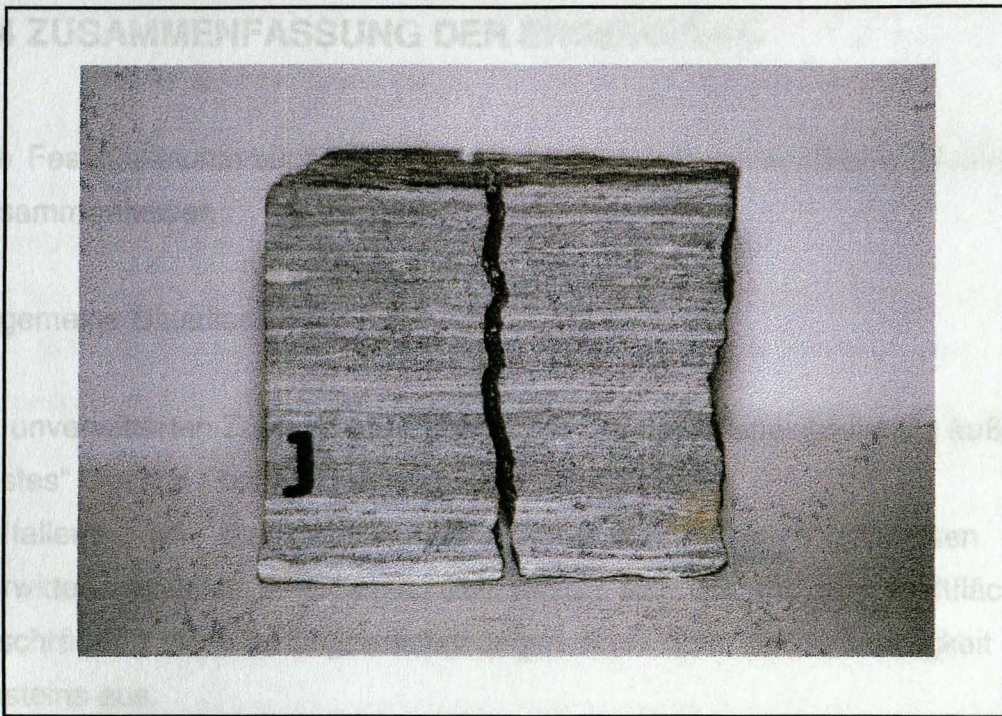


Abb. 32 : Bruchausbildung einer Gesteinsprobe der Verwitterungsklasse 1 (Druckrichtung normal zur Schieferung), klarer Spaltbruch

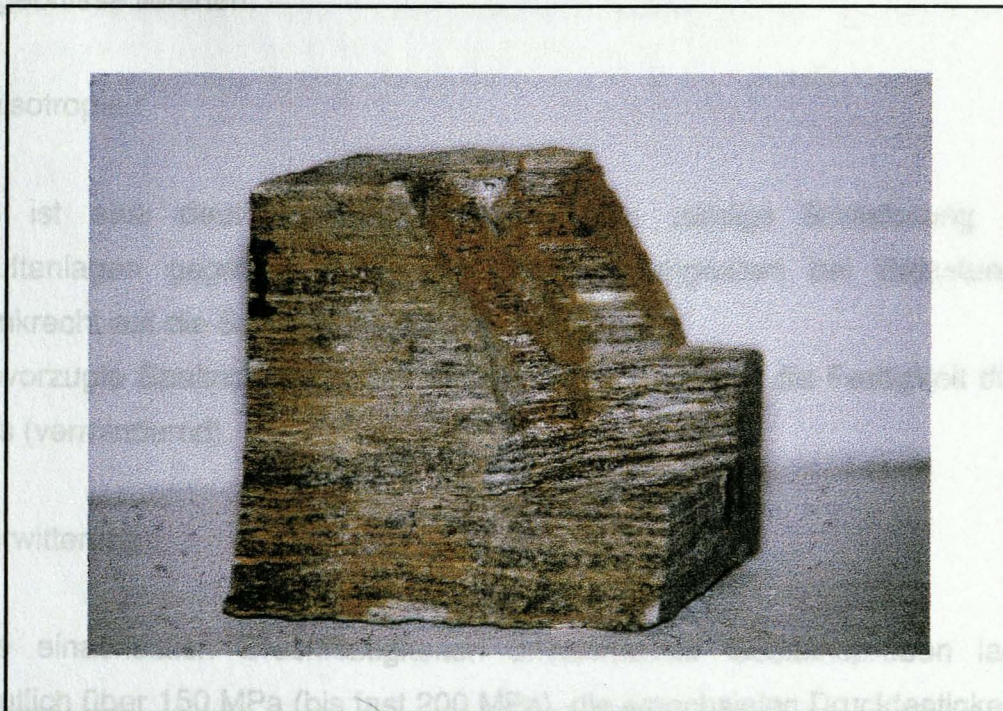


Abb. 33 : Bruchausbildung einer Gesteinsprobe der Verwitterungsklasse 3 (Druckrichtung normal zur Schieferung), Bruch entlang von Kluftanlagen, Haarrissen

5.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Die Festigkeitsuntersuchungen lassen folgende charakteristische Merkmale zusammenfassen :

Allgemeine Situation :

Im unverwitterten Zustand erweist sich der Stainzer Plattengneis als äußerst "festes" Gestein (hohe einachsiale Druckfestigkeiten).

Auffallend ist das sprunghafte Abnehmen der Festigkeiten ab Verwitterungsklasse 2. Offensichtlich wirken sich die auf den Klufflächen beschränkten Verwitterungserscheinungen doch stark auf die Festigkeit des Gesteins aus.

Bei den Gesteinsproben der Verwitterungsklasse 4 konnten kaum "vernünftige" Werte angegeben werden, da sowohl der Schmidt'sche Indexhammer als auch das Punktlastgerät infolge der extrem geringen Festigkeiten uninterpretierbare Ergebnisse lieferten.

Anisotropie :

Es ist eine deutliche Festigkeitsanisotropie zufolge Schieferung und Kluffanlagen gegeben, wobei die hohen Festigkeiten bei Belastungen senkrecht auf die Schieferungsflächen auftraten.

Bevorzugte Spaltrichtungen im Gestein wirkten sich auf die Festigkeit direkt aus (vermindernd).

Verwitterung :

Die einachsialen Druckfestigkeiten unverwitterter Gesteinsproben lagen deutlich über 150 MPa (bis fast 200 MPa), die einachsialen Druckfestigkeiten von Gesteinen der Verwitterungsklasse 3 sanken bis an die Meßbarkeitsgrenze (Gesteine der Verwitterungsklasse 3 welche parallel zur Schieferung auf einachsiale Druckfestigkeiten untersucht wurden).

6. ZUSAMMENFASSUNG

Im folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der einzelnen Kapitel zusammenfassend dargestellt :

KLUFTAUFNAHME

	k1	k2	k3	k4
Raumstellung der Kluftscharen	105 / 72	335 / 74	164 / 74	285 / 65
Mittlerer Kluftabstand (m)	0.47	0.29	0.19	2.09
Mittlere Kluftöffnungsweite (mm)	6.99	2.79	2.35	7.55
Mittlerer linearer Auflockerungsgrad (mm /m)	7.18	6.27	6.68	7.35
Dominierende Verwitterungsersch. an den Flächen der einzelnen Kluftscharen	Klasse 2 (60%)	Dominierende Verwitterungsklasse des Gesteins : 3 (60%)	Dominierende Verwitterungsklasse des Gesteins : 3 (75%)	Klasse 1 (70%)
Dominierende Kluftspurlänge (m)	1.0 - 1.5 (35%)	0.0 - 0.5 (50%)	0.0 - 0.5 (57%)	2.5 - 5.0 (30%)
Dominierende Oberflächenausbild. an den Flächen der einzelnen Kluftscharen	wellig glatt (40%)	eben rau (80%)	eben rau (80%)	eben rau (60%)
Termination Index (%)	55.24	48.80	41.00	60.00
Tellbeweglichkeit der Kluftkörper	keine	merklich	erhöht	keine
Kluftkörperform	prismatisch und plattig	polyedrisch und prismatisch	polyedrisch und prismatisch	prismatisch und plattig
Mittlerar Jv bzw. RQD (Gesamt) : Jv = 11.32, RQD = 77.6				

PETROGRAPHISCHE MERKMALE

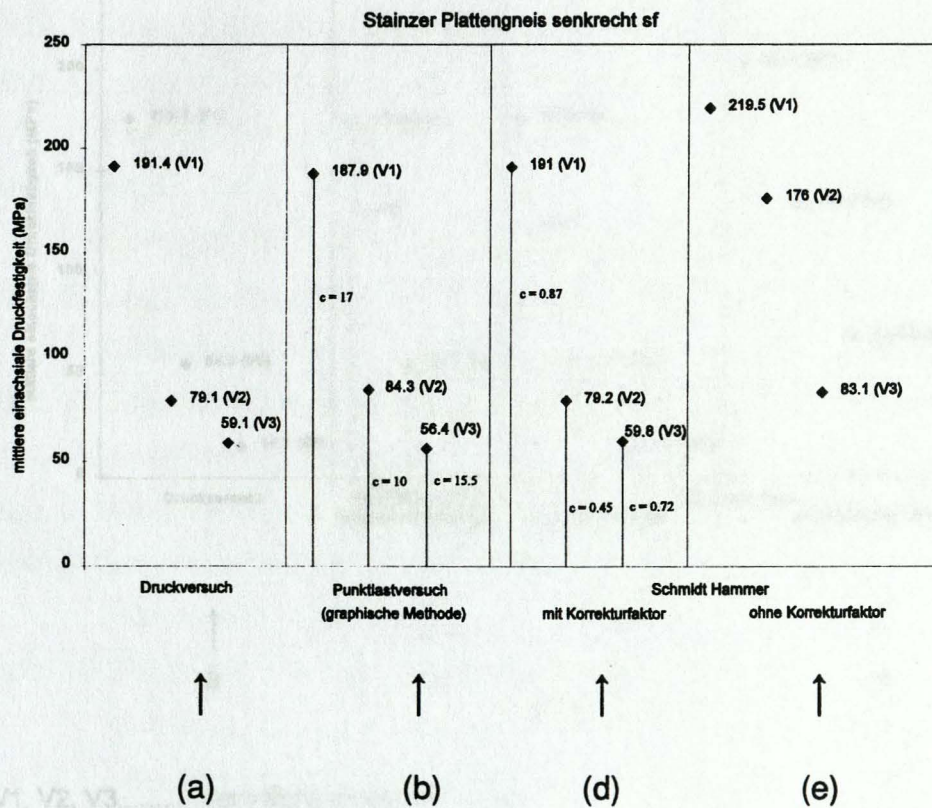
Farbe : Violettgrau
Schiefrigkeit : sehr gut ausgebildet
Spaltbarkeit : dünnplattige Spaltbarkeit ist charakteristisch
Verwitterungsfarbe : limonitisch braun
Mineralbestand : Quarz - Feldspatgemenge (55 - 65%), Glimmerminerale (20 - 25%), Nebengemengteile u. Akzessorien (10 - 25%)

GEFÜGEMERKMALE

Gefügetyp : Blastomylonit (deutliche Paralleltexur, kataklastische Erscheinungen, undulöses Auslöschen der Minerale)
Kornverband : Dicht geschlossen
Korngröße : In der Regel kleiner 0.5 mm (ausgenommen sind Porphyroklasten bzw. Porphyroblasten) - feinkörnig
Korngrenzen : Leicht bogig
Lineare : Streckungslineare
Mikrorisse : Intergranulare Mikrorisse bzw. intragranulare Mikrorisse vorhanden, Verlauf entspricht der Vorzugsrichtung der gelängten Mineralkörner
Maximaler Texturkoeffizient (Verwitterungsklasse 1; XZ - Dünnschliff) : 1.61
Minimaler Texturkoeffizient (Verwitterungsklasse 4; YZ - Dünnschliff) : 1.07
Verwitterungserscheinungen : Limonitische Infiltrationen im intergranularen Bereich, Fe - Oxydausscheidungen
Anisotropie : Deutlich bevorzugte Spaltrichtungen parallel sf

FESTIGKEITSUNTERSUCHUNGEN

In den folgenden beiden Abbildungen sind alle Ergebnisse der durchgeführten Prüfmethoden zusammenfassend dargestellt. Auffallend ist, daß es bei den Indexversuchen (mit herkömmlichen Umrechnungsfaktoren) zu überhöhten errechneten einachsialen Druckfestigkeiten kam.



V1, V2, V3,.....Verwitterungsklasse 1, 2, 3

c.....Korrekturfaktor

In (a), (b).....Direkt gemessene Werte

In (d), (e).....Auf den einachsialen Druckversuch rückgerechnete Werte

Abb. 34 : Mittlere einachsiale Druckfestigkeiten des Stainzer Plattengneises bei den 3 unterschiedlichen Prüfmethoden

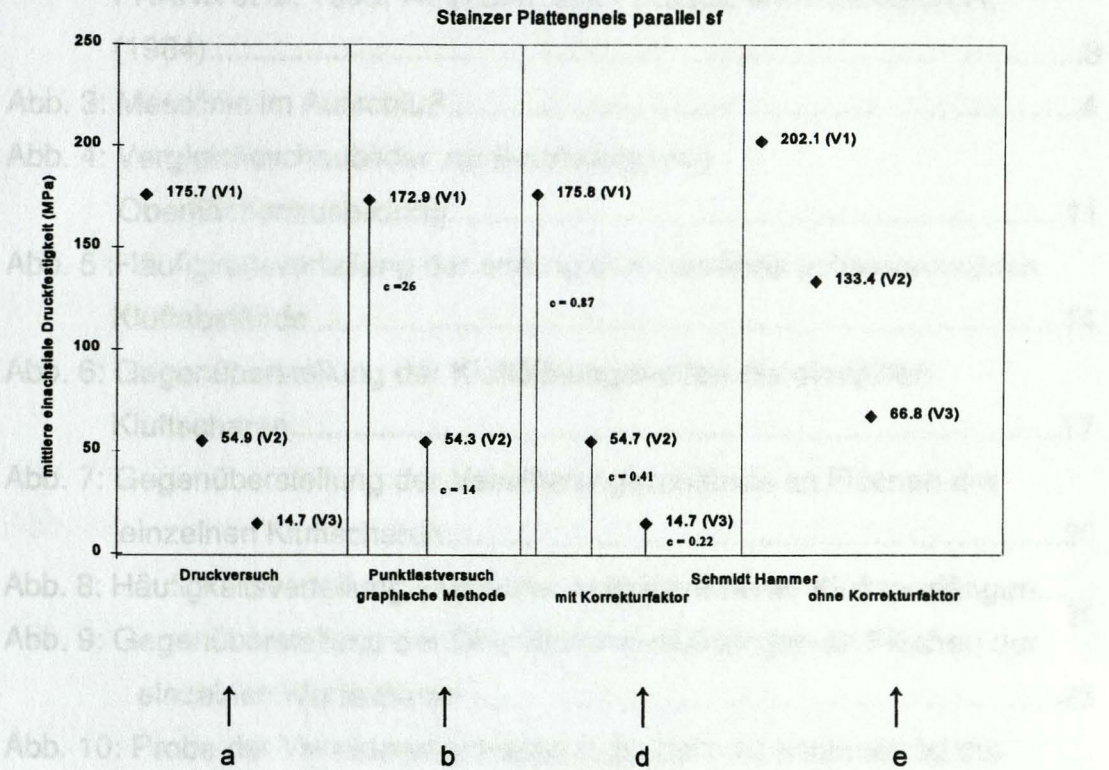
7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Geographische Lage des Ankergraben

Abb. 2: Der Innenaufbau des mittel-mächtigen Gesteins

Grundgebirgen im Bereich 1800 m ü. NN

FRANK et al. 1993, S. 10



V1, V2, V3,.....Verwitterungsklasse 1, 2, 3

c.....Korrekturfaktor

a, e.....Direkt gemessene Werte

b, d.....Auf den einachsialen Druckversuch rückgerechnete Werte

Abb12. : Probe der Verwitterungsklasse 4, Verwitterung durchdringt den

Verband, vollständige Verwitterung, Entfärbung

Abb. 35 : Mittlere einachsiale Druckfestigkeiten des Stainzer Plattengneises bei den 3 unterschiedlichen Prüfmethoden

Abb. 14: Schließnummer 12, undulose "Altkorn" mit rekrystallisiertem

Folienrand

7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Geographische Lage des Arbeitsgebietes.....	2
Abb. 2: Der Internbau des mittelostalpinen polymetamorphen Grundgebirges im Bereich Stub - und Koralpe (nach FRANK et al; 1983, verändert; aus FLÜGEL und NEUBAUER, (1984).....	3
Abb. 3: Messlinie im Aufschluß.....	4
Abb. 4: Vergleichsschaubilder zur Beurteilung von Oberflächenausbildung.....	11
Abb. 5 :Häufigkeitsverteilung der entlang den scanlines aufgenommenen Kluftabstände.....	14
Abb. 6: Gegenüberstellung der Kluftöffnungsweiten der einzelnen Kluftscharen.....	17
Abb. 7: Gegenüberstellung der Verwitterungszustände an Flächen der einzelnen Kluftscharen.....	20
Abb. 8: Häufigkeitsverteilung sämtlicher aufgenommener Kluftspurlängen...	21
Abb. 9: Gegenüberstellung der Oberflächenausbildungen an Flächen der einzelnen Kluftscharen.....	23
Abb. 10: Probe der Verwitterungsklasse 1, deutlich zu erkennen ist die bevorzugte Schieferungsrichtung sowie das Auftreten der hellen (weißen) Feldspatäugen.....	28
Abb. 11: Probe der Verwitterungsklasse 4 (verwittert, charakteristische rostbraune Färbung durchdringt den Verband, vorgegebene Spaltflächen, Probe mit der Hand zerdrückbar).....	28
Abb. 12: : Probe der Verwitterungsklasse 4, Verwitterung durchdringt den Verband, vollständige Verfärbung, Entfestigung.....	29
Abb. 13: Schliffnummer 11, Darstellung der Quarz - Feldspat - Längung (± Regelung), ("ribbon" - Quarz).....	30
Abb. 14: Schliffnummer 12, undulöses "Altkorn" mit rekristallisiertem Feinkornrand.....	31

Abb. 15: Schliffnummer 9, Quarzkorn mit erkennbaren intragranularen Rissbildungen, auffallend sind Biotit - "bärte" in den Druckschatten.....	32
Abb. 16: Schliffnummer 6, kataklastische Beanspruchung bewirkte Ausbildung von Rekristallisationsfahnen (ev. "Delta structure").....	32
Abb. 17: Schliffnummer 16, idiomorpher Plagioklas umsäumt von Quarzlagen, das Ausbiegen der "Quarzbänder" um den Idio­kristall scheint postdeformatives Wachstum anzuzeigen.....	33
Abb. 18: Schliffnummer 20, strähnige Ausbildung der Glimmer, welche sich vermehrt zwischen den Quarz - bzw. Quarz - Feldspatlagen "einschmieren".....	34
Abb. 19: Schliffnummer 18, Mitte des Bildes zeigt Granat in porphyroblastischer Ausführung.....	35
Abb. 20: Schliffnummer 8, Glimmersträhnen zwischen den Quarz - und Feldspatlagen.....	36
Abb. 21: Flinn - Diagramm (aus MESCHEDE, 1994).....	37
Abb. 22: Gegenüberstellung der Texturkoeffizienten bezüglich der Verwitterungsklassen (XZ - Dünnschliffe).....	44
Abb. 23: Gegenüberstellung der Texturkoeffizienten bezüglich der Verwitterungsklassen (YZ - Dünnschliffe).....	44
Abb. 24: Prüfkörper der Verwitterungsklasse 2 nach Belastung normal sf - Spaltscherbruch.....	55
Abb. 25: Prüfkörper der Verwitterungsklasse 2 nach Belastung parallel sf - Spaltbruch entlang vorgegebener Schieferungsflächen.....	55
Abb. 26: Errechnete einachsiale Druckfestigkeiten bezüglich der einzelnen Verwitterungsklassen.....	58
Abb. 27: Statistische Auswertung des Point - Load - Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 1 (Versuche normal zu sf).....	62
Abb. 28: Statistische Auswertung des Point - Load - Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 1 (Versuche Parallel zu sf).....	63

Abb. 29: Statistische Auswertung des Point - Load - Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 2 (Versuche normal zu sf).....	64
Abb. 30: Statistische Auswertung des Point - Load - Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 2 (Versuche Parallel zu sf).....	65
Abb.31: Statistische Auswertung des Point - Load - Index aus einer Probenserie von 20 Einzeltests von Stainzer Plattengneis der Verwitterungsklasse 3 (Versuche normal zu sf).....	66
Abb. 32: Bruchausbildung einer Gesteinsprobe der Verwitterungsklasse 1 (Druckrichtung normal zur Schieferung), klarer Spaltbruch.....	68
Abb. 33: Bruchausbildung einer Gesteinsprobe der Verwitterungsklasse 3 (Druckrichtung parallel zur Schieferung), Bruch entlang von Kluftanlagen, Haarrissen.....	68
Abb. 34: Druckfestigkeiten des Stainzer Plattengneises bei den 3 Prüfmethoden.....	73

BROWN, E. T. : Rock Characterisation, Testing and Monitoring, ISRM
Suggested Methods; 211 pp. Pergamon, Oxford
(1981).

CIVIL ENGINEERING SERVICES DEPARTMENT : Geoguide 3 - Guide to
Rock and Soil Descriptions; 191 pp, Hong Kong
(1988).

DEARMAN, W. R. : Weathering Classification in the Characterisation of
Rock; a revision. Bull. IAGG 13, pp. 123 - 127
(1973).

ERGOY, A. and WALLER, M. G. : Textural Characterisation of Rocks;
Engineering Geology 33, pp. 123 - 136 (1995).

7. LITERATURVERZEICHNIS

AZZONI, A., BAILO, F., RONDENA, E., and ZANINETTI, A. : Assessment of Texture Coefficient for Different Rock Types and Correlation with Uniaxial Compressive Strength and Rock Weathering; Rock Mechanics and Rock Engineering 29, pp. 39 - 46 (1996).

BARTON, N. and CHOUBEY, V. : The Shear Strength of Rock Joints in Theory and Practice; Rock Mechanics 10, pp. 1 - 54; Springer Verlag (1977).

BROSCH, F. J. : Methoden der Technischen Geologie; Unveröff. Manuskript TU Graz (1990).

BROWN, E. T. : Rock Characterisation, Testing and Monitoring, ISRM Suggested Methods; 211pp. Pergamon. Oxford (1981).

CIVIL ENGINEERING SERVICES DEPARTMENT : Geoguide 3 - Guide to Rock and Soil Descriptions; 191pp ; Hong Kong (1988).

DEARMAN, W. R. : Weathering Classification in the Characterisation of Rock; a revision. Bull. IAEG 13, pp. 123 - 127 (1976).

ERSOY, A. and WALLER, M. D. : Textural Characterisation of Rocks; Engineering Geology 39, pp. 123 - 136 (1995).

FLÜGEL, H. W. und NEUBAUER, F. : Erläuterungen zur Geologischen Karte der Steiermark 1 : 200.000; Österreichische geologische Bundesanstalt; 127 S. Wien (1984)

HOWARTH, D. F. and ROWLANDS, J. C. : Quantitative Assessment of Rock Texture and Correlation with Drillability and Strength Properties; Rock Mechanics and Rock Engineering 20, pp. 57 - 85 (1987).

ISRM, COMMISSION ON TESTING METHODS : Suggested Method for Determining Point Load Strength; Int. J. Rock Mechanics Min. Sci. Geomech. Abstr. 22, pp. 51 - 60 (1985).

KNITTEL, A. und ULLY, N. : GEO - User Manual; Unveröff. Entwurf (1989).

MESCHEDE, M. : Methoden der Strukturgeologie; 169 S. , Ferdinand Enke Verlag; Stuttgart (1994).

MILLER, R. P. : Engineering Classification and Index Properties for Intact Rock; Ph. D. Thesis. Univ. of Illinois (1965).

MOTALN, G. : Vergleich verschiedener Gesteinsprüfverfahren in Hinblick auf die einachsiale Druckfestigkeit; Unveröff. Entwurf (1996).

OBERHAUSER, R. : Der geologische Aufbau Österreichs; geologische Bundesanstalt, Wien, New York, 699 S. Springer Verlag (1980).

PALMSTRÖM, A. : The Volumetric Joint Count - A Useful and Simple Measure of the Degree of Rock Mass Jointing; in Proc. 4. Congress International Ass. of Engineering Geol. New Delhi, pp. V221 - 223 (1982).

ZIRKL, E. : Kurzbeschreibung vom Stanzter Pfaffenpels; Unveröff. Entwurf

PRIEST, S. D. and HUDSON, J. A. : Discontinuity Spacings in Rock; Int. J. Rock Mechanics Min. Sci. Geomech. Abstr. 13, pp. 135 - 148. (1976).

PRINZ, H. : Abriß der Ingenieurgeologie; 466 S., Ferdinand Enke Verlag; Stuttgart (1991).

ROCKENSCHAUB, M. : Vorschlag zur geotechnischen Dokumentation von Felsaufschlüssen; Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. 37 - S. 37. 19; Wien (1991).

TOLLMANN, A. : Geologie von Österreich. 1. Die Zentralalpen; 766 S. Deuticke; Wien (1977).

THURO, K. : Bohrbarkeit beim konventionellen Sprengvortrieb; Münchener geologische Hefte, Reihe B: Heft 1. - 145 S.; München (1996).

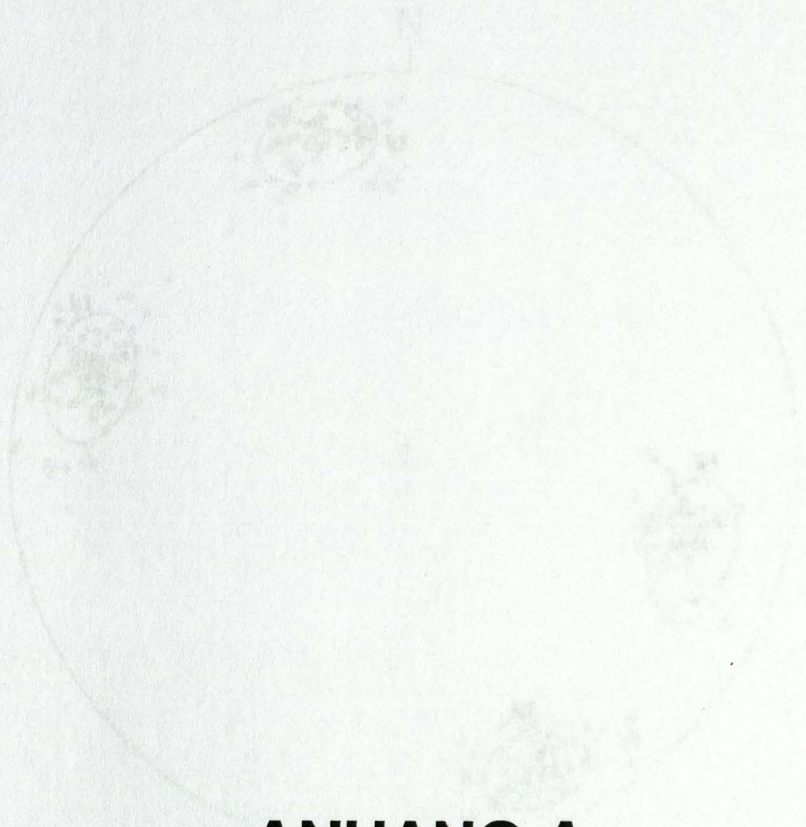
WALLBRECHER, E. : Tektonische und gefügeanalytische Arbeitsweisen; 244 S. Ferdinand Enke Verlag; Stuttgart (1986).

WITTKKE, W. : Felsmechanik. Grundlagen für wirtschaftliches Bauen im Fels; 1050 S. Springer Verlag; Berlin - Heidelberg (1984).

YARDLEY, B. W. D., Mac KENZIE, W. S., GUILFORD, C. :

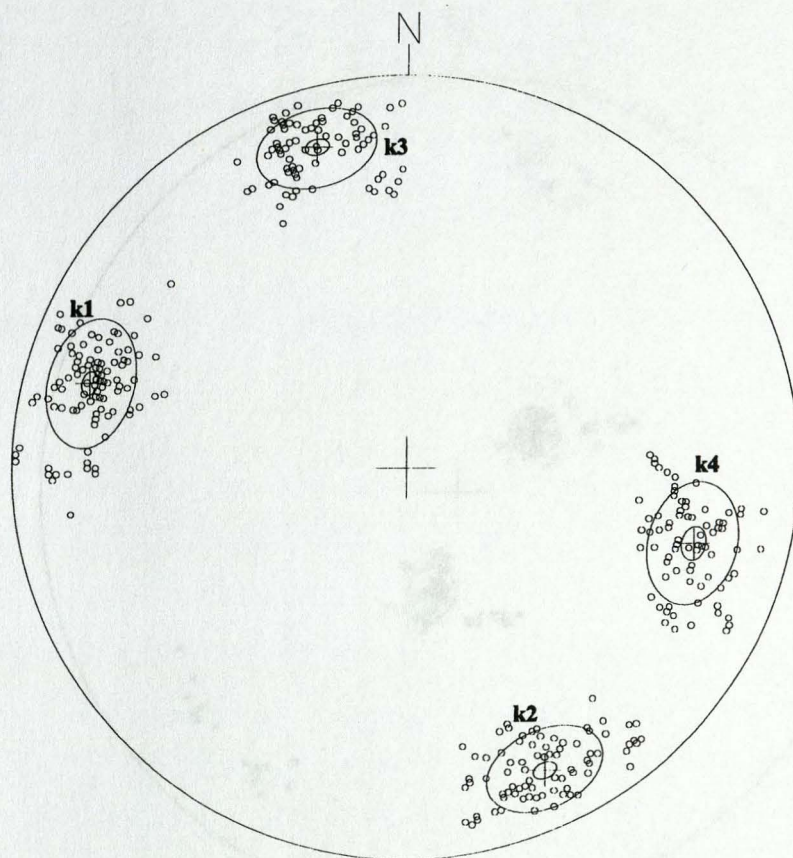
Atlas metamorpher Gesteine und ihrer Gefüge in
Dünnschliffen; 120 S. Ferdinand Enke Verlag;
Stuttgart (1992).

ZIRKL, E. : Kurzbeschreibung vom Stainzer Plattengneis; Unveröff. Entwurf
(1981).



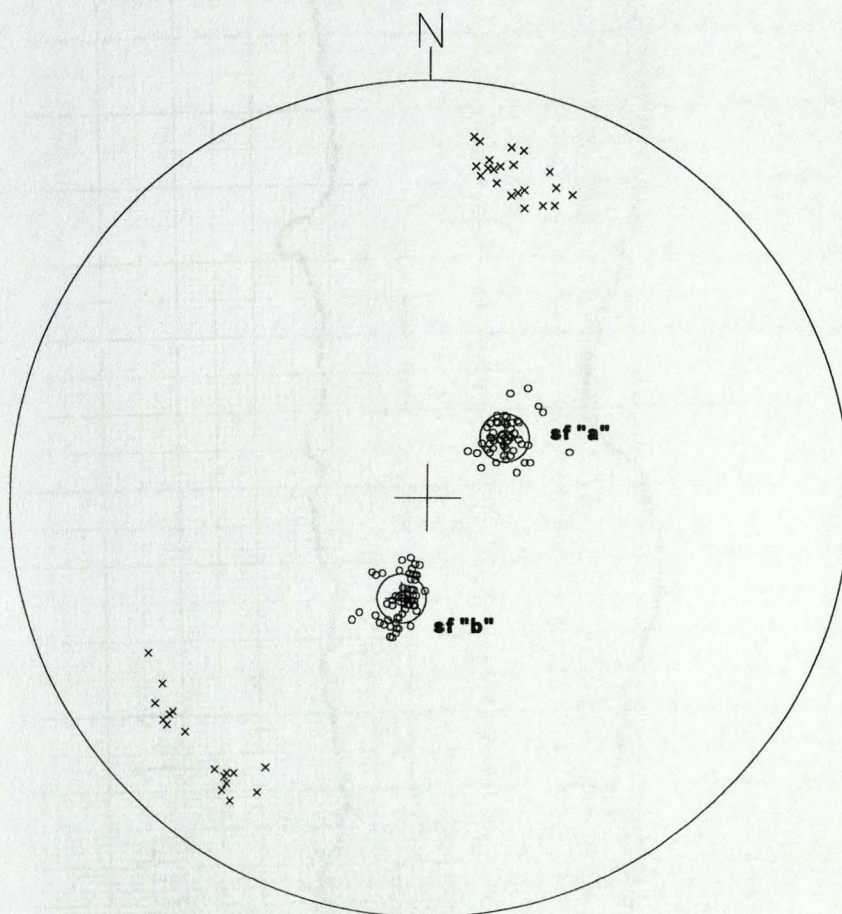
ANHANG A

Transaktions- Kategorie	Vertragskategorie	Vertragskategorie Beschreibung	Vertragskategorie Beschreibung	Vertragskategorie Beschreibung
11	111	1111	1111	1111
12	121	1211	1211	1211
13	131	1311	1311	1311
14	141	1411	1411	1411



Trennflächentyp = Kluftfläche	Vertrauenskegel	Sphärischer Öffnungsgrad	Schwerpunkts - fläche	Anzahl der Daten
k1	2.27°	10.60°	105 / 72	104
k2	2.42°	10.31°	335 / 74	87
k3	2.40°	9.82°	164 / 74	81
k4	2.77°	11.04°	285 / 65	77

Lineare	Vertrauenskegel	Sphärischer Öffnungsgrad	Schwerpunktsfläche	Anzahl der Daten
Lineare auf 1°	5.51°	18.17°	232 / 21	17
Lineare auf 1°	2.22°	9.25°	101 / 21	21



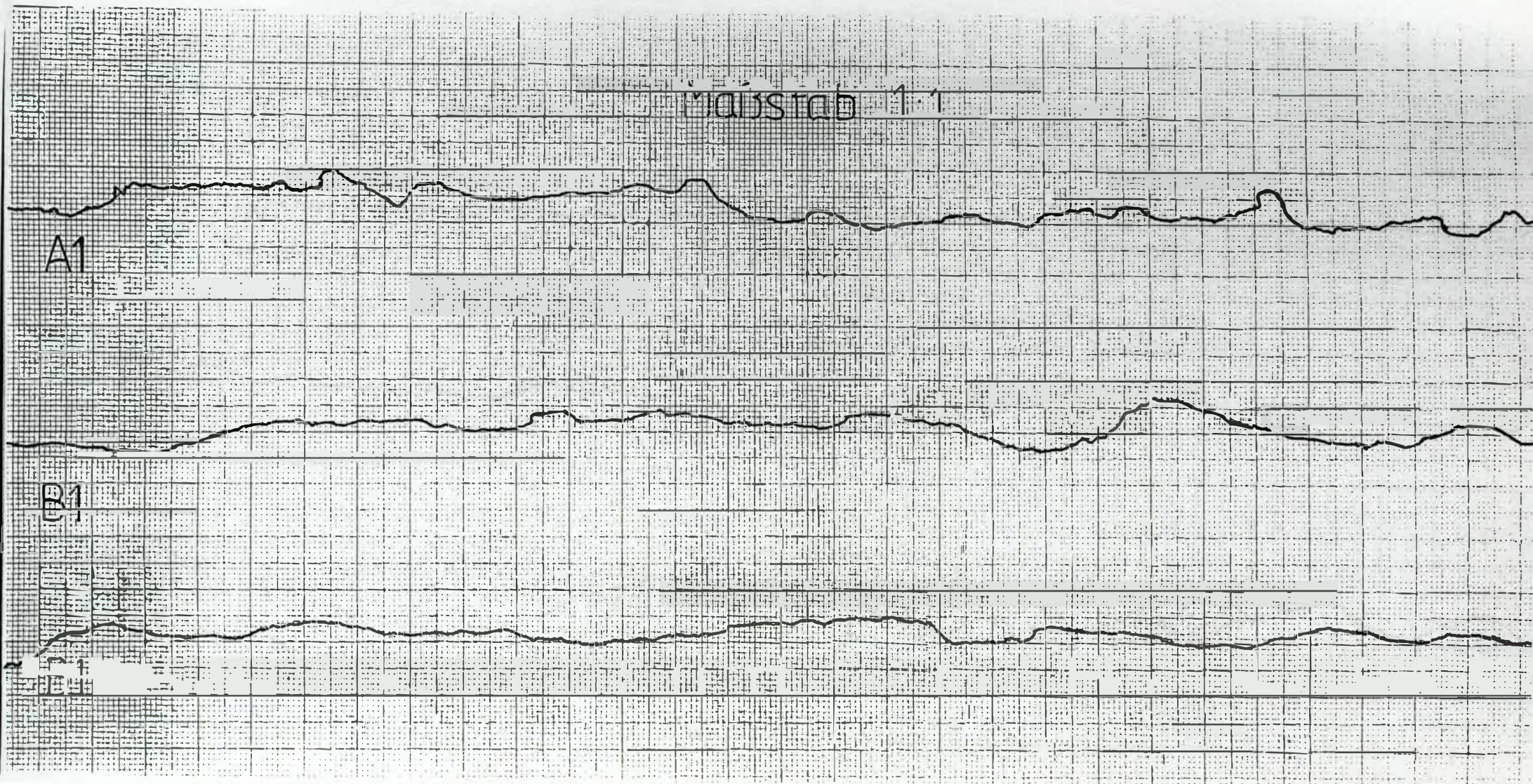
Schieferungsfläche	Vertrauenskegel	Sphrischer Öffnungsgrad	Schwerpunktsfläche	Anzahl der Daten
sf "a"	1.41°	4.73°	232 / 19	55
sf "b"	1.28°	4.80°	14 / 20	68

Lineare	Vertrauenskegel	Sphrischer Öffnungsgrad	Schwerpunktsvektor	Anzahl der Daten
Lineare auf sf "a"	5.31°	9.17°	222 / 21	17
Lineare auf sf "b"	3.20°	6.28°	15 / 21	21

Maßstab 1:1

A1

FB



Maßstab 1:1

C1

B2

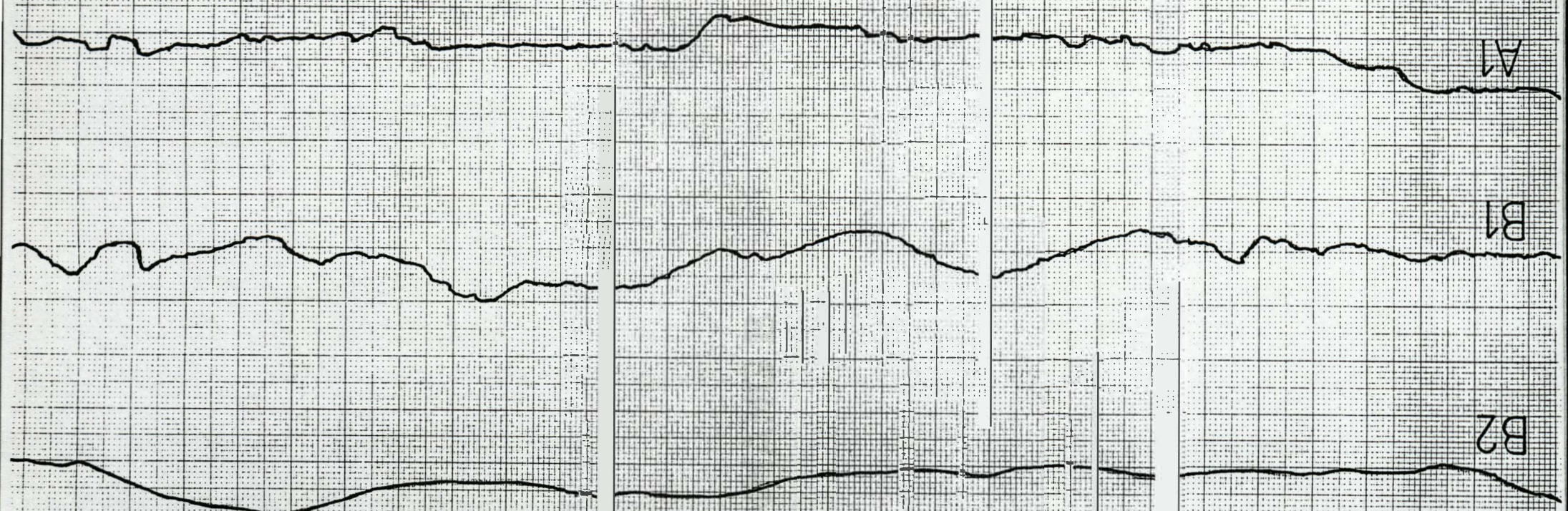
B1

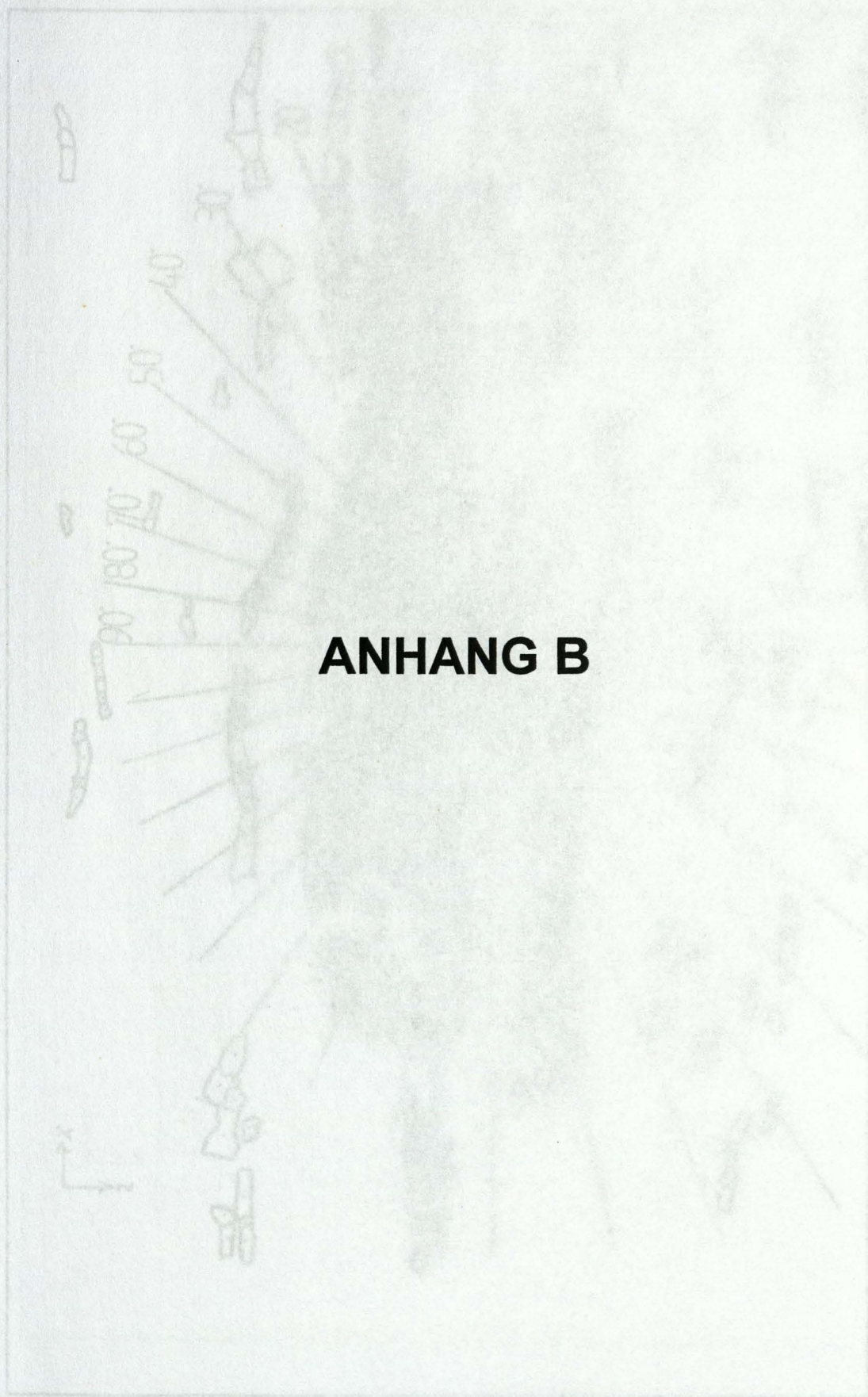
A1

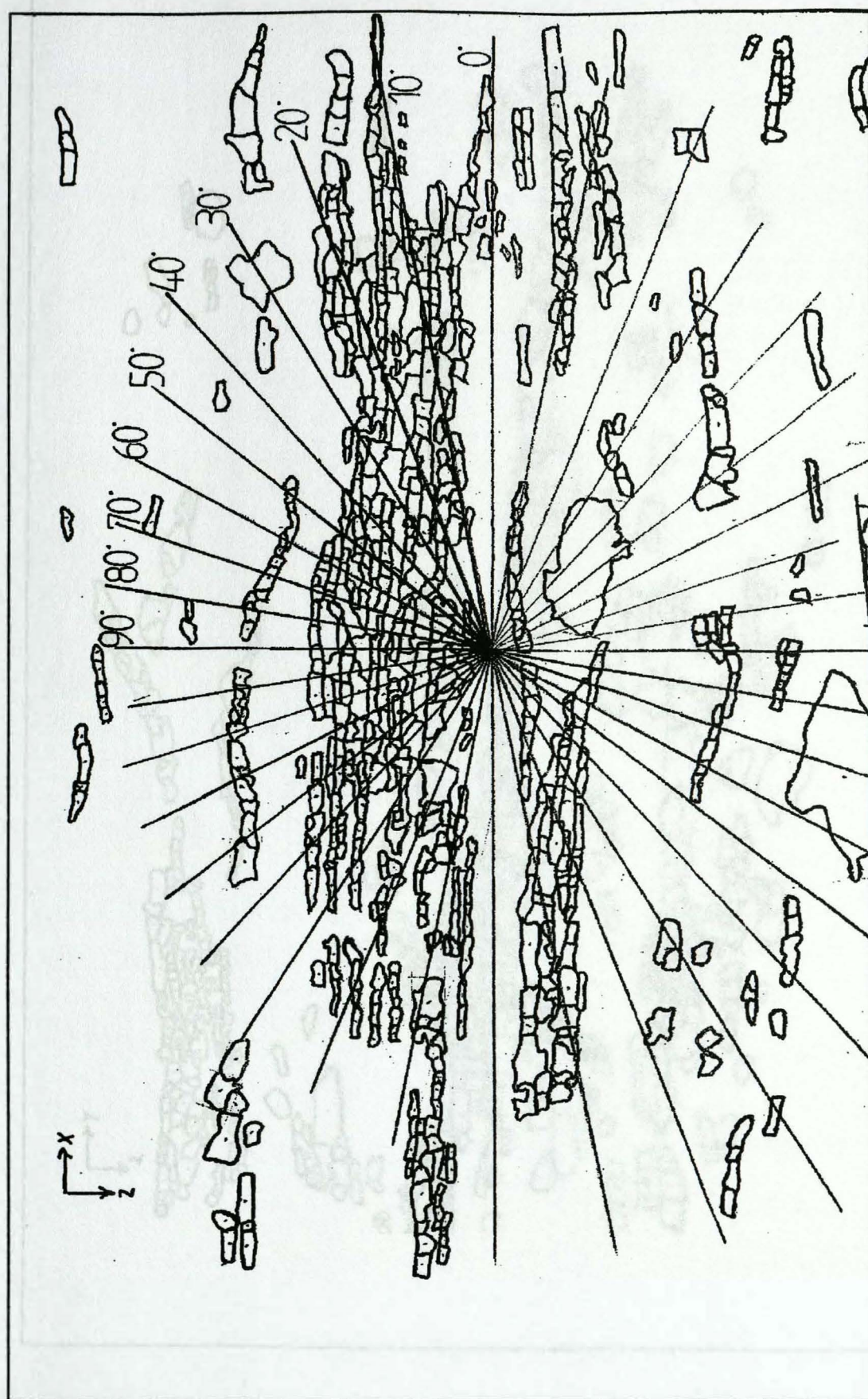
B1

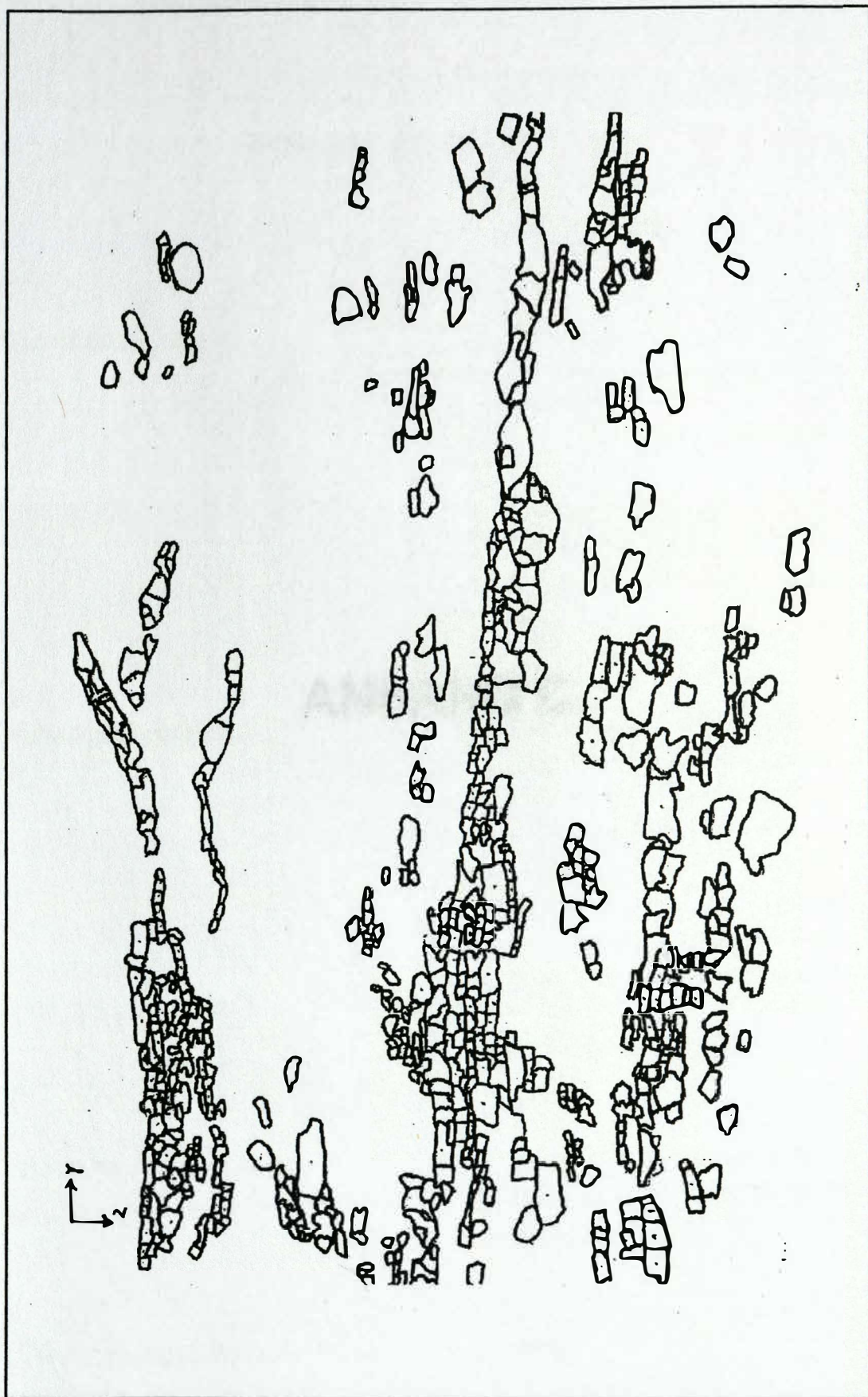
B2

Maßstab 1:1









Schmidt - Hammer Test / Rückprallwerte

Schlagrichtung parallel zu sf :

Rückprallwerte

Verwitterungsklasse 1 :

55, 53, 50, 47, 61, 55, 50, 63, 62, 62, 47, 58,
63, 38, 46, 48, 54, 47, 49, 49, 64, 58, 58, 69,
54, 59, 60, 61, 48, 62, 55, 56, 51, 55, 45, 47,
39, 49, 51, 47, 61, 60, 62, 58, 63, 61, 59, 53,
60, 52, 46, 48, 55, 47, 54, 49, 49, 45, 46, 57,
45, 46, 45, 68, 64, 46, 51, 64, 63, 51, 66, 63,
47, 60, 61, 64, 60, 59, 60, 46, 56, 53, 57, 50,
61, 54, 66, 60, 59, 58, 48, 54, 49, 53, 50, 51,
36, 54, 47, 54

Verwitterungsklasse 2 :

49, 56, 48, 40, 37, 51, 54, 41, 52, 54, 40, 31,
49, 41, 38, 35, 56, 25, 45, 53, 53, 40, 47, 30,
48, 59, 36, 49, 41, 48, 54, 59, 27, 61, 42, 43,
36, 57, 40, 20, 48, 45, 48, 39, 36, 50, 50, 55,
38, 28, 49, 47, 51, 37, 48, 51, 44, 51, 43, 49,
39, 42, 44, 50, 52, 46, 59, 51, 44, 47, 42, 45,
46, 44, 38, 47, 44, 38, 25, 46, 49, 48, 55, 43,
47, 48, 42, 48, 47, 44, 40, 46, 48, 33, 35, 48,
50, 47, 47, 36, 51, 56, 45, 53, 59, 48, 53, 54,
50, 36, 43, 45, 42, 45, 41, 47, 45, 51, 42, 35

Verwitterungsklasse 3 :

55, 38, 31, 34, 44, 56, 31, 36, 42, 40, 45, 40,
37, 38, 34, 45, 26, 45, 31, 31, 51, 34, 26, 25,
47, 46, 48, 38, 56, 41

Verwitterungsklasse 4 :

keine Werte

Schlagrichtung senkrecht zu sf

Rückprallwerte

Verwitterungsklasse 1 :

51, 53, 51, 48, 59, 51, 57, 61, 62, 59, 61, 61,
49, 61, 62, 63, 57, 61, 59, 64, 62, 60, 63, 65,
60, 61, 65, 61, 64, 59, 49, 55, 55, 64, 62, 64,
53, 57, 63, 57, 58, 55, 51, 53, 57, 60, 50, 43,
62, 57, 45, 64, 60, 54, 67, 56, 54, 60, 59, 59,
50, 49, 53, 47, 51, 66, 54, 70, 62, 61, 63, 58,
55, 52, 59, 64, 51, 59, 62

Verwitterungsklasse 2 :

42, 58, 52, 45, 47, 50, 54, 62, 62, 55, 53, 47,
60, 52, 44, 49, 44, 44, 53, 39, 57, 57, 54, 52,
49, 46, 55, 59, 61, 53, 49, 32, 47, 41, 51, 40,
48, 54, 55, 43, 48, 35, 64, 56, 35, 56, 65, 51,
56, 44, 51, 46, 54, 52, 51, 51, 52, 53, 42, 33,
50, 57, 50, 46, 52, 57, 51, 46, 34, 51, 45, 49,
45, 61, 50, 44, 51, 59, 58, 54, 43, 45, 59, 48,
62, 54, 56, 49, 56, 56, 54, 35, 61, 49, 44, 64,
57, 44, 50, 51, 60, 58, 62, 57, 58, 48, 43, 57,
33

Verwitterungsklasse 3 :

48, 44, 36, 53, 33, 42, 41, 40, 18, 31, 41, 36,
37, 40, 36, 32, 35, 30, 28, 35, 33, 33, 35, 28,
27, 34, 36, 41, 41, 22,

Verwitterungsklasse 4 :

27, 20, 31, 23, 19, 26, 25, 22, 23, 33,

Point - Load Test nach dem LOGAR Verfahren (graphische Methode)

Gestein: Stainzer Plattengneis senkrecht sf - Verwitterungsklasse 1

Nr.:	D in mm	W in mm	Last in MPa	De	Is	Zwischenwert	Abstand a	d(neu)	Is 50	UCS 50
1	41	38	12,5	44.538	9.132	11.7168407	-2.58484067	31.2821593	8.4570699	143.77
2	37	41	19.1	43.948	14.331	11.7946399	2.53665537	36.4036554	13.5785659	230.84
3	36	55	16.6	50.209	9.543	11.0175817	-1.475	32.3923224	9.56723295	162.64
4	37	41	18.3	43.948	13.731	11.7946399	1.93639169	35.8033917	12.9783023	220.63
5	67	60	37.7	71.542	10.675	8.95159339	1.72303969	35.5900397	12.7649503	217
6	66	75	44.9	79.387	10.325	8.34448671	1.98024561	35.8472456	13.0221562	221.38
7	44	53	16.6	54.489	8.102	10.5402255	-2.43775985	31.4292401	8.60415072	146.27
8	36	56	13.7	50.663	7.735	10.9650163	-3.22988483	30.6371152	7.81202574	132.8
9	67	63	28.2	73.309	7.605	8.80925785	-1.2047447	32.6622553	9.83716587	167.23
10	44	48	18.1	51.856	9.755	10.8293034	-1.07441471	32.7925853	9.96749587	169.44
11	46	52	16.7	55.186	7.947	10.4661157	-2.51930343	31.3476966	8.52260715	144.88
12	43	40	17.4	46.796	11.515	11.4282574	0.08659722	33.9535972	11.1285078	189.18
13	38	45	20.3	46.660	13.513	11.445268	2.0672905	35.9342905	13.1092011	222.86
14	60	56	34.8	65.406	11.789	9.47478469	2.31423317	36.1812332	13.3561437	227.05
15	41	57	18.1	54.548	8.816	10.5339773	-1.71826272	32.1487373	9.32364785	158.5
16	40	36	17	42.818	13.438	11.9466067	1.49106688	35.3580669	12.5329775	213.06
17	69	62	30.5	73.802	8.115	8.77012652	-0.65497341	33.2120266	10.3869372	176.58
18	38	48	23.2	48.190	14.478	11.2569898	3.22075148	37.0877515	14.262662	242.47
19	40	34	16.9	41.612	14.144	12.113355	2.03107517	35.8980752	13.0729857	222.24
20	48	51	17.4	55.828	8.091	10.3986049	-2.30810249	31.5588975	8.73380809	148.47
							Mittelwert		11.1	187.9
							Standardabweichung		2.1	35.3
						Korrekturfaktor	17			

Point - Load Test nach dem LOGAR Verfahren (graphische Methode)

Gestein: Stainzer Plattengneis parallel sf - Verwitterungsklasse 1

Nr.:	D in mm	W in mm	Last in MPa	De	Is	Zwischenwe	Abstand a	d(neu)	Is 50	UCS 50
1	34	36	9.2	39.477	8.555	12.4207232	-3.86524935	30.0017506	7.17666122	186.6
2	37	39	9.3	42.863	7.336	11.9405353	-4.60462059	29.2623794	6.43728999	167.4
3	69	62	18.5	73.802	4.922	8.77012652	-3.84782053	30.0191795	7.19409004	187.1
4	50	42	12.5	51.708	6.775	10.8459263	-4.07062865	29.7963713	6.97128192	181.3
5	35	35	9.2	39.493	8.548	12.4183408	-3.86985097	29.997149	7.1720596	186.5
6	60	69	9.2	72.602	2.529	8.86578427	-6.33633982	27.5306602	4.70557075	122.3
7	56	51	15	60.301	5.978	9.94890116	-3.97069738	29.8963026	7.0712132	183.9
8	38	35	9.3	41.150	7.959	12.1784276	-4.21923583	29.6477642	6.82267474	177.4
9	53	48	12.7	56.912	5.682	10.2863873	-4.60408576	29.2629142	6.43782481	167.4
10	58	60	16.9	66.564	5.528	9.37241278	-3.84470444	30.0222956	7.19720613	187.1
11	64	63	9.9	71.649	2.795	8.94289801	-6.14808774	27.7189123	4.89382283	127.2
12	36	30	8.4	37.082	8.853	12.7858616	-3.93280609	29.9341939	7.10910448	184.8
13	37	40	9.1	43.409	6.999	11.8666757	-4.86797638	28.9990236	6.17393419	160.5
14	56	59	15.1	64.859	5.202	9.52381609	-4.32176555	29.5452345	6.72014503	174.7
15	30	36	8.3	37.082	8.748	12.7858616	-4.03819961	29.8288004	7.00371097	182.1
16	59	52	13.7	62.499	5.083	9.74001128	-4.65721304	29.209787	6.38469753	166.0
17	48	42	12.2	50.663	6.888	10.9650163	-4.07679703	29.790203	6.96511354	181.1
18	46	41	12.5	49.003	7.544	11.1594752	-3.61540047	30.2515995	7.42651011	193.1
19	43	49	12.2	51.794	6.591	10.8362181	-4.24549671	29.6215033	6.79641387	176.7
20	34	30	7.4	36.037	8.258	12.9526099	-4.69471773	29.1722823	6.34719285	165.0
							Mittelwert		6.7	172.9
							Standardabweichung		0.7	18.3
					Korrekturfaktor	26				

Point - Load Test nach dem LOGAR Verfahren (graphische Methode)										
Gestein: Stainzer Plattengneis senkrecht sf - Verwitterungsklasse 2										
Nr.:	D in mm	W in mm	Last in MPa	De	Is	Zwischenwe	Abstand a	d(neu)	Is 50	UCS 50
1	44	39	20.3	46.742	13.465	11.4350498	2.03026202	35.897262	13.0721726	130.7
2	35	50	12.3	47.203	8.000	11.377813	-3.37754152	30.4894585	7.66436905	76.6
3	46	71	9.6	64.485	3.346	9.55756301	-6.21181898	27.655181	4.83009159	48.3
4	43	36	15.2	44.395	11.177	11.7356257	-0.55901068	33.3079893	10.4828999	104.8
5	36	65	8.3	54.583	4.037	10.5302348	-6.4928523	27.3741477	4.54905827	45.5
6	36	70	11.6	56.643	5.240	10.3140396	-5.0744761	28.7925239	5.96743447	59.7
7	56	80	24.7	75.524	6.276	8.63552978	-2.35991036	31.5070896	8.68200022	86.8
8	51	46	19.6	54.653	9.510	10.5227641	-1.01308806	32.8539119	10.0288225	100.3
9	42	48	13.1	50.663	7.396	10.9650163	-3.56864971	30.2983503	7.47326086	74.7
10	36	48	12.3	46.905	8.102	11.4147201	-3.31259332	30.5544067	7.72931725	77.3
11	47	42	18.1	50.133	10.437	11.0264354	-0.58959395	33.2774061	10.4523166	104.5
12	38	48	13.8	48.190	8.612	11.2569898	-2.64522988	31.2217701	8.39668069	84.0
13	41	64	10.6	57.800	4.598	10.1960612	-5.59794759	28.2690524	5.44396298	54.4
14	40	34	14.8	41.612	12.387	12.113355	0.27348326	34.1404833	11.3153938	113.2
15	33	58	9	49.365	5.352	11.1164827	-5.76420993	28.1027901	5.27770064	52.8
16	38	64	12	55.646	5.616	10.4177348	-4.80136971	29.0656303	6.24054086	62.4
17	52	69	22.6	67.589	7.170	9.28325236	-2.11367321	31.7533268	8.92823737	89.3
18	50	43	19.3	52.320	10.218	10.7772808	-0.55950168	33.3074983	10.4824089	104.8
19	40	46	13.8	48.401	8.537	11.231511	-2.69463599	31.172364	8.34727459	83.5
20	33	39	16.4	40.480	14.505	12.2743047	2.23020194	36.0972019	13.2721125	132.7
Mittelwert								8.4		84.3
Standardabweichung								2.5		25.3
Korrekturfaktor							10			

Point - Load Test nach dem LOGAR Verfahren (graphische Methode)

Gestein: Stainzer Plattengneis parallel sf - Verwitterungsklasse 2

Nr.:	D in mm	W in mm	Last in MPa	De	Is	Zwischenwe	Abstand a	d(neu)	Is 50	UCS 50
1	46	32	6.5	43.291	5.026	11.8824877	-6.85624786	27.0107521	4.18566271	58.6
2	34	32	4.8	37.219	5.022	12.7643317	-7.74264048	26.1243595	3.29927009	46.2
3	70	60	6.1	73.126	1.653	8.823808	-7.17063538	26.6963646	3.87127519	54.2
4	58	40	6.4	54.349	3.140	10.5552761	-7.41527614	26.4517239	3.62663443	50.8
5	63	65	7.5	72.206	2.085	8.89766764	-6.81296068	27.0540393	4.22894989	59.2
6	48	34	6.8	45.584	4.743	11.5814683	-6.83875996	27.02824	4.20315061	58.8
7	37	35	5.5	40.605	4.834	12.2562268	-7.42196043	26.4450396	3.61995014	50.7
8	60	50	7.1	61.803	2.694	9.80539846	-7.11154013	26.7554599	3.93037045	55.0
9	55	42	6.8	54.232	3.351	10.5678779	-7.21718524	26.6498148	3.82472533	53.6
10	32	30	4.6	34.961	5.454	13.1294701	-7.67535551	26.1916445	3.36655506	47.1
11	46	36	7.4	45.918	5.086	11.5388792	-6.45249637	27.4145036	4.5894142	64.3
12	62	53	7.5	64.682	2.598	9.53975282	-6.94179938	26.9252006	4.10011119	57.4
13	31	34	5.2	36.633	5.616	12.8569521	-7.24129749	26.6257025	3.80061309	53.2
14	36	39	5.7	42.280	4.621	12.0204664	-7.39936595	26.4676341	3.64254463	51.0
15	58	41	7.1	55.024	3.398	10.4832404	-7.08476477	26.7822352	3.9571458	55.4
16	56	45	7.5	56.643	3.388	10.3140396	-6.92639079	26.9406092	4.11551979	57.6
17	59	42	6.7	56.169	3.078	10.363071	-7.28547818	26.5815218	3.75643239	52.6
18	39	37	5.4	42.863	4.260	11.9405353	-7.68097194	26.1860281	3.36093863	47.1
19	44	38	6.5	46.139	4.425	11.510828	-7.08581309	26.7811869	3.95609748	55.4
20	58	53	7.7	62.561	2.851	9.73431157	-6.88313232	26.9838677	4.15877825	58.2
							Mittelwert		3.9	54.3
							Standardabweichung		0.3	4.5
						Korrekturfaktor	14			

Point - Load Test nach dem LOGAR Verfahren (graphische Methode)

Gestein: Stainzer Plattengneis senkrecht sf - Verwitterungsklasse 3

Nr.:	D in mm	W in mm	Last in MPa	De	Is	Zwischenwe	Abstand a	d(neu)	Is 50	UCS 50
1	73	61	8	75.296	2.045	8.65316491	-6.60825137	27.2587486	4.4336592	68.7
2	43	67	4.9	60.565	1.936	9.92347569	-7.98754198	25.879458	3.05436859	47.3
3	33	37	5.5	39.428	5.127	12.4278822	-7.30062998	26.56637	3.7412806	58.0
4	33	38	4.9	39.957	4.448	12.350083	-7.90237561	25.9646244	3.13953496	48.7
5	38	42	5.7	45.078	4.065	11.6465409	-7.58136231	26.2856377	3.46054826	53.6
6	46	58	6.1	58.283	2.602	10.1475486	-7.54510297	26.321897	3.4968076	54.2
7	48	55	6.4	57.976	2.759	10.1783268	-7.41893281	26.4480672	3.62297776	56.2
8	60	56	7.4	65.406	2.507	9.47478469	-6.96792457	26.8990754	4.07398601	63.1
9	36	43	6.1	44.395	4.485	11.7356257	-7.2502736	26.6167264	3.79163697	58.8
10	39	46	6.4	47.792	4.061	11.3053706	-7.24472403	26.622276	3.79718654	58.9
11	47	54	5.5	56.845	2.467	10.2932758	-7.82661899	26.040381	3.21529158	49.8
12	49	51	5.2	56.407	2.369	10.3384523	-7.96994489	25.8970551	3.07196569	47.6
13	53	58	6.8	62.561	2.518	9.73431157	-7.21638704	26.650613	3.82552353	59.3
14	56	61	7.7	65.949	2.566	9.42656375	-6.86083629	27.0061637	4.18107428	64.8
15	54	51	6.4	59.215	2.645	10.0549965	-7.40982583	26.4571742	3.63208475	56.3
16	32	38	4.8	39.347	4.493	12.4398531	-7.94676101	25.920239	3.09514957	48.0
17	36	47	5.4	46.414	3.633	11.4761392	-7.8434264	26.0235736	3.19848417	49.6
18	62	55	7.5	65.891	2.503	9.43169232	-6.92820992	26.9387901	4.11370066	63.8
19	58	55	7	63.730	2.498	9.62625107	-7.1285238	26.7384762	3.91338678	60.7
20	55	51	7.1	59.761	2.881	10.0014665	-7.12033464	26.7466654	3.92157594	60.8
							Mittelwert		3.6	56.4
							Standardabweichung		0.4	6.2
						Korrekturfaktor	15.5			

Point - Load Test nach dem LOGAR Verfahren (graphische Methode)

Gestein: Stainzer Plattengneis parallel sf - Verwitterungsklasse 2

Nr.:	D in mm	W in mm	Last in MPa	De	Is	Zwischenwe	Abstand a	d(neu)	Is 50	UCS 50
1	46	32	6.5	43.291	5.026	11.8824877	-6.85624786	27.0107521	4.18566271	58.6
2	34	32	4.8	37.219	5.022	12.7643317	-7.74264048	26.1243595	3.29927009	46.2
3	70	60	6.1	73.126	1.653	8.823808	-7.17063538	26.6963646	3.87127519	54.2
4	58	40	6.4	54.349	3.140	10.5552761	-7.41527614	26.4517239	3.62663443	50.8
5	63	65	7.5	72.206	2.085	8.89766764	-6.81296068	27.0540393	4.22894989	59.2
6	48	34	6.8	45.584	4.743	11.5814683	-6.83875996	27.02824	4.20315061	58.8
7	37	35	5.5	40.605	4.834	12.2562268	-7.42196043	26.4450396	3.61995014	50.7
8	60	50	7.1	61.803	2.694	9.80539846	-7.11154013	26.7554599	3.93037045	55.0
9	55	42	6.8	54.232	3.351	10.5678779	-7.21718524	26.6498148	3.82472533	53.6
10	32	30	4.6	34.961	5.454	13.1294701	-7.67535551	26.1916445	3.36655506	47.1
11	46	36	7.4	45.918	5.086	11.5388792	-6.45249637	27.4145036	4.5894142	64.3
12	62	53	7.5	64.682	2.598	9.53975282	-6.94179938	26.9252006	4.10011119	57.4
13	31	34	5.2	36.633	5.616	12.8569521	-7.24129749	26.6257025	3.80061309	53.2
14	36	39	5.7	42.280	4.621	12.0204664	-7.39936595	26.4676341	3.64254463	51.0
15	58	41	7.1	55.024	3.398	10.4832404	-7.08476477	26.7822352	3.9571458	55.4
16	56	45	7.5	56.643	3.388	10.3140396	-6.92639079	26.9406092	4.11551979	57.6
17	59	42	6.7	56.169	3.078	10.363071	-7.28547818	26.5815218	3.75643239	52.6
18	39	37	5.4	42.863	4.260	11.9405353	-7.68097194	26.1860281	3.36093863	47.1
19	44	38	6.5	46.139	4.425	11.510828	-7.08581309	26.7811869	3.95609748	55.4
20	58	53	7.7	62.561	2.851	9.73431157	-6.88313232	26.9838677	4.15877825	58.2
							Mittelwert		3.9	54.3
							Standardabweichung		0.3	4.5
						Korrekturfaktor	14			

Point - Load Test nach dem LOGAR Verfahren (graphische Methode)

Gestein: Stainzer Plattengneis senkrecht sf - Verwitterungsklasse 3

Nr.:	D in mm	W in mm	Last in MPa	De	Is	Zwischenwe	Abstand a	d(neu)	Is 50	UCS 50
1	73	61	8	75.296	2.045	8.65316491	-6.60825137	27.2587486	4.4336592	68.7
2	43	67	4.9	60.565	1.936	9.92347569	-7.98754198	25.879458	3.05436859	47.3
3	33	37	5.5	39.428	5.127	12.4278822	-7.30062998	26.56637	3.7412806	58.0
4	33	38	4.9	39.957	4.448	12.350083	-7.90237561	25.9646244	3.13953496	48.7
5	38	42	5.7	45.078	4.065	11.6465409	-7.58136231	26.2856377	3.46054826	53.6
6	46	58	6.1	58.283	2.602	10.1475486	-7.54510297	26.321897	3.4968076	54.2
7	48	55	6.4	57.976	2.759	10.1783268	-7.41893281	26.4480672	3.62297776	56.2
8	60	56	7.4	65.406	2.507	9.47478469	-6.96792457	26.8990754	4.07398601	63.1
9	36	43	6.1	44.395	4.485	11.7356257	-7.2502736	26.6167264	3.79163697	58.8
10	39	46	6.4	47.792	4.061	11.3053706	-7.24472403	26.622276	3.79718654	58.9
11	47	54	5.5	56.845	2.467	10.2932758	-7.82661899	26.040381	3.21529158	49.8
12	49	51	5.2	56.407	2.369	10.3384523	-7.96994489	25.8970551	3.07196569	47.6
13	53	58	6.8	62.561	2.518	9.73431157	-7.21638704	26.650613	3.82552353	59.3
14	56	61	7.7	65.949	2.566	9.42656375	-6.86083629	27.0061637	4.18107428	64.8
15	54	51	6.4	59.215	2.645	10.0549965	-7.40982583	26.4571742	3.63208475	56.3
16	32	38	4.8	39.347	4.493	12.4398531	-7.94676101	25.920239	3.09514957	48.0
17	36	47	5.4	46.414	3.633	11.4761392	-7.8434264	26.0235736	3.19848417	49.6
18	62	55	7.5	65.891	2.503	9.43169232	-6.92820992	26.9387901	4.11370066	63.8
19	58	55	7	63.730	2.498	9.62625107	-7.1285238	26.7384762	3.91338678	60.7
20	55	51	7.1	59.761	2.881	10.0014665	-7.12033464	26.7466654	3.92157594	60.8
							Mittelwert		3.6	56.4
							Standardabweichung		0.4	6.2
						Korrekturfaktor	15.5			

Zusammenfassung der Diplomarbeit :

Ingenieurgeologische Charakterisierung von anisotropen Gesteinen am Beispiel des Stainzer Plattengneises

Im Zuge dieser Arbeit wurden umfangreiche Untersuchungen am Stainzer Plattengneis durchgeführt. Die Untersuchungen wurden nach folgendem Schema vorgenommen :

- Geländeaufnahme
- Petrographische Beschreibung
- Untersuchungen im Mikrobereich
- Festigkeitsuntersuchungen

Die Geländeaufnahme wurde in Form einer vollständigen Kluftaufnahme in einem Steinbruch nahe dem weststeirischen Ort Stainz durchgeführt. Hierbei wurden sämtliche Kluftparameter (Kluftabstand, Kluftöffnungsweite, Oberflächenausbildung etc.....) aufgenommen und anschließend ausgewertet. Die mikroskopischen Untersuchungen bezogen sich auf die Kornverbandssituation, die Kornform, die Mikrorissausbildungen sowie die Bestimmung des Texturkoeffizienten. Bei den Festigkeitsuntersuchungen wurden sowohl direkte (direkter Druckversuch) als auch indirekte (Schmidt'scher Betonprüfhammer; Point - Load - Indextest) Untersuchungen am Gestein durchgeführt.

Sämtliche Laboruntersuchungen bzw. Auswertungen von Datenmaterial wurden am Institut für Technische Geologie und angewandte Mineralogie der Technischen Universität Graz durchgeführt. Der direkte Druckversuch wurde am Institut für Felsmechanik und Tunnelbau der Technischen Universität Graz vorgenommen.

Ziel dieser Arbeit war es, das Gestein ingenieurgeologisch zu beschreiben bzw. zu charakterisieren. Die Geländeaufnahmen sollten sämtliche Trennflächencharakteristika aufzeigen. Die Untersuchungen im Mikrobereich hatten die Aufgabe das Gestein im Korngefüge zu beschreiben. Die abschließenden Festigkeitsuntersuchungen sollten unter anderem den Grad der Festigkeitsanisotropie im Gestein näher darlegen.