

Die baugeologische Aufnahme der Sperrenaufstandsfläche  
beim Bau der Bogenstaumauer Sölk/Stmk.

von

**L. P. BECKER**

7 Abb., Beil. 1, 2, 3, 4

Anschrift:  
Doz. Dr. Leander Peter Becker  
Institut für Geologie und Paläontologie  
Universität Graz  
Heinrichstraße 26  
A-8010 Graz

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.	27	S. 7-18	Wien, März 1981
---------------------------------------	----	---------	-----------------

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung . . . . .	8
1. Einleitung . . . . .	8
2. Geologischer Rahmen . . . . .	8
3. Baugeologische Vorarbeiten der Sperrenstelle . . . . .	13
4. Aufnahme der Sperrenaufstandsfläche und deren Beurteilung . . . . .	14
5. Zu den Injektionen . . . . .	17
6. Literaturnachweis . . . . .	18

## Zusammenfassung

Für das zwischen den Jahren 1975 und 1978 ausgeführte Projekt KW Sölk der „Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG“ Graz wurden umfangreiche geologische bzw. baugeologische Aufnahmen und Untersuchungen durchgeführt. Hier wird im speziellen auf die Felsaufnahme und -beurteilung der Sperrengründungsfläche eingegangen. Ferner werden die Maßnahmen zur Felsvergütung (Injektionen) im Sperrbereich kurz beschrieben.

### 1. Einleitung

Das Kraftwerk Sölk der „Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG“ (STEWEAG), mit einem Jahresarbeitsvermögen von 221 Mio kWh und einer Leistung von 61 MW ist derzeit die oberste Wasserkraftstufe des steirischen Ennsraumes. Einen ersten topographischen Überblick der einzelnen Bauwerke samt dem 20 km Stollennetz zeigt der Lageplan der Abb. 1.

Das Hauptbauwerk, die Sperre im Großsölkbach ist als zweifach gekrümmte Bogenmauer (Kuppelmauer) mit einer Maximalhöhe von rund 39 m und einer Kronenlänge von 128 m ausgebildet (Projektant: TAUERNPLAN Salzburg). Die Untergrundabdichtung wurde mit einem vertikalstehenden, bis 23 m tiefen Injektionsschleier erreicht. Die Abb. 2 gibt in skizzenhafter Darstellung einen Querschnitt durch das Sperrbauwerk wie auch die Lage in der Grundrißdarstellung (Lageplan) wieder. Zwischen 1975 (erste geologische Vorarbeiten) und 1978 (Inbetriebnahme des Kraftwerkes) wurden für das Kraftwerksprojekt Sölk der STEWEAG umfangreiche geologische und baugeologische Erkundungs- und Aufnahmsarbeiten durchgeführt. Neben Begutachtungen des Speicherraumes, Stollenkartierungen, Bohraufnahmen und Beratungen bei diversen Gründungsfragen lag ein besonderer Schwerpunkt der Betreuung in der geotechnischen Aufnahme, der Dokumentation und der Beurteilung der Aufstandsfläche der Bogenmauer.

Der Direktion, der Bauabteilung und der Bauleitung KW Sölk der STEWEAG möchte ich an dieser Stelle für die stets gute Zusammenarbeit und für die großzügige Beistellung verschiedener Planbeilagen meinen Dank sagen. Weiteren Dank möchte ich aber auch dem Altmeister der Baugeologie, Herrn Prof. Dr. E. CLAR aussprechen, der bei zahlreichen gemeinsamen Begehungen und Besprechungen immer gerne bereit war, mir seine große Erfahrung und seine so wichtigen, praxisnahen Überlegungen mitzuteilen.

### 2. Geologischer Rahmen

Das Kraftwerk Sölk liegt geologisch im Ostabschnitt des Altkristallins, in jenem metamorphen Gesteinskomplex, den SUESS, E. 1909 als „Muralpen“ bezeichnete.



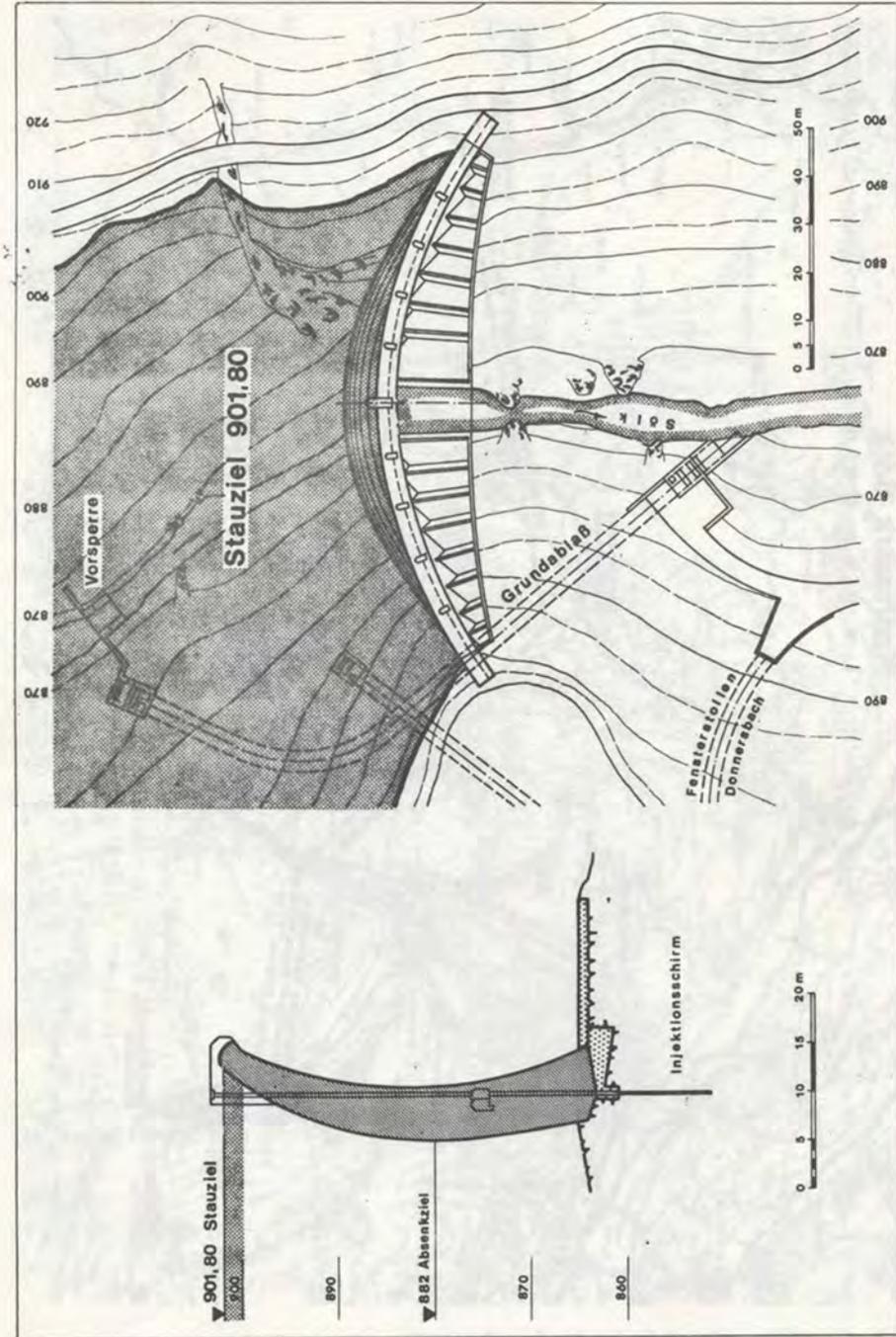


Abb. 2 : Ausbildung der Bogenmauer und Lageplan der Sperre.

KOBER, L. 1938 hat diesen Kristallinabschnitt östlich der Hohen Tauern nochmals in die nördlichen, mesozonal metamorphen „Muriden“ und in die südlichen, hangenden und meso- bis katazonalen „Koriden“ untergliedert.

Die Bauwerke wie auch das Einzugsgebiet des Kraftwerkes Sölk liegen in den Nordausläufern der Niederen Tauern und somit geologisch gesehen in der Nordwestecke der Muriden. Gegen Norden hin wird dieses Kristallin, etwa im Bereich der Ennstal- furche von schwach metamorphen paläozoischen Gesteinen der Grauwackenzone bzw. den Nördlichen Kalkalpen überlagert. Im Westen, annähernd der Linie Hochwurzen–Steirische Kalkspitze folgend, liegt dieses mittelostalpine Kristallin (CLAR, E. 1965: Basis des Oberostalpins) den Phylliten, Quarziten und Karbonatgesteinen des Unterostalpins auf. Der Gesteinsaufbau der Niederen Tauern ist recht einfach. Im Liegenden finden wir Granitgneise, Migmatite, Ortho- und Hornblendegneise, die von einem mächtigen Glimmerschieferpaket („Wölzer Glimmerschiefer“) überlagert werden. Dieser Schiefergruppe folgt zum Hangenden eine karbonatreiche Abfolge, die je nach ihrem lokalen Auftreten als „Sölker-“, „Gumpenecker-“ oder „Bretsteinmarmore“ zusammengefaßt werden. Die Stellung der am Nordrand der Glimmerschiefergruppe eindeutig tektonisch aufliegenden Phyllite („Ennstaler Phyllite“) und Grünschiefer ist nicht eindeutig geklärt. METZ, K. 1953 sieht in diesem Phyllitzug eine nach Westen, im Streichen fortgesetzte Serie der höher metamorphen Grauwackenschiefer der steirischen Grauwackenzone, FRITSCH, W. 1953 beschreibt hingegen die Grenze der Phyllite/Glimmerschiefer als eine einst primäre, d. h. sedimentär-stratigraphische, aber auch tektonische. Eine spätere Deformation und Metamorphose hat dabei den Südbereich gegenüber dem Norden stärker verformt und höher metamorphosiert.

FRITSCH erkannte – wie dies später BECKER, L. P. 1973 auch bestätigen konnte – eine allmähliche Abnahme der Metamorphose vom Süden gegen Norden. In alpidischer Zeit wurden als Folge des nordgerichteten Deckenschubes die Phyllite und der nördliche Teil der Wölzer Glimmerschiefer von einem intensiven, in Ost-West streichenden und meist steil gegen Norden einfallenden Planargefüge überprägt. Diese Umscherungstektonik wurde im Grenzbereich beider Gesteinsgruppen von einer retrograden Metamorphose in Grünschieferfazies (Diaphthorose) begleitet.

Die Geologische Karte (Abb. 3) zeigt die Gesteinsverhältnisse zwischen Stein a.d. Enns und dem Mittellauf des Großsölkbaches. Im Norden dominieren die dunklen, feinkörnigen Phyllite mit Einschaltungen mächtiger Grünschieferzüge (Chloritphyllit, Epidotchloritschiefer). Serizitquarzite und Karbonatgesteine, wie z. B. feinkörnige, graue bis feingebänderte Marmore mit wechselndem Serizitgehalt, sind im Komplex der Ennstaler Phyllite selten. Das Streichen ist generell Ost-West gerichtet bei mittlerem bis steilem Nordeinfallen. Besonders die quarzreichen Lagen und reinen Quarzbändchen in den Phylliten wie auch Grünschiefern weisen auf eine intensive Scherfältelungstektonik hin. Die Achsen dieser Falten dominieren in der Ost-West Richtung. Je nach ihrer quantitativen Mineralverteilung können die Hauptgesteinstypen der Wölzer Gruppe wie folgt bezeichnet werden: Glimmerschiefer, Granatglimmerschiefer, Chloritglimmerschiefer, quarzitischer Glimmerschiefer und Granatglimmerschieferdiaphthorite. Vornehmlich in den höheren Teilen der Glimmerschiefer treten helle, grobkristalline aber auch feinkörnige, graue und blaugraue Marmore auf. Im allgemeinen sind es Kalzitmarmore, Dolomite, wie im Bereich des Gumpeneck. Sie sind aber nur von untergeordneter Bedeutung.

In den Glimmerschiefern, aber auch in den Marmoren ist im Südbereich noch das ältere, großwellige Faltengefüge gut erkennbar, das gegen Norden hin immer stärker

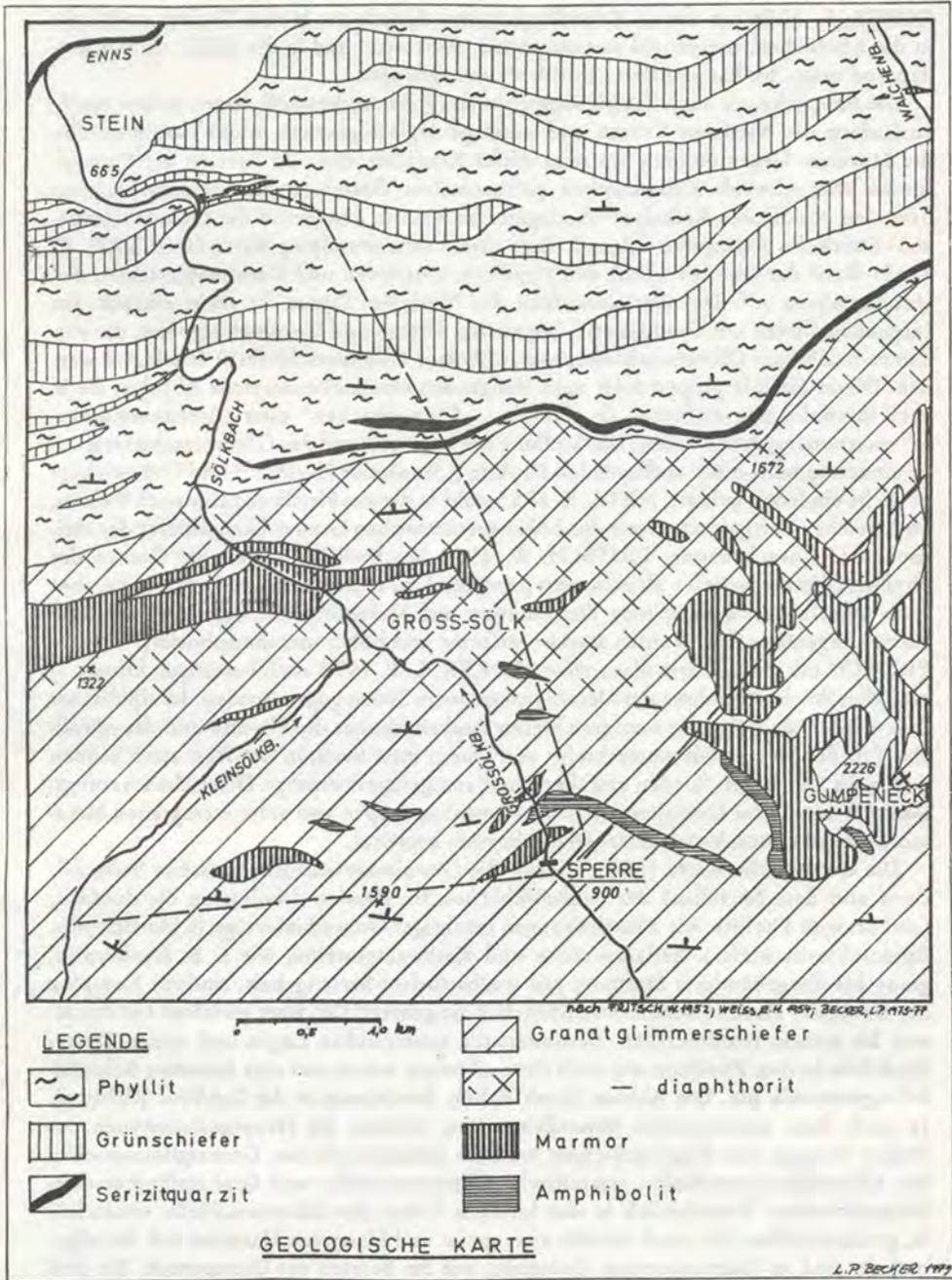


Abb. 3 : Geologische Karte des Kraftwerkgebietes.

von der bereits beschriebenen Umscherungstektonik erfaßt und überprägt wird. Die dominierende Achsenrichtung ist auch hier Ost-West, wobei eine leichte Tendenz zu flachem Osteinfallen erkennbar ist.

Untergeordnet treten in den Schiefen noch helle Quarzite, Amphibolite und Garbenschiefer auf.

### 3. Baugeologische Vorarbeiten der Sperrenstelle

Im Spätsommer 1975 wurde — nachdem von E. CLAR die erste Kartierung (Maßstab 1:500) des Sperrenbereiches vorlag — mit den Detailaufnahmen der Sperrenstelle begonnen. Die Kartierung erfolgte auf Planunterlagen mit Maßstab 1:200. Es wurde zunächst eine reine Aufschlußkarte erstellt, in der aber unter Heranziehung der laufenden Bohrungen zusätzlich versucht wurde, mittels Felshöhenschichtlinien (Abstand 5 Höhenmeter) die vermutliche Felsoberfläche darzustellen (Beil. 1).

Das Gestein der Sperrenstelle ist ein mehr oder minder quarzreicher bis quarzitischer Granatglimmerschiefer der „Wölzer Glimmerschiefergruppe“. Die Lagerungsverhältnisse der Schieferungsflächen (s-Flächen) sind im dargestellten Kartierungsgebiet recht einheitlich, es liegt ein Ost-West bis schwaches Ost-südost-Westnordwest Streichen mit sehr steilem bis saigerem Einfallen vor. Die durchwegs dem Streichen der s-Flächen folgenden B-Achsen (Achsen von Scherfältelungen im cm-dm-Bereich) liegen sehr flach, nur einzelne zeigen Abtauchwinkel von maximal  $25^\circ$ .

Zu Beginn der Kartierung wurde der Gesamtbereich in einzelne Teilbereiche aufgliedert, doch zeigte sich dies später als überflüssig, da der gesamte Sperrenbereich gefügetektonisch als ein Homogenbereich anzusprechen ist.

Fünf charakteristische Kluftscharen (Beil. 1) konnten vorerst herausgearbeitet werden (K 1 bis K 5), wobei ihre Bedeutung und Häufigkeit mit fortlaufender Numerierung abnimmt. Die am deutlichsten hervortretende K-Flächenschar ist zweifellos K 1, ein Ost-West streichendes, steil bis saiger stehendes System, das parallel der Schieferung liegt und diese nicht selten aufreißt (Öffnungsweite von einigen mm bis klaffend). Der Durchtrennungsgrad dieser Hauptklüftung kann durchschnittlich mit  $\kappa = 1$  angegeben werden, der Kluftabstand  $d$  schwankt je nach Aufschluß zwischen 20 und 150 cm.

Eine nicht minder bedeutsame Kluftschare ist K 2, die annähernd senkrecht zu K 1 steht (Nord-Süd Streichen mit Saigerstellung). Sie bildet die steilen, Nord-Süd verlaufenden Felsböschungen an Straßenanschnitten und im Klammereich aus. Der Kluftabstand dieser Schare schwankt zwischen  $d = 30$  bis 150 cm bei einem  $\kappa$ -Wert von 0,5 bis 0,8.

Eine der K 2 im Streichen gleichgerichtete Kluftschare, jedoch mit flacherem E Einfallen (zwischen  $20$  und  $60^\circ$ ) ist K 3, deren Abstände um 50 bis 100 cm schwanken. Der mittlere Durchtrennungsgrad liegt um 0,5, die Klüfte selbst sind geschlossen, die Wandungen rauh bis verzahnt.

In einzelnen Aufschlüssen konnten noch zwei weitere K-Scharen eingemessen werden, die jedoch für den Gesamtbereich eher eine etwas untergeordnete Bedeutung besitzen dürften. K 4 streicht um Nordost-Südwest mit einem mittleren SE Fallen von  $45^\circ$  ( $d = 30$ – $150$  cm,  $\kappa = 0,5$ ) und K 5 um N-S mit einem sehr flachen westlichen Einfallen um  $25^\circ$  ( $d = 30$ – $150$  cm,  $\kappa = 0,8$ – $1,0$ ).

Die wohl markanteste Trennfläche ist eine in Ost-West gerichtete und saiger bis sehr steil gegen Nord einfallende Störungsfäche bzw. -band. Die Breite

des Zerrüttungsstreifens schwankt zwischen 30 und 100 cm und führt durchwegs Mylonit und feines Gesteinszerreibsel als Zwischenmittel. Partienweise sind diesem Füllmittel cm-mächtige, feuchte Lettenbändchen eingeschaltet. In den höheren Flankenbereichen kann sich die Mächtigkeit des Störungsstreifens auf wenige cm reduzieren.

Zu den in der Beilage 1 dargestellten Linearen wäre noch zu ergänzen, daß diese meist auf den K 2 und K 3-Flächen beobachtet werden konnten und zwar vornehmlich als Rutschstreifen.

Nach Schlägerungsarbeiten und Lockermassenabtrag im Sperrbereich (Abb. 4 a, b), wurde im Juni 1976 ein der neuen Morphologie angepaßter Lageplan im Maßstab 1:200 angefertigt, in den die von der Tauernplan vorgegebenen radial angeordneten Sperrprofilsschnitte eingetragen wurden. Die Schnittlinien (1 bis 9) stellen gleichzeitig die Grenzlinien jener 8 Gefügeteilbereiche dar, wie sie in der Beilage 2 wiedergegeben wurden.

Das Diagramm des Bereiches 1/2 zeigt bereits sehr klar die Auflösung des schon bekannten Kluftsystems. K 6, 7 und 8 konnten bei dieser Detailaufnahme als weitere, aber sehr selten auftretenden Kluftscharen erkannt werden.

#### 4. Aufnahme der Sperrenaufstandsfläche und deren Beurteilung

Im April 1977 wurde, nachdem ein Großteil der Aushubarbeiten zur Sperrrengründung beendet war (Abb. 5 a, b), mit den speziellen Felsaufnahmen begonnen. Da es sich im direkten Sperrbereich petrographisch um einen recht einheitlichen Fels, einem massigen quarzitischen Granatglimmerschiefer mit reichlich Quarzbändern und -knauern handelt, wurde eine besondere Aufmerksamkeit den lokal auftretenden, stärker schiefrigen bis blättrigen Partien, wie auch den klaffenden oder mit Lockermaterial gefüllten Kluft- und Störungsflächen geschenkt.

Zur genaueren Orientierung wurden in den Felsankern folgende Linien markiert (Abb. 6): die beiden äußeren Verschneidungslinien Fels/Beton, die Innenachse und die insgesamt 66 senkrecht dazu stehenden Profillinien. In die im Maßstab 1:100 gezeichneten Profilschnitte wurden sämtliche Gefügeelemente eingetragen, außerdem wurden auf dem Fels mit roter Farbe jene Stellen markiert, die noch einer Nachbehandlung bedurften. So wurden Blöcke, die etwa 40–50 cm über der theoretischen Aushubfläche herausstanden mit einem Kreuz gekennzeichnet.

Feinblättrige Zonen wurden punktiert, sie mußten anschließend soweit ausgeputzt werden, bis alle lockeren Gesteinsblätter entfernt waren. Unmittelbar vor den Betonierarbeiten wurde der betroffene Felsbereich nochmals abgenommen, mittels Wasserstrahl staubfrei gemacht und zum Betonieren freigegeben.

In gleicher Weise wurden auch die späteren Gefügeaufnahmen und Felsbeurteilungen für den luftseitig anschließenden Kaskadenbereich durchgeführt. Insgesamt 48 Querprofile wurden hier aufgenommen. In Beilage 3 ist das wichtigste Kluft- und Störungsgefüge (Streichrichtungen) als Ergebnis aller Profilaufnahmen zusammengefaßt. Etwa 6 m nördlich der Störung 1 konnte in der linken Flanke – bedingt durch die neuerliche Felsfreilegung – eine weitere Störungszone (Störung 2) ausfindig gemacht werden, die, wenn auch nicht so ausgeprägt wie Störung 1, annähernd gleiche Lagerung und Zerrüttungserscheinungen zeigte.

Besonders interessant, ein wenig auch überraschend, war die lokal sich ändernde Ausbildung dieser Störungen. In den höheren Hangzonen, wie schon kurz angedeutet, betrug die Störungsweiten wenige cm bis einige dm, waren mit Mylonit oder Grus

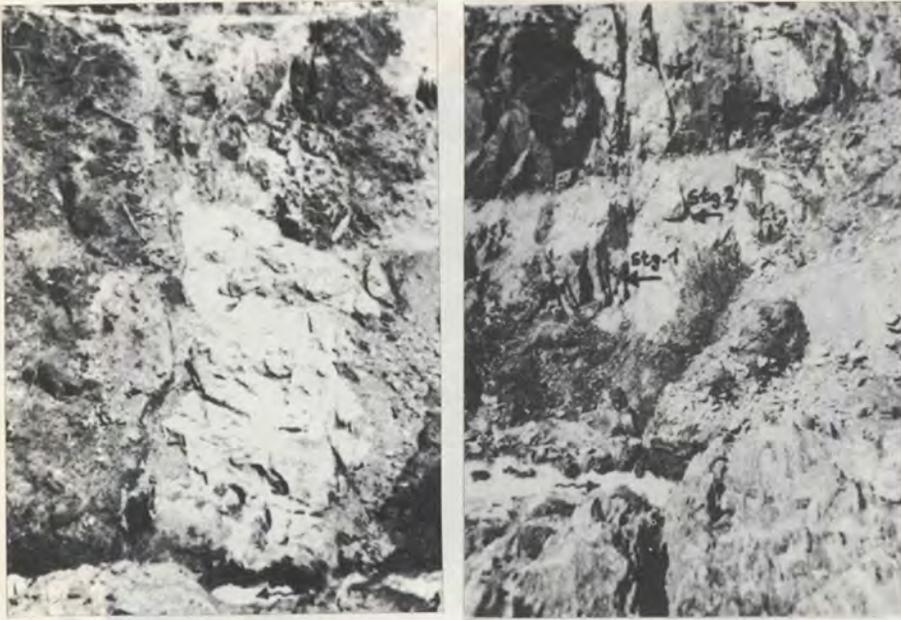


Abb. 4 a, b: Rechte und linke Sperrenflanke nach Lockergesteinsabtrag (Juni 1976).

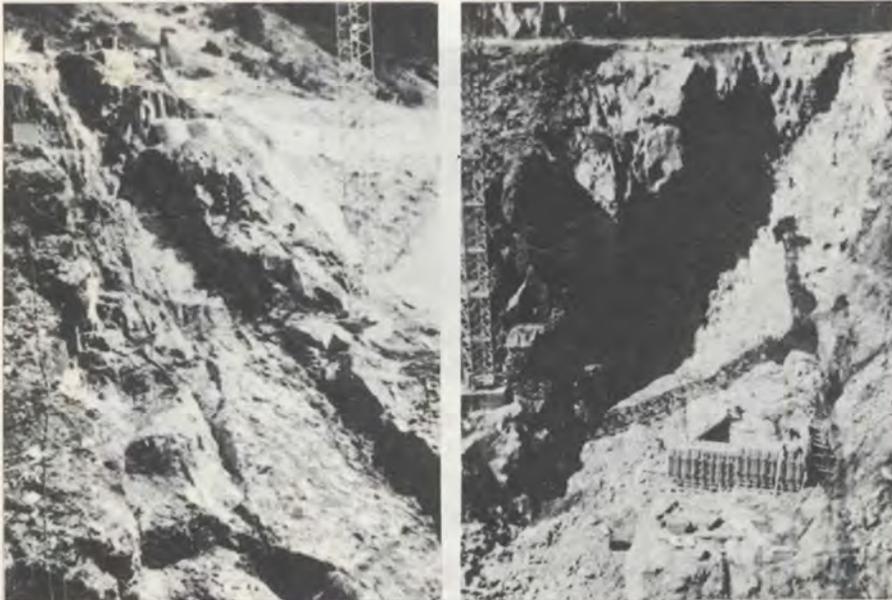


Abb. 5 a, b: Rechte und linke Sperrenflanke nach Felsaushub (April 1977). In der rechten Flanke ist der treppenförmige Abtrag für die Kaskaden erkennbar (April 1977).

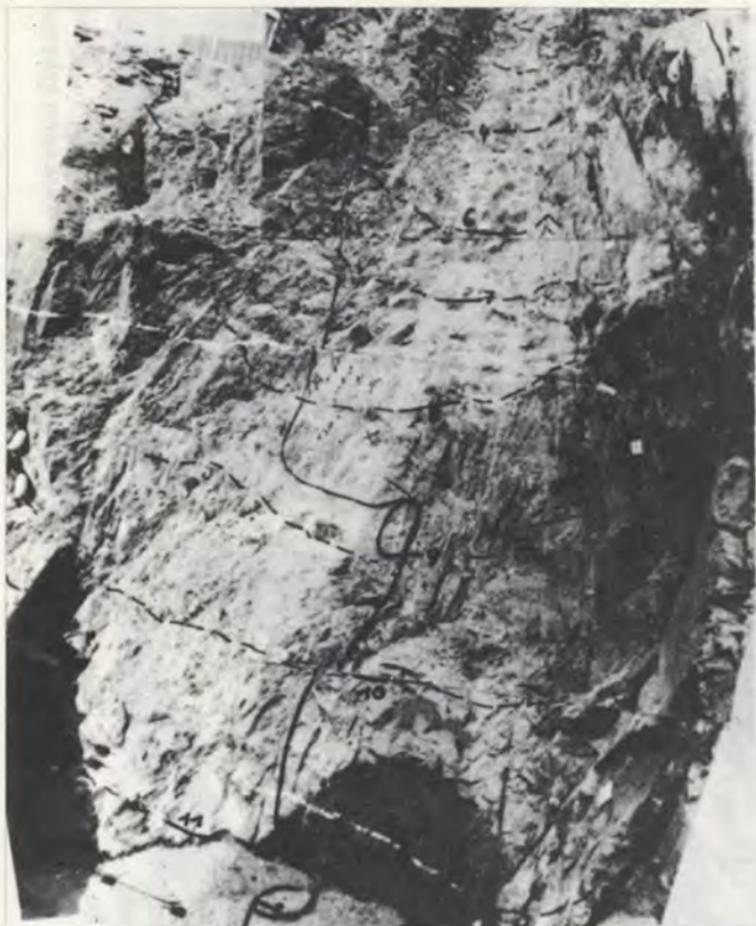


Abb. 6 : Blick in die rechte Flanke mit den Markierungen  
zwischen den Profilen 1–11



Abb. 7 : Störung 1 im Bachbettbereich, Öffnungsbreite unten etwa 2 m.

gefüllt. In einigen Teilbereichen konnten sie nur durch eine max. 10 cm breite stärkere Schiefrigkeit im sonst massigen Fels ausgemacht werden. Zur Talsohle hin verbreiterten sich die Abstände der Störungswandungen, das Füllmaterial bestand dann neben Feinkornkomponenten vorwiegend aus dünnen Glimmerschieferblättern und grobscharigem Schieferblockwerk. Im Taltiefsten öffneten sich die Wandungen (Abb. 7) sprunghaft zu mehreren m breiten, kesselartigen Ausweitungen, deren Zentren 5 m (Stg. 1) bzw. 9,5 m (Stg. 2) tiefe Auskolkungen zeigten.

Entgegen den bekannten Beispielen glazialer Strudellöcher, wonach der Kesselquerschnitt häufig in Richtung des Gletscher- bzw. Wasserfließens eine Ausweitung erhält, liegt hier – bedingt durch das leicht ausräumbare Füllmaterial der querverlaufenden Störungszone – der umgekehrte Fall vor.

### 5. Zu den Injektionen

Um in der Fuge Beton/Fels eine ausreichende Verbundwirkung zu erreichen, wurden an kritischen Stellen **K o n t a k t i n j e k t i o n e n** durchgeführt. Während der letzten Felsaufnahme wurden die Bohransatzpunkte für diese Injektionen am Fels markiert, wobei die Auswahl nach folgenden Kriterien erfolgte: Vorhandensein stärker geschieferter Bereiche (blättrige Zonen), in Störungszonen und an Kreuzungspunkten mehrerer Kluftflächen, wenn dort leichtes Auflockerungsgefüge vorhanden war. Weitere systemmäßig angeordnete Kontaktinjektionen wurden auch unmittelbar über den Bohrungen des vorher ausgeführten Dichtungsschirmes gesetzt, da beim Injizieren der oberste Packer 1 m unter der Felskante ansetzte. Die beiden im Kaskadenbereich liegenden „Mühlen“ und deren Randbereiche wurden mit insgesamt 59 Kontaktinjektionen bestückt.

Die Bohrlochtiefen für die Kontaktinjektionen betragen im allgemeinen 1 m, in den Störungszonen wurden fallweise größere Teufen gewählt. Die in das Bohrloch eingesetzten Metallrohre wurden bis zur Luftseite verlegt und nach dem Aufbringen der ersten Betonschicht wurde mit dem Abpressen (2,5 atü) begonnen. Von den 164 Bohrungen wurden insgesamt rund 7500 kg Injiziergut aufgenommen, was einer Aufnahme von 45,7 kg pro Injektion entspricht. Um die Dichtigkeit des Schirmes überprüfen zu können, wurden vor dessen Herstellung sieben Testbohrungen abgeteuft um mittels Wasserabpressversuchen den Fels auf seine Durchlässigkeit zu untersuchen (Beil. 4). Die WD-Prüfungen wurden in den bis max. 24 m tiefen Rotationsbohrungen (66 mm) zu jeweils 5 m Passen durchgeführt, wobei mit Druckstufen von 2,5 – 5,0 – 7,5 – 10,0 atü gearbeitet wurde. Die beim Maximaldruck von 10 atü gemessenen Wasserverluste wurden auf die **L u g e o n**-Einheit (l/m/min) umgerechnet. In der Beilage 4 sind die erreichten Werte feldermäßig (Schrägschraffur) dargestellt. Die Höchstwerte lagen um 6 Lugeon, und zwar – wie zu erwarten war – in den oberen Passen, bis etwa 10 m unter der Felskante. Die Werte tieferer Teufen schwankten zwischen 0,5 und 3 Lugeon.

Insgesamt 39 Schlagbohrungen (56 mm) wurden für den **D i c h t s c h i r m** niedergebracht, die Bohrabstände betragen in der Regel 4 m. Im Bereich der Störung 1 wurden geringe Abstände gewählt. Die Bohrtiefen schwankten zwischen 7 m in den höchsten Flankenbereichen und 23 m in der Sperrenmitte. Um den etwa 20 m unter der Felsoberkante der rechten Flanke liegenden Umleitungsstollen (Grundablaß), wurde mit insgesamt 12 Stück Injektionsbohrungen (10 m Länge in radialer Anordnung) eine zusätzliche Dichtebene geschaffen. In die rund 862 lfm Bohrungen wurden 24 t

Injektionsgut verpreßt, was einem Mittelwert von 28 kg/lfm entspricht.

Nachdem die Injizierarbeiten des Dichtungsschirmes abgeschlossen waren, wurde mittels Kontrollbohrungen die Dichtheit des Schleiers überprüft. In 6 Bohrlöchern (Schlagbohrungen, 56 mm) wurden nach dem oben beschriebenen Verfahren WD-Prüfungen durchgeführt, die sehr deutlich die Wirksamkeit der Abdichtung dokumentieren. Angestrebt wurde ein Wert um 1 Lugeon, ein Wert, der im europäischen Raum als Grenzwert der zulässigen Felsdurchlässigkeit erlaubt ist. Mit Ausnahme einer Strecke in K 5 (1,1 L) lagen sämtliche übrigen Werte zwischen 0 und 0,45 L, womit der Schirm als ausreichend dicht anzusprechen ist.

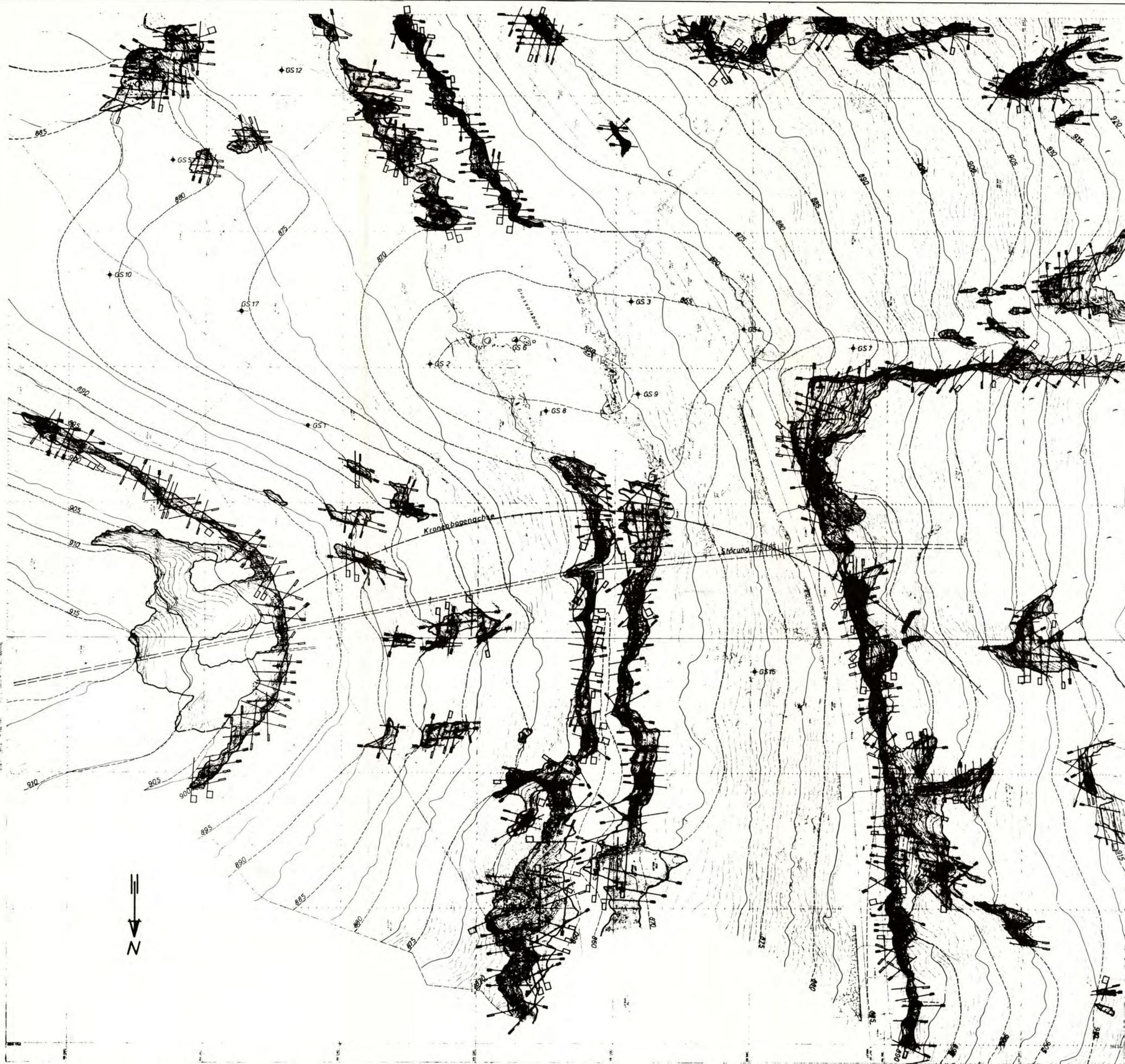
Mitte Juli 1978 wurde der erste Vollstau erreicht.

## 6. Literaturnachweis

- BECKER, L. P., 1973: Die Geologie des Gebietes um das Bauleiteck-Sübleiteck, Schladminger Tauern/Steiermark. — Mitt. natw. Ver. Steiermark, 103, 49–58, 3 Abb., Graz.
- CLAR, E., 1965: Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaues der Ostalpen. — Verh. geol. B.-A., Sdh. G, 11–35, 2 Abb., 4 Taf., Wien.
- FRITSCH, W., 1953: Die Gumpeneckmarmore (S. 1–12). Die Grenze zwischen den Ennstaler Phylliten und den Wölzer Glimmerschiefern (S. 13–19). — Mitt. Mus. Bergb. Joanneum, 10, 1–19, 1 Kt., Graz.
- KOBER, L., 1938: Der geologische Aufbau Österreichs. — 204 S., 20 Abb., 1 Taf., Wien (Springer).
- METZ, K., 1953: Die stratigraphische und tektonische Baugeschichte der steirischen Grauwackenzone. — Mitt. geol. Ges. Wien, 44 (1951), 1–84, 2 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Wien.
- SUESS, E., 1909: Das Antlitz der Erde. — 3. Band, 789 S., 78 Abb., 9 Taf., 6 Kt., Wien—Leipzig (Ternsky-Freytag).

**SPERRE GROSS-SÖLK**  
Felsaufschlusskarte

L.P. Becker, September 1975



**LEGENDE:**

- anstehender Fels: quarzitischer Granatglimmerschiefer
- stark zerscherter Granatglimmerschiefer

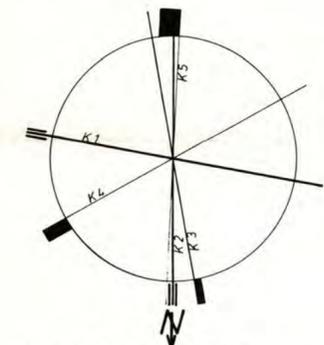
**STREICHEN/FALLEN DER SCHIEFERUNGSFLÄCHEN:**

- steil
- seiger
- Faltenachse
- GS-Bohransatzpunkt
- konstruierte Felshöhenlinien

**KLÜFTUNG:**

- flach (-söhlig)
- mittel
- steil
- seiger
- Störung (mit Mylonit und tekton. Grus als Zwischenmittel)

**DARSTELLUNG DER HAUPTKLÜFTSCHAREN:**



Bemerkung: Strichstärke des Streichens nach Häufigkeit der jeweiligen Klüftscharen

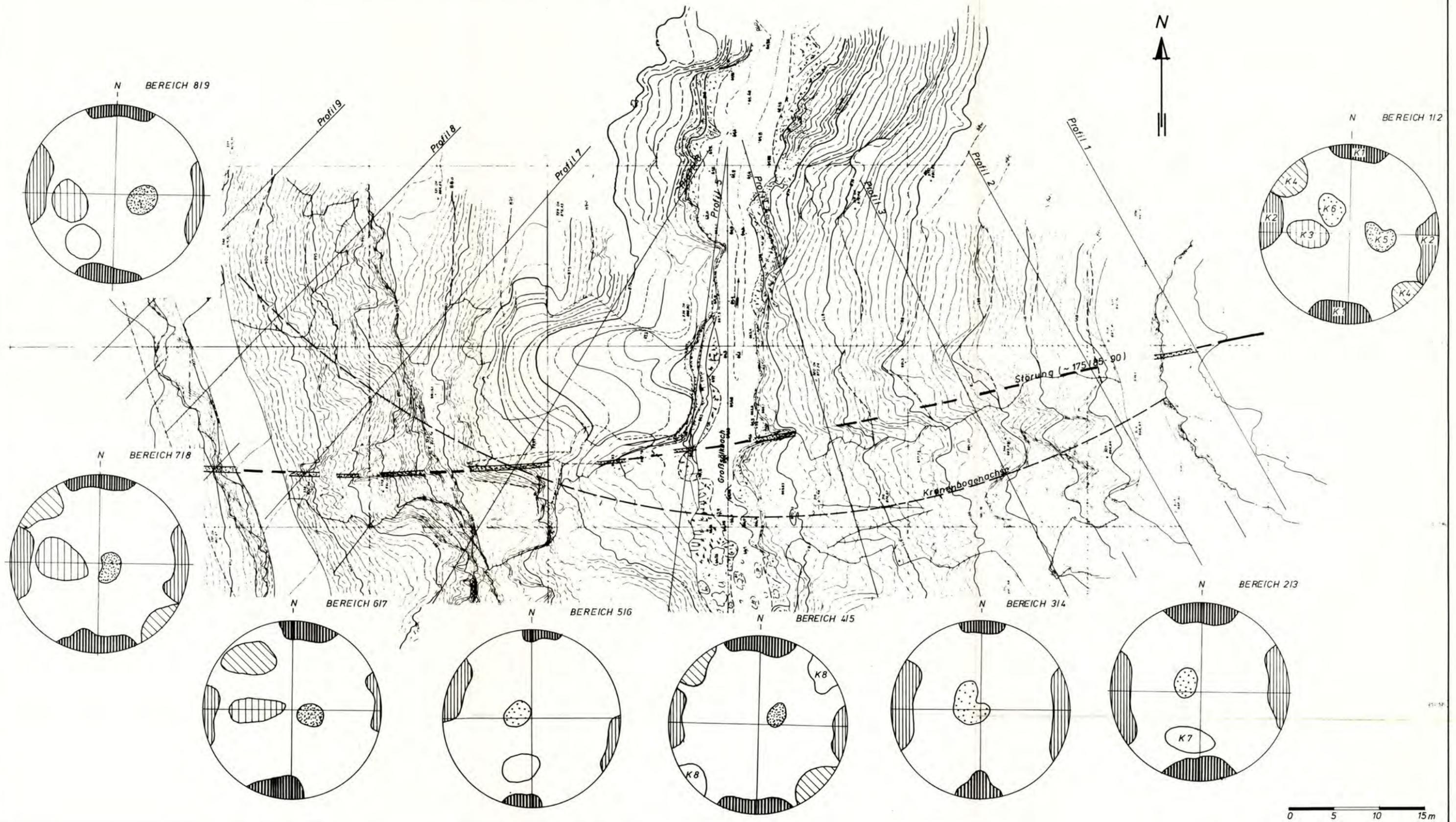
- K1: d=20-150 cm (Klüftabstand)  $\alpha=1.0$   
(linearer Durchtrennungsgrad)
- K2: d=30-150 cm  $\alpha=0.5-0.8$
- K3: d=50-100 cm  $\alpha=0.5$
- K4: d=30-150 cm  $\alpha=0.5$
- K5: d=30-150 cm  $\alpha=0.8-1.0$

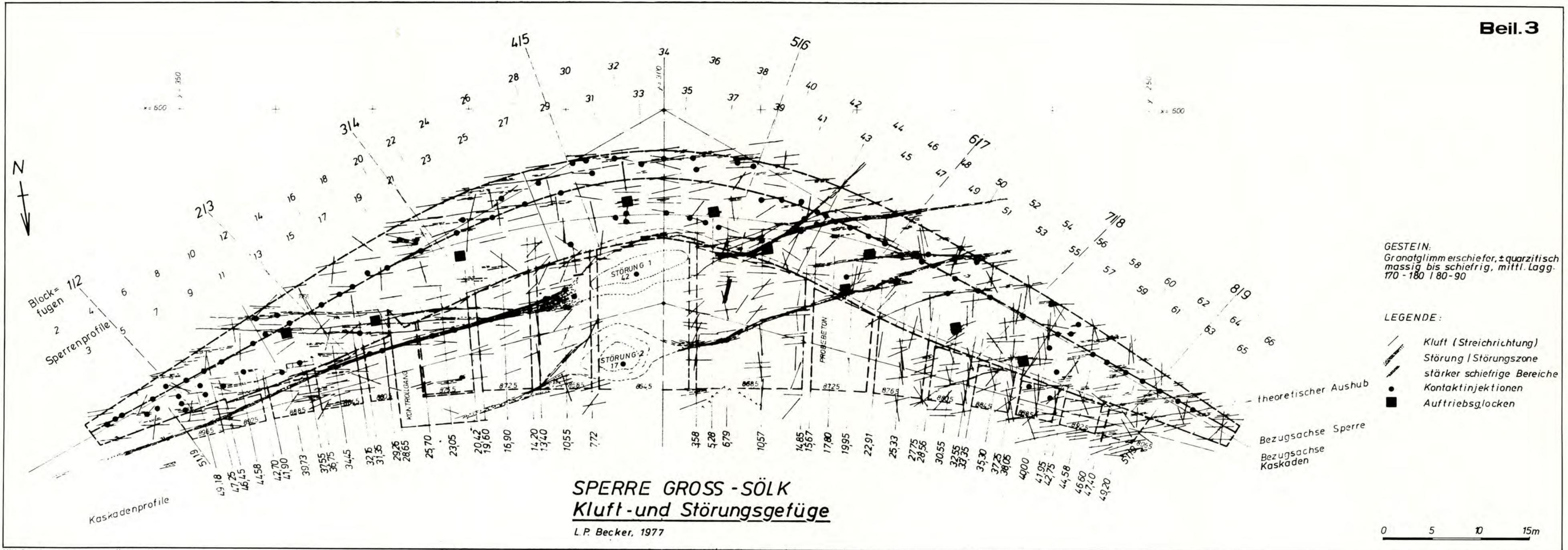


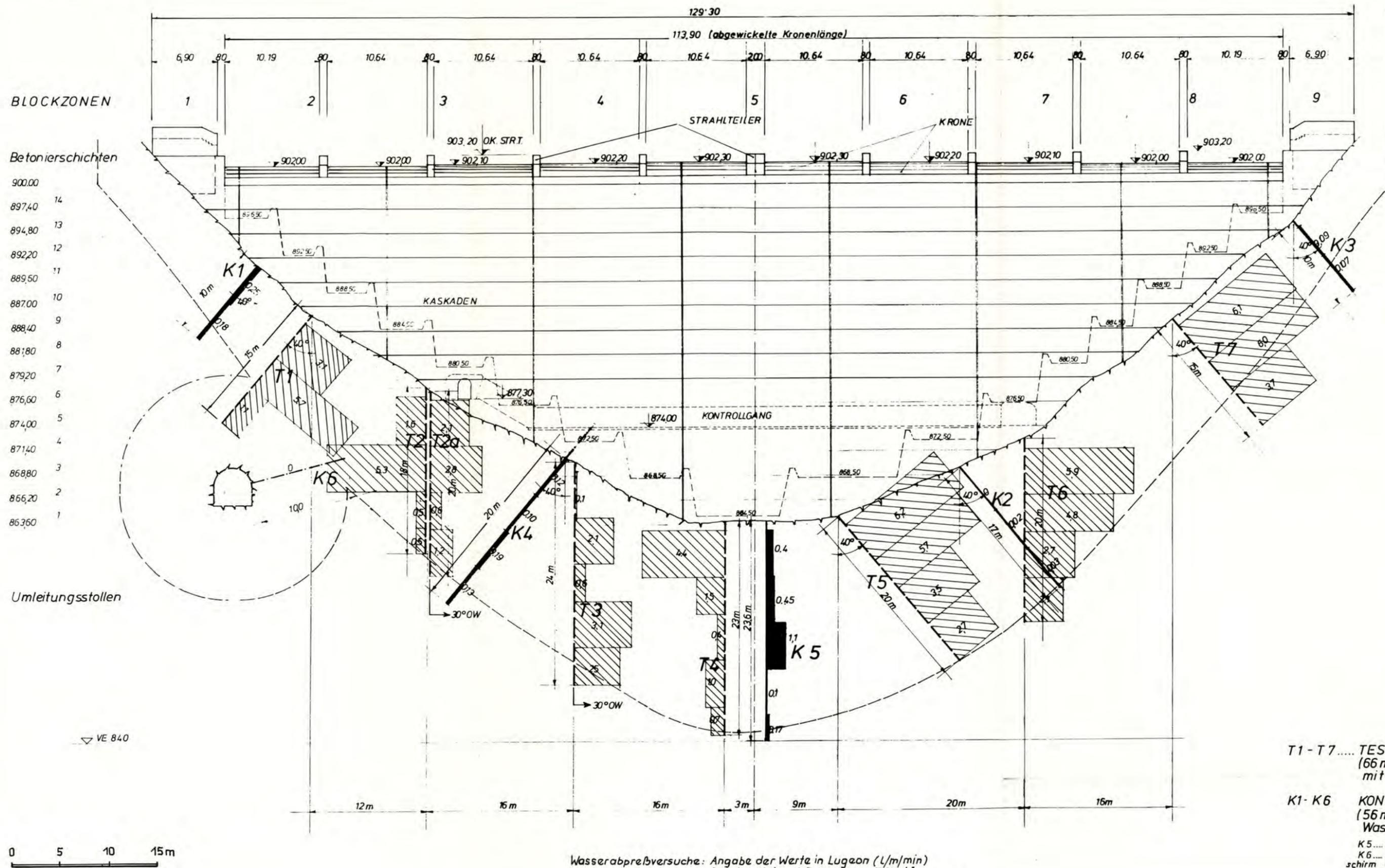
SPERRE GROSS-SÖLK

Gefügediagramme-Sperrenaufstandsfläche

L.P. Becker, Juni 1976







Wasserabpreßversuche: Angabe der Werte in Lugaon (L/m/min)  
Druck bei der 1. Passe max. 7.5 atü  
beiden weiteren Abdruckpassen max. 10 atü.

T1 - T7..... TESTBOHRUNGEN  
(66 mm Rotationsbhrng.  
mit Wasserabpreßvers.)

K1 - K6 KONTROLLBOHRUNGEN  
(56 mm Schlagbohrung.  
Wasserabpreßvers.)

K5..... Schwimmlochbohrung  
K6..... Kontrollbohrung Dicht-  
schirm Umleitungsstollen