

Hydrogeologische Untersuchung des Fernpaßgebietes

ILF Consulting Innsbruck

Köhler Manfred, Lumasegger Michael

1992

Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. IIIg –  
Kulturbauamt

1875/G0008\_IV



## GESAMTGLIEDERUNG

- A Einleitung
- B Geologische Verhältnisse
- C Hydrogeologische Verhältnisse
- D Seen im Untersuchungsgebiet
- E Quellen und Bäche
- F Hydrologische Untersuchungen
- G Gefährdungsmöglichkeiten
- H Hydrographische Einzugsgebiete
- J Trinkwassererschließungsmöglichkeiten
- K Grundwassерmodell Oberes Gurgltal
- L Zusammenfassung
- M Anhang

## INHALTSVERZEICHNIS

KAPITEL A: EINLEITUNG	1
1. AUFGABENSTELLUNG	1
2. UNTERLAGEN	3
2.1 Allgemeine Literatur	3
2.2 Gebietsbezogene Untersuchungen	3
KAPITEL B: GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	6
1. MORPHOLOGISCHE ÜBERSICHT	6
2. GEOLOGISCHE ÜBERSICHT	7
3. GESTEINSBESTAND	9
3.1 Reichenhaller Schichten	9
3.2 Alpiner Muschelkalk	10
3.3 Partnachschichten	12
3.4 Wettersteinkalk	13
3.5 Raibler Schichten	14
3.6 Hauptdolomit	17
3.7 Plattenkalk	18
3.8 Kössener Schichten	19
3.9 Allgäu-Schichten und jüngere Jura- gesteine	19
3.10 Lockermaterial	20
4. TEKTONIK	21
4.1 Inntaldecke	21
4.2 Lechtaldecke	21
4.3 Störungszonen	22
5. DIE FELSSTÜRZE DER FERNPAßTALUNG	25
5.1 Bisheriger Kenntnisstand	25
5.2 Neuergebnisse zwischen Fernpaß und Biberwier	31

5.3	Felsstürze im Fernpaßgebiet	33
5.4	Geoseismische Untersuchung vom Fernpaß	39
KAPITEL C: HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE		41
1.	ALLGEMEINES	41
2.	WASSERDURCHLÄSSIGKEIT DER FESTGESTEINE	42
3.	WASSERDURCHLÄSSIGKEIT DER LOCKERGESTEINE	46
3.1	Bergsturzmaterial	46
3.2	Hangschutt	49
3.3	Alluvionen	50
3.4	Moränen	51
3.5	Seeablagerungen	51
4.	HYDROGEOLOGISCHE EINZUGSGEBIETE	53
4.1	Sießenkopfgebiet H1	53
4.2	Alpleskopf- und Brunnwaldgebiet H2	54
4.3	Loreagruppe H3	55
4.3.1	Kälbertalquellen	56
4.3.2	Schanzlseequellen	56
4.4	Grubigstein-Gartnerwand H4	60
4.4.1	Wurmtalquellen	61
4.4.2	Roßköpfltalquellen	61
4.4.3	Loisachquellen	61
4.4.4	Brunnenquelle	62
4.4.5	Quellen Feuerbach	62
4.4.6	Tunnelquelle	63
4.5	Hochwannig H5	63
4.6	Muthenaualm H6	64
4.7	Süd-Ostflanke des Fernpaßes H7	64
4.8	Bremsstattkopf H8	65
4.9	Schachtkopf H9	65
4.10	Schmittenwald H10	66

<b>KAPITEL D: SEEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET</b>	<b>67</b>
<b>1. ALLGEMEINES</b>	<b>67</b>
<b>2. BLINDSEE</b>	<b>68</b>
2.1 Grunddaten	68
2.2 Limnologische Untersuchungen	69
2.3 Beobachtungen des Seebesitzers	71
2.4 Messungen am Seeufer	72
2.5 Hydrogeologische Verhältnisse	74
<b>3. MITTERSEE</b>	<b>76</b>
3.1 Grunddaten	76
3.2 Limnologische Untersuchungen	76
3.3 Messungen und Beobachtungen	76
3.4 Hydrogeologische Verhältnisse	80
<b>4. WEISSENSEE</b>	<b>81</b>
4.1 Grunddaten	81
4.2 Messungen und Beobachtungen	81
4.3 Analysen Wasserbeschaffenheit	84
4.4 Hydrogeologische Verhältnisse	86
<b>5. FINSTERSEE</b>	<b>88</b>
5.1 Grunddaten	88
5.2 Messungen und Beobachtungen	88
5.3 Hydrogeologische Verhältnisse	89
<b>6. SCHANZLSEE</b>	<b>90</b>
<b>7. SAMERANGERSEE</b>	<b>91</b>
7.1 Grunddaten	91
7.2 Limnologische Untersuchungen	91
7.3 Messungen und Beobachtungen	92
7.4 Hydrogeologische Verhältnisse	92
<b>8. FERNSTEINSEE</b>	<b>94</b>
8.1 Grunddaten	94
8.2 Limnologische Untersuchungen	94
8.3 Messungen und Beobachtungen	96

8.4	Hydrogeologische Verhältnisse	97
9.	NASSEREITHER SEE	98
9.1	Grunddaten	98
9.2	Limnologische Untersuchungen	98
9.3	Messungen und Beobachtungen	99
9.4	Hydrogeologische Verhältnisse	100
KAPITEL E: QUELLEN UND BÄCHE		101
1.	GENUTZTE TRINKWASSERQUELLEN	101
1.1	Loisachquelle (Trinkwasserquelle)	101
1.1.1	Beschreibung	101
1.1.2	Messungen	103
1.1.3	Wasserbeschaffenheit	103
1.1.4	Hydrogeologische Verhältnisse	104
1.2	Schmittenquelle	104
1.2.1	Beschreibung	104
1.2.2	Messungen	105
1.2.3	Wasserbeschaffenheit	105
1.2.4	Hydrogeologische Verhältnisse	106
1.3	Wendelinstollen	106
1.3.1	Beschreibung	106
1.3.2	Messungen	107
1.3.3	Wasserqualitätsuntersuchungen	107
1.3.4	Hydrogeologische Verhältnisse	107
1.4	Roßbachquellen	107
1.4.1	Beschreibung	107
1.4.2	Messungen	108
1.4.3	Hydrogeologische Verhältnisse	109
1.5	Weitere Quellen	110
1.5.1	Römerwegquelle	110
1.5.2	Quelle Hotel Fernsteinsee	110

2.	NICHT GENUTZTE QUELLEN AN DER NORDSEITE	
	FERNPASS	112
2.1	Loisachquellen	112
2.1.1	Beschreibung (siehe Plan FP-HG-2)	112
2.1.2	Messungen	113
2.1.3	Hydrogeologische Verhältnisse	116
2.2	Finkwegquellen	116
2.2.1	Beschreibung	116
2.2.2	Messungen	116
2.2.3	Hydrogeologische Verhältnisse	117
2.3	Feuerbachquellen	117
2.3.1	Beschreibung	117
2.3.2	Messungen Leitfähigkeit/ Temperatur	118
2.3.3	Hydrogeologische Verhältnisse	118
2.4	Bergwasser aus Bergwerk Biberwier	119
2.4.1	Beschreibung	119
2.4.2	Messungen Leitfähigkeit/ Temperatur	119
2.5	Quelle bei Kraftwerk Biberwier	120
2.6	Quellen östlich Sportplatz Biberwier	120
2.7	Sonstige kleinere Quellen	120
3.	BÄCHE NORDSEITE FERNPASS	122
3.1	Loisach	122
3.1.1	Beschreibung	122
3.1.2	Wassermengen (siehe auch Kapitel F)	123
3.1.3	Messungen Leitfähigkeit und Temperatur	123
3.2	Feuerbach	123
4.	NICHT GENUTZTE QUELLEN AN SÜDSEITE FERNPASS	124
4.1	Quellen Kälbertal und Wurmtal	124

4.1.1	Beschreibung	124
4.1.2	Messungen Leitfähigkeit/ Temperatur	125
4.1.3	Hydrogeologische Verhältnisse (s. auch Kapitel C 4.3)	125
4.2	Schanzlseequellen	125
4.2.1	Beschreibung	125
4.2.2	Messungen	126
4.2.3	Hydrogeologische Verhältnisse	126
4.3	Quellen beim Fernsteinsee	128
4.3.1	Beschreibung	128
4.3.2	Messungen Leitfähigkeit/ Temperatur	128
4.4	Mühlsprungquellen	128
4.4.1	Beschreibung	128
4.4.2	Messungen	130
4.4.3	Geochemische Verhältnisse	131
4.4.4	Analysen der Wasserbeschaffenheit	135
4.4.5	Hydrogeologische Verhältnisse	137
4.4.6	Ergebnisse der Horizontalbohrungen	140
4.5	Seebachquellen	144
4.5.1	Beschreibung	144
4.5.2	Messungen	145
4.6	Weitere kleine Quellen Südseite Fernpaß	146
4.6.1	Quellen im Brandwald	146
4.6.2	Enzianwasser	146
4.6.3	Kaswasserbach	146
5.	BÄCHE AN SÜDSEITE FERNPASS	148
5.1	Kälbertalbach - Ris - Brieglbach - Gurglbach	148
5.1.1	Beschreibung	148

5.1.2	Abflußwassermengen	149
5.1.3	Leitfähigkeits- und Temperaturverlauf	150
5.2	Tegesbach	153
5.2.1	Beschreibung	153
5.2.2	Messungen	153
5.3	Gafleinbach	153
KAPITEL F: HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN		155
1.	NIEDERSCHLÄGE	155
1.1	Direktmessungen	155
1.2	Niederschlagshöhen aus Verteilungskarten	157
2.	ABFLUSSHÖHEN	158
2.1	Abflußhöhen aus Verteilungskarten	158
2.2	Abflußhöhen aus Abflußmessungen	158
3.	ABFLUSSWASSERMENGEN	159
3.1	Nordseite Fernpaß	159
3.1.1	Genutzte Quellen	159
3.1.2	Oberflächengewässer	159
3.2	Südseite Fernpaß	160
3.2.1	Genutzte Trinkwasserquellen	160
3.2.2	Sonstige Quellen	160
3.2.3	Oberflächengewässer	161
4.	ABFLUßSPENDEN	163
4.1	Orographische Einzugsgebiete (s. Plan FP-HG-5)	163
4.2	Abflußspenden Nordseite	165
4.2.1	Loisachpegel Ehrwald	165
4.2.2	Loisach vor Biberwier	165
4.2.3	Sonstige Niederwasserabflußspenden 19.11.1991	166
4.2.4	Vergleich und Folgerungen	166

4.3	Abflußspenden Südseite	167
4.3.1	Gurglbach nach Nassereith (Jahresreihe 81 - 85)	167
4.3.2	Niederwasserabflußspenden 19.11.1991	168
4.3.3	Vergleich und Folgerungen	168
4.4	Vergleich der Abflußspenden zwischen Nord- und Südseite und Folgerungen	169
KAPITEL G: GEFÄHRDUNGSMÖGLICHKEITEN		170
1.	BACHINFILTRATIONEN	170
1.1	Nordseite	170
1.1.1	Finstersee	170
1.1.2	Loisach	170
1.2	Südseite	171
1.2.1	Kälbertalbach	171
1.2.2	Ris	171
1.2.3	Brieglbach	171
1.2.4	Tegesbach	172
1.3	Einzugsgebiet Roßbachquellen (s. Plan FP-RQ-HG)	172
2.	BADEBETRIEB IN DEN SEEN	173
2.1	Mittersee	173
2.2	Weißensee	173
2.3	Blindsee	173
2.4	Fernsteinsee	174
2.5	Nassereither See	174
3.	VERKEHRSFLÄCHEN	175
3.1	Fernpaßbundesstraße	175
3.1.1	Gefährdung durch Normal- betrieb (Reifenabrieb, Salzstreuung, Ölverluste)	175
3.1.2	Gefährdung durch Unfälle	176
3.2	Parkplätze	176

3.3	Umfahrung Nassereith	176
3.4	Straße am Holzleitensattel	176
3.5	Grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten zum Schutze des Grundwassers	177
4.	SIEDLUNGSGEBIETE	178
4.1	Biberwier	178
4.2	Nassereith	178
4.3	Siedlung Holzleiten	178
5.	ABWASSERVERSICKERUNGEN	179
5.1	Hotel und Campingplatz Fernsteinsee	179
5.2	Fernpaß	179
5.3	Gasthof Zugspitzblick	179
5.4	Holzleiten - Drainageauslauf "Alter Roßbach"	179
6.	DEPONIEN	181
6.1	Haushmülldeponie Biberwier	181
6.2	Aasplatz Brunnwald	181
7.	ABWASSERKANÄLE	182
8.	LANDWIRTSCHAFT, WILDFÜTTERUNGEN	183
8.1	Nordseite	183
8.1.1	Waldwiese westlich Mittersee	183
8.1.2	Wildfütterung bei Loisach- quelle LQ5	183
8.2	Südseite	183
8.2.1	Landwirtschaft beim Fern- steinsee	183
8.2.2	Wiesen nordwestlich Nassereith	184
8.2.3.	Wildfütterung oberhalb des Fernsteinsees	184
9.	ZUSAMMENFASSUNG	185

KAPITEL H: HYDROGRAPHISCHE EINZUGSGEBIETE	186
1. EINZUGSGEBIETE FÜR BESTEHENDE TRINKWASSER- VERSORGUNGSANLAGEN	186
1.1 Loisachquelle (Gemeinde Bibewier)	187
1.2 Wendelinstollen	188
1.3 Roßbachquellen	190
1.4 Schmittenquelle	191
2. MÜHLSPRUNGQUELLEN UND SONSTIGE GRUNDWASSER- AUSTRITTE	192
KAPITEL J: TRINKWASSERERSCHLIESSUNGSMÖGLICH- KEITEN	193
1. EINLEITUNG	193
2. NORDSEITE	194
2.1 Überwässer genutzter Trinkwasser- fassungen	194
2.1.1 Loisachquelle LQ1	194
2.2 Bestehende Bergwasseraustritte	195
2.2.1 Lermooser Tunnel	195
2.2.2 Bergwerk Biberwier	195
2.3 Quellen	195
2.4 Erschließung von Bergwasser	196
2.5 Erschließung von Grundwasser	197
3. SÜDSEITE	198
3.1 Überwässer genutzter Trinkwasser- fassungen	198
3.1.1 Wendelinstollen	198
3.1.2 Sonstige	199
3.2 Quellen	199
3.2.1 Kälbertal und Wurmtal	199
3.2.2 Schanzlseequellen	199
3.2.3 Mühlsprungquellen	200
3.3 Erschließung von Bergwasser	200

3.3.1	Hochwannigmassiv	200
3.3.2	Loreamassiv	201
3.4	Erschließung von Grundwasser	201
KAPITEL K: GRUNDWASSERMODELL GURGLTAL		202
1.	ALLGEMEINES	202
2.	INFORMATIONEN ZUM PROGRAMMSYSTEM FEJUX	203
2.1	Programmeigenschaften	203
2.2	Mathematische Grundgleichungen	204
2.2.1	Strömungsmodell:	204
2.2.2	Stofftransportmodell	205
3.	AUFSCHLUSSBOHRUNGEN UNTERGRUNDAUFBAU	209
3.1	Nahbereich Mühlprungquellen	209
3.2	Bohrungen am Bergfuß Brunnwaldkopf	209
3.3	Bohrungen für Umfahrung Nassereith (Ausführungstrasse)	210
3.4	Hydrogeologische Untersuchung St. Wendelin	210
3.5	Bohrungen für Beweissicherung	210
4.	HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	212
4.1	Grundwasserspiegel	212
4.1.1.	Verhältnisse für Niederd- wasser (14.11.1992)	212
4.1.2	Verhältnisse bei Hoch- wasser (11.12.1992)	212
4.2	Durchlässigkeitsbeiwerte	213
5.	BESCHREIBUNG DES MODELLS	216
5.1	Modellberandung	216
5.2	Netzteilung	216
5.3	Aufschlüsse	216
5.4	Modellsohle (= Bottom)	217
5.5	Gespanntes Grundwasser	217
5.6	Materialkennwerte	218
5.7	Randbedingungen	220

5.7.1	Seitliche Ränder	220
5.7.2	Nordrand	220
5.7.3	Südrand	220
6.	WASSERBILANZ BEI NIEDERWASSER	220
6.1	Abflüsse aus Modell (= Output)	221
6.2	Zuflüsse zum Modell (= Input)	221
6.2.1	Zufluß am Nordrand	221
6.2.2	Versickerungen der seitlich zufließenden Bäche	222
6.2.3	Zufluß am Ostrand	222
6.2.4	Zufluß am Westrand (ohne Seitenbäche)	223
6.2.5	Niederschläge	223
6.2.6	Gesamtzufluß = Gesamtinput	223
7.	MODELLEICHUNG	223
7.1	Allgemeines	223
7.2	Verlauf und Ergebnisse der Modelleichung	224
7.2.1	Randbedingungen	224
7.2.2	Durchlässigkeitsbeiwerte	226
7.2.3	Grundwasserspiegel	226
8.	LASTFALL 1: GRUNDWASSERENTNAHME	227
9.	AUSBLICK	228
KAPITEL L: ZUSAMMENFASSUNG		229
1.	ALLGEMEINES	229
2.	GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	230
3.	WASSERVORKOMMEN SÜDSEITE FERNPASS	231
4.	WASSERVORKOMMEN NORDSEITE FERNPASS	233

5.	HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN	236
6.	TRINKWASSERGEWINNUNGSMÖGLICHKEITEN/ GEFÄHRDUNGSMÖGLICHKEITEN	237
7.	GRUNDWASSERMODELL	238
8.	DANKSAGUNG	239

KAPITEL M: ANHANG

1.	GEO SALZBURG: REFLEXIONSEISMISCHE UNTER- SUCHUNGEN AM FERNPASS	
2.	BOHRPROFILE UND PUMPVERSUCHSPROTOKOLLE	
2.1	Nordseite	
2.2	Südseite	
3.	WASSERUNTERSUCHUNGEN	
3.1	Weißensee	
3.2	Wendelinstollen (Institut für Hygiene)	
3.3	Roßbachquellen (Institut für Hygiene)	
3.4	Römerwegquelle (Institut für Hygiene)	
3.5	Blindsee (Institut für Hygiene)	
3.6	Loisachquelle (Institut für Hygiene)	
3.7	Schmittenquelle (Institut für Hygiene)	
4.	QUELLMESSUNGEN TIWAG	
5.	ABFLUSSMESSUNGEN HYDROGRAPHISCHER DIENST	
5.1	Schreibpegel Loisach bei Ehrwald	
5.2	Schreibpegel Gurglbach bei Nassereith	
5.3	Einzelmessungen Loisach	
5.4	Einzelmessungen Seebach, Seeauslauf (Nassereithersee)	
5.5	Einzelmessungen Roßbach (vor Mündung)	

## KAPITEL A: EINLEITUNG

### 1. AUFGABENSTELLUNG

Das Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung III g, hat die Ingenieurgemeinschaft Lässer - Feizlmayr (ILF) beauftragt, die hydrogeologischen Verhältnisse des Fernpaßgebietes zwischen Nassereith und Biberwier zur Erfassung der unterirdischen Wasservorkommen unter besonderer Berücksichtigung der Quellen im Bereich Nassereith (Mühlspungquellen, Nassereither See), Biberwier (Loisachquellen und Schmittenquellen) und der großen Seen beiderseits des Fernpasses im Detail zu untersuchen.

Die Untersuchung soll das Einzugsgebiet folgender Wasservorkommen abklären:

- Mühlspungquellen bei Nassereith
- Nassereither See
- Sonstige Grundwasseraustritte im Talboden von Nassereith
- St. Wendelin-Stollen
- Quellen bei Dornbach
- Fernsteinsee
- Blindsee
- Mittersee
- Weißensee
- Loisachquellen
- Schmittenquellen

Projektziel ist die Klärung und Ausweisung des Einzugsgebietes der Mühlspungquellen, der Loisachquellen und der Schmittenquellen sowie die Abklärung der hydrogeologischen Situation der übrigen erwähnten Quellen. Dabei sind folgende Schwerpunkte zu untersuchen:

- Gefährdung durch Bachinfiltrationen
- Gefährdung durch Badebetrieb in den Seen
- Gefährdung durch die bestehenden Straßen (Bei Ölunfällen und normaler Straßenwasserversickerung)
- Gefährdung durch Siedlungsgebiete
- Gefährdung durch Tourismus
- Gefährdung durch Abwasserversickerung
- Gefährdung durch Deponien
- Gefährdung durch Abwasserkanäle
- Einfluß der Landwirtschaft
- Vorschlag zur Ausweisung von Schutz- und Schon-gebieten

## 2. UNTERLAGEN

Folgende Unterlagen wurden unter anderem bei der Berichtserstellung mitberücksichtigt:

### 2.1 Allgemeine Literatur

- [A1] Baumgartner/Reichel/Weber:  
"Der Wasserhaushalt der Alpen"  
Oldenbourg-Verlag 1983
- [A2] ÖWWV (Österreichischer Wasserwirtschaftsverband) -  
Regelblätter
  - a) W 201: Leitlinie für Nutzung und Schutz von  
Karstwasservorkommen für Trinkwasser  
(1984)
  - b) W 205: Nutzung und Schutz von Quellen in  
nicht verkarsteten Bereichen

### 2.2 Gebietsbezogene Untersuchungen

- [B1] HR Dr. M.F. Schuch:  
"Bericht über die Ergebnisse der hydrogeologischen  
Untersuchungen im Bereich des Weissen-, Mitter-  
und Finstersees" vom 17.03.1981
- [B2] Dr. Gasser:  
"Bericht über die geohydrologischen Untersuchungen  
im Bereich der geplanten Bundesstraßenumfahrung  
Nassereith" vom 14.9.1989
- [B3] Untersuchungen des Instituts für Zoologie Abteilung Limnologie der Univ. IBK: von Dr. P. Schaber:
  - "Stichprobenuntersuchung des Blindsees vom  
26.09.1984"
  - "Sauerstoffuntersuchung im Blindsee vom  
11.03.1985"

- "Sauerstoffuntersuchungen im Blind- und Mittersee vom 03.10.1985"
  - "Samerangersee und Fernsteinsee - Untersuchungen 1981 - 1982"
  - "Nassereithersee - Untersuchungen 1989"
- [B4] Univ. Prof. Dr. K. Ingerle:  
"Abwasserentsorgung des Rasthauses Zugspitzblick am Fernpaß" - Einreichprojekt vom Juni 1990, für Herrn Hannes Bartel, Biberwier
- [B5] ILF:  
Siebenkopftunnel - Detailprojekt  
Ergebnisse der Aufschließungsarbeiten, 28.2.1986  
Geotechnik, Feber 1986
- [B6] ILF:  
"Hydrogeologische Verhältnisse im Bereich der Mühlprungquellen", Dezember 1990
- [B7] ILF:  
"Markierungsversuche Mühlprungquellen", Jänner 1991
- [B8] Dr. O. Ampferer:  
"Die Bergstürze am Eingang des Ötztales und am Fernpaß", Verh.K.u.K.Geol.R.A. 1904
- [B9] Penck, A. und E. Brückner (1901/09):  
"Die Alpen im Eiszeitalter". 3 Bde.
- [B10] G. Abele (1964):  
"Die Fernpaßtalung und ihre morphologischen Probleme". Tübinger Geogr. Studien 12, Tübingen

[B11] G. Abele (1974):

"Bergstürze in den Alpen, ihre Verbreitung, Morphologie und Folgeerscheinungen". Wissenschaftliche AV-Hefte 25, München

[B12] Chr. Wolkerstorfer (1989):

"Zur Geschichte, Mineralisation und Genese des ehemaligen Bergbaues auf die Blei-Zink-Vorkommen südöstlich des Ehrwalder Talkessels (Tirol) mit einer geologischen Kartierung (M 1:10.000) im westlichen Mieminger Gebirge". Diplomarbeit Univ. Clausthal-Zellerfeld

[B13] G. Abele:

"Der Fernpaßbergsturz" - Öst. Geogr. Ges. IBK-Jahresbericht 1989/90

## KAPITEL B: GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

### 1. MORPHOLOGISCHE ÜBERSICHT

Morphologisch lässt sich das Fernpaßgebiet in 6 Teilbereiche gliedern:

- Sießenkopfgebiet:  
Zwischen Gafleintal und Gurgtal
- Alpleskopf- und Brunnwaldgebiet:  
Zwischen Gafleintal, Tegestal und Fernpaßfurche.  
Dieses Gebiet stellt die östliche Fortsetzung der Heiterwand dar.
- Loreagruppe:  
Zwischen Tegestal, Kälbertal und Fernpaßfurche.  
Dieses Gebiet ist morphologisch stark gegliedert und weist große Felssturznischen auf.
- Grubigstein - Gartnerwand:  
Dieser Gebirgszug erstreckt sich nördlich des Kälbertales und der Fernpaßfurche.
- Hochwannig:  
Zwischen Fernpaßfurche, Roßbach und Marienbergtal
- Sonnenspitze - Grünstein:  
Östlich der Fernpaßfurche und nördlich des Marienbergjoches. Dieser gegliederte Gebirgskamm stellt den nordwestlichen Ausläufer des Mieminger Gebirges dar.

Diese morphologisch unterscheidbaren Gebirgsmassive haben sich im Laufe der Untersuchungen aufgrund ihrer unterschiedlichen geologischen Verhältnisse auch als verschiedene hydrogeologische Einzugsgebiete erwiesen.

## 2. GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich zwischen dem Gurgltal bei Nassereith im Süden und dem Lermooser Becken im Norden. Im Zentrum der Untersuchung steht dabei die Fernpaßfurche. Die beiderseitigen Gebirgsmassen wurden ebenfalls mitaufgenommen, soferne sie hydrogeologisch von Bedeutung sind. Alle durchgeföhrten Untersuchungen wurden unter dem Aspekt der hydrogeologischen Fragestellung vorgenommen. Im folgenden Bericht werden die geologischen Verhältnisse daher so weit erläutert, wie es die hydrogeologischen Zusammenhänge erfordern.

Das gesamte Untersuchungsgebiet liegt geologisch im Bereich der Nördlichen Kalkalpen. Sie bestehen aus Ablagerungsgesteinen, die während der Gebirgsbildung verfaltet und deckenförmig übereinander geschoben wurden.

Das Fernpaßgebiet gehört zu zwei verschiedenen geologischen Decken (= Baueinheiten):

- Inntaldecke
- Lechtaldecke

Die Inntaldecke baut den Südteil des Fernpaßgebietes auf. Die tektonische Grenze zur nördlich vorgelagerten Lechtaldecke verläuft durch das Tegestal, quert das Gurgltal ca. 1,5 km nördlich von Nassereith und verläuft dann über den Schnahngge Kopf zur Nordflanke des Hochwannig (2493 m). Von hier sinkt die Grenze durch das Bergletal unterhalb der Felsabbrüche der Handschuhspitzen zum Marienbergjoch (1788 m) ab. Vom Marienbergjoch schwenkt die Grenze zwischen Inntal- und Lechtaldecke nach Norden und verläuft unterhalb der Felswände des Wampeter Schrofen (2520 m) und der Ehrwalder Sonnenspitze (2412 m). Nördlich des Marienberg-

joches ist die Grenze unter großen Schutthalden verborgen.

Westlich des Wampeter Schrofen zeigt die Inntaldecke einen ungewöhnlichen Verlauf. Im Bereich des Schachtkopfes springt sie weit nach Nordwesten vor und ist gleichzeitig tief abgesenkt. Aufgrund von Stollenaufschlüssen des Bergbaugebietes Silberleite ist bekannt, daß der gesamte Schachtkopf eine großräumige Felsrutschung ist, die aus den Westwänden des Schartenkopfes und des Wampeter Schrofens ausgebrochen ist.

Die Felsrutschung des Schachtkopfes hat dabei die Lechtaldecke überfahren und täuscht damit einen anderen Verlauf der Deckengrenze vor.

3.

GESTEINSBESTAND

Im Fernpaßgebiet kommen neben quartären Lockergesteinen ausschließlich Gesteine des nordtirolisch-bayerischen Faziesraumes der Hauptdolomitfazies der Alpinen Trias und des Jura vor. Eine vereinfachte Gliederung des Faziesraumes gibt die Tabelle 1 wieder.

Schichtfolge der Alpinen Trias im Mieminger Gebirge			
Rhät		Oberrhätikalk	
Servat		Kössener Schichten	
Nor	Alaun	Plattenkalk	
	Lac		Hauptdolomit
Karn	Tuval		
	Jul	Raibler Schichten	
	Cordevol		
Ladin	Langobard		Wettersteinkalk
	Fassan	Partnach Schichten	
Anis	Illyr		
	Pelson	Alpiner Muschelkalk	
	Hydasp		
Skyth	Campil	Reichenhaller Schichten	
	Seis		Buntsandstein

Tab. 4.1 Die Schichtenfolge der Alpinen Trias im Mieminger Gebirge. \*: Vererzung, ~: Tuffe. Grenzziehung entsprechend der stratigraphischen Tabelle PLÖCHINGER (1980) und dem Faziesschema BECHSTÄDT & MOSTLERS (1976).

Im Untersuchungsgebiet ist Buntsandstein nicht aufgeschlossen, sodaß die Schichtfolge erst mit den Reichenhaller Schichten beginnt.

3.1

Reichenhaller Schichten

Die Reichenhaller Schichten sind eine Abfolge von zum Teil gebankten Kalken, Rauwacken und Dolomitsteinen sowie einer Sand- und Konglomeratpartie als Abschluß des Hangenden. Die Basis der Reichenhaller Schichten ist

häufig gestört. Im Hangenden hingegen gehen die Schichten stets konkordant in den Alpinen Muschelkalk über. Insgesamt scheint die Mächtigkeit der vollständigen Abfolge im westlichen Mieminger-Gebirge nicht viel größer als 200 m zu sein.

Dunkelgraue bis dunkelbraune, seltener ockerfarbene Verwitterung ist kennzeichnend für die im frischen Zustand bräunlich- bis dunkelgrauen Kalke der Reichenhaller Schichten, die fast immer bituminös sind. Die Kalke werden von Calcit-Adern durchzogen die sich zu cm großen Hohlräumen mit Kristallen weiten können. Die Schichtmächtigkeiten, soweit Schichtung vorhanden ist, bewegen sich im Dezimeterbereich.

Etwa gleich häufig wie die Kalke sind die dolomitreichen Rauwacken verbreitet. Durch die Verwitterung kommt es zur Ausbildung bizarrer, zackiger Formen mit vielen Löchern und Höhlungen. Die Rauwacken verwittern gelblichgrau und haben frisch eine ockergelbe bis hellgraue Farbe.

Weniger oft kommen reine Dolomitsteine vor. Sie haben im frischen Zustand eine braungraue Farbe und verwittern ockergelb. Gelegentlich kann Feinrhythmierung auftreten.

Die Obergrenze der Reichenhaller Schichten wird durch ein klastische Serie gebildet, die entweder aus Kalksandstein oder einem bis zu 10 m mächtigen Konglomerat besteht.

### 3.2 **Alpiner Muschelkalk**

Die Namensgebung des Alpinen Muschelkalk wird verschieden gehandelt, da seine Unterteilung wegen der Verschiedenheit seiner Schichtglieder nicht überall einfach vorzunehmen ist. Über das Für und Wider der Namensgebung

haben BECHSTÄDT & MOSTLER (1974, S 11f) ausführlich diskutiert. In der vorliegenden Arbeit wird ausschließlich der Begriff "Alpiner Muschelkalk" verwendet.

Der Alpine Muschelkalk weist innerhalb des Kartiergebietes eine Dreiteilung auf, die wegen ihrer teilweise geringen Mächtigkeiten für die geologische Karte zusammengefaßt wurden. Insgesamt beträgt die Mächtigkeit zwischen 120 m und 160 m.

Der untere Alpine Muschelkalk besteht aus Flaser- und Wurstelkalken. Die Schichtoberflächen sind uneben gewellt, und von ungeordnet verlaufenden, 1 bis 2 cm breiten Wülsten überzogen.

Diese untere, bituminöse Gesteinseinheit ist dunkelgrau bis braun und verwittert ockergelb bis hellgrau. Oft tritt eine Feinschichtung auf. Die meist Zentimetermächtigen Bänke der Flaser und Wurstelkalke weisen gelegentlich Kleinfalten auf.

Der mittlere Alpine Muschelkalk ist dicker gebankt, wobei Mächtigkeiten von mehreren Dezimetern bis Metern und insgesamt massigere Bereiche auftreten. Seine Farbe ist hellgrau bis braungrau mit hellen Verwitterungsfarben. Dolomitisierung, die mitunter parallel der Schichtung verläuft, ist im gesamten mittleren Alpinen Muschelkalk vorhanden. Im Handstück ist es meistens nicht möglich, die Gesteine des Mittleren Alpinen Muschelkalk von denen des Wettersteinkalk zu unterscheiden, da ihre Ausbildung sehr ähnlich ist. Erst der stratigraphische Zusammenhang im Gelände macht eine Zuordnung möglich.

Der obere Alpine Muschelkalk ist durch Knollenkalke (Reiflinger Knollenkalk) gekennzeichnet. Sie verwittern ocker bis dunkelgrau und sind im frischen Zustand dunkelgrau. Ursache für die uneben-wellige Oberfläche der Knollenkalke sind schwarze bis dunkelbraune Kiesel-

knollen, die meist eine Größe zwischen 5 und 10 cm haben.

In die Kalke des oberen Alpinen Muschelkalk sind häufig Grüne Mergel eingeschaltet die allgemein als Tuffe oder Tuffite gedeutet werden. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen einem Zentimeter und 20 Dezimetern.

### 3.3 Partnachschichten

In der Südwestflanke des Wamperten Schrofen ist der größte Aufschluß von Partnachschichten des Fernpaßgebietes vorhanden.

Aus dem Faziesschema der Tab. 1 geht hervor, daß die Lagunenbildung der Partnachschichten neben der Riffentwicklung des Wettersteinkalk vorkommt. Sie können sich also gegenseitig ersetzen. Die wichtigsten Gesteinstypen sind Kalke und Mergel.

#### Partnachkalke

Die Partnachkalke kommen in drei verschiedenen Ausbildungen vor. Zum einen als ein bis zwei Meter mächtige Bankkalke, welche die Partnachmergel voneinander trennen, zum anderen als Kalkknollen und schließlich als 5 cm mächtige Lagen in den Mergeln. Die mächtigeren Bankkalke können die Partnachmergel vollständig vertreten. Die Kalke verwittern ockerfarben oder hellgrau. Im frischen, muschelartigen Bruch sind sie bläulichschwarz bis schwarzgrau und weisen eine große Härte auf.

#### Partnachmergel

Die Mergel sind im frischen Zustand dunkelschwarzgrau. Sie verwittern ockerfarben, seltener dunkelbraun. Während die Partnachmergel am Wampeter Schrofen in griffelartige, bis zu 3 cm lange Stücke zerfallen, ist dies bei anderen Vorkommen nicht der Fall, da die Mergel dort

weich sind. Dies hat bei tektonischer Beanspruchung zur Folge, daß die weichen Mergel plastisch gefaltet sind, während die härteren Mergel Staffelbrüche aufweisen, die zusätzlich durch gelegentlich eingelagerte Schichtkalke nachgezeichnet werden.

### 3.4 Wettersteinkalk

Der Wettersteinkalk ist östlich der Fernpaßfurche, der Hauptgipfelbildner. Seine Mächtigkeit beträgt am Wamper-ten Schrofen etwa 500 m und nimmt gegen Osten hin be-ständig zu. Die Unterscheidung des Wettersteinkalks vom Wettersteindolomit wurde in der Karte nicht durchge-führt, da die vom Wettersteindolomit eingenommenen Flä-chen klein sind. Das Gleiche gilt für die Gliederung in Unterem, Mittlerem und Oberem Wettersteinkalk, die im Mieminger Gebirge zwar vorhanden ist, für eine Darstel-lung in der Karte aber zusammengefaßt werden mußte.

Die untersten 50 - 100 m des Wettersteinkalkes sind teilweise gebankt.

Hellgrau bis weiße, seltener, dunkelgraue Verwitterungs-farben zeichnen den meistens massigen Wettersteinkalk aus. Im frischen Zustand ist der gelegentlich kristal-line Kalk mittelgrau bis weiß. Kleinhöhlen und Drusen mit cm- bis dm-Durchmesser besitzen im Inneren sehr oft Calcit oder Dolomitkristalle.

In der Riffazies des unteren Wettersteinkalk kommen häu-fig Großoolithe vor, die oftmals mehrere Meter mächtige Partien beherrschen. Es sind dies ehemalige Hohlräume im Gestein, die nachträglich aussedimentiert bzw. minerali-siert wurden.

Im Oberen Wettersteinkalk tritt eine Feinschichtung im Millimeter--bis Zentimeter-Bereich auf, die durch eine Wechsellagerung von dolomitisierten Lagen und reinen

Kalken hervorgerufen wird. Im Bereich dieser rhythmierten Abfolgen, die jeweils eine Mächtigkeit von 10 - 20 cm haben, sind Blei-Zink-Erze vorhanden, die dort als cm-, selten dm- große Nester auftreten.

Fallweise kann der Wettersteinkalk dolomitisiert sein. Vor allem ist dies entlang von Störungen und Bereichen mit brecciertem Gestein längs permeabler Zonen zu beobachten.

Die Dolomitsteine verwittern ocker und sind im frischen Bruch gelblich-weiß. Bei der Verwitterung kommt es zur Zerstörung des Korngefüges, was dazu führt, daß die Dolomitsteine absanden und erosionsanfälliger werden.

An vielen Stellen im westlichen Mieminger Gebirge neigt der Wettersteinkalk zur Verkarstung. Dabei werden die Kluftkarren bis zu 2 m tief und 50 cm breit. Die Verkarstung ist der Ausgangspunkt für die unterirdische Entwässerung. Im Bergwasserhaushalt hat somit der Wettersteinkalk eine wichtige Funktion.

### 3.5 Raibler Schichten

Über dem obersten Karbonathorizont des Wettersteinkalks setzt eine braunschwarze Schiefertonsedimentation ein. Stärkere Glimmerführung sowie das Auftreten dünnbankiger, bräunlicher, quarzitisch gebundener Sandsteinlagen markieren den Beginn der Raibler Schichten. Dieser Schieferton- und Sandsteinhorizont kann einige Zehnermeter mächtig sein. Ihm folgt eine Serie von dunkelgrauen und von Calcitadern durchsetzten und meist dünnbankigen z.T. flaserigen Kalken, die vereinzelt Hornsteinknauern führen. Den Kalken können weitere Schiefertonlagen mit etwas Sandstein unterschiedlicher Mächtigkeit zwischengeschaltet sein. In den höheren Lagen der Raibler Schichten treten sedimentäre Feinbreccien auf,

die oberflächlich rauhwackig verwittern. Auch können vermehrte Dolomitlagen bereits die Nähe des darüberliegenden Hauptdolomits anzeigen. Mit dem völligen Ausbleiben der Schiefertone ist das Ende der Raibler Schichten und der Beginn des Hauptdolomits gegeben.

Innerhalb des Projektgebietes bilden die Raibler Schichten eine sehr inhomogene Schichtfolge. Ihre Gesteinsabfolge kann sowohl vertikal als auch lateral stark schwanken. Folgende Gesteinstypen treten auf:

Dolomit, Kalk, mergeliger Kalk, Rauhwacken, Breccien, Tonschiefer, Mergel, Gips (Anhydrit), Sandstein.

Dieses weitgestreute Gesteinsspektrum entstand durch einschneidende Veränderungen in den Ablagerungsbedingungen zwischen dem Wettersteinkalk und dem Hauptdolomit. Während der Übergang von Wettersteinkalk zu Raibler Schichten scharf ist, vollzieht er sich zwischen Raibler Schichten und dem darüber folgenden Hauptdolomit langsam, sodaß eine genaue Grenzziehung schwierig ist.

**Dolomitgestein:**

vorherrschend dm-gebankt, oft feingeschichtet, fallweise mit sedimentären Breccien, häufig dünne Mergellagen, brüchig-splittrig, inhomogen, wasserdurchlässig

**Kalkgestein:**

vorherrschend dm-gebankt, häufig mit feinen Mergelhäuten in den Schichtfugen, fallweise etwas breccios oder rauhwackig, inhomogen, flaserig, wasserdurchlässig

**Mergelige Kalksteine:**

cm- bis dm-gebankt mit häufigen mergeligen Zwischenschichten; Zwischenflächen oft uneben, wellig oder knollig; leicht wasserstauend.

**Rauhwacken:**

diese für die Raibler Schichten sehr typischen Gesteine zeigen zahlreiche Variationen. Allgemein werden unter

"Rauhwacken" zellig-löchrige Karbonatgesteine verstanden. Diese porösen Gesteine weisen Hohlräume von Millimeter- bis Zentimetergröße auf, häufig auch noch größer. Geologisch sind die Rauhwacken durch stark inhomogene Gesteinsverhältnisse gekennzeichnet. Die Gesteins- und Gebirgsfestigkeit ist verringert, Störungen mit sandig-grusig-lehmigen Füllmaterial finden sich häufig. In großen Störungsbereichen können die Rauhwacken zu 10 - 20 m mächtigen sandigen Lehmlagen umgewandelt sein, deren Randbereiche stark wasserführend sein können.

Breccien:

sie zeigen eine den Rauhwacken ähnliche Entstehung, die einzelnen Komponenten sind aber größer. Rauhwacken und Breccien treten meist gemeinsam auf und weisen eine primär bereits hohe Gesteinsporosität auf.

Tonschiefer:

die Raibler Schichten weisen mehrere Tonschieferhorizonte auf, wobei der tiefste oft der mächtigste ist. Er folgt unmittelbar über dem Wettersteinkalk. Die Tonschiefer sind dünnsschichtige, schwarze bis braune karbonatarme Schiefergesteine mit Einschaltungen von dünnen Kalk- oder Sandsteinlagen.

Mergel:

sie bilden entweder eine Wechsellagerung mit Tonschiefern oder treten als Zwischenschichten in Karbonatgesteinen auf.

Gips (Anhydrit):

diese Sulfatgesteine treten nur in den höheren (= jüngeren) Raibler Schichten auf. Sie bilden sowohl einheitliche mächtige Lagen als auch dünne Zwischenschichten (z.B. in den Rauhwacken). An der Oberfläche liegt das Sulfat fast nur als Gips vor, in der Tiefe ist jedoch u.U. noch Anhydrit vorhanden. Die Sulfatgesteine sind im Gebirgsbau wegen ihrer hohen Plastizität, geringen

Festigkeit, hohem Quellvermögen, Betonaggressivität des Bergwassers und wegen möglicher Gipskarstausbildungen zu beachten.

**Sandstein:**

in den Tonschiefern finden sich an vielen Stellen dünne Sandsteinlagen. Ihr hydrogeologischer Einfluß ist gering, für die geologische Kartierung sind sie aber sehr wertvoll, da sie für die Raibler Schichten typisch sind.

Die Raibler Schichten bilden zwischen den mächtigen Karbonatgesteinsserien des Wettersteinkalkes und des Hauptdolomits eine petrographische Schwächezone. Es ist daher nicht überraschend, daß während der Gebirgsbildung große Deformationen in den Raibler Schichten abliefen und sie, nicht zuletzt wegen ihres Gips- und Anhydritgehaltes, eine bevorzugte Bewegungszone darstellen. Die tektonische Beanspruchung der Schichtfolge ist außerordentlich stark, die Schichten sind stark verfaltet.

**3.6 Hauptdolomit**

Über den Raibler Schichten stellt sich wieder eine petrographisch einheitliche Schichtfolge ein. Der Hauptdolomit ist eine monotone Abfolge von gebankten Dolomitgesteinen. Im mittleren Hauptdolomit treten 10-60 m mächtige, stark bituminöse schwarze Dolomite auf, die eine auffallende Dünnbankigkeit und Kleinfaltung zeigen. Diese Sonderentwicklung wird als Bituminöser Hauptdolomit bezeichnet. Ansonsten ist der Hauptdolomit wesentlich dickbankiger, teilweise geht die Schichtung durch die Dolomitisierung auch verloren und ist oft nur mehr durch eine feine Laminierung angedeutet.

Charakteristisch für den Hauptdolomit ist ein engmaschiges Netz von Kleinklüften, durch welches das Gestein obertags leicht verwittert und zerfällt. Der Hauptdolomit bildet im Gegensatz zum Wettersteinkalk nur sel-

ten steile Felswände aus, meist verursacht er brüchige Felsschrofen mit großen Schuttkörpern am Felsfuß. Aufgrund der zahlreichen Klüfte ist der Hauptdolomit ein wasser durchlässiges Gestein. Die Verkarstung des Hauptdolomits ist wesentlich geringer als beim Wettersteinkalk. Die Durchströmung erfolgt nicht zu rasch, sodaß das Bergwasser häufig eine Verweildauer von einigen Jahren aufweist. Die Wasserqualität im Hauptdolomit ist daher meist gut. Zu prüfen ist der Sulfatgehalt, der durch gipsführende Raibler Schichten beeinflußt sein kann.

Im Hauptdolomit treten aufgrund seiner Brüchigkeit zum Teil große Felsstürze auf.

### 3.7 Plattenkalk

Er besteht aus deutlich gebankten Kalk- und Dolomitengesteinen, die lagenweise feine Mergelfugen aufweisen. Örtlich werden die Karbonatgesteine stärker mergelig. Dolomitgesteine treten am Übergang zum Hauptdolomit auf. Die Grenzziehung zum Hauptdolomit wird dadurch erschwert.

Die Schichtmächtigkeit schwankt von 10 - 50 cm. Die Schichtflächen sind überwiegend eben und glatt. Bergwässer können so wie im Hauptdolomit erhöhte Sulfatgehalte aufweisen.

Das Hauptverbreitungsgebiet des Plattenkalks liegt nördlich des Fernpaßes im Gebiet Gartnerwand-Grubigstein. Im Plattenkalk sind Verkarstungen möglich.

### 3.8 Kössener Schichten

Sie bestehen aus einer rasch wechselnden Abfolge von gebankten Kalkgesteinen, Tonschiefern und Mergeln. Die Tonschiefer erreichen eine größte Mächtigkeit von ca. 15 m. Der Übergang zum Plattenkalk vollzieht sich langsam.

Während sich die Kalkgesteine hydrogeologisch ähnlich wie der Plattenkalk verhalten, sind die Tonschiefer und Mergel den Raibler Schichten ähnlich und gute Wasserstauer. Die Kössener Schichten treten ebenfalls nördlich des Fernpaßes auf und begrenzen gemeinsam mit den Allgäu-Schichten den Nordrand des Untersuchungsgebietes.

### 3.9 Allgäu-Schichten und jüngere Juragesteine

Über den Triasgesteinen folgen regional sehr unterschiedlich verteilt Juragesteine, hauptsächlich in Form der Allgäu-Schichten. Sie bestehen aus dunkelgrauen mergeligen Kalken und dunklen kalkigen Mergeln in unterschiedlicher Häufigkeit. Allgemein finden sich immer wieder mergelige Zwischenschichten auch in den kalkigen Gesteinshorizonten, sodaß die Allgäu-Schichten ein wichtiger wasserstauender Horizont sind.

Die größten Vorkommen liegen im nördlichsten Teil des Untersuchungsbereiches bei Lermoos. Außerdem treten sie fast durchgehend an der Grenze von Lechtaldecke zu Inntaldecke auf.

### 3.10 Lockermaterial

Für die Hydrogeologie des Fernpaßgebietes sind die Lockermaterialvorkommen äußerst wichtig.

Folgende Typen können unterschieden werden:

- Grundmoränen der Eiszeiten
- Sande und Kiese (Terrassensedimente)
- Schluffe und Tone (Seesedimente) der Zwischeneiszeiten
- Felssturzmaterial (hauptsächlich Hauptdolomit) aus der Nacheiszeit
- Hangschutt und umgelagertes eiszeitliches Lockermaterial aus der jüngsten geologischen Entwicklung

Das Felssturzmaterial und der geologisch junge Hangschutt bestehen zum Großteil aus karbonatischem Gesteinsmaterial mit nur geringer schluffig-toniger Grundmasse, sodaß die Durchlässigkeit des Materials sehr hoch ist.

Die Grundmoränen und Schluffe bzw. Tone unterlagern an vielen Stellen des Fernpaßgebietes das Felssturzmaterial und bilden einen wichtigen wasserstauenden Horizont, der die Grundwasserströme entscheidend beeinflußt! Die geologischen Verhältnisse werden im Detail bei der Beschreibung der einzelnen Quellgruppen dargestellt.

#### 4. TEKTONIK

Das Gebirge zeigt trotz aller Komplikationen im Detail einen relativ einfachen tektonischen Bau.

##### 4.1 Inntaldecke

Die Inntaldecke besteht aus Wettersteinkalk, Raibler Schichten und Hauptdolomit, an der nördlichen Deckenstirn örtlich auch aus Alpinem Muschelkalk. Dieser Schichtstapel fällt gegen Süden ein. Im Gebiet des Sießenkopfes bildet der Hauptdolomit dann eine große Mulde, die in sich gestört ist.

Östlich von Nassereith ist im Gebiet des Wannigs der Wettersteinkalk Hauptfelsbildner. Er zeigt hier ein NE-SW-Streichen, das für größere Gebiete in den Nördlichen Kalkalpen eher ungewöhnlich ist (BECKE, 1983). Südlich des Wannig schließt sich ein schmaler Zug von Raibler Schichten an, die zum Hauptdolomit des Höllkopfes-Nisskogel überleiten. Dieser Dolomitzug zeigt wie im Sießenkopf eine Muldenstruktur, wobei sie im Kern isoklinal gefaltet ist. Die Muldenachse verläuft NE-SW und streicht gegen Westen in das Roßbachtal, das vom Holzleitensattel nach Nassereith führt.

##### 4.2 Lechtaldecke

Die Lechtaldecke besteht in der Hauptsache aus Hauptdolomit, der gegen Norden und Süden von jüngeren Gesteinen (Plattenkalk, Kössener Schichten und Jura) begleitet wird. Die Südgrenze zur Inntaldecke verläuft westlich der Fernpaßtalung durch das Tegestal, östlich der Fernpaßtalung über die Muthenaualm (= Nassereither Alm) in das Gebiet des Marienbergjoches.

Auf der geologischen Übersichtskarte FP-G-2 wurde der Grenzbereich zur Inntaldecke vereinfacht dargestellt. Der Hauptdolomit des Fernpaßgebietes ist zu zahlreichen Mulden- und Sattelzonen zusammengefaltet worden. Im Kern der Muldenzonen tauchen vereinzelt kleine Vorkommen von Plattenkalk und Kössener Schichten auf, z.B. beim Loreakopf. Der Untergrund des Hauptdolomits in Form der Raibler Schichten taucht nur im Südteil des Fernpaßgebietes auf und zwar im alten Gipssteinbruch beim Fernsteinsee. Das Auftreten von Raibler Schichten ist hier vermutlich an Störungen gebunden. Die Achsen dieser Faltenstrukturen tauchen gegen die Fernpaßtalung ab.

Gegen Norden wird das Hauptdolomitareal von der großen Holzgau-Lermooser Synklinale (= Muldenzone) abgelöst, die hauptsächlich aus den jurassischen Allgäu-Schichten besteht. Im Grenzbereich zwischen Hauptdolomit und Allgäu-Schichten tritt eine überkippte Schichtlagerung auf.

#### 4.3 Störungszonen

Das gesamte Fernpaßgebiet ist von außerordentlich vielen Störungen durchzogen, die in der geologischen Übersichtskarte nur andeutungsweise dargestellt wurden. Dies deshalb, da sich gezeigt hat, daß untertags das Störungsnetz wesentlich intensiver und z.T. auch andersartiger ausgebildet ist, als von den Obertagsaufschlüssen und der Luftbildkartierung zu vermuten ist.

Diese Erkenntnis wurde sowohl beim Vortrieb des Lermooser Tunnels als auch bei der Auswertung der Bergbauaufzeichnungen gewonnen.

Trotz dieser Unterschiede lassen sich folgende tektonische Schlüsse ziehen:

- Es herrschen zwei überregionale Kluft- und Störungsrichtungen im Gebirge vor. Einmal ist es die NE-Richtung (auch als Loisach-Richtung bezeichnet), zum anderen die NW-Richtung (= Ammer-Richtung). Diese zwei Hauptkluftrichtungen stellen das konjugierte Mohr'sche Bruchflächenpaar dar, das geomechanisch durch eine Einengung in Nord-Süd-Richtung angelegt wurde.
- Die NE-Störungen verlaufen parallel zur sogenannten Engadiner Störung, die aus dem schweizerischen Engadin kommend durch das Obere Gericht in den Raum Imst verläuft und von hier weiter über den Großraum Fernpaß in das Bayerische Alpenvorland.

Obwohl es sich bei der Engadiner Störung um ein tektonisch sehr ausgeprägtes Großlineament handelt, ist es gerade im Fernpaßgebiet schwierig bis unmöglich, sie genau zu lokalisieren.

Der Geländebefund zeigt, daß sich dieses Lineament vermutlich aus sehr vielen parallelen Störungen zusammensetzt und keineswegs nur auf eine einzige große Bewegungsbahn beschränkt ist. NE-verlaufende Kluftscharen oder Störungen sind jedenfalls im Fernpaßgebiet sehr häufig und dürften die Talfurche vom Fernpaß nach Biberwier vorzeichnen.

Beim Bau des Lermooser Tunnels wurde diese Störungsrichtung häufig angetroffen. Große hydrogeologische Bedeutung dürfte eine NE-streichende Störung besitzen, die vom Wurmtal über den Grubigstein zur Wolfratshausener Hütte verläuft. An ihr treten einerseits im Wurmtal große Quellen aus, andererseits dürfte diese Störung sowohl im Gebiet des Afrigall als auch in der SE-Flanke des Grubigsteins Felsstürze ausgelöst haben.

- Die NW-Störungen sind vor allem im Raum Nassereith - Fernstein ausgebildet, wo sie den Verlauf der Fernpaßtalung bestimmen.

Aus dem Versatz der Raibler Schichten zwischen dem Gafleintal und dem Tieftal beim Adlerhorst am Südfuß des Wannigmassives ist eine NW-Blattverschiebung abzuleiten, bei der der Westteil gegen Norden bewegt wurde. Im Detail ist dieser Bewegungsmechanismus auch am Verlauf der Raibler Schichten im Gafleintal abzulesen.

Diese als "Nassereither Grenzblatt" bezeichnete Störungszone durchsetzt auch das Gebiet des Loreakopfes. Sie ist hier hydrogeologisch wichtig, da sie gute Wasserwegigkeiten vom Berginneren zum Vorflutniveau der Fernpaßfurche schaffen wird.

## 5. DIE FELSSTÜRZE DER FERNPAßTALUNG

### 5.1 Bisheriger Kenntnisstand

Als Fernpaßtalung wird in diesem Bericht die Talfur zwischen Nassereith und Biberwier verstanden. Sie wird durch den Fernpaß morphologisch in einen nördlichen und einen südlichen Bereich gegliedert.

Das Fernpaßgebiet wurde seit PENCK et.al. (1901/1909) und AMPFERER (1904) als Felssturzgebiet beschrieben. ABELE (1991) hat den derzeitigen geologischen und geomorphologischen Wissensstand zusammengefaßt:

"Der Felssturz löste sich aus der deutlich erkennbaren Nische auf der Ostflanke der Loreagruppe, hinterließ unmittelbar an deren Fuß den mächtigen Wall, der den Fernpaß trägt, und entsandte von dort je eine Trümmerzunge gegen das Lermooser Becken im Norden und das Gurgltal im Süden.

Eine Sonderstellung unter den Bergstürzen hat der Fernpaßbergsturz in der Konfiguration seiner Abbruchnische, die bei tiefem Eingreifen in das Rückgehänge (3,5 km Entfernung zwischen ihren am weitesten berg- und talwärts gelegenen Punkten in der Horizontalen gemessen) nur eine relativ geringe Breite (unter 1,5 km) aufweist.

Die Tiefe der Nische am Fernpaß überrascht umso mehr, als die Schichten nicht durchweg talwärts einfallen und keine ablösungsfördende Abgleitfläche zu erkennen ist. In anderen Bergsturznischen mit großer Tiefe ist dies der Fall.

Das weite westwärtige Eingreifen in das Rückgehänge ist bei der Nische des Fernpaßbergsturzes wohl durch eine W-E-gerichtete Schwächezone im

Hauptdolomit zu erklären. Dementsprechend liegt das Gebiet stärksten jungen Schuttanfalls in der Nische dort, wo die Abbruchswände am weitesten nach Westen vorspringen. Auch das Kälbertal nördlich und das Klausbachtal südlich des Abbruchgebietes weisen offensichtlich eine im Gebirgsbau vorgezeichnete W-E Anordnung auf.

Das Hohlvolumen der Abbruchnische beträgt knapp 1 km<sup>3</sup>. Eine der Ursachen für den Niedergang eines solch großen Bergsturzes mag die - nach alter Anlage - starke, junge Überformung der Fernpaßtalung gewesen sein. In erheblichem Umfang war daran sicher die Glazialerosion beteiligt, denn das durch die Barriere der Nördlichen Kalkalpen hoch aufgestaute Inngletschereis fand in der Fernpaßquerfurche einen schmalen Durchlaß, durch den es sich mit entsprechend großer Fließgeschwindigkeit und Erosionskraft hindurchzwängte.

Die Bergsturzscholle wurde bei ihrem Niedergang aus dem Abbruchsgebiet deformiert, wobei sie sich den Formen anpaßte, die sie im Ablagerungsgebiet vorfand. Beim Aufprall aus dem nahen Gegenhang kam die Hauptmasse der Trümmer, etwa die Hälfte des gesamten Bergsturzvolumens, unmittelbar vor dem Ausgang der Abbruchnische zum Stillstand. Davon ausgehend schob sich je eine Trümmerzunge in die nördliche und südliche Fernpaßfurche.

Viele Bergstürze bilden aufgrund ihrer großen kinetischen Energie zwischen dem Abbruchsgebiet und der höchsten Trümmeranhäufung eine Tiefenzone aus. Die weitgehende Bewahrung des Verbands der Bergsturzscholle trotz ihrer starken Zerrüttung ist im Aufschluß beim Rasthaus Zugspitzblick auf der Nördflanke des Paßwalls gut zu erkennen. Die bis zu fast einen Kilometer langen scharfen Kan-

ten, die die Oberfläche des Paßwalls gliedern und begrenzen sind einerseits ein Hinweis auf die Zerscherung des niedergehenden Bergsturzpaketes, andererseits jedoch auch ein Indiz für die Erhaltung großer zusammenhängender Schollen. Bestünde der Paßwall nur aus Grobblockwerk, so hätten sich bei der Zerscherung keine langgestreckten, auffallend geradlinigen Kanten ergeben.

Vergleicht man die Konfiguration des Paßwalls mit der der Bergsturznische, so ist er in Abbruchrichtung gemessen deutlich kürzer als diese (Paßwall 2 km, Bergsturznische 3,5 km): Quer dazu in N-S-Richtung ist er naturgemäß oben schmäler als unten (oben 0,5 bis 1 km; unten 1 bis 1,5 km) während die Nische, ebenfalls quer zur Abbruchrichtung, oben breiter als unten ist (oben knapp 1,5 km, die geringere Breite unten ist wegen der nachträglichen Verschüttung nicht genau bestimmbar). Dies läßt erkennen, daß mit der Talfahrt eine erhebliche Deformation verbunden war.

Der primäre Fernpaßbergsturz prallte in einem Winkel von  $25^\circ$  auf den Gegenhang, so daß es zu einer asymmetrischen Abscherung der beiden Bergsturzäste kam. Auf der Nordseite des Paßwalls erfolgte die Abscherung in der vorgegebenen ENE-Talrichtung, etwa  $25^\circ$  von der primären Bergsturzrichtung abweichend. Weit stärker war die Abweichung der Abscherung auf der Südflanke des Paßwalls, wo sich die Bewegungsrichtung des Südastes um etwa  $135^\circ$  (!) von der primären Bewegung unterscheidet. Der initiale Bewegungsimpuls der sekundären Massenbewegungen kam daher nicht wie beim Nordast von der Bewegung des primären Sturzes, sondern nur von dem zu den Paßwallflanken hin gerichteten lateralen Bewegungsimpuls, der beim Verlust der Stützwirkung des südlichen Nischenflügels und beim

Aufprall am Gegenhang wirksam wurde. Daher verlor der primäre Bergsturzkörper durch Abscherung im Nordosten eine weit größere Trümmermasse als an seiner Südflanke (im Nordosten grob etwa 40 % des Gesamtvolumens, im Süden sicher unter 10 %).

Auf der Nordflanke des Paßwalls ergab sich dabei durch hintereinander gestaffelte Abschiebungen der treppenartige Abfall des sekundären Abbruchgebietes. Dagegen hinterließ der abgescherte Südast im sekundären Abbruchsgebietes an der Südflanke des Paßwalls eine gegen Norden ausgreifende leicht konkave Wölbung.

Der Südast des Fernpaßbergsturzes besitzt eine weit größere Mindestlänge (11,5 km Entfernung zwischen dem höchsten Punkt des Paßwalls und dem am weitesten davon entfernten Bergsturzhügel im Gurgltal, im Stromstrich gemessen) als der Nordast (6,5 km). Angesichts der weit stärkeren Abweichung des Südastes von der Bewegungsrichtung des primären Bergsturzes und des weit kleineren Volumens ist dies sehr überraschend. Selbst wenn man annimmt, daß der Fernpaßbergsturz im Lermooser Becken weiter vorstieß als bis zu den nördlichsten heute sichtbaren Trümmeraufragungen und selbst wenn man die 170 m tiefere Lage der südlichen Ausläufer der Trümmer im Gurgltal berücksichtigt, ist die große Länge des Südastes auffällig. Fast alle Bergstürze mit vergleichbarem Volumen bleiben in ihrer Fahrbahnlänge (Entfernung zwischen dem oberen Abriß des Abbruchsgebietes und dem äußersten Ende des Ablagerungsgebietes, im Stromstrich gemessen) weit hinter der des Südastes des Fernpaßbergsturzes zurück.

Bei Annahme einer Mobilisierung der Talfüllung in der Fernpaßfurche durch den sehr mächtigen primären Bergsturz ist gut vorstellbar, daß die dabei in Bewegung gesetzten Muren in stärkerem Maße zum tiefer gelegenen Gurgltal als zum höher gelegenen Lermooser Becken bewegt wurden. Beim Weitertransport des Bergsturzmaterials durch eine Mure wäre auch das geringe oder fehlende Aufbranden der südlichen Trümmerzunge auf den Außenseiten der Talbiegungen zu erklären".

Diese Beschreibung von ABELE zeigt, daß der Fernpaßfelssturz eine Sonderstellung unter vergleichbaren Felsstürzen der Alpen einnimmt. Die Sonderstellung ist jedoch möglicherweise nur vorgetäuscht, wenn einzelne geologische Phänomene noch nicht in ihrer vollen Bedeutung erkannt wurden.

Im Zuge der hydrogeologischen Bearbeitung wurde notwendigerweise eine komplette Revision der vorhandenen Unterlagen durchgeführt und zusätzlich konnten auch erstmalig tiefergehende Bodenaufschlüsse ausgewertet werden, die nun eine besser abgesicherte Beurteilung des Untergrundes ermöglichen.

Es zeigte sich, daß hydrogeologische Überlegungen entscheidende Denkanstöße geliefert haben:

- Wie ist der Austritt der Schanzlseequellen ca. 100 m oberhalb der Talflur erkläbar, wenn der Fernpaß tatsächlich komplett aus Bergsturzmaterial besteht?
  
- Wie ist die Bildung des Blindsees, Weißensees und Mittersees im durchlässigen Felssturzmaterial erkläbar, wenn das Bergsturzmaterial noch tiefer reicht?

Die Schanzlseequellen entspringen an der Mündung eines alten Tallaufes, der vom Fernpaßfelssturz überschüttet wurde (siehe Kap. C). Hier hat sich somit erstmalig der Verdacht ergeben, daß unter der Fernpaßhöhe eine alte Felsschwelle auftritt. Daraufhin wurden die Aufschlüsse der Fernpaßhöhe einer kritischen Revision unterzogen. Früheren Bearbeitern ist immer schon die Tatsache aufgefallen, daß die Fernpaßhöhe selbst eine wesentlich ruhigere Morphologie aufweist, als in anderen Felssturzgebieten zu erwarten ist und außerdem zu beiden Seiten überraschend steil abfällt.

Diese Tatsache wurde meist so erklärt, daß unterhalb der Fernpaßhöhe im Felssturzmaterial große Felsschollen auftreten, die beim Absturz intakt geblieben seien. Solche Felsaufschlüsse sind beim Rasthaus Zugspitzblick oberhalb der Bundesstraße zu sehen.

Diese Felsaufschlüsse bestehen aus Hauptdolomit der häufig nur dünngelbakt ist und damit für einen mechanischen Zerfall prädestiniert ist. Das Schichtflächengefüge zeigt Übergänge zur nördlichen und südlichen Talseite und gibt jedenfalls keine eindeutigen Hinweise auf gestörte Lagerung.

Außerdem zeigt der Hauptdolomit an einer Stelle einen stratigraphischen Übergang zu dunkelgrauen Mergeln und mergeligen Kalken, die eventuell bereits dem Plattenkalkniveau angehören.

Die Felsaufschlüsse mit einer durchgehenden Länge von 1000 m Aufnahme machen bei einer genauen Aufnahme keineswegs einen besonders aufgelockerten Eindruck. Eine Zerlegung ist nur in den obersten Metern ersichtlich, die von Felssturzmaterial überdeckt werden.

Die Deutung dieses 1000 m langen Hauptdolomitaufschlusses als eine Felsscholle, die beim Felssturz intakt geblieben sei, stößt daher auf schwerwiegende geologische und auch felsmechanische Bedenken:

- Diese Felsscholle hätte einen Transportweg von rund 1,5 - 2 km gehabt
- Trotz dieses Transportes (Absturzes) ist der dünnbankige Hauptdolomit nicht zerbrochen. Die felsmechanischen Eigenschaften des Hauptdolomits lassen dies als sehr unwahrscheinlich erscheinen, da das Gestein von einer Vielzahl von Trennflächen durchzogen ist, die bei mechanischer Belastung zerbrechen würden.
- Die Hauptmasse des Felssturzes blieb anscheinend nach ca. 2 km Transportweg am Fernpaß liegen. Daraus ausgehend hätten sich nach Norden und Süden sekundäre Bergstürze ausgebildet, die wegen des längeren Transportweges mehr Energie aufgewiesen hätten, als der Hauptsturz selbst. Besonders schwer verständlich ist dabei die Ausbildung des 11,5 km langen Südastes in das Gurgltal.

## 5.2 **Neuergebnisse zwischen Fernpaß und Biberwier**

Die geologisch-geotechnische Interpretation der Fernpaßhöhe wird wesentlich einfacher, wenn die Felsaufschlüsse südlich des Rasthauses Zugspitzblick nicht als abgestürzte Felsschollen gedeutet werden, sondern als anstehender Fels.

Diese geologische Deutung stimmt mit dem Geländebezug wesentlich besser überein. In der 1912 erschienenen geologischen Karte 1:75.000, Blatt Zirl und Nassereith, wurde

dieser Aufschluß ebenfalls bereits als anstehender Hauptdolomit dargestellt.

In der Fernpaßtalung nördlich der Fernpaßhöhe liegen vom Blindsee bis nach Biberwier große Massen von Felssturzmaterial. In diesem stark durchlässigen Material liegen der Blindsee (1092 m Seehöhe) der Weißensee (1082 m Seehöhe) und der Mittersee (1082 m Seehöhe). Auffallend ist die ± niveaugleiche Ausbildung dieser Seen. Alle Seen werden zum Großteil vom Grundwasser angespeist, das im Falle des Weißensee und Mittersee vom Südwesten Richtung Norden nach Biberwier strömt. Die Strömungsrichtung beim Blindsee ist nicht klar ersichtlich.

Die Seen bilden sich am Austritt eines Grundwassерstromes, der wasserstauende Schichten im Liegenden voraussetzt.

AMPFERER (1904) hat bereits vermutet, daß unterhalb des Felssturzmaterials Grundmoräne vorhanden ist. Im Zuge der Projektierungsarbeiten für die neue Umfahrungsstraße Lermoos - Biberwier wurden im Bereich Weißensee - Mittersee - Biberwier 5 Kernbohrungen abgeteuft und als Pegelmeßstellen ausgebaut. Das wichtigste Ergebnis war die Tatsache, daß Felssturzmaterial nur an der Geländeoberfläche abgelagert ist und daher geringe Mächtigkeit hat, darunter dann tonig-schluffige Grundmoräne auftritt, die im Falle der Bohrung 1 in der Nähe des Nordportales des Lermooser Tunnels in 18 m Tiefe praktisch direkt auf Fels aufliegt.

In der Bohrung 2, die ca. 250 m nordwestlich der gefäßten Loisachquelle in einer sumpfigen Wiese abgeteuft wurde, fehlt das Felssturzmaterial vollkommen, es tritt bis zur Endtiefe der Bohrung in 20 m durchgehend eine wasserstauende tonig-schluffige Grundmoräne auf. Auch in den Bohrungen 3 - 5 besteht der Untergrund aus Grundmoräne, in der allerdings Kieslinsen eingelagert sind.

Aus diesen Bohrergebnissen ist daher zu schließen, daß zumindest nördlich des Fernpaßes der Felssturz auf Grundmoräne auflagert. Dieser Bodenaufbau wurde in allen bisher abgeteuften Bohrungen angetroffen.

Hydrogeologisch ergibt sich somit, daß der wasserstauende Horizont die Oberfläche der Grundmoräne ist. Überall dort, wo die Überdeckung mit durchlässigem Felssturzmaterial fehlt, tritt der Grundwasserstrom frei zu Tage und bildet Seen oder zumindest sumpfige Talabschnitte.

Dieser Umstand ist nun auch bei der Analyse der geologischen Entwicklung zu berücksichtigen. In den bisher vorliegenden Untersuchungen wurden die Felssturzmassen nördlich des Fernpaßes zum Hauptfelssturzereignis gestellt, das mit dem Ausbruch der Felsmassen aus der Ostflanke des Loreakopfes zusammenhängt.

Die Felssturzmassen hätten sich demzufolge in der Hauptsache am Fernpaß abgelagert, der Rest hätte sich nach Norden bzw. Süden bewegt. Dabei hätten aber die Felssturzmassen springende Bewegungen machen müssen, um die heute frei zu Tage tretenden Grundmoränenflächen auszusparen. Diese Mechanik erscheint wenig überzeugend.

### 5.3 Felsstürze im Fernpaßgebiet

Zur Deutung der Lagerungsverhältnisse ist es notwendig, das gesamte Fernpaßgebiet geologisch auf Felssturzereignisse zu überprüfen. In den bisherigen Untersuchungen wurden die Felsstürze im wesentlichen auf 2 Vorgänge zurückgeführt:

- Hauptereignis:  
Absturz aus der Ostflanke des Loreakopfes und Verschüttung der Fernpaßhöhe sowie davon ausgehend 2 Schuttströme nach Biberwier bzw. Nassereith
- Nachsturz aus dem Gebiet nördlich des Fernpaßes (Felssturz bzw. -sackung "Hintersoom").

Neben diesen bekannten Felsausbruchsnischen sind eine Reihe weiterer alter Felsausbrüche zu berücksichtigen:

- Kälbertal und Klausbachtal:  
Beide Täler haben eine sehr ähnliche morphologische Gestalt wie die Ausbruchsnische des Afrigall. Ebenso ist der geologische Aufbau ähnlich. In beiden Tälern gibt es im Talgrund steile nischenartige Felsböschungen z.B. bei der Loreaalm und der Galtbergalm. Eindeutige Felssturztendenzen sind im Klausbachtal nördlich der Loreaalm auch heute noch zu beobachten. Die übersteilten Felsflanken unterhalb von 1900 m Seehöhe zeigen tiefgreifende Entspannungen in das Klausbachtal und sind potentielle Abbruchgebiete. Im Kälbertal sind solche eindeutigen Anzeichen nicht (mehr?) vorhanden.
- Grubigstein-Ostflanke:  
Es ist zu vermuten, daß von der Ostflanke des Grubigsteines ebenfalls alte Felstürze gegen die Fernpaßfurche abgebrochen sind. In der geologischen Karte sind die vermutlichen Abbruchränder eingetragen. Bezeichnenderweise wird dieses Gelände in der Karte als "Hohler Stein" bezeichnet.

- Blindseeböden:

Von den Loisachquellen ausgehend zieht sich nach Westen durch die nördliche Talflanke unterhalb der Grubighütte eine kleine Mulde, die als Nackentälchen eines beginnenden Felssturzes gedeutet werden könnte. Es handelt sich hier um einen "steckengebliebenen" Felssturz. Heute sind in den Felsflanken nördlich des Blindsees große talwärts gerichtete Gleitflächen mit begleitenden Scherflächen zu sehen. Das potentielle Abbruchgebiet umfaßt das Gebiet Blindseeböden - Vilalp.

Auffallend ist das Vorwölben des Felsfußes im Bereich des Blindsees zwischen dem Felssturz Hintersoom und den Loisach-Quellen.

- Neuwirtswände:

Die besten Untertagaufschlüsse in einem potentiellen Felssturzgebiet hat der Lermooser Tunnel gebracht.

Er liegt im steilstehenden Südschenkel einer großen Mulde, die einen einfachen Baustil zeigt. Tektonische Komplikationen entstehen durch Kluft- und Störungsflächen. Sie verlaufen im Plattenkalk vorherrschend NNE-SSW und entsprechen der sogenannten Loisachrichtung. Die Intensität des Kluftgefüges nimmt gegen die Fernpaßfurche deutlich zu und hängt mit der Annäherung an ein großes Lineament zusammen, das über den Fernpaß zum Ehrwalder Becken und nach Garmisch-Partenkirchen verläuft. Das Kluftgefüge ist tektonisch angelegt, erst nachträglich wurde es durch schwerkraftbedingte Hangtektonik überprägt. Die Trennflächen stehen steil und weisen vorwiegend horizontale Harnischstriemungen auf. Aus dem Kluftgefüge wurde der primäre Spannungszustand rekonstruiert. Die größte Druckspannungskomponente verlief dabei NNE-

SSW, die kleinste WNW-ESE, beide waren annähernd horizontal. Dieser Spannungszustand bewirkte Blattverschiebungen.

Die starke primäre Zerkleüftung der Talflanken, die im Tunnelbereich zu beobachten ist, begünstigt Hangbewegungen.

Die eiszeitliche Talsausformung hat die Stabilität der Hänge gestört, die sich dadurch talwärts verformen. Klüfte öffnen sich zu Spalten, die durch eindringendes Wasser verwittern und Gleitbahnen bilden können. In der vorbereiteten Phase eines Bergsturzes können in der basalen Gleitzone auch plastische Verformungen auftreten. Die allmähliche Bergzerreißung führt zu einem leichten Vorwölben der Felsflanke unter gleichzeitiger Rotation der Schichtflächen. Die Hänge nähern sich immer mehr einem Grenzgleichgewicht, bis es z.B. durch Erdbeben zum Niederbrechen der Felsmassen kommt.

Im Bereich des Lermooser Tunnels kamen die Felsdeformationen aber nicht über das Anfangsstadium hinaus. Das aufgelockerte Gebirge wurde durch Calcitmineralisationen infolge zirkulierenden Bergwassers verfestigt und stabilisiert.

Die Erscheinungen einer Bergzerreißung waren auf den ersten 300 m ab dem Südportal zu bemerken. Nach der Durchörterung einer basalen Grenzzone bei dieser Station wurde der Tunnel im kompakten Gebirge vorgetrieben.

- Schachtkopf:

Dieses Felssackungsgebiet liegt südlich von Biberwier am Fuße des Schartenkopfes. Eine große Scholle von vorwiegend Wettersteinkalk hat sich entlang einer großen Rutschfläche (= "Wasser-

kluft") um rund 700 m talwärts bewegt. Das Gefüge wurde im Inneren der Scholle zwar zerrüttet, im Großen blieb jedoch die Felsmasse noch im geschlossenen Verband.

Im Vergleich mit dem Felssturz des Fernpaßes aus der Ostseite des Loreakopfes hat der Schachtkopf nur einen kurzen Transportweg mitgemacht. Sekundäre Bergsturzströme wurden nicht ausgelöst.

- Felsstürze und Muren zwischen Fernstein und dem Tegestal:

Die Ostseite der Loreakopfgruppe zeigt auch südlich des Klausbaches eine sehr unruhige Morphologie. Der Hauptdolomit ist stark aufgelockert und von zahlreichen Runsen, die mit mächtigem Verwitterungsmaterial gefüllt sind, durchzogen.

Dieses Gebiet zeigt zwar keine klar abgrenzbaren Felssturzbereiche, es muß jedoch als bedeutender Schuttlieferant berücksichtigt werden.

- Felsstürze von der Fernpaßhöhe:

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die Fernpaßhöhe entgegen früheren Meinungen, ein Felsriegel ist. Es wäre daher durchaus denkbar, daß von diesem Felsriegel selbst nach Norden und Süden Felsstürze kleineren Umfanges ausgebrochen sind. Damit wären die relativ steilen Böschungen zu beiden Seiten der Fernpaßhöhe erklärbar. Morphologisch entspräche dann die Fernpaßhöhe ungefähr dem Felsriegel des Pleiswaldes zwischen dem Klausbach und dem Afrigall.

Zusammenfassung:

Diese Aufstellung, die keineswegs lückenlos ist, zeigt, daß im Fernpaßgebiet mit wesentlich mehr Hangdeformationen zu rechnen ist, als bisher beschrieben wurde. Es

finden sich alle Formen von Felsstürzen, Sackungen, Bergzerreißen, Schuttlawinen bis steckengebliebenen Hangverformungen.

Das Erkennen und genaue Abgrenzen dieser Bereiche ist schwierig, weil die Verwitterung im Hauptdolomit sehr rasch abläuft und damit dem morphologischen Formenschatz verwischt. Als Beispiel dient die Südflanke des Tschirgantmassivs zwischen Magerbach und Roppen, wo Felssturzereignisse und nachfolgende Erosion auf den Sturzflächen ineinander übergehen.

Wichtig ist auch die Tatsache, daß im Fernpaßgebiet, seit dem Rückzug der Talgletscher, kein nennenswerter Abtransport von Lockermaterial im Talboden stattgefunden hat, weil zwischen Biberwier und Fernstein keine murenfähigen Talbäche ausgebildet sind.

Die Schuttanhäufung der Fernpaßtalung muß daher anders beurteilt werden, als jene in Tälern, die Wildbäche mit deutlicher Transportleistung aufweisen.

Aufgrund der vorliegenden Geländebefunde muß davon ausgegangen werden, daß die von den Talflanken niedergehenden Gesteinsmassen (Felsstürze und Muren) auf Talgletscher niedergegangen sind. Diese Talgletscher können durchaus lokalen Charakter gehabt haben und können noch lange nach dem Rückzug des großen Inntalgletschers aktiv gewesen sein.

Mit Gletschereis als Transportmittel läßt sich ein weites Verfrachten von Lockermaterial bei gleichzeitig geringer Störung des inneren Aufbaues leicht erklären.

Da in der vorliegenden Studie hydrogeologische Aspekte im Vordergrund stehen, wurden geologische Detailfragen nicht mehr weiter untersucht. Mit den bisher gewonnenen Erkenntnissen erscheint es aber nicht mehr notwendig,

alle Felssturzmassen des Fernpaßgebietes auf ein großes Felssturzereignis zurückzuführen. Es ist wahrscheinlich, daß mehrere Felsstürze aufgetreten sind, außerdem ist ein kräftiger Murschutteinstoß aus den Bereichen Kälberthal und Klausbach ebenfalls zu berücksichtigen. Die Abgrenzung dieser einzelnen Ereignisse ist schwierig, da in allen potentiellen Liefergebieten das gleiche Ge-stein, nämlich Hauptdolomit, ansteht.

#### 5.4 Geoseismische Untersuchung vom Fernpaß

Um die geologischen Geländebe funde zu überprüfen, wurde im Gebiet des Fernpaßes auch eine geoseismische Unter- suchung durchgeführt.

Sie hatte folgende Zwecke:

- Test, ob auch unter sehr grobblockigem Felssturz- material die Felsoberfläche seismisch zu erfassen ist.
- Feststellung der Mächtigkeit des Felssturzmate- rials
- Tiefenaufschlüsse am Fernpaß zur Festlegung der alten Felsoberfläche
- Abklärung von hydrogeologischen Fragen im Nah- bereich des Blindsees.

Die geoseismischen Untersuchungen wurden von der Fa. Geosalzburg durchgeführt, deren Ergebnisse diesem Bericht beiliegen.

Im folgenden werden diese Ergebnisse kurz zusammen- gefaßt.

Das Testprofil liegt zwischen dem Fernpaß und den nörd- lich davon anstehenden Felswänden beim Roßköpftal.

In diesem Testprofil konnte die Felsoberfläche unter dem Felssturzmaterial der Sackung "Hintersoom" seismisch sehr deutlich erkannt werden. Der Fels liegt hier nur 20-60 m unter Geländeoberkante, sodaß in diesem Bereich

die Mächtigkeit des Felssturzmaterials bisher weit überschätzt wurde. Es kann für den Profilabschnitt mit Sicherheit ausgeschlossen werden, daß der alte Talboden auf Höhe des Blindsees lag.

Mit Hilfe dieses Testprofils ergeben sich weitere Schlußfolgerungen:

- Der geologische Verdacht, daß die Felsaufschlüsse der Fernpaßhöhe zwischen dem Rasthaus Zugspitzblick und der Straßenkurve östlich des Blindsees tatsächlich anstehender Fels sind und nicht nur große Felsschollen, hat sich weiter erhärtet.
- Es ist denkbar, daß die Felsoberfläche am Fernpaß eine Einmuldung im Bereich der Bundesstraße aufweist, die durch eine alte Talung oder eine Störungszone gebildet wird. Diese Zone könnte für die Entwässerung des Blindsees eine wichtige Rolle spielen.
- Das Testprofil hat gezeigt, daß seismische Untersuchungsmethoden im Fernpaßgebiet zielführend eingesetzt werden können. Es ist daher empfehlenswert, in einem weiteren Untersuchungsschritt die seismischen Untersuchungen auszudehnen, insbesondere wenn es um die Rekonstruktion der alten Felsoberfläche unterhalb des Fernpaßes im Zusammenhang mit Versickerungen von Abwässern geht.

## KAPITEL C: HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

### 1. ALLGEMEINES

Bei der Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse ist es zweckmäßig, den Untersuchungsraum nach Festgesteinen und Lockergesteinen zu untergliedern, da diese 2 großen Gesteinsgruppen unterschiedliche Wasserwegigkeiten und Druckverhältnisse aufweisen. Insbesondere nimmt das Lockergestein durch die ausgedehnten Felssturzareale breiten Raum ein, sodaß hier eine detaillierte Untersuchung notwendig war.

## 2. WASSERDURCHLÄSSIGKEIT DER FESTGESTEINE

Der Untersuchungsraum wird von Festgesteinen sehr unterschiedlicher Durchlässigkeit aufgebaut. Im folgenden werden die Gesteine nach abnehmender Durchlässigkeit beschrieben. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die wichtigsten hydrogeologischen Gegebenheiten der Festgesteine, wobei sich die Klassifizierung nur auf die Verhältnisse des Fernpaßgebietes bezieht.

GESTEIN	DURCH-LÄSSIG-KEIT	EINZUGS-GBIETE	HYDROGEO-LOGISCHE ERFAHRUNG	MÖGLICHKEIT EINER BERG-WASSERGE-WINNUNG
Wettersteinkalk	sehr groß	groß	St. Wendelin-stollen	sehr günstig
Muschelkalk	groß	sehr klein	Bergbau Biberwier	ungünstig
Plattenkalk	groß	mittel	Lermooser Tunnel	günstig
Hauptdolomit	mittel	sehr groß	Roppener Tunnel	günstig
Raibler Schichten	sehr unter-schiedl.	sehr klein	Bergbau Gaflein-tal	sehr ungünstig
Kössener Schichten	gering	sehr klein	Lermooser Tunnel	sehr ungünstig
Allgäu-Schichten	gering	klein	Lermooser Tunnel	ungünstig

Tab. 2: Hydrogeologische Kennzeichnung der Festgesteine im Fernpaßgebiet

Wettersteinkalk:

Der grobbankige bis massive Wettersteinkalk ist ein sehr reines Kalkgestein, das fast durchwegs Verkarstungsscheinungen zeigt. Die Verkarstung geht von Kluftflächen, weniger von Schichtflächen aus und bewirkt eine sehr gute Gebirgsdurchlässigkeit. Der Wettersteinkalk ist daher für Bergwassergewinnungen das interessanteste Gestein, da er große, zusammenhängende Bergwasserkörper bildet; die relativ leicht durch Stollen entwässert werden können. Die Verkarstung kann sich u.U. etwas nachteilig auf die Wasserqualität auswirken, wenn nur geringe Verweilzeiten des Bergwassers auftreten.

Muschelkalk:

Der meist deutlich gebankte Muschelkalk ist zwar ebenfalls vorwiegend ein Kalkgestein, jedoch wesentlich weniger verkarstet. Damit ist die Durchlässigkeit geringer als beim Wettersteinkalk.

Der Muschelkalk bildet im Fernpaßgebiet nur kleine Einzugsgebiete und ist daher für sich allein als Trinkwasserhoffnungsgebiet unbedeutend. Er begleitet jedoch immer den Wettersteinkalk, sodaß er bei hydrogeologischen Betrachtungen dem Einzugsgebiet des Wettersteinkalks zugerechnet werden kann.

Plattenkalk:

Der deutlich gebankte Plattenkalk ist vorwiegend als Kalkgestein ausgebildet. Feine Mergellagen in den Schichtflächen können die Durchlässigkeit etwas verringern. Im Lermooser Tunnel weist der Plattenkalk eine Wasserführung von 40 - 60 l/s auf. Größere Einzugsgebiete sind jedoch nur westlich von Biberwier vorhanden.

Hauptdolomit:

Der Hauptfelsbildner des Fernpaßgebietes weist sehr unterschiedliche Durchlässigkeiten auf. Bei grobbankiger, massiger Ausbildung und starker Zerklüftung

ist er deutlich durchlässig. Wenn das Gestein dünnbankig wird und gleichzeitig feine Mergellagen in den Schichtflächen aufweist, wird die Durchlässigkeit geringer. Es können auch wasserstauende Lagen auftreten, besonders ist das im Niveau des Bituminösen Hauptdolomits der Fall. Es können daher im Hauptdolomit Quellen auftreten, die einerseits einen großen Bergwasserkörper entwässern, andererseits nur ein kleines lokales Einzugsgebiet aufweisen.

Die unterirdische Erschließungsmöglichkeit von Bergwasser ist daher sehr differenziert zu beurteilen. Dies zeigen auch verschiedene Tunnelbauten, in denen örtlich sehr unterschiedliche Mengen an Bergwasser zutreten. So weist etwa der Roppener Tunnel der Inntalautobahn sehr wenig Bergwasser auf, während in den Thaurer Stollen bei Innsbruck oder auch im Vomper Loch-Stollen erhebliche Wassermengen angefahren wurden.

Raibler Schichten:

Sie bestehen aus sehr unterschiedlich durchlässigen Gesteinen und bieten somit inhomogene hydrogeologische Verhältnisse. Die wasserdurchlässigen Karbonatlagen variieren sowohl vertikal als auch horizontal, sodaß sie nur geringe Einzugsgebiete ergeben.

Wegen der häufigen Einlagerung von wasserstauenden Ton-schiefern und stark verlehmter Rauhwacken und Breccien sind die Raibler Schichten als Gesamtheit ein wichtiger wasserstauender Horizont, der die großen wasserdurchlässigen Zonen des Wettersteinkalkes und des Hauptdolomits trennt. So spielen die Raibler Schichten als eigenständiges Quelleinzugsgebiet keine Rolle, durch ihre wasserstauende Funktion sind sie jedoch ein bedeutender Quellhorizont und haben z.B. als Südbegrenzung des Wettersteinkalkes in der Inntaldecke im Gebiet des Alpleskopfes und des Wannigs Bedeutung.

Kössener Schichten:

In dieser Schichtfolge sind tonig-mergelige Gesteine häufig verbreitet und bewirken somit eine geringe Wasserdurchlässigkeit. Auch die Kössener Schichten sind im Gebirgsbau ein wasserstauender Horizont.

Allgäu-Schichten:

Diese Schichtfolge ist aufgrund der zahlreichen mergeligen Gesteinstypen nur gering wasserdurchlässig. Im Berginneren bildet sich auch bei großer Mächtigkeit der Schichten kein zusammenhängender Bergwasserspiegel aus. An der Geländeoberfläche finden sich viele Naßstellen und kleine Quellen, die aber alle nur kleine Einzugsgebiete und damit geringe Schüttungsmengen aufweisen.

### 3. WASSERDURCHLÄSSIGKEIT DER LOCKERGESTEINE

Die hydrogeologischen Zusammenhänge im Fernpaßgebiet werden nur verständlich, wenn die Lockergesteinsvorkommen dieses Raumes umfassend berücksichtigt werden.

Folgende Lockergesteinstypen sind unterscheidbar:

- Bergsturzmaterial
- Hangschutt
- Alluvionen
- Moränen
- Seeablagerungen

#### 3.1 Bergsturzmaterial

Es nimmt im Fernpaßgebiet einen außerordentlich großen Raum ein, da in die Fernpaßfurche seit der Eiszeit zahlreiche Felsstürze niedergegangen sind. Felsstürze haben sich vor allem aus dem Hauptdolomit gelöst, es sind jedoch auch Wettersteinkalk und Plattenkalk davon betroffen.

Felssturzmaterial findet sich praktisch durchgehend im Talboden vom Fernsteinsee gegen Norden über den Fernpaß bis nach Biberwier. Vom Fernsteinsee gegen Süden bis nach Nassereith ist Felssturzmaterial zwar ebenfalls noch vorhanden, jedoch durch den Mureneinstoß der Seitentäler überprägt und umgelagert.

Das Bergsturzmaterial setzt sich aus Gesteinsbruchstücken des Hauptdolomits zusammen, die aufgrund der mechanischen Zertrümmerung während des Felssturzvorganges alle Kornfraktionen vom Sand aufwärts bis zu Felsschollen umfassen. Nach dem Niedergang der Felssmassen blieben diese an Ort und Stelle liegen, eine Umlage-

rung durch Wildbäche oder eine Verdichtung durch neuere Gletschervorstöße ist nicht erfolgt.

Es ist daher verständlich, daß dieses Bergsturzmaterial eine hohe Porosität und damit eine sehr gute Wasser-durchlässigkeit aufweist. Dieses Material ist ein sehr guter Grundwasserleiter.

Aufgrund dieser Gegebenheiten überrascht es nicht, daß zwischen dem Fernsteinsee und dem Mittersee trotz des großen Einzugsgebietes kein ganzjährig fließender Talbach ausgebildet ist! Der gesamte Niederschlag einschließlich der seitlich einmündenden Bäche versickert vollständig im Untergrund.

Die fehlende Erosion erklärt auch, warum die morphologisch sensible Bergsturzlandschaft auch heute noch mit einem ausgeprägten Relief vorhanden ist. Würden in diesem Gebiet Erosionsvorgänge ablaufen, wie sie in den anderen Alpentälern die Regel sind, wäre die große Masse des Felssturzmaterials längst abtransportiert bzw. die Reste morphologisch eingeebnet.

Erst nördlich des Mittersees tritt die Loisach als ständiger Bachlauf auf, der zum überwiegenden Teil direkt von Quellen gespeist wird. Die Wasserführung der Loisach ist daher sehr ausgeglichen und wird praktisch von kurzfristigen Niederschlagsereignissen nicht beeinflußt.

Die Loisach verliert auf ihrem Weg nach Biberwier örtlich Wasser. Sicher nachgewiesen ist dies durch Färbeversuche im Gebiet des Narrenbichls südlich von Biberwier, wo in großen Schlucklöchern das Verschwinden von Loisachwasser zu sehen ist. Dieses Wasser tritt nach 200 - 300 m Sickerweg durch Felssturzmaterial weiter nördlich am Ursprung des Feuerbaches (= Dorfbach) wieder aus.

Südlich des Fernpaßes fehlen zunächst ebenfalls ganzjährig existierende Bäche. Aus dem Kälbertal mündet zwar ein großer Bachlauf, dieser versickert jedoch im Normalfall in der großen Schotter- und Kiese Ebene des Afrigall bis unterhalb des Schanzlsees, wo in mächtigen Quellen die sogenannte "Ris" entspringt. Dieser Bach, der auch durch ein Kleinkraftwerk genutzt wird, versickert nach einer Fließstrecke von rund 1000 m im Gebiet des Alten Fern wieder fast ganzjährig vollständig im Felssturzmaterial.

Nördlich und östlich des Fernsteinsees treten neuerlich starke Quellen aus, die den See speisen. Unterhalb des Fernsteinsees bildet sich dann erstmalig ein richtiger Talbach aus, der als Gurglbach, oder Brieglbach bezeichnet wird. Dieser Bach erhält von der Westseite Zuflüsse in Form des Klausbaches, Tegestalbaches und Gafleinbaches. Alle 3 genannten Bäche haben Wildbachcharakter und liefern Murschutt in die Fernpaßfurche.

Der Gafleinbach führt bei Niedrigwasser hauptsächlich Quellwasser aus dem St. Wendelinstollen, wodurch sich ein relativ gut geregelter Jahresabfluß ergibt.

Der Klausbach und der Tegestalbach können hingegen nach längeren Trockenperioden stark zurückgehen. Der Tegestalbach kann trotz seines großen Einzugsgebietes im Herbst bereits vor seiner Einmündung in den Gurglbach im Lockermaterial versickern. Wenn der Gurglbach wenig Zuflüsse erhält, verliert er ebenfalls bis zur Brunnenwaldsiedlung Wasser, sodaß er bis zur Einmündung Gafleinbach austrocknen kann.

Erst durch die Einmündung des Gafleinbaches erhält der Gurglbach einen gesicherten ganzjährigen Abfluß.

Bei starken Niederschlägen nimmt der Gurglbach vor allem unterhalb der Einmündung des Tegestalbaches Wildbachcharakter an und hat vor seiner Verbauung den Talboden von Nassereith regelmäßig überschwemmt und vermurkt. Aufgrund dieser Gegebenheiten wird es verständlich, daß unterhalb des Tegestalbaches das kupierte Felssturzgelände nur mehr in Resten vorhanden ist, hingegen die Talalluvionen zunehmen. Aufgrund von Färbeversuchen im Gebiet Biberwier und Nassereith, die noch näher beschrieben werden, ist ein  $K_f$ -Wert von  $10^{-2}$  m/s bis  $10^{-3}$  m/s für das Bergsturzmaterial realistisch.

### 3.2 Hangschutt

Eng mit dem Felssturzmaterial verbunden sind die Vorkommen von Hangschutt. In vielen Bereichen lassen sich diese 2 Lockergesteintypen nicht scharf trennen aufgrund ihrer ähnlichen geologischen Entstehung. Nach dem Abgang der großen Felsstürze waren die Sturzbahnen der Felsflanken stark zerrüttet. Hier konnte die Erosion leicht ansetzen, sodaß sich im Gefolge der Felsstürze auch noch große Hangschuttkegel ausbildeten, die mit dem Felssturzmaterial verzahnen. Außerdem erfolgen zumindest in steileren Hangabschnitten Materialumlagerungen.

Eigenständige Hangschuttvorkommen, die nur wenig Felssturzanteile aufweisen, finden sich aber ebenfalls. Es sind dies unter anderem die Vorkommen im Branntweintal und östlich des Bremstattkopfes nördlich des Marienbergjoches, die großen Schuttvorkommen des Schmittenwaldes am Westfuß der Sonnenspitze und die Schuttkegel des Brunstwaldes und des Knappenwaldes am Südfuß des Wannig.

Die Hangschuttvorkommen bestehen hauptsächlich aus den Abtragungsprodukten von Hauptdolomit und Wettersteinkalk. Aufgrund fehlender tonig-mergeliger Anteile sind

diese Hangschuttablagerungen ebenfalls stark wasser-durchlässig und weisen z.B. obertags keine Bachläufe auf.

Aus hydrogeologischer Sicht können daher Bergsturz-material und Hangschutt zusammengefaßt werden.

### 3.3 Alluvionen

Der Talboden zwischen Tegestal und Nassereith besteht neben den oben beschriebenen Lockermaterialtypen auch aus Alluvionen. Dieses Material erhält seine Ausbildung und Eigenschaften sehr wesentlich durch Umlagerungsvorgänge infolge eines Wassertransportes, der zu einer Ab-rundung der Komponenten und zu einer Verkleinerung der Korngröße führt. Die Abtrennung zu Felssturzmaterial oder Hangschutt ist in den meisten Fällen nicht scharf.

Die laterale und vertikale Ausbildung dieses Materials kann erheblich schwanken. Durch die Kornsortierung während des Transportes und durch vermehrte Schuttanlieferung von tonig-mergeligen Gesteinen (Allgäu-Schichten, Kössener Schichten und Raibler Schichten) unerhalb des Tegestales treten innerhalb der sandig-kiesig-steinigen Kornfraktion auch schluffige Lagen auf.

Durchlässigkeitsbestimmungen mittels Kurzpumpversuchen in Bohrungen im Bereich der St. Wendelin-Siedlung bei Nassereith und mittels Färbeversuchen bei den Mühl-sprungquellen ergaben  $K_f$ -Werte von  $10^{-2} - 10^{-3}$  m/s, d.h. auch in diesen Lockergesteinen ist eine gute Wasser-wegigkeit gegeben.

### 3.4 Moränen

Moränen treten in Form von stark bindigen tonig-sandigen Schluffen auf, die wechselnde Kiesgehalte aufweisen. Die Kiesgerölle sind häufig gekritzelt und dokumentieren damit den Antransport durch Gletschereis.

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Lockergesteinstypen sind die Moränen ein deutlich wasserstauender Gesteinstyp.

Moränen treten örtlich in den Talflanken (z.B. am Ostfuß des Brunnwaldkopfes) oder auch in der Talflur selbst auf. Im letzteren Fall haben aufgrund der durchgeföhrten Untersuchungen die Moränenablagerungen eine große hydrogeologische Bedeutung, da sie die durchlässigen Felssturzablagerungen, den Hangschutt bzw. die Talalluvionen nach unten abdichten.

Größere Vorkommen von Moränen finden sich, durch Bohrungen nachgewiesen, im Gebiet des Mittersees und nördlich der Loisachquellen, wo in Drainagegräben ebenfalls dieses Material ansteht.

In diesen Bereichen sind die Moränenablagerungen offensichtlich ein großräumiger Wasserstauer.

### 3.5 Seeablagerungen

Weitere tonig-schluffige und damit ebenfalls wasserstauende Schichten treten in Form von Seeablagerungen bzw. Stillwasserablagerungen im Talboden auf. Solche Schichten wurden durch Bohrungen im Gebiet der Mühlprungquellen und am Südportal des geplanten Sießenkopftunnels nachgewiesen. Sie wurden gebildet, als das Gurgltal von einem See erfüllt war.

Ähnliche Sedimente sind auch im Talbecken von Ehrwald - Leremoos zu erwarten. Genauere Untersuchungen wurden hier aber nicht mehr vorgenommen, da dieser Bereich bereits außerhalb des Untersuchungsraumes liegt.

#### 4. HYDROGEOLOGISCHE EINZUGSGEBIETE

Aufgrund der geschilderten geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse lassen sich relativ gut umgrenzte Einzugsgebiete definieren, welche in Plan FP-HG-5 dargestellt sind.

##### 4.1 Sießenkopfgebiet H1

Dieses Einzugsgebiet liegt westlich von Nassereith und wird im Norden von den Raibler Schichten des Gafleintales, im Süden vom Gurgltal begrenzt. Im gesamten Einzugsgebiet steht Hauptdolomit an, der nur von geringmächtigen Lockermaterial bedeckt ist. Oberflächliche Abflüsse in Form von kleinen Bächen existieren vereinzelt nach Süden zum Gurgltal und nach Norden zum Gafleintal. Der überwiegende Teil des Niederschlages dringt aber in das Berginnere ein und bildet einen Bergwasserkörper.

Es wurde zunächst vermutet, daß die Hauptentwässerung dieses Bergwasserkörpers gegen Osten zu den Mühl sprungquellen erfolgt. Durch gezielte und umfangreiche hydrogeologische Untersuchungen anlässlich der Planungsarbeiten für die Umfahrung von Nassereith hat sich aufgrund der geomechanischen und hydraulischen Verhältnisse jedoch gezeigt, daß die Mühl sprungquellen zum größten Teil von Talgrundwasser gespeist werden, das durch Verengungen des Talprofiles zum Austritt gezwungen wird.

Die unterirdische Entwässerung des Sießenkopfes wird daher gegen Süden zum Gurgltal erfolgen, was durchaus naheliegend erscheint, da dieser Tallauf um rund 30 m tiefer liegt, als das Gebiet der Mühl sprungquellen. Im Gurgltal treten zwischen dem See-Eck und Tarrenz wiederholt aus dem Sießenkopfgebiet Grundwasserbäche aus, teilweise auch kleine Quellen.

Neben diesen oberflächlich erkennbaren Austritten, wird sehr wahrscheinlich Bergwasser auch direkt in die Talalluvionen eintreten.

Eine direkte Nutzung der Bergwasservorkommen im Bereich des Sießenkopfes in Form von Trinkwasserquellen erfolgt bis heute nicht.

#### 4.2 Alpleskopf- und Brunnwaldgebiet H2

Dieses Einzugsgebiet umfaßt das Gebirge zwischen dem Gafleintal und dem Tegestal westlich der Fernpaßfurche.

Dominierendes Gestein im gesamten Einzugsgebiet ist der sehr gut durchlässige, teilweise verkarstete Wettersteinkalk, dem gegen das Tegestal noch der Hauptdolomit, vereinzelt auch noch Muschelkalk vorgelagert ist. Alle 3 Gesteinsserien können als hydrogeologische Einheit aufgefaßt werden. Ihre Abdichtung gegen Norden erfolgt entlang der Grenze von Inntaldecke zu Lechtaldecke durch Allgäu-Schichten, gegen Süden durch Raibler Schichten.

Das morphologisch tiefste Vorflutniveau dieses Einzugsgebietes ist sehr deutlich am Ostrand in Form der Fernpaßfurche vorgegeben.

Bis 1930 erfolgte die Entwässerung durch die auf Seehöhe 900 m liegende Brunnwaldquelle am Ostfuß des Brunnwaldkopfes, sowie durch direkte Übertritte von Bergwasser in die Talalluvionen ebenfalls im Bereich der Brunnwaldquelle (Nachweis durch Bohrungen und Schlitze im Zuge der Planungsarbeiten für den Sießenkopftunnel).

1930 kam es beim Vortrieb des St. Wendelin-Stollens zu einer Verlagerung der Bergwasseraustritte. Nachdem der Stollen im Berginneren wasserführende Störungszonen angeschnitten hatte, versiegte die Brunnwaldquelle, das

Bergwasser stellte sich auf das neue Vorflutniveau des St. Wendelin-Stollens ein.

Die gesamte Wasserführung des St. Wendelin-Stollens beträgt am Portal 170 - 210 l/s. Davon wird ein Teil zu Trinkwasserzwecken von der Gemeinde Nassereith abgeleitet. Es liegen keine genauen Angaben über diese abgeleitete Wassermenge vor, es ist aber nach dem Augenschein zu vermuten, daß die größere Menge ungenutzt dem Gafleinbach wieder zufließt.

Der St. Wendelin-Stollen stellt daher eine beträchtliche Trinkwasserreserve für die Zukunft dar, außerdem könnte er vermutlich durch höheren Aufstau als natürlicher Speicher verwendet werden, sodaß oberirdische Trinkwasserbehälter entfallen könnten.

Bei Trockenperioden wird der Gafleinbach hauptsächlich vom Überschußwasser des St. Wendelin-Stollens gespeist.

#### 4.3 Loreagruppe H3

Diese Berggruppe ist das größte hydrogeologische Teil-einzugsgebiet westlich der Fernpaßfurche und reicht vom Teigestal bis zum Kälbertal.

Das gesamte Gebiet besteht aus Hauptdolomit, die wenigen Vorkommen von Plattenkalk und Kössener Schichten haben nur lokale Bedeutung.

Die oberflächliche Entwässerung durch Bäche ist gering. Auch hier ist die Fernpaßfurche am Ostrand des Einzugsgebietes das morphologisch tiefste Vorflutniveau. Es liegt zwischen 900 m - 1200 m Seehöhe. Gegen Westen tritt als Vorflutniveau die Rotlechschlucht auf, die im betreffenden Bereich höher als 1300 m Seehöhe liegt. Aufgrund dieser unterschiedlichen Höhenlage muß die

Entwässerung eindeutig gegen Osten zum Fernpaß gerichtet sein.

Am Ostrand treten auch tatsächlich zum Teil bedeutende Quellen aus. Es sind dies:

#### 4.3.1 Kälbertalquellen

Sie entspringen im Talboden des Kälbertales in ca. 1360 m Seehöhe unterhalb des sogenannten Birchbodens im Hauptdolomit. Die gesamte Quellschüttung dieser Quellen, die den Kälbertalbach speisen, beträgt in Trockenperioden ca. 50 - 70 l/s. Allerdings sind bei dieser Menge auch Quellen eingerechnet, die von der nördlichen Seite aus dem Gebiet der Gartnerwand, somit aus einem anderen hydrogeologischen Einzugsgebiet, zutreten. Der Quellaustritt in ca. 1360 m Höhe dürfte einem alten Verkarstungsniveau entsprechen, da rund 600 m weiter östlich die stark schüttenden Wurmtalquellen entspringen, die eine sehr ähnliche hydrogeologische Situation aufweisen. Im Kälbertal treffen sich somit Bergwasserströme zweier Einzugsgebiete.

Die Quellen im Kälbertal sind für Trinkwasserzwecke nicht genutzt. Der Kälbertalbach versickert im Gebiet des Afrigall und tritt dann wieder bei den Schanzlseequellen aus.

#### 4.3.2 Schanzlseequellen

Diese Quellgruppe entspringt unterhalb des Schanzlsees im Gebiet der sogenannten "Ris" zwischen 1110 m und 1065 m Seehöhe. Die Quellgruppe umfaßt zahlreiche Wasseraustritte sowohl von der südlichen als auch nördlichen Grabenseite. Die Gesamtschüttung beträgt 80 -

über 500 l/s. Ein erheblicher Anteil stammt davon vom Kälbertalbach, der im Gebiet des Afrigalls versickert.

Es ist zu vermuten, daß hier 2 Teileinzugsgebiete entwässern. Die hydrogeologische Situation der Schanzlseequellen ist sehr merkwürdig und zunächst schwer erkläbar. Die Quellen entspringen an der Grenze von Fels zu gut durchlässigem Bergsturzmaterial. Das Bergsturzmaterial reicht entlang der Felslinie aber noch um mindestens 100 m tiefer bis zum Talboden der Fernpaßfurche. Es ist daher hydrogeologisch nicht verständlich, warum die Quellen im Bergsturzmaterial 100 m über dem Talboden austreten, wo doch das durchlässige Lockermaterial noch wesentlich tiefer hinabreicht.

Diese Diskrepanz zwischen Naturbefund und Interpretation erschien so schwerwiegend, daß gezielte hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt wurden, um die Situation zu klären.

Es hat sich dabei gezeigt, daß die Schanzlseequellen der Schlüsselpunkt zum Verstehen der quartärgeologischen und hydrogeologischen Zusammenhänge im Fernpaßgebiet sind.

Aufgrund der bisherigen geologischen Erkenntnisse wurde die gesamte Fernpaßhöhe als eine große Felssturzmasse gedeutet, die hauptsächlich aus dem Gebiet des Afrigall niedergebrochen ist.

Der Tiefgang dieser Felssturzmasse wurde bisher noch nicht durch Bohrungen oder durch geoseismische Untersuchungen nachgewiesen, aufgrund der Morphologie wurde jedoch immer vermutet, daß die Unterkante des Felssturzes auf der Höhe der Talflur südlich bzw. nördlich des Fernpaßes liegt, das würde einer Seehöhe von ca. 950 m (Fernsteinsee) bis 1092 m (Blindsee) entsprechen.

Quellaustritte innerhalb eines stark durchlässigen Materials über dessen Basis setzen wasserstauende Zwischenhorizonte voraus.

Solche Lagen könnten in einem Bergsturzbereich Zerreißungslagen sein oder Gletschermoränen, wenn der Felssturz in mehreren zeitlich getrennten Phasen abgelaufen ist.

Sandig-schluffige Zerreißungslagen sind z.B. seit 1992 durch Bohrungen für die neue ÖBB-Trasse aus dem Tschirgantfelssturz bekannt geworden, allerdings treten sie hier nur an der Basis des Felssturzes auf, wo naturgemäß zwischen Untergrund und bewegter Masse die größten Deformationen abgelaufen sind.

Moränen als wasserstauende Zwischenlagen würden bewirken, daß entlang dieses Horizonts nicht nur punktuell wie beim Schanzlsee sondern flächig Wasser austreten müßte.

Im Gebiet der Schanzlseequellen finden sich auch bei einer genauen geologischen Kartierung keine Hinweise auf Einlagerungen von wasserstauenden Schichten (Schluffe, Moränen etc.) im Lockermaterial.

Aufgrund dieser Gegebenheiten konnten die Schanzlseequellen unter Beibehaltung der bisherigen geologischen Vorstellungen nicht hydrogeologisch gedeutet werden. Deshalb wurde die geologische Kartierung intensiviert um Anhaltspunkte für neue Interpretationen zu finden.

Es hat sich dabei gezeigt, daß bei den Schanzlseequellen nicht nur südlich der Quellen Fels ansteht, sondern auch kleine Felsaufschlüsse nördlich im Liegenden der Quellen. Der Fels (Hauptdolomit) ist zwar stark zerrüttet, entspricht aber in seinem Schichtungsgefüge dem anstehenden Fels entlang des Römerweges südlich der Quellen.

Diese Felsvorkommen nördlich der Quellen wurden bisher nicht berücksichtigt, bzw. aufgrund ihrer Auflockerung als Felssturzmaterial gedeutet. Es muß jedoch ein unwahrscheinlicher Zufall sein, wenn innerhalb einer Felssturzmasse eine lokal isolierte Felssmasse genau so liegt, wie es dem Gefüge des anstehenden Gebirges entspricht und außerdem im Liegenden der Quellen auftritt.

Die einfachste und überzeugendste Erklärung für diese Phänomene ergibt sich, wenn der Austritt der Schanzlseequellen am Kontakt von Fels zu Lockermaterial erfolgt, die Felslinie sich jedoch entgegen den bisherigen Annahmen aber nach Norden weiter unter das Felssturzmaterial fortsetzt. Die Schanzlseequellen liegen dann folgerichtig an der Mündung eines alten Tallaufes, der durch Felssturzmaterial überdeckt wurde.

Sehr ähnliche Verhältnisse können heute an der Mündung des Kälbertales in die Ebene des Afrigalls beobachtet werden. Auch hier verläuft der Bach in einer Felsmulde, deren ostseitige Fortsetzung in der Felsausbruchsnische Hinteroom endet. Die Felsoberfläche ist durch den Felssturz sehr stark zerrüttet und aufgelockert worden.

Die Fortsetzung des alten Tallaufes, der bei den Schanzlseequellen mündet, wird vermutlich Richtung Nordosten unterhalb des Fernpaßes zu suchen sein und u.U. zur Südwestecke des Blindsees verlaufen.

Um diese Frage abzuklären, wurden geoseismische Untersuchungen vorgenommen, deren Ergebnisse unter Kapitel B, Pkt. 5.4 beschrieben sind. Die seismischen Untersuchungen ergaben, daß tatsächlich mit einer wesentlich höher liegenden Felsoberfläche zu rechnen ist.

Im Südteil der Loreagruppe fehlen ergiebige Quellen. In höheren Gebirgslagen treten nur kleine Quellen mit geringer Schüttung auf, z.B. im Gebiet der Loreaalm oberhalb des Klausbaches.

In den tiefen Lagen zwischen den Schanzlseequellen und dem Tegestal fehlen hingegen, bis auf kleine unergiebige Quellen oberhalb des Campingplatzes Fernstein, Bergwasseraustritte.

Es ist daher zu erwarten, daß zwischen dem Fernsteinsee und dem Tegestal erhebliche Bergwasserströme direkt in die Talalluvionen einspeisen.

#### 4.4 Grubigstein-Gartnerwand H4

Dieses hydrogeologische Einzugsgebiet erstreckt sich zwischen dem Kälbertal und dem Fernpaß im Süden bzw. dem mächtigen Zug von Plattenkalk und Kössener Schichten im Norden. Vorherrschendes Gestein ist Hauptdolomit. Die Kössener Schichten stellen eine eindeutig definierte und durchgehend vorhandene hydrogeologische Barriere dar, während Plattenkalk und Hauptdolomit eher eine Einheit bilden.

Das tiefste Vorflutniveau stellt die Fernpaßfurche dar, wobei aufgrund der topographischen Verhältnisse vor allem im Bereich Biberwier eine Häufung von Quellen zu erwarten wäre.

Die Entwässerung dieses Einzugsgebietes erfolgt durch teilweise sehr große Quellen.

#### 4.4.1 Wurmtalquellen

Die größte Quellgruppe liegt im sogenannten Wurmtal am Südfuß der Gartnerwand. Die als Wurmtalquellen bezeichneten Karstwasseraustritte liegen an einer sehr ausgeprägten NE-streichenden Störung, die vom Wurmtal zum Grubigstein verläuft. Die Quellen werden von Bergwasser aus dem Hauptdolomit, eventuell auch aus dem Plattenkalk der Gartner Wand und des Grubigsteins gespeist.

Die Quellen entspringen in ca. 1400 m Seehöhe und weisen eine stark schwankende Schüttung von ca. 50 - 300 l/s auf. Auf die hydrogeologischen Zusammenhänge mit den Kälbertalquellen wurde unter Punkt 4.3.1 bereits hingewiesen. Die Wurmtalquellen werden teilweise zur Trinkwasserversorgung der Häuser und des Hotels am Fernpaß herangezogen.

#### 4.4.2 Roßköpftalquellen

Kleine Quellen entspringen im Oberlauf des Roßköpftales. Die Schüttungsmenge ist gering (ca. 1 - 5 l/s) und starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Für die Entwässerung des großräumigen Bergwasserkörpers spielen diese Quellen fast keine Rolle, sie sind aber hydrogeologisch dennoch bedeutend, da sie den einzigen oberirdischen Zufluß des Blindsees bilden. Während der Schneeschmelze treten im Unterlauf des Roßköpftales noch weitere kleine Quellen von der Nordseite auf.

#### 4.4.3 Loisachquellen

Sie entspringen in ca. 1065 m Höhe nördlich des Mittersees. Es handelt sich um eine räumlich weit verstreute Quellgruppe mit einer Gesamtschüttung von ca. 70 - 340 l/s. Die oberste Quelle mit einer fast ganzjährig kon-

stanten Schüttung von 24 - 26 l/s wird zur Trinkwasserversorgung von Biberwier herangezogen.

Die Loisachquellen entspringen in einem Bergsturzmaterial, das von wasserstauender Grundmoräne unterlagert wird.

Das Einzugsgebiet liegt daher sicher zum Teil in den Lockermassen der Fernpaßtalung, andererseits wird vor allem bei den konstant schüttenden Quellen auch Bergwasser aus dem Gebiet Hohler Stein - Grubigstein zutreten.

#### 4.4.4 Brunnenquelle

Am Fuße der Weißwand entspringen bei der gefaßten aber nicht mehr genutzten Brunnenquelle weitere kleine Quellen mit einer Gesamtschüttung von ca. 5 - 10 l/s. Sie dürften zum Großteil durch Bergwasser aus dem Gebiet Grubig angespeist werden.

#### 4.4.5 Quellen Feuerbach

Zwischen der Siedlung Narrenbichl und dem Zentrum von Biberwier treten entlang des Feuerbaches (= Dorfbach) mehrere Quellen auf, die zusammen etwa 20 - 30 l/s schütten. Ein erheblicher Anteil davon ist Wasser der Loisach, die 250 m südlich der Quellen große Schlucklöcher aufweist. Daneben tritt aber auch hier Bergwasser auf, das aus dem Gebiet Neuwirtswände - Grubig stammt.

#### 4.4.6 Tunnelquelle

Beim Vortrieb des Lermooser Tunnels wurden im Plattenkalk Quellen mit einer Schüttung von 40 - 60 l/s angetroffen. Sie entwässern den Plattenkalk zwischen der Tunneltrasse und dem Grubigstein.

Neben diesen beschriebenen Quellen ist zu erwarten, daß zusätzlich Bergwasser direkt vom Hauptdolomit in das Bergsturzmaterial einspeist.

#### 4.5 Hochwannig H5

Dieses Einzugsgebiet ist hydrogeologisch eindeutig umgrenzt. Im Norden bilden die Allgäu-Schichten der Lechtaldecke einen durchgehenden wasserstauenden Horizont, im Süden Raibler Schichten.

Das gesamte Einzugsgebiet besteht bis auf einen schmalen Muschelkalkzug am Nordrand zur Gänze aus verkarsteten Wettersteinkalk. Im Wannigmassiv gibt es keine Bäche. Das Vorflutniveau ist durch die Fernpaßtalung bei Nassereith vorgegeben.

Es müssen sich daher im Wannigmassiv große Bergwasserkörper ansammeln, die gegen Westen nach Nassereith abströmen. Aufgrund der hohen Gebirgsdurchlässigkeit wird der Bergwasserspiegel im Berginneren sehr tief liegen.

Bergwasseraustritte aus dem Wannig erfolgen im Nassereither See und in einer Quelle, die im kanalisierten Seeabfluß auftritt. Der Großteil des Bergwassers speist vermutlich direkt in die Talalluvionen ein.

Das Bergwasser des Hochwannig wird für Trinkwasserzwecke noch nicht genutzt und stellt somit eine bedeutende Trinkwasserreserve dar.

**4.6 Muthenaualm H6**

Das Einzugsgebiet der Muthenaualm wird durch den E - W verlaufenden Zug von Kössener Schichten und Allgäu-Schichten gebildet. Diese wasserstauenden Schichten bilden eine kleine Mulde, die durch den Kaswasserbach entwässert wird.

Für eine unterirdische Bergwasseranreicherung kommt daher dieser Bereich nicht in Frage.

**4.7 Süd-Ostflanke des Fernpaßes H7**

Dieses Einzugsgebiet umfaßt die Hauptdolomitvorkommen in der südöstlichen Talflanke des Fernpaßes. Die Südgrenze wird von Kössener Schichten gebildet. Ein oberirdische Entwässerung durch Bäche ist nur in sehr geringen Ausmaß gegeben.

Der Hauptdolomit hat zum Teil stauende Zwischenlagen in Form des Bituminösen Hauptdolomits, sodaß an der Oberfläche kleine lokale Quellen auftreten (Lokalität: "Beim Wasser"). Das Vorflutniveau ist im Südwesten der Fernsteinsee, im Nordosten der Weißensee.

Am Fernsteinsee sind auch tatsächlich am Ostufer des Sees Quellen vorhanden, die zum Teil auch gefaßt sind (Quelle Hotel).

Im Norden am Weißensee treten ebenfalls relativ starke Quellen auf sowohl von der Bergseite als auch aus dem Lockermaterial der Fernpaßfurche.

Aufgrund der begrenzten Ausdehnung und der steilen Topographie, die einen oberirdischen Abfluß bei Starkregen

begünstigt, wird dieses Einzugsgebiet die Grundwasserströme der Fernpaßtalung in geringerem Umfang anspeisen als die gegenüberliegende Talseite.

**4.8 Bremsstättkopf H8**

Dieses Einzugsgebiet stellt die geologische Fortsetzung des unter Punkt 4.7 beschriebenen Einzugsgebietes dar. Als Besonderheit tritt hier auf, daß der Hauptdolomit des Bremsstättkopfes sowohl auf der Südwestseite als auch auf der Nordostseite von Talungen begrenzt wird, die mit mächtigem Lockermaterial gefüllt sind.

Die Entwässerung dieses Gebietes erfolgt durch kleine Quellen bzw. durch einen kleinen Bachlauf der in den Weißensee mündet. Dieser kleine Bach sammelt die Abflüsse des Ringtales und des Branntweintales und führt nach stärkeren Niederschlägen feinen karbonatischen Schlamm mit, der den Weißensee milchig-trüb färbt.

Die Entwässerung erfolgt auch durch die "Finkweg-Quellen", die rund 500 m nordöstlich des Weißensees unterhalb der alten Bundesstraße austreten.

**4.9 Schachtkopf H9**

Dieses Einzugsgebiet umfaßt die große abgerutschte Felsenscholle aus Wettersteinkalk des Schachtkopfes. Die Entwässerung erfolgt unterirdisch durch den Max-Braun-Stollen, der die Bergwässer des alten Bergaugebietes Silberleiten-Schachtkopf sammelt. Die Schüttung beträgt 27 - 80 l/s. Diese Menge ist größer als aus dem unmittelbaren Einzugsgebiet des Schachtkopfes zu erwarten ist, sodaß der Max-Braun-Stollen auch noch Bergwasser aus dem Gebiet Schartenkopf-Wampeter Schrofen ableiten wird.

#### 4.10 Schmittenwald H10

Nördlich des Schachtkopfes erstrecken sich große waldbedeckte Schutthänge, der sogenannte Schmittenwald. Hier tritt stark durchlässiges Lockermaterial auf, das die Niederschläge sofort in den Untergrund leitet. Als stauender Horizont tritt im Berginneren die Grenze von Lechtaldecke zu Inntaldecke auf, die der primäre Quellhorizont ist. Durch die starke Schuttbedeckung kommen diese Quellwässer jedoch nicht bis zur Geländeoberfläche durch, sondern rinnen unterirdisch an der Grenze Lockermaterial zu Fels (= Allgäu-Schichten der Lechtaldecke) ab. Sie treten dann im Bereich des Hangfußes als Folgequellen auf (vermutlich treffen diese Verhältnisse für die Schmittenquelle zu), oder sie speisen direkt in die Talalluvionen von Biberwier und des Beckens von Lermoos - Ehrwald ein.

Starke Grundwasseraustritte von ca. 50 l/s sind jedenfalls beim Krafthaus in Biberwier vorhanden, wobei es sich hier um Mischwasser verschiedener Einzugsgebiete handeln dürfte.

## KAPITEL D: SEEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

### 1. ALLGEMEINES

Das Untersuchungsgebiet enthält relativ viele Seen, welche durch ihren naturbelassenen und durchwegs ausgezeichneten Wasserzustand und ihre Lage in Wald/ Bergsturzgebieten oberhalb der Dauerbesiedlungsräume für Landschaftsbild und Erholungswert große Bedeutung haben. Durch die großteils erfolgenden Einspeisungen in das Grund- oder Hangwasser kommt den Seen auch im Hinblick auf die Qualität desselben und der unterhalb liegenden Trinkwasserquellen große Bedeutung zu.

Im Nordteil des Untersuchungsgebietes liegen Blindsee, Mittersee, Weißensee und Finstersee; im Südteil liegen Schanzlsee, Samerangersee, Fernsteinsee und Nassee- reithersee.

Bei den angeführten Messungen wurden hauptsächlich Temperaturen und elektrische Leitfähigkeiten gemessen. Die elektrische Leitfähigkeit ist ein physikalischer Summenwert, der umso höher liegt, je höher der Gehalt an gelösten leitfähigen Stoffen (Ionen), wie z.B. Calcium, Magnesium, Chlorid, Sulfat ist. Die Quell- und Grundwässer des Gebietes haben Leitfähigkeiten von ca. 250-400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , einzelne kleine, auch höhere Oberflächenwässer haben vor allem bei Schneeschmelze und nach Starkregen auch sehr niedrige Werte (z.B. 38 - Roßköpfatalbach). Durch Multiplikation des Leitfähigkeitswertes mit dem Faktor 0,65 ergibt sich ein näherungsweiser Anhaltswert für die Summe der gelösten Inhaltsstoffe in [ $\text{mg}/\text{l}$ ]. Die Höhe und die jahreszeitlichen Schwankungen der Leitfähigkeit geben Hinweise auf die unterirdische Aufenthaltsdauer der Wässer und eventuelle Oberflächenwasser- einflüsse.

## 2. BLINDSEE

## 2.1 Grunddaten

Der Blindsee liegt 100 m unterhalb des Fernpasses, der Wasserspiegel schwankt im Jahresrhythmus um ca. 4 m und wird in Karten mit Seehöhe 1094 m angegeben. Er hat eine Länge von 1,1 km und eine Breite von 550 m im Nordteil bzw. ca. 200 m im Mittel- und Südteil und ist der größte See des Gebietes. Das Seebodenrelief setzt sich aus 4 Becken, einem ca. 25 m tiefen Nordbecken, einem ca. 20 m tiefen mittleren Becken und 2 kleineren Südbecken (16 m und 22 m tief) zusammen und ist im folgenden Bild D1 dargestellt.

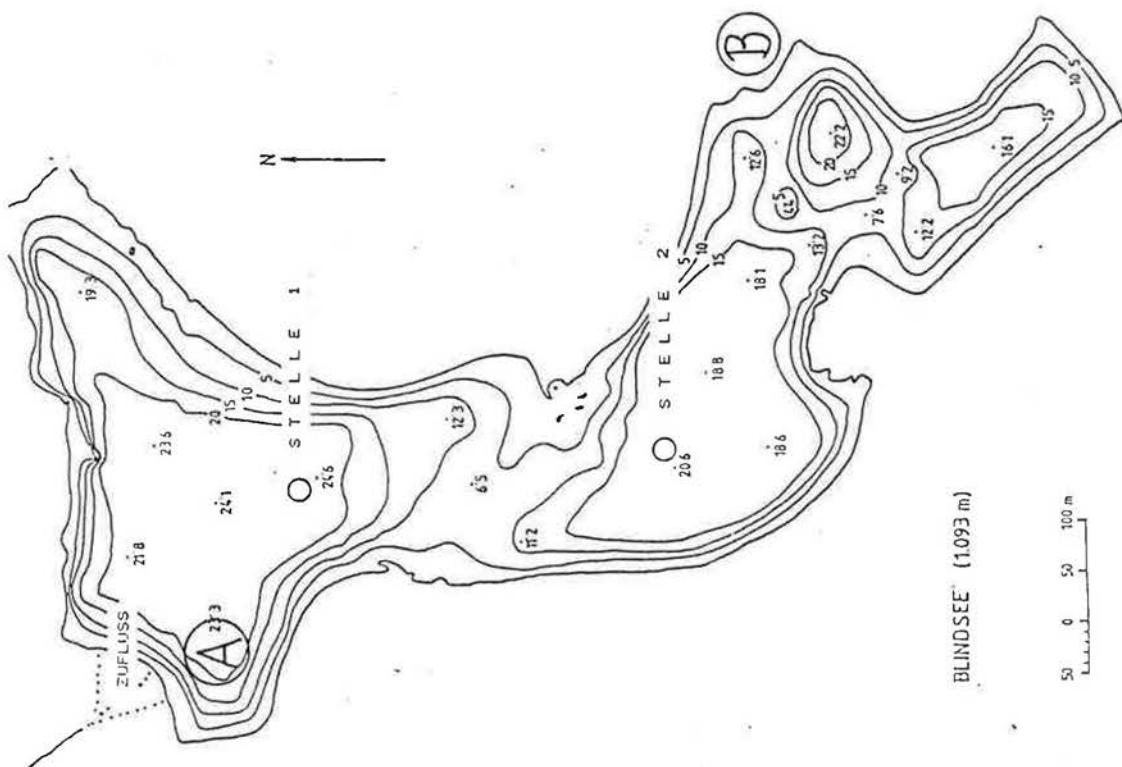


Bild D1: Seebodenrelief Blindsee

Der See hat nur einen im Verhältnis zur Seegröße äußerst gering schüttenden oberirdischen Zufluß an der Nordwestecke und keinen sichtbaren Abfluß. Es speist zusätzlich Berg- und Grundwasser ein und wird auch Grundwasser vom See angespeist.

## 2.2 Limnologische Untersuchungen

Anlässlich einer im Februar 1984 in den See abgegangenen Lawine, welche organische Substanz (Humus, Bäume, Tierkadaver) eingetragen hat, wurden limnologische Untersuchungen durchgeführt, die Untersuchungsberichte von Dr. P. Schaber (Institut für Zoologie der Universität Innsbruck) werden im folgenden kurz zusammengefaßt:

### a) Verhältnisse am 3.10.84

#### - Mittleres Becken:

Temperatur: ca. 11,6° bis 10 m Tiefe, dann abnehmend auf 6,5° in 18 m

Sauerstoff: 84 - 89 % Sätt. bis 10 m Tiefe, dann abnehmend auf 3 % in 18 m)

#### - Nordbecken:

Temperatur: ca. 11,4° bis 7,5 m, dann abnehmend auf 5,5° in 18 m

Sauerstoff: ca. 80 % bis 7,5 m, dann rasch abnehmend und unter 12,5 m Tiefe kein Sauerstoff

Leitfähigkeit: 295  $\mu$ S/cm (5 m), zunehmend auf 362  $\mu$ S/cm (22 m)

Alkalinität: 2,95 mval/l (5 m) - 3,13 (10 m) - 3,87 (22 m)

Chlorid: 0,5 - 3 mg/l (gering)

Sulfat: 19,8 mg/l (10 m) bis 10,6 (20 m)

Pflanzennährstoffe: sehr gering, auffallend ist, daß Nitrat mit der Tiefe stark abnimmt und Ammonium stark zunimmt

Plankton und Kleintiere: sehr gering

Schwefelbakterien: am Boden des Nordbeckens

b) Verhältnisse im März 1985

Temperatur: deutliche Winterschichtung  
Nordbecken: mit der Tiefe von 2,9  
auf 3,8° zunehmend  
Mittleres Becken: mit der Tiefe von  
1,7 auf 4,1° zunehmend  
Sauerstoff: Nordbecken: 10,8 mg/l (0,5 m) - 6,7  
(17,5 m) - 2,8 (20) - 4,1  
(21,6)  
Mittleres Becken: 9,2 - 9,8 (bis  
12,5 m) - 4,6 (15 m) - 2,0  
(16,8 m)

Die Sauerstoffverhältnisse haben sich gegenüber  
Oktober 1984 deutlich verbessert.

c) Verhältnisse im Oktober 1985

Temperatur: Nordbecken: ca. 15° bis 7,5 m, dann  
abnehmend auf 6,5° in 22 m  
Mittleres Becken: ca. 15° bis 10 m,  
dann abnehmend auf 8,6° in 18 m  
Sauerstoff: Nordbecken: 96 % (bis 5 m) - 88 %  
(7,5 m) - 31 % (12,5 m) - 1 %  
(17,5 m), darunter sauerstoff-  
los  
Mittleres Becken: 97 % (bis 10 m) -  
27 % (17,5 m)

Die Sauerstoffverhältnisse sind jahreszeitlich  
bedingt schlechter als im März, allerdings deut-  
lich besser als im Oktober des Vorjahres.

Das festgestellte anaerobe Milieu im tiefsten Teil  
des Blindsees könnte besonders im Hinblick auf die  
später angeführten Schwefelquellen am Nordufer  
Weißensee von Bedeutung sein.

### 2.3 Beobachtungen des Seebesitzers

Als Eigentümer des Blind- und Mittersees hat Herr Künstner (Lermoos) langjährige Beobachtungen einschließlich Gesprächen mit Tauchern durchgeführt, welche auch hydrogeologisch wertvolle Hinweise liefern.

Am Blindsee wird Schwemmholt vor allem an der Nordwest- (Stelle A lt. Bild 1) und Südostbucht (Stelle B lt. Bild 1), weshalb eine Entwässerung in diese beiden Richtungen möglich wäre. Der Seeboden ist von einer 10 - 20 cm dicken Sedimentschicht bedeckt und bildet eine gleichmäßig glatte Fläche (keine Felsbrocken usw.). Beim Ansteigen des Seewasserspiegels tritt bei einer bestimmten Höhe eine plötzliche Absenkung um 10 cm ein, anschließend geht der Anstieg kontinuierlich weiter. Eine mögliche Ursache dafür wäre die Reaktivierung einer heberartigen Abflußklüft. Bei hohem Wasserstand im Blindsee soll man im Tal westlich des Mittersees Wasser rauschen hören. Daraus darf aber nicht unbedingt der Schluß gezogen werden, daß beide Örtlichkeiten hydrologisch verbunden sind. Ein hoher Wasserstand des Blindsees kann nur zeitgleich mit einem hohen Grundwasserstand im Fernpaßgebiet zusammenfallen.

Ein extremer Tiefstand trat im Frühjahr 1962 auf, wo die Uferlinie 2 m vor dem Bootshaus zu liegen kam. Bei extremen Hochständen ist das Bootshaus trockenen Fußes nicht mehr betretbar, der Wasserspiegel reichte bis zur OK des danebenliegenden großen Steines. Anfang Dezember friert der See von Osten her zu, das Auftauen erfolgt von der Felswand im Norden her. Ein 15 m vom Westufer entfernter und 15 - 20 m tiefer Brunnen für Trinkwasserentnahme für Gasthof Zugspitzblick ist bereits einmal trockengefallen.

Während der Umschichtungsprozesse gelangen sauerstofffreie Tiefenwässer an die Oberfläche, es tritt hier auch ähnlich wie beim Weißensee manchmal Schaumbildung auf. Der See hat ca. 5 Jahre gebraucht, um sich von der Lawinenkatastrophe 1984 zu erholen.

#### 2.4 Messungen am Seeufer

Am 16.7.91 und am 26.11.91 wurden an jeweils ca. 80 Stellen und am 30.4.92 an ca. 25 Stellen entlang des Ufers Temperatur und Leitfähigkeit gemessen. In den folgenden Bildern ist die Verteilung der Meßwerte angegeben.

Die Temperaturwerte lagen im Juli zwischen 20,0 und 22,9°, die sonnenbeschienenen Buchten am Nordwest- und Nordostrand erreichen die höchsten Temperaturen. Im November liegen die Temperaturen zwischen 2,0 und 5,6°, die Nord- und Ostseite hat höhere Temperaturen. Auffallend sind 3 eng begrenzte Kaltstellen am Westufer und die Kaltstelle an der Südwestecke. 50 m neben der Kaltstelle C (bei Halbinsel) liegt am Ufer eine um 1,5° wärmere Warmstelle. Die Kaltstellen sind auf zirkulationsloses Wasser in den einspringenden Ecken zurückzuführen, an der erwähnten Warmstelle tritt Grundwasser mit 11,1° Temperatur in den See ein (Stelle C im Bild D2). An der Stelle D (s. Bild D2) am Rande der Nordostbucht wurde bei der Novembermessung eine kleine Bodensenke mit eingeregeltem Treibholz und Luftblasenbildung festgestellt, in der die Wassertemperatur um ca. 1° niedriger war als im angrenzenden Bereich. Es dürften hier Versickerungen stattfinden. Weitere Stellen mit Schwemmholtzansammlungen, an denen auch Versickerungen auftreten könnten, sind im Bild D2 mit Pfeilen markiert.

Die elektrische Leitfähigkeit lag im Juli bei 301 bis 305  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Zufluß: 288) und im November bei 320 bis

326  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ein Wert am Schwemmkegel Zufluß mit 329). Die ziemlich gleichmäßigen Werte liefern keine Hinweise auf Grundwasserzutritte.

Bei der April-Messung lagen die Temperaturen zwischen 3,0 und 6,1°, wobei die gemessene höchste Temperatur und Leitfähigkeit an der Stelle E (s. Bild D3) und auch insgesamt die kaum besonnte Südseite höhere Temperaturen aufwies.

Zum Unterschied von den Sommer- und Herbstmessungen ergab die April-Messung der elektrischen Leitfähigkeiten sehr weit gestreute Werte von 25 bis 290  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Die kleinsten Werte mit 25-50 traten bei der Einmündung Roßköpftalbach (Nordwestecke) auf und ist auf Eintrag von Schmelzwasser (Wert für Bach: 38) zurückzuführen. Der mit Abstand höchste Wert von 290 trat an der Stelle E im Westufer auf, wo auch die Temperaturen ein deutliches Maximum ergaben. Dieser Wert entspricht ungefähr den im Sommer und Herbst im gesamten Uferbereich auftretenden Werten. Es dürfte an dieser Stelle Berg-/ Grundwasser in den See eintreten. Der Verlauf der Werte entlang des Seeufers ist im Bild D3 dargestellt. Entlang des Ostufers zeigten sich von Nord nach Süd abnehmende Werte (220-113).

Gute Hinweise auf Grundwasserzutritte in einem See können auch Beobachtungen während der Auftauphase der Eisdecke im Frühjahr liefern:

Am Blindsee konnten am 9.3.1992 erstmalig Grundwasserzutritte lokalisiert werden. Zu diesem Zeitpunkt war der See noch komplett zugefroren, bis auf einen ca. 1 m breiten Randbereich am Westufer des Sees. Dieser Auftauberreich hängt hier aber nur mit der Reflexion der Sonnenstrahlen an den Felswänden zusammen, die hier direkt an den See angrenzen.

Bild D2 :  
TEMPERATURMESSUNGEN  
Seeufer Blindsee

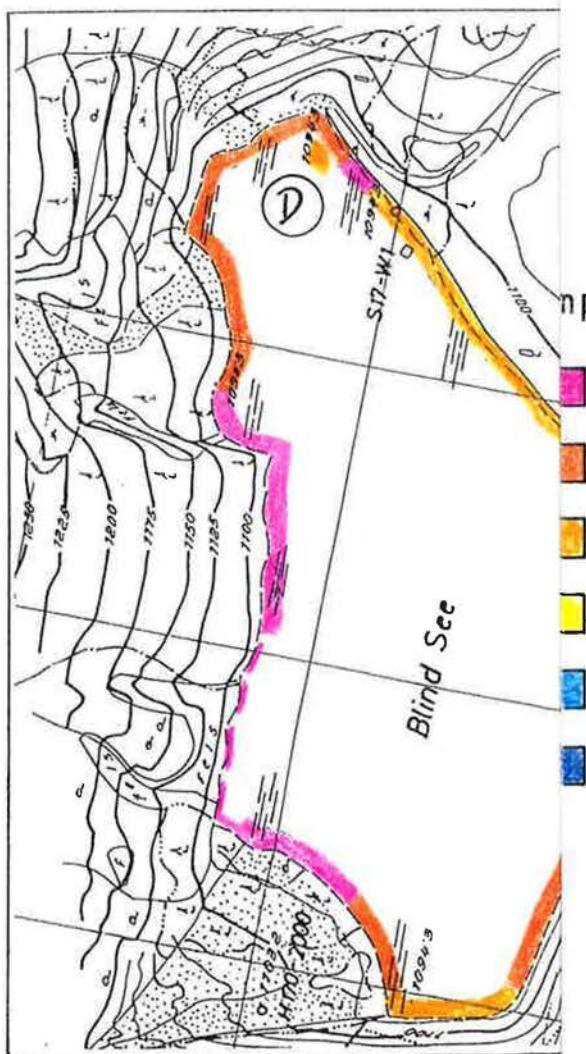
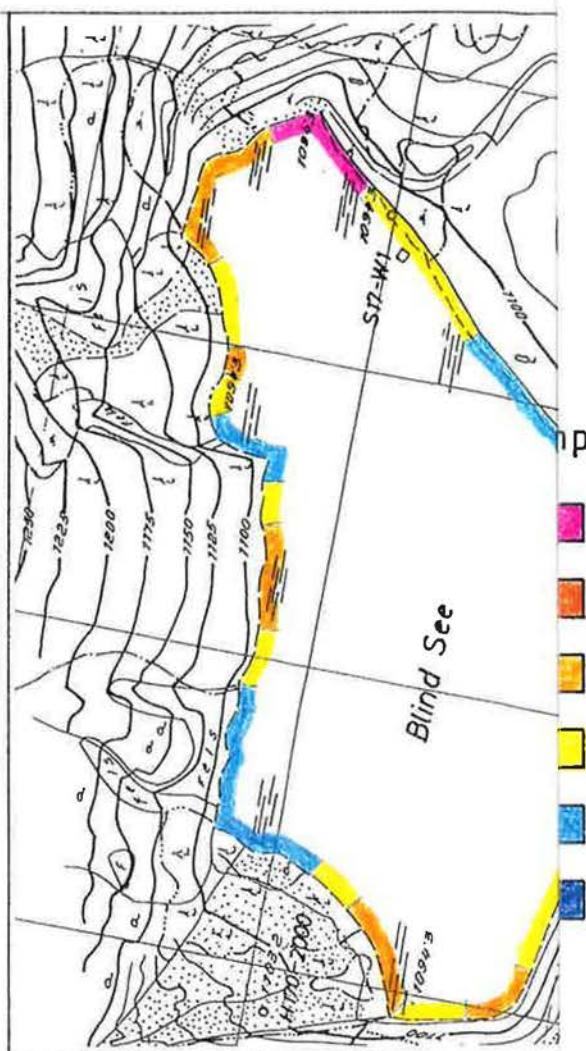
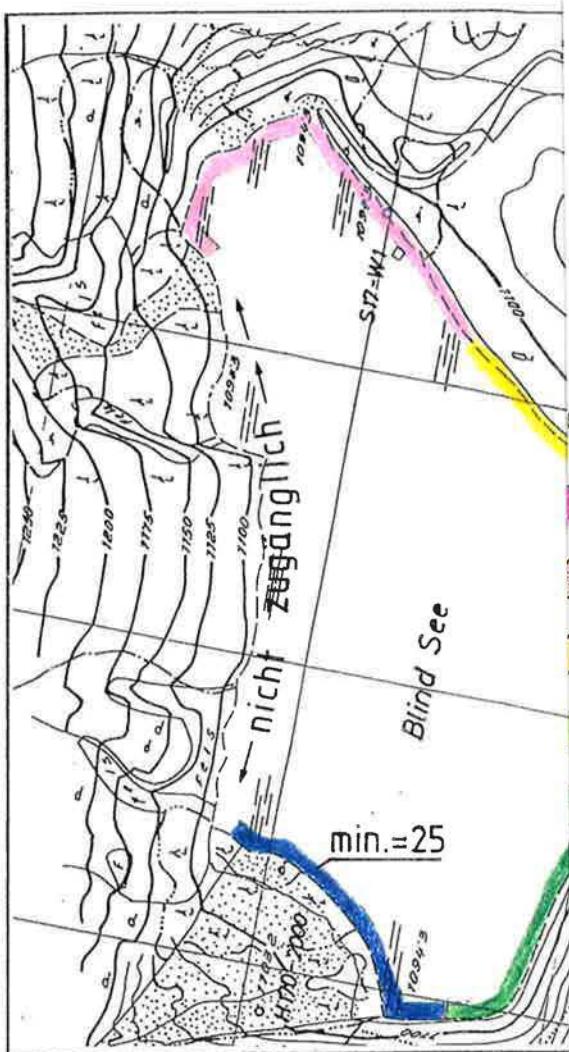
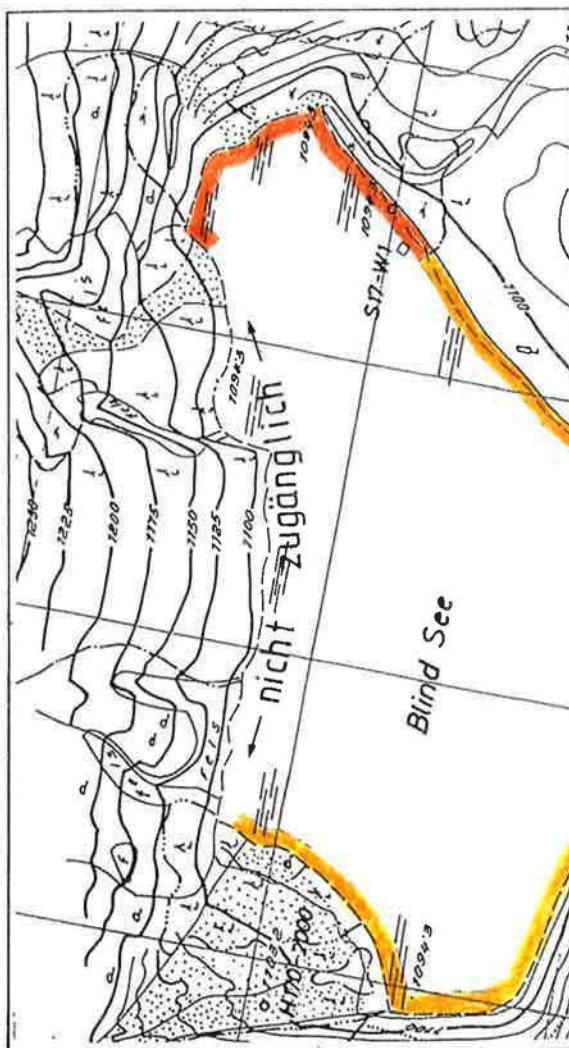


Bild D3 :  
MESSUNGEN, 30.04.92  
Seeufer Blindsee



elektrische Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]

- > 250
- 200 - 250
- 150 - 200
- 100 - 150
- 50 - 100
- < 50



Temperatur [ $^{\circ}\text{C}$ ] gemessen in ca. 0,5 m Tiefe

- > 5,5
- 5,0 - 5,5
- 4,5 - 5,0
- 4,0 - 4,5
- 3,5 - 4,0
- < 3,5

Die Eisdecke war mit einer frischen Schneedecke bedeckt. Der See zeigte an mehreren Stellen kleine schnee- bzw. eisfreie Löcher mit einem Durchmesser von 0,5 - 1 m. Diese Warmpunkte müssen durch Grundwasserzutritte verursacht sein.

Die deutlichsten Zutritte lagen am Südufer des Sees, in jenem Bereich, wo am 26.11.91 und 30.4.92 ebenfalls eindeutig Wasserzutritte festgestellt wurden.

Im Nordostteil des Sees, wo vermutlich Versickerungen stattfinden, war die Eis- und Schneedecke komplett geschlossen, sodaß hier keine Hinweise auf Grundwasserzutritte vorlagen.

## 2.5 Hydrogeologische Verhältnisse

Der Blindsee ist bis auf einen kurzen felsigen Abschnitt am Westufer zur Gänze in Felssturzmaterial eingebettet. Da dieses Material sehr gut wasserdurchlässig ist, muß der Seeboden von anderen geologischen Schichten, die wasserstauend sein müssen, aufgebaut sein.

Taucher beschreiben den Seeboden als eben und morphologisch sehr ausgeglichen, jedenfalls werden keine Felsblöcke wie in Ufernähe erwähnt.

Es wird daher in Anlehnung an die Bohrergebnisse beim Mittersee und Weißensee vermutet, daß der Untergrund des Blindsees ebenfalls aus wasserstauender Grundmoräne besteht. Ein Beweis dieser Vermutung wäre mit Bohrungen zu erbringen.

Der See erhält seinen Hauptwasserzufluß oberirdisch aus dem Roßköpftal. Dieser Bach wird aus Quellen an der Südseite des Grubigsteins gespeist. Der Bach hat seine Hauptwasserführung im Frühjahr während der Schneeschmelze und nach Gewittern.

Daneben erhält der See auch Grundwasserzuflüsse, die allerdings nur kleine lokale Einzugsgebiete aufweisen.

Der Wasserdurchsatz im See dürfte aufgrund der geringen Zuflüsse nur langsam erfolgen. Es hat ungefähr 5 Jahre gebraucht, bis der See sich limnologisch von der Lawinenkatastrophe 1984 erholt hat.

Die Schwefelbildung am Seeboden ist eine in natürlichen und künstlichen Seen häufig auftretende Erscheinung, die durch eine sauerstoffarme Zone mit reduzierendem Milieu unterhalb einer Sprungschichte bewirkt ist. Theoretisch wären auch Zutritte von schwefelhaltigem Quellwasser aus Hauptdolomit (besonders Bituminöser Hauptdolomit) möglich. Es gibt jedoch keine Hinweise, daß Hauptdolomit im Seeboden ansteht.

Der Abfluß des Blindsees erfolgt zur Gänze unterirdisch. Versickerungen finden u.a. am Nordostufer und am Nordwestufer des Sees statt.

Dank einer Mitteilung von Herrn Perktold, Obmann der Agrargemeinschaft Biberwier, erhielten wir Kenntnis von einem Färbeversuch, der in der Südwestbucht des Sees unterhalb des Rasthauses Zugspitzblick durchgeführt wurde (zitiert im Gutachten von Univ.-Prof. Ingerle vom Juni 1990). Dabei ist dem Vernehmen nach ein Abfluß nach Süden zu den Schanzlseequellen festgestellt worden. Weitere Details über den Färbeversuch sind leider nicht mehr zugänglich.

Die in Punkt 5.4 des Kapitels B beschriebenen geosismischen Untersuchungen haben allerdings eine ca. 50 m oberhalb des Seespiegels liegende Felslinie unterhalb des Passes ergeben, sodaß eine unterirdische Entwässerung in dieser Richtung nur über Felsklüfte oder eine seismisch nicht erfaßte schluchtartige Tiefenrinne möglich wäre.

### 3. MITTERSEE

#### 3.1 Grunddaten

Der Mittersee liegt ca. 1 km westlich des Blindsees in der nördlichen Talhälfte eingebettet zwischen 2 in West-Ost-Richtung verlaufenden Hügelketten. Er ist 470 m lang und max. 160 m breit. Der Wasserspiegel liegt auf See-höhe 1083 m und zeigt nur geringe Schwankungen, mit max. 4 m Tiefe ist der See als sehr seicht einzustufen.

Oberirdische Zu- und Abflüsse des Sees gibt es nicht, Zu- und Abströme aus Grund- oder Hangwasser sind in quantitativ geringem Ausmaß vorhanden.

Nach Mitteilung des Seebesitzers treten bei Hochwasserständen Versickerungen im Norden im Binsengürtel auf.

#### 3.2 Limnologische Untersuchungen

Es wurden am 3.10.85 Messungen im Bereich der Maximaltiefe (= 4 m) durchgeführt, welche über die Seetiefe einheitliche Werte von 15,0 bis 14,8° Temperatur und 91 bis 94 % Sauerstoffsättigung ergaben. Die im Verhältnis zum Grundwasser hohe Temperatur zeigt an, daß nur geringe Mengen ausgetauscht werden.

#### 3.3 Messungen und Beobachtungen

##### a) Messung am 1.7.91

Die Temperatur beträgt am Nordufer 21,3 - 23,4°, wobei die wärmste Stelle beim Bootshaus am Weststrand ist. Entlang des Südufers nimmt sie von West nach Ost von 23,4° auf 19,4° im Bereich der Engstelle ab. Am Südufer des kleinen östlichen Beckens bleibt sie eher tief (19,9 - 20,5°, eine

Seichtstelle mit  $21,4^{\circ}$ ) und nimmt am Ostrand wieder auf  $23^{\circ}$  zu.

Die Leitfähigkeit liegt im westlichen Hauptbecken bei  $276 - 282 \mu\text{S}/\text{cm}$  und im kleinen Ostbecken bei  $250 - 259 \mu\text{S}/\text{cm}$ .

b) Weitere Messungen am Ostrand

15.7.91: nach vorherigen Starkniederschlägen betrug die Temperatur am Ostrand  $23,1^{\circ}$  und die Leitfähigkeit 256, es ergab sich keine Änderung seit 1.7.

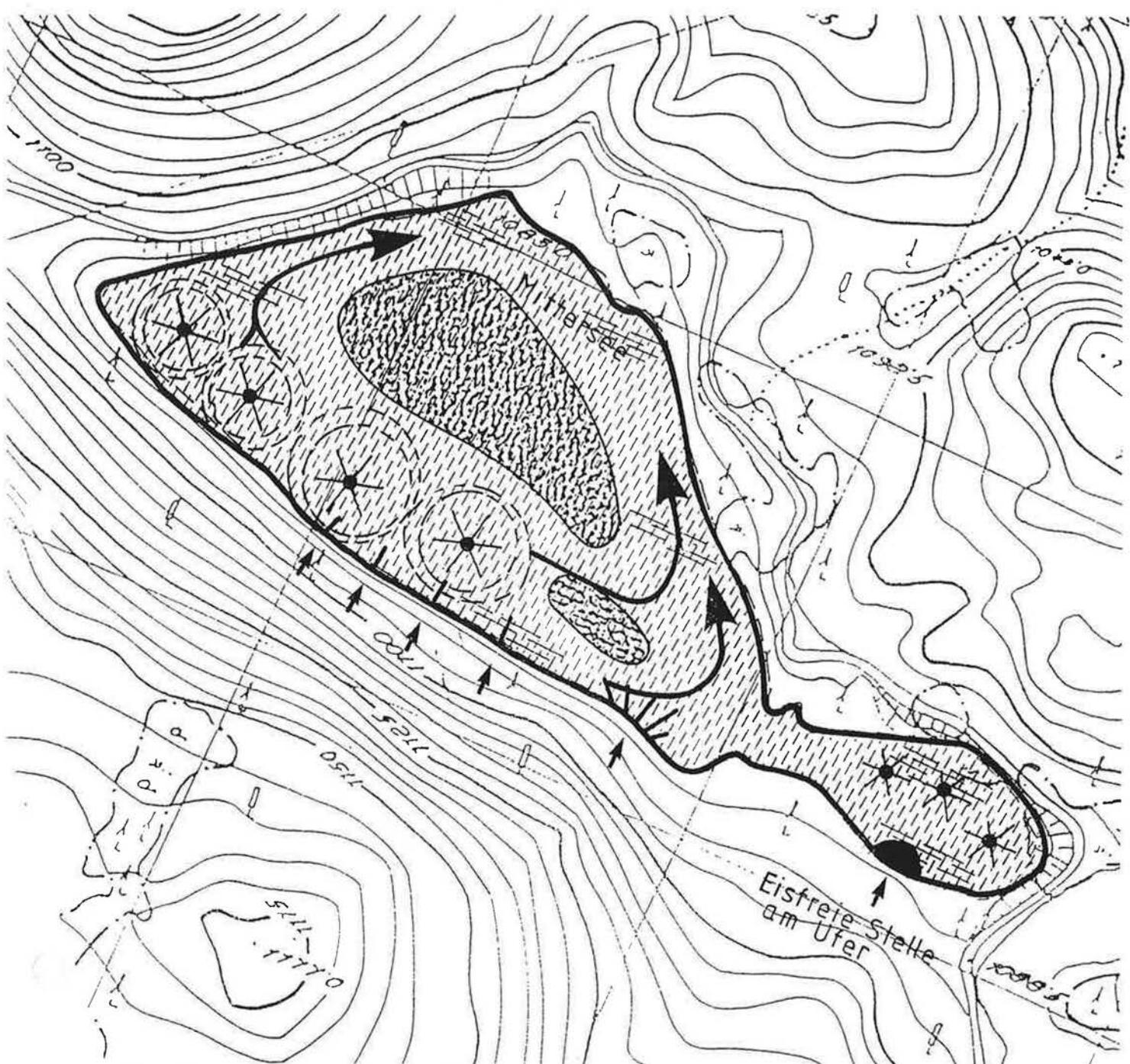
27.8.91: Temperatur:  $20,2^{\circ}$   
Leitfähigkeit: 282  
Temperatur war deutlich niedriger und Leitfähigkeit deutlich höher als im Juli.

8.10.91: Temperatur:  $10,4^{\circ}$   
Leitfähigkeit: 287

c) Messungen und Beobachtungen am 21.11.91 (s. Bild D4)

Der See war bereits mit einer  $2 - 3$  cm dicken Eisschicht bedeckt, welche im Mittelteil auch schneebedeckt war. Entlang der östlichen Hälfte des Südufers waren über eisfreie Stellen deutliche Grundwasserzutritte erkennbar, teilweise war auch das Gelände oberhalb dieser Stellen schneefrei. Eingeschlossene Nadeln sind im Eis tangential um 4° offene Stellen mit Radialsprüngen angeordnet, was auf aufsteigendes warmes Wasser deutet. Am sonnenbeschienenen Nordufer war die Eisdecke hingegen durchgehend geschlossen.

BILD D4 : BEOBUCHTUNGEN AN EISDECKE DES MITTERSEE  
21.11.1991



Der See ist bereits zugefroren mit einer 2 - 3 cm dicken Eisschicht:  
betreten aber noch nicht möglich, Temperatur - 2°C



vom Ufer ausgehende Risse in der Eisdecke



offene Stellen im Eis mit Radialsprünge



Eisdecke ohne Schneebedeckung



geschlossene Eisdecke mit Schneebedeckung

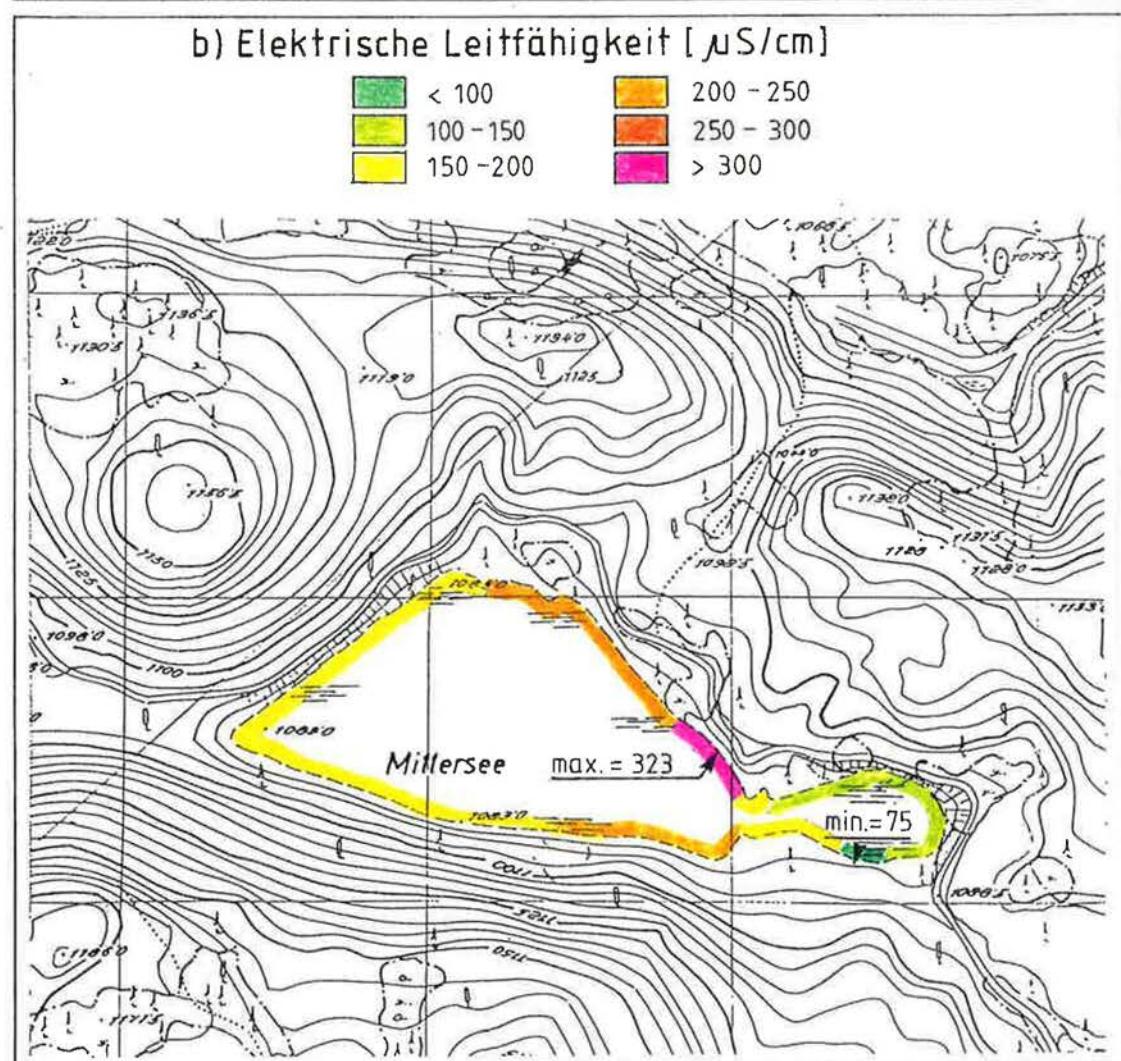
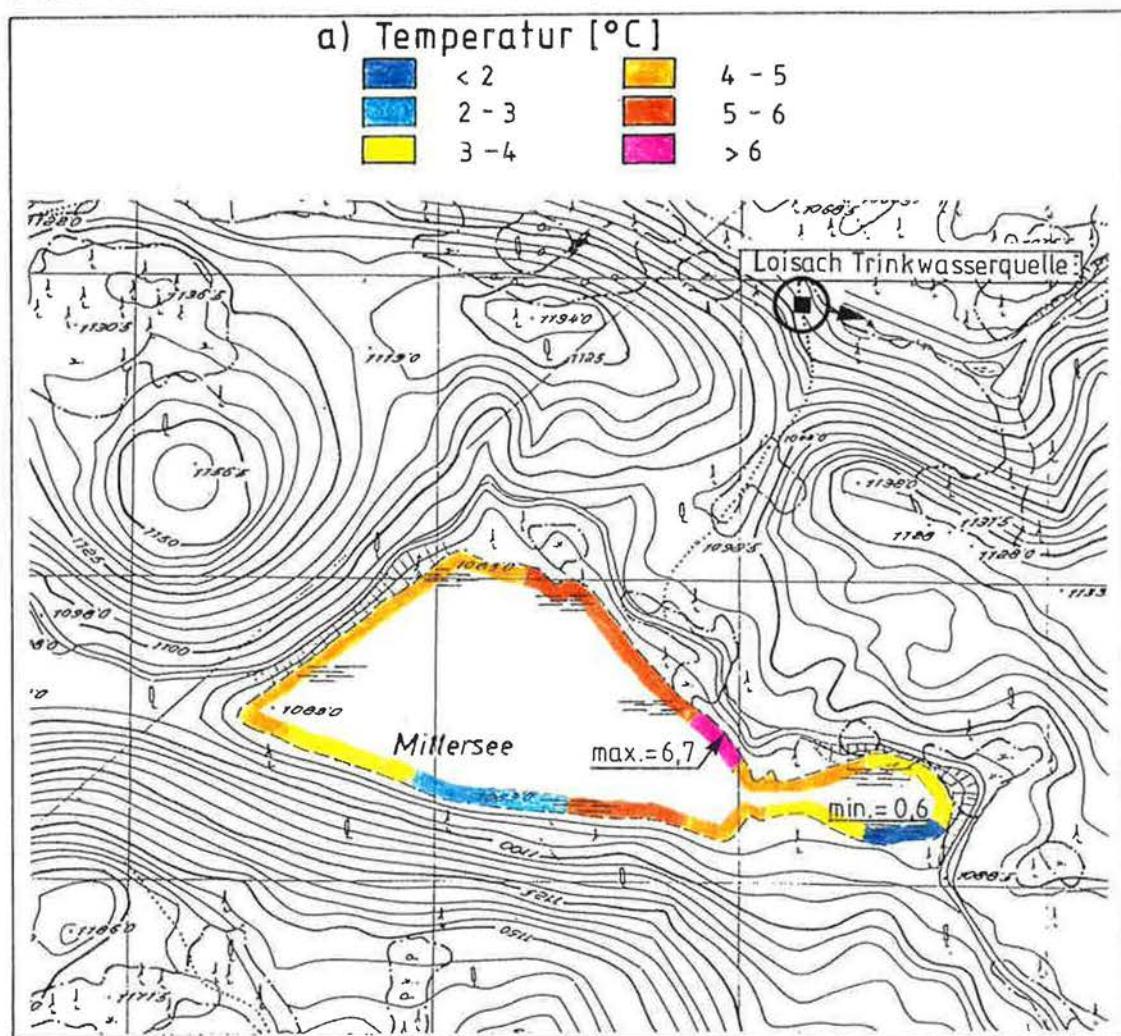


gelbliche Schlierenbildung im Eis durch eingewehte Nadeln



Strömungsrichtung (über Nadelausrichtung erkennbar)

BILD D5: MESSUNGEN 30.04.1992, am Seeufer Mittersee



d) Messungen am 30.4.92

Bei dieser Messung wurden an zugänglichen Stellen am Ufer Temperatur und Leitfähigkeit gemessen. Die Temperaturen lagen zwischen 0,6 und 6,7°, die Leitfähigkeiten zwischen 100 und 323. Sehr niedere Temperaturen und Leitfähigkeiten traten im kleinen östlichen Becken auf, höhere Werte in der östlichen Hälfte des Hauptbeckens (s. Bild D5). Die Maximalwerte treten unmittelbar nordwestlich der Engstelle zwischen den beiden Becken auf.

#### 3.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Der See ist auf allen Seiten von Felssturzmaterial umgeben. Der Seeboden besteht aus Moränenmaterial, das durch Bohrungen am Ostufer des Sees nachgewiesen wurde. Es ergibt sich für den Mittersee eine klare Anströmung durch Grundwasser entlang des östlichen Teiles des Südufers, was aus der Temperaturabnahme (bzw. Zunahme im Frühjahr) im Sommer und den Beobachtungen der Eisdecke zu folgern ist. Versickerungen finden nach den Beobachtungen des Herrn Künstner am Nordufer statt, worauf auch die Beobachtung der Ausrichtung der Nadeln in der Eisdecke deutet. Von der Menge her dürfte die relative Durchströmungsrate nicht sehr hoch sein, da die Seetemperaturen im Sommer deutlich (über 10° Unterschied) über den Grundwassertemperaturen liegen.

Durch die vorhandene Nähe zur Loisachtrinkwasserquelle (diese liegt 250 m nördlich des Nordufers und ca. 15 m tiefer) kommt dem Mittersee im Hinblick auf den Schutz dieser Quelle besondere Bedeutung zu, worauf in späteren Kapiteln eingegangen wird.

#### 4. WEISSENSEE

##### 4.1 Grunddaten

Der ca. 400 m südwestlich des Mittersees und 1,2 km westlich des Blindsees in einer am orographisch rechten Talrand liegenden Mulde liegende Weißensee hat eine Länge von 550 m und eine Breite von max. 230 m. Der Wasserspiegel wird durch den unterhalb der Straße liegenden vorhandenen Abfluß Richtung Finstersee ungefähr konstant gehalten und ist in der Karte M 1:5000 mit Seehöhe 1080,5 m (in anderen Karten mit 1082 m) angegeben und liegt damit etwas unterhalb des Mittersees. Mit 5,7 m Tiefe ist er als sehr seicht einzustufen, es sind kleinere Inseln im See vorhanden. Deutliche oberirdische Zuflüsse erfolgen an der Westecke, am Nordwestufer wurden einige ca. 10 cm über dem Wasserspiegel austretende Schwefelquellen festgestellt. An diesem Ufer wurde zeitweise Schaumbildung beobachtet, nach Mitteilung von Herrn Künstner kann diese Schaumbildung wie auch beim Blindsee sehr massiv sein (Schaumberge). Eine mögliche Ursache dafür könnte das sauerstofflose reduzierende Milieu des Wassers oder starker Eintrag von Huminsäuren sein. Bei Hochwasser treten auch in der Mitte des Südostufers Quellen auf, ebenso fließt an der Ostecke oberirdisch Wasser zu.

##### 4.2 Messungen und Beobachtungen

###### a) Seezulauf bei Westecke (Quelle W1)

1.7.91: Temperatur 6,9°, Leitfähigkeit 422

29.1.92: Temperatur 6,4°, Leitfähigkeit 417

30.4.92: Temperatur 6,6°, Leitfähigkeit 332

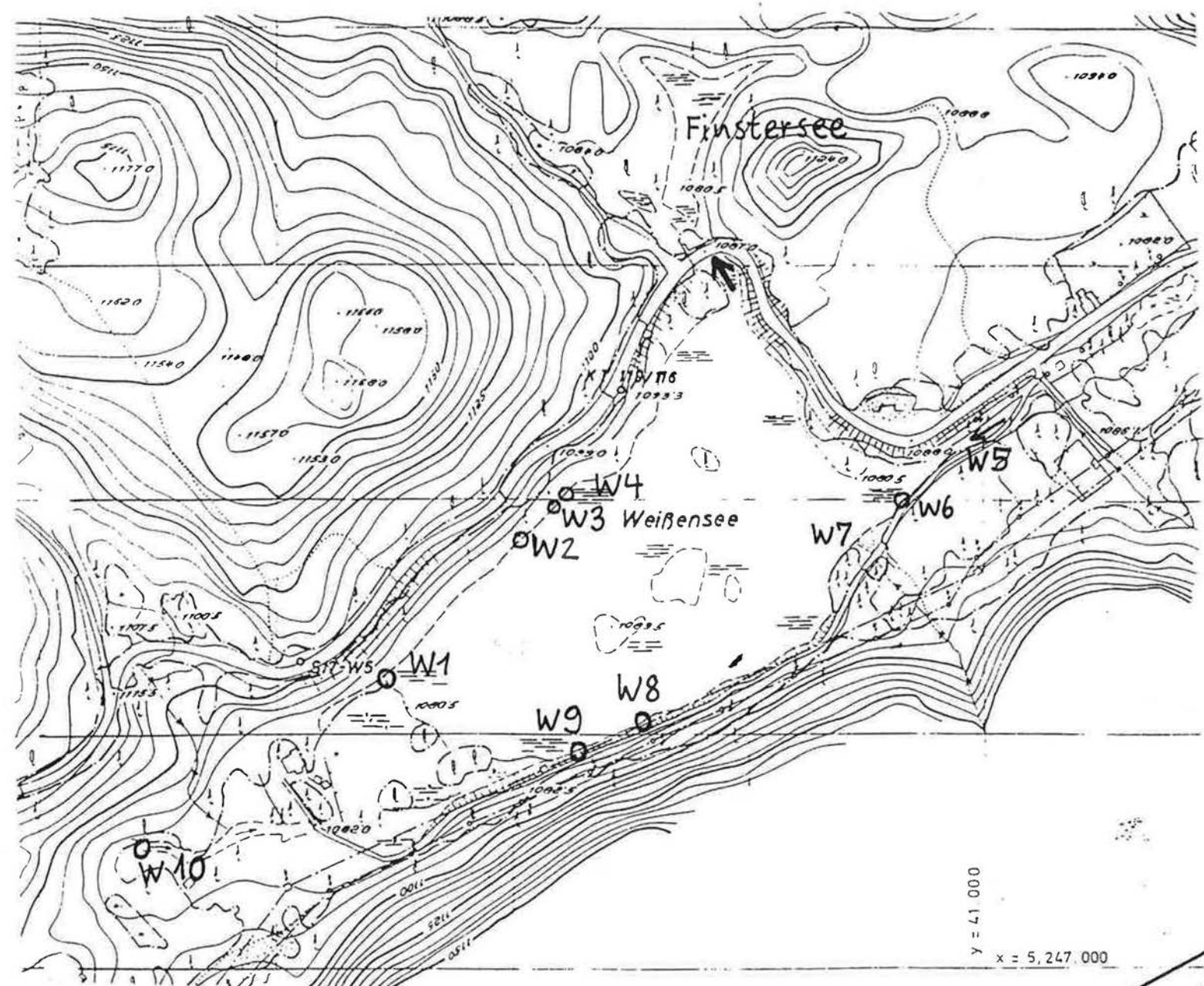


Bild: Weißensee M 1:5000

b) Schwefelquellen am Nordwestufer (Quellen W2, W3, W4)

27. 8.91: Temperatur 6,6 - 7,5°, LF 409 - 422  
19. 9.91: Temperatur 6,6 - 7,6°, LF 397 - 417  
8.10.91: Temperatur 6,5 - 7,5°, LF 403 - 427  
19.11.91: Temperatur 7,4°, LF 396 (Quelle W2)  
29. 1.92: Temperatur 6,8 - 7,1°, LF 404 - 405  
30. 4.92: Temperatur 7,0 - 7,3°, LF 327 - 350

Da bei diesen Quellen deutlicher Schwefelwasserstoffgeruch und grauer Algenbelag vorhanden ist, wurden am 19.9.91 von der Abteilung Umwelt der Landesregierung und am 19.11.91 vom Institut für Hygiene Proben gezogen und analysiert. Insbesonders bestand auch der Verdacht einer Beeinträchtigung durch die 300 m entfernte und oberhalb liegende Hausmülldeponie Biberwier. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind im Punkt 4.3 beschrieben.

c) Ablauf zum Finstersee

1. 7.91: Temperatur 13,1°, Leitfähigkeit 302  
15. 7.91: Temperatur 16,9°, Leitfähigkeit 286  
Schaumbildung. See wegen starker Regenfälle am Vortag trüb, beginnt von der Bergseite her aufzuklaren.  
19. 9.91: Temperatur 14,9°, Leitfähigkeit 369  
8.10.91: Temperatur 11,2°, Leitfähigkeit 365  
19.11.91: Temperatur 6,3°, Leitfähigkeit 386  
Q = 17,1 l/s  
An diesem Tag wurden neben den Schwefelquellen auch Proben aus dem Seeablauf gezogen (s. 4.3), das Wasser ist chemisch fast ident mit jenem der Schwefelquellen, gering bakteriologisch belastet. Bis auf einen Mineralölgehalt von

0,04 mg/l gab es keine auffallenden Beeinträchtigungshinweise.

29. 1.91: Temperatur 4,8°, Leitfähigkeit 416

30. 4.92: Temperatur 7,0°, Leitfähigkeit 267-287

d) Zuläufe und Quellen Südostufer

30. 4.92: Zulauf Ostecke (W5)	327/5,4° ca. 100l/s
Bergwasseraustritt W6	176/4,4° ca. 5l/s
Kleiner Bach (W7)	210/4,8°
Quelle W8	100/4,7° quillt aus See auf
Quelle W9	218/4,9°
Quellen westlich	
Jagdhaus (W10)	387/5,6 ca. 20l/s

e) Beobachtungen Eisdecke

Am 29.1.92 war der See beim Zulauf an der Südwestecke auf einer größeren Fläche eisfrei, bei 2 Schwefelquellen am Westufer war eine 5 m<sup>2</sup> und eine 1 m<sup>2</sup> große Fläche eisfrei (s. Fotodokumentation).

#### 4.3 Analysen Wasserbeschaffenheit

a) Probenahme 19.9.91

Zur Untersuchung der Inhaltsstoffe der Schwefelquellen insbesondere auch im Hinblick auf eine mögliche Beeinträchtigung durch die 300 m entfernte und oberhalb liegende Hausmülldeponie Biberwier wurden am 19.9.91 von der Quelle W1 (Südwestecke), den Schwefelquellen (W2 bis W4) und den Seeablauf Proben gezogen und vom Labor der Abteilung Umwelt der Tiroler Landesregierung analysiert. Analysenprotokolle sind im Anhang beigegeben.

legt, in der folgenden Tabelle werden einige Werte gegenübergestellt:

Wert	[ ]	Ablauf	W1	W2 - W4
Leitfähigkeit	$\mu\text{S}/\text{cm}$	361	420	387 - 408
$\text{NH}_4\text{-N}$	mg/l	0,04	0,07	0,04 - 0,06
Cl	mg/l	6,0	11,6	2,95 - 3,38
$\text{NO}_3\text{-N}$	mg/l	0,24	0,43	0,24 - 0,85
$\text{SO}_4$	mg/l	28,2	30,2	35,1 - 39,3

Die Werte für chlorierte Kohlenwasserstoffe (Einzelwerte) lagen bei allen Proben  $< 0,1 \mu\text{g}/\text{l}$ .

Die Quelle W1 zeigt etwas höhere Werte bei Ammonium und deutlich höhere Werte bei Chlorid. Die Ursache dafür kann bei der Deponie oder der Salzstreuung liegen, von der Größenordnung her sind die Werte eher gering, sodaß auch natürliche Verhältnisse die Ursache sein können.

b) Probenahme 19.11.91

Um insbesondere die Frage des Schefelwasserstoffgeruches analysieren zu können, wurden am 19.11.91 vom Institut für Hygiene Proben der Quelle W2 und des Seeablaufes gezogen, wobei der Schwefelwasserstoff bei der Probenahme vor Ort fixiert werden mußte. Analysenprotokolle sind im Anhang beigelegt, in der folgenden Tabelle werden einige Werte gegenübergestellt:

Wert	[ ]	Ablauf	W2
Leitfähigkeit	$\mu\text{S}/\text{cm}$	386	396
KMNO <sub>4</sub> -Verbr.	mg/l	1,2	0,1
Ges.härte	°dH	11,4	11,9
Nichtkarb.härte	°dH	2,14	2,25
Ca	mg/l	44,6	45,7
Mg	mg/l	22,6	23,7
NH <sub>4</sub>		n.n.	n.n.
NO <sub>3</sub>	mg/l	0,3	0,1
Cl	mg/l	6,9	4,3
SO <sub>4</sub>	mg/l	26,6	28,5
Phenolindex	mg/l	< 0,01	
Mineralöl	mg/l	0,04	
H <sub>2</sub> S-S	mg/l		0,1

Eine erweiterte Untersuchung auf Schwermetalle für den Seeablauf ergab kleine Werte, eine bakteriologische Analyse ergab für die Quelle sehr kleine Werte (keine Fäkalverunreinigungen) und für den Seeablauf etwas höhere Werte.

Die Ergebnisse zeigen für Ablauf und Quelle sehr ähnliche chemische Zusammensetzung bei wiederum etwas höherem Chloridgehalt im Seeablauf. Der Schwefelwasserstoffgehalt ist zwar deutlich riechbar, allerdings mit 0,1 mg/l nicht hoch. Beim Seeablauf wurde ein Mineralölgehalt von 0,04 mg/l festgestellt.

#### 4.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Der Weißensee wird auf 3 Seiten von Felssturzmaterial umgeben, nur die Ostseite grenzt an Hangschutt, der am Fuße steiler Felswände abgelagert ist.

Als wasserstauende Schicht im Seeboden ist wiederum Moräne zu erwarten.

Der See wird zur Hauptsache aus Grundwasserquellen gespeist, die von Süden und Westen zutreten. Außerdem erfolgt bei Hochwasser ein deutlicher oberirdischer Zufluß in der Nordostecke des Sees. Dieser Bach bringt bei Unwettern feinen Kalkschlamm mit, der den See milchig-weiß färbt ("Weißensee").

Der rasche Durchgang dieser Trübung, das späte Zufrieren bzw. das frühe Auftauen des Sees sind eindeutige Hinweise auf eine starke Durchströmung des Sees.

Der Abfluß des Weißensees erfolgt vermutlich zur Gänze zum Finstersee, in dem das Wasser restlos versickert. Möglicherweise gibt es auch nach Norden durch das Lockermaterial geringfügige Versickerungen, eindeutige Hinweise finden sich im Gelände aber nicht.

## 5. FINSTERSEE

### 5.1 Grunddaten

In diesem in einer Mulde zwischen Mitter- und Weißensee liegenden kleinen See versickert das in einem Bach aus dem Weißensee abfließende Wasser zur Gänze. Je nach der zufließenden Wassermenge treten dadurch auch hohe Spiegelschwankungen (ca. 4 m) auf. Bei Niederwasser ist der See sehr seicht (Tiefe ca. 1 m), der Wasserspiegel liegt dann ca. 6 - 8 m unterhalb des Spiegels im Weißensee.

### 5.2 Messungen und Beobachtungen

1. 7.91: Temperatur 13,1°, Leitfähigkeit 302  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
leichte Schaumbildung, Wasserstand hoch
19. 9.91: Temperatur 14,9°, Leitfähigkeit 369  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
leichte Schaumbildung, Wasserstand tief
- 8.10.91: Temperatur 10,7°, Leitfähigkeit 378  
Schaumbildung, Wasserstand tief
- 19.11.91: Temperatur 6,3°, Leitfähigkeit 386  
Wasserstand tief  
zufließende und versickernde Wassermenge:  
17,1 l/s
29. 1.92: Temperatur 4,8°, Leitfähigkeit 416
30. 4.92: Temperatur 7,0°, Leitfähigkeit 277  
Wasserstand sehr hoch

Nach Angabe von Herrn Künstner hat ein Färbeversuch im Jahr 1961 eine Fließzeit zwischen Finstersee und Loisachquelle LQ5 (s. Kapitel E, Pkt. 2.1) von 6 Tagen ergeben, Unterlagen darüber sind nicht vorhanden. Eine mögliche Bestätigung dafür wäre die am 29.1.92 erfolgte Quellmessung einer deutlich schüttenden Quelle der Gruppe 5, wo eine Leitfähigkeit von 383  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bei einer auffallend niedrigen Temperatur von 3,5° gemessen wurde. Da diese Quelle keinesfalls aus Bergwasser angespeist werden kann, wäre nur die Speisung aus relativ kaltem

Seewasser eine mögliche Erklärung für die auffallend niedrige Temperatur. Auch in [B1] wurde über Bohrungen und geoelektrische Messungen eine bevorzugte Wasserwegigkeit zwischen Finstersee und LQ5 festgestellt.

Bei Hochwasser durch Schneeschmelze (30.4.92) war die versickernde Wassermenge deutlich größer als die bei der Gruppe LQ5 austretende Menge, bei dieser Situation dürfte ein Teil des Wassers zur stark schüttenden Quellgruppe LQ3 der Loisachquellen gelangen.

### 5.3 **Hydrogeologische Verhältnisse**

Der Finstersee ist allseitig von Felssturzmaterial umgeben. 150 m nördlich des Sess wurden in der Bohrung 5 (Gutachten HR SCHUCH, 1981 [B1]) durchlässige Kiese und Blockwerk angetroffen, Grundmoränenmaterial war hingegen nur untergeordnet vorhanden. Der Grundwasserspiegel liegt in der Bohrung B5 bereits ca. 20 m tiefer als im Finstersee. Der Untergrund des Finstersees ist sehr gut durchlässig und wird aus Felssturzmaterial bestehen. Die Abflußrichtung zur Quellgruppe LQ5 ist durch Färbeversuche nachgewiesen worden (mündliche Mitteilung von Herrn Künstner - Lermoos). Bei hohem Wasserstand dürfte ein Teil des versickernden Wassers auch zur Quellgruppe LQ3 der Loisach strömen.

6.

**SCHANZLSEE**

Der Schanzlsee liegt in einer Mulde im nur bei Hochwasser durchflossenen Oberlauf der Ris (s. Kapitel E) zwischen dem Plateaubereich Südseite Fernpaß und dem Einlauf für das Kraftwerk Fernstein. Bei Niederwasser versickert die Ris im o.a. Plateaubereich zur Gänze und tritt in den unterhalb des Sees liegenden Schanzlseequellen wieder zutage, bei höheren Abflußmengen erfolgt ein Teilabfluß oberirdisch, wobei die im Bachlauf liegende Seemulde aufgefüllt wird. Der See trocknet bei Niederwasser vollständig aus. In Karten wird der Wasserspiegel des Sees mit 1119 m angegeben.

Hydrogeologisch liegt der See im Randbereich des Felssturzmaterials. Der Seeboden ist durch eingeschlammtes Feinmaterial etwas abgedichtet, das einen gewissen Rückstaueffekt hervorruft. Der See kann sich jedoch nur bilden, wenn der oberirdische Zulauf genügend groß ist.

## 7. SAMERANGERSEE

### 7.1 Grunddaten

Der Samerangersee liegt am orographisch rechten Talrand unterhalb der Fernpaßstraße ca. 400 m südlich des Kraftwerkes Fernstein und 200 m nördlich des Fernsteinsees. Er ist ca. 170 m lang und 120 m breit. Der Wasserspiegel liegt auf Seehöhe 946,5 m und zeigt bei Niederwasser relativ hohe Rückgänge (ca. 4 m). Ungefähr in Seemitte liegt die maximale Seetiefe bei ca. 16 m. Oberflächliche Zu- und Abflüsse gibt es keine, Grundwasserzutritte sind nach Angaben Limnologie vom Boot aus erkennbar.

### 7.2 Limnologische Untersuchungen

Im April und im August 1981 und im Februar 1982 wurden an der tiefsten Stelle (Seemitte) umfangreiche limnologische Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse im folgenden kurz zusammengefaßt werden:

Temperatur:	April:	8° (Oberfläche) bis 6,6° (15 m Tiefe)
	August:	13,4° (0 m) - rasch abnehmend - 7,6° (6 m) - 7,0° (14 m)
	Februar:	4,2° (unter Eis) - 5,3° (15 m)
pH-Wert:		8,0 - 8,1 (April); 8,6 - 8,7 (August)
Leitfähigkeit:	April:	255 - 268 $\mu$ S/cm
	August:	229 (0 m) - 239 (15 m) $\mu$ S/cm
Chlorid:	April:	2,4 mg/l (Mittelwert)
	August:	1,4 mg/l (Mittelwert)
Sulfat:	April:	21,3 mg/l (Mittelwert)
	August:	16,0 mg/l (Mittelwert)
Sauerstoff:	April:	102 % - 93 % (unregelmäßiger Verlauf)
	August:	106 % (0 m) - 92 % (14 m)
	Februar:	ca. 85 % (von 0 - 9 m Tiefe) - 55 % (12 m Tiefe)

Pflanzennährstoffe: (P, PO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>): sehr niedrig  
Plankton + Kleintiere: gering

Die im Vergleich zum Blindsee eher gleichmäßige Temperatur im tieferen Teil (5,3 - 7,0°) und die rasche Temperaturabnahme mit der Tiefe im August deuten auf eine höhere relative Grundwasseranspeisungsmenge, ebenso der deutlich höhere Sauerstoffgehalt von 85 - 106 %. Der Wert von 55 % in 12 m Tiefe im Februar kann auf Abbauprozesse in der Sedimentschicht zurückgeführt werden. Die höheren Chloridwerte im April könnten von der Salzstreuung verursacht sein, allerdings waren auch Sulfatwerte im April höher, was wiederum auf eine grundsätzlich höhere Mineralisation bei Niederwasser deutet. Insgesamt sind diese Werte als niedrig einzustufen.

### 7.3 Messungen und Beobachtungen

18. 9.91: Temperatur 13,0 - 14,4°, Leitfähigkeit 296  
Wasserstand tief
- 8.10.91: Temperatur 9,9°, Leitfähigkeit 294
28. 1.92: Es trat an der Nordostecke des Sees eine große eisfreie Zone auf, es erfolgt hier die Anspeisung aus dem Talgrundwasserstrom.  
Temperatur 5,4°, Leitfähigkeit 297
4. 5.92: Nordostecke: 319/8,4°  
Südwestecke: 318/8,8°  
Wasserstand sehr hoch

### 7.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Der See liegt zur Gänze in Felssturzmaterial bzw. in umgelagertem Hangschutt. Der See wird vom Talgrundwasser angespeist, das relativ rasch den Boden durchströmt. Die Leitfähigkeit des Seewassers ist nur rund 20  $\mu$ S/cm höher

als jene der Ris, die unterhalb des Krafthauses versickert.

Die Art und Tiefenlage der wasserstauenden Sohlschichte ist unbekannt. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß der Wasserstauer (? Moräne) nicht sehr viel tiefer als der Seeboden liegen wird (= 930 m SH).

## 8. FERNSTEINSEE

### 8.1 Grunddaten

Der 3,5 km nördlich von Nassereith am Beginn der Paßstrecke liegende Fernsteinsee nimmt mit seiner Breite von 450 m den gesamten Talbereich ein und ist ca. 500 m lang. In seiner Mitte ragt eine ca. 200/250 m große Insel 60 m über den Wasserspiegel auf. Über den Abfluß wird der auf Seehöhe 933,5 m liegende Wasserspiegel ungefähr konstant gehalten. Der ringförmige See weist im Seebodenrelief eine starke Gliederung auf, die größte Tiefe erreicht er mit ca. 14 m im Südteil, ein Nordbecken erreicht ca. 12 m Tiefe. Er wird von dem oberhalb des Sees als "Ris" bezeichneten Brieglbach durchflossen, am Ostrand und in der Nordwestecke münden auch einige Quellen in den See.

### 8.2 Limnologische Untersuchungen

Im April und August 1981 und im Februar 1982 wurde jeweils ein Tiefenprofil im Nord- und Südbecken (am Ort der jeweiligen Maximaltiefe) untersucht.

Temperatur:	Nordbecken:	April: 7,4 - 6,9°
		August: 9,4 - 8,4°
		Februar: 4,3 - 5,4°
	Südbecken:	April: 8,5 (0 m) bis 6,3°
		(13 m)
		August: 12,0 (0 m) bis 9,2°
		(12 m)
		Februar: 3,4 (0 m) bis 5,0°
		(12 m)
	Zufluß:	April: 6,3°
		August: 7,4°
	Abfluß:	April: 9,0°
		August: 12,9°

pH-Wert:	April:	7,8 - 8,1
	August:	8,6 - 8,8
Leitfähigkeit: Nordbecken:	April:	287 (0 m) bis 336 (12 m)
	August:	255 (0 m) bis 282 (12 m)
Südbecken:	April:	289 (0 m) bis 303 (12 m)
	August:	249 (konstant über Tiefe)
Zufluß:	April:	353
	August:	234
Abfluß:	April:	296
	August:	249
Chlorid:	Nordbecken:	April: 2,0 mg/l (Mittelwerte) August: 1,1 mg/l
	Südbecken:	April: 1,7 August: 1,0
Zufluß:	April:	2,1
	August:	0,9
Abfluß:	April:	1,8
	August:	1,0
Sulfat:	Nordbecken:	April: 28,3 (0 m) bis 37,3 (9 m) August: 21,3 (0 m) bis 27,3 (12 m)
	Südbecken:	April: 28,0 (0 m) bis 32,5 (13 m) August: 19,0 (0 m) bis 19,8 (12 m)
Zufluß:	April:	17,8 mg/l
	August:	16,8 mg/l
Abfluß:	April:	29,8
	August:	20,5
Sauerstoff:	April:	89 - 104 % mit Ausnahme Sohle Nordbecken: 55 %
	August:	90 - 108 %

Februar: 80 - 91 % mit Ausnahme Sohle  
Nordbecken: 55 %  
Pflanzennährstoffe, Plankton, Kleintiere: gering

Die Parameter im Nordbecken sind vom einmündenden Zufluß geprägt, die Temperatur ist homogener verteilt als im Südbecken. Das Fehlen einer strengen Sommerschichtung weist auf die relativ hohe Wasseraustauschrate durch Zu-/Abflüsse und Grundwasser hin. Chlorid- und Sulfatwerte sind im April deutlich höher als im August, insgesamt aber relativ niedrig. Ein eindeutiger Zusammenhang zur Straßenstreuung lässt sich nicht feststellen. Die Sauerstoffgehalte sind durchwegs hoch mit Ausnahme des Sohlbereiches im Nordbecken im Februar und April, was auf Abbauprozesse in der Sedimentschicht zurückgeführt werden kann.

### 8.3 Messungen und Beobachtungen

Quellmessungen an den Zuflüssen sind im Kapitel E, Punkt 4.3 beschrieben, werden hier zum Vergleich angeführt:

#### a) Leitfähigkeit/Temperatur

Datum	Zuflüsse			See (Nordwest- ecke)	Ablauf
	Ris	Quellteich	Q.Ostufer		
18.9.91	289/6,7°	294/8,6°	422/7,3°	298/9,7°	301/13,3°
28.1.92	306/5,6°	405/5,4°	456/464 6,4/6,5°	336/4,5°	346/2,4°
4.5.92	296/6,0°	350/6,8°	457/6,4°	316/6,8°*	346/8,2°

\* An diesem Tag war hier ein deutlicher Grundwasserzutritt ca. 10 cm über dem Wasserspiegel erkennbar.

b) Beobachtung Eisdecke am 28.1.92

Eine große eisfreie Zone trat an der Nordseite vom Zulauf Ris bis einschließlich der Nordwestecke auf (s. Fotodokumentation und Plan FP-HG-4), was ein Hinweis auf zusätzliche Grundwassereintritte entlang des eisfreien Ufers zwischen Ris und Nordwestecke ist. Eine sehr kleine eisfreie Zone trat bei der Einmündung Quellen Ostseite auf.

**8.4 Hydrogeologische Verhältnisse**

Der Fernsteinsee ist allseitig von gut durchlässigem Felssturzmaterial umgeben, die Talflanken bestehen aus Hauptdolomit.

Im Untergrund müssen wasserstauende Schichten auftreten (? Moränenablagerungen). Der genaue Bodenaufbau ist nicht bekannt, da keine Bohrergebnisse vorliegen.

Der Fernsteinsee bildet einen großen Grundwasseraustritt, der vom Samerangersee und der Ris angespeist wird. Am Ostufer erhält der See einerseits echtes Bergwasser aus dem Hauptdolomit des Maißwaldes, andererseits auch Wasser infolge Versickerungen entlang des Kaswasserbaches.

Rund 600 m südlich des Fernsteinsees bildet sich unterhalb des Campingplatzes zeitweise ein flacher Tümpel aus, der von kleinen Quellen aus der Felsflanke des Brandwaldes westlich des Campingplatzes gespeist wird. Im Bereich des Tümpels muß der hier sehr flache Talboden ebenfalls von wasserstauenden Schichten aufgebaut sein, die Höhenlage des Tümpels entspricht ungefähr der Seesohle.

## 9. NASSEREITHER SEE

### 9.1 Grunddaten

Im Unterschied zu den bisherigen Seen liegt dieser eher als Weiher zu bezeichnende kleine See direkt in einer Ortschaft, und zwar im Norden von Nassereith am Fuße von steilen Felswänden des Wannigmassivs. Er ist ca. 150 m lang und breit, der Wasserspiegel liegt ca. auf Seehöhe 835 m. Mit einer Maximaltiefe von 2,4 m ist der See sehr seicht, im Winter sinkt der Wasserspiegel um ca. 1 m ab.

Der Zufluß erfolgt über Bergwasserzutritte im Bereich der Nordwestecke, der früher vorhandene natürliche Abfluß über die Südecke wurde in einen Kanaleinlauf am Nordostrand verlegt. Bei Niederwasser sinkt der Wasserspiegel unter die Auslaufkante, sodaß oberirdisch kein Wasser mehr abfließt. Der Abfluß durch Nassereith erfolgt unterirdisch, westlich der Ortschaft tritt das Wasser als Seebach wieder zu Tage. In der kanalisierten Strecke mündet eine Quelle.

### 9.2 Limnologische Untersuchungen

Im Mai und August 1989 wurden limnologische Untersuchungen durchgeführt, da nach Angaben des Besitzers durch die Verlegung des Abflusses deutliche Verschlechterungen aufgetreten sind.

Temperatur: Mai: 13,3 - 12,2° (0 - 2 m)  
August: 11,2 - 9,7° (0 - 2 m)

Leitfähigkeit: Mai: 320 µS/cm  
August: 324 µS/cm

Chlorid: Mai: 1,6 - 1,8 mg/l  
August: 1,9 - 1,8 mg/l

Sulfat: Mai: 30,5 - 30,2 mg/l  
August: 24,6 - 26,8 mg/l

Sauerstoff: Mai: 120 - 124 %

August: 96 - 112 %

Pflanzennährstoffe, Plankton, Kleintiere: sehr gering

Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB am Auslauf:

1,0 - 1,2 mg/l

Der limnologische Gewässerzustand wird in den zitierten Untersuchungen als nährstoffarm und unbelastet bezeichnet. Die Seedurchströmung ist durch die Ablaufverlegung sicherlich verschlechtert worden, weshalb die Reaktivierung des früheren Abflusses am Südende empfohlen wird.

### 9.3 Messungen und Beobachtungen

29. 8.90:  $T = 10,1^\circ$ ;  $LF = 324$  (gemessen beim Gasthaus)  
 $T = 14,0^\circ$ ;  $LF = 311$  (gemessen vor dem Überlauf)  
See abgesenkt, Überlauf nicht in Funktion;  
Quellwasser in der kanalisierten Strecke hat  
eine Leitfähigkeit von  $289 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ .
- 21.11.91:  $T = 3,4^\circ$ ;  $LF = 248$ ; Wasserspiegel tief  
(10 m vor Überlauf, Überlauf trocken)  
Quellwasser in der kanalisierten Strecke hat  
eine Leitfähigkeit von  $285-305 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ,  
 $T = 7,3^\circ\text{C}$ . Es führt auch Abwasser (Geruch +  
Plastikfolien).
16. 4.92:  $T = 8,3^\circ$ ;  $LF = 357$  (gemessen beim Gasthaus)  
 $T = 9,0^\circ$ ;  $LF = 342$  (gemessen beim Überlauf)  
See gefüllt, Überlauf in Funktion
4. 5.92:  $T = 7,8^\circ$ ;  $LF = 366$  (bei Gasthaus)  
 $T = 9,7^\circ$ ;  $LF = 354$  (bei Überlauf)  
Überlauf in Funktion

#### 9.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Der Nassereither See liegt am Fuße des Wannigmassivs (Wettersteinkalk), eingebettet in durchlässiges Felssturz- und Hangschuttmaterial.

Der See zeigt ein ungewöhnliches hydrochemisches Verhalten. Bei Hochwasser ist die Leitfähigkeit höher als bei Niederwasser.

Diese Erscheinung kann erklärt werden, wenn der See von 2 verschiedenen Wassertypen angespeist wird.

Das Talgrundwasser weist im Raume Nassereith Leitfähigkeiten von ca. 300-400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  auf. Bergwasser, das aus Wettersteinkalk stammt, hat hingegen geringere Leitfähigkeiten, z.B. 210-250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  im Wendelinstollen.

Aufgrund der bisher gemachten Erfahrungen ist zu vermuten, daß der Nassereither See in der Winterperiode hauptsächlich Wasser aus dem Wannigmassiv erhält. Dieses Wasser hat Leitfähigkeiten von ca. 250-300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Während der Sommermonate hingegen verstärkt sich der Wasserzutritt aus dem von Norden kommenden Grundwasserstrom, der Leitfähigkeiten von 300-400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aufweist. Ein Grundwassereintritt dürfte aufgrund der deutlichen Zunahme der Leitfähigkeit im Bereich des Gasthauses erfolgen.

Die genaueren Anströmverhältnisse könnten durch Pegel oberhalb des Sees festgestellt werden.

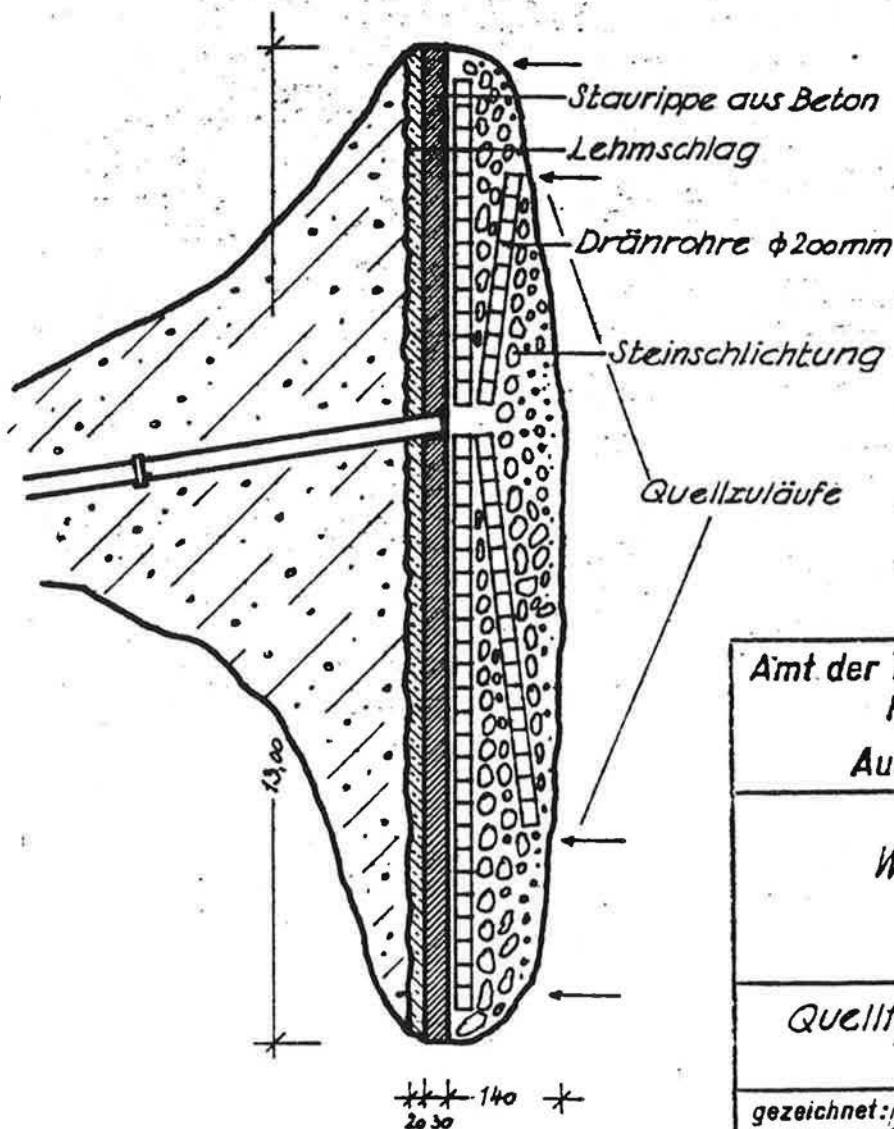
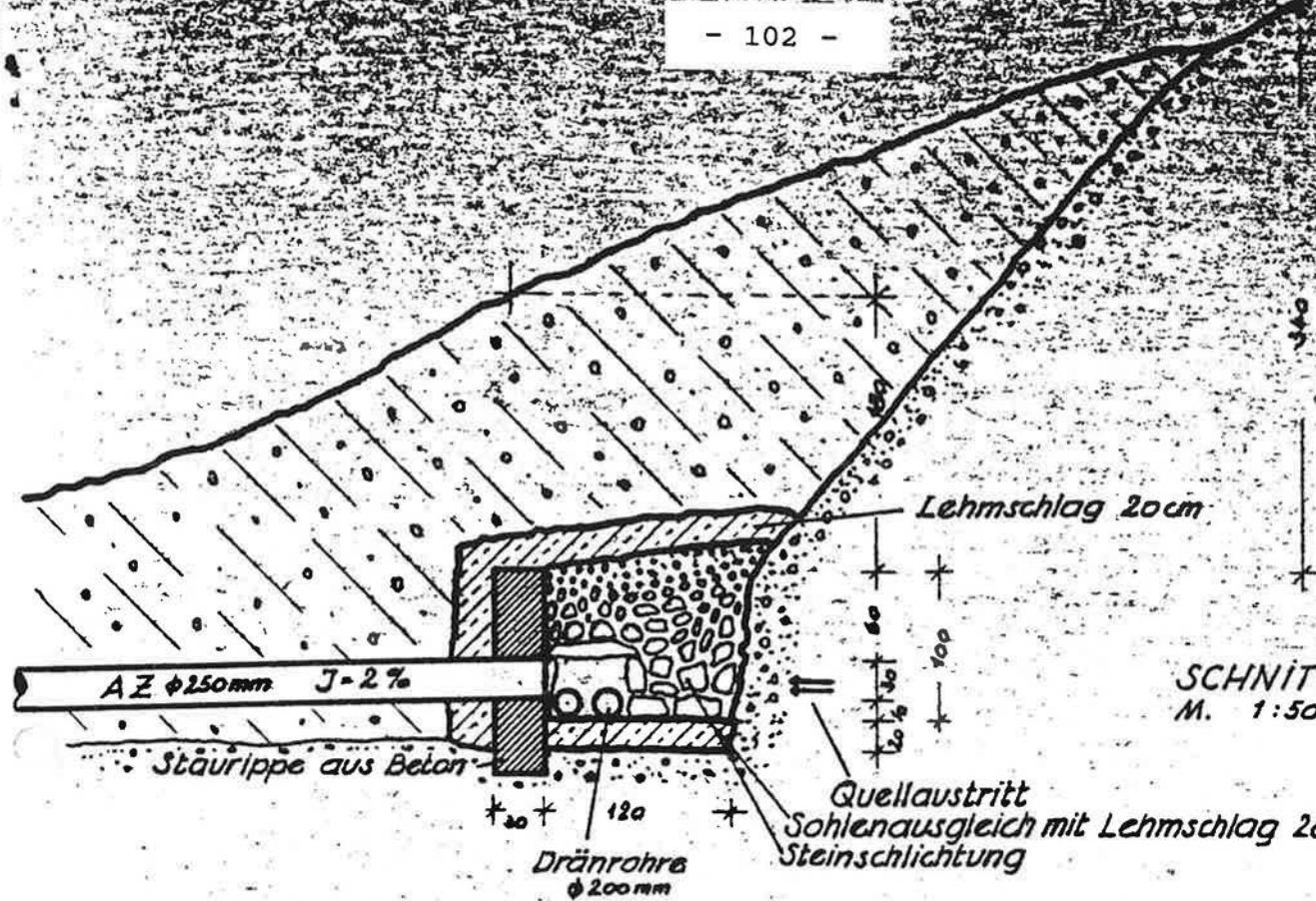
**KAPITEL E: QUELLEN UND BÄCHE**

**1. GENUTZTE TRINKWASSERQUELLEN**

**1.1 Loisachquelle (Trinkwasserquelle)**

**1.1.1 Beschreibung**

Der Überlauf dieser zur Versorgung des Ortes Biberwier gefaßten Quelle bildet den Ursprung der Loisach. Die Quelle liegt auf Seehöhe ca. 1065 m ca. 230 m nördlich des Mittersees und wird von diesem durch eine Hügelkette getrennt. Sie ist als Schichtquelle zu bezeichnen. Zur Fassung wurden Dränrohre hinter einer ca. 1 m hohen und hangparallel angeordneten Stauwand auf einer Länge von 13 m verlegt. Der Aushub wurde mittels Steinschlichtung und Kiespackung im Bereich der Dränrohre hinterfüllt und mittels Lehmschlag abgedeckt, ebenfalls wurde die Aushubsohle mit Lehmschlag abgedichtet. Die Fassungsanlage ist ca. 2 m hoch mit Erdreich überschüttet, das gefaßte Wasser wird in eine davorliegende Brunnenstube geleitet, wo nicht gebrauchtes Trinkwasser über einen Überlauf ausgeleitet wird. Im folgenden Bild E1 ist die Fassungsanlage dargestellt.



Amt der Tiroler Landesregierung  
Kulturbauamt  
Aussenstelle Reutte

Z. Nr.:  
**B6**  
Beilage:

WVA Biberwier III. Teil  
Ausführung

Quellfassung	Maßstab: Schnitt: Grundriss 1:50
gezeichnet: <i>Reiter</i>	genehmigt: <i>W. A. A.</i>
Datum: 18. Feb. 1970	Der Leiter der Außenstelle

### 1.1.2 Messungen

Quellschüttung: Nach Angaben Gemeinde 24 - 26 l/s

Eigenmessung: (Messung mittels Flügel am Überlaufbach):

29.01.1992:	16 l/s
30.04.1992:	39 l/s
11.06.1992:	1/s
Temperatur:	6,9 - 7,3°
Leitfähigkeit:	396 - 400 $\mu$ S/cm
	30.04.1992: 347
	11.06.1992: 385

Die Beobachtungen zeigen kaum jahreszeitliche Veränderungen, mit Ausnahme einer etwas niedrigeren Leitfähigkeit im Frühjahr, welche auf höheren Abfluß durch Schmelzwasser zurückzuführen ist.

### 1.1.3 Wasserbeschaffenheit

Untersuchungen der Wasserbeschaffenheit des Institutes für Hygiene liegen vom November 1968, Juli 1987 und Oktober 1987 vor und sind im Anhang beigelegt.

Die Befunde ergaben u.a. folgende Werte:

pH:	7,68 - 8,10
Leitfähigkeit:	305 - 339
Gesamthärte:	11,53 - 11,70° dH
Nichtkarb.härte:	1,79 - 2,53 dH
Sulfat:	< 12 - 33 mg/l

Das Wasser wies einwandfreie Trinkwassereignung auf. Bei der Analyse vom November 1968 wurde zum Vergleich auch Wasser aus dem Mitter- und Finstersee analysiert. Das Wasser aus dem Finstersee war dem Quellwasser sehr ähnlich, das Wasser im Mittersee war deutlich geringer

mineralisiert. Eine Anspeisung der Quelle aus dem Finstersee ist allerdings hydrogeologisch auszuschließen, das dort versickernde Wasser, tritt bei den tieferliegenden ungenutzten Loisachquellen zutage, wie ein Färbeversuch gezeigt hat.

#### 1.1.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Quelle wird aus einem Grund-/Hangwasseraquifer gespeist, welcher oberhalb einer Stauerschicht aus lehmigen Material liegt (s. Plan FP-LQ-HS). Im anschließenden ziemlich ebenen und sumpfigen Gelände tritt diese Schicht in einem kleinen Bacheinschnitt zutage. In der Bohrung B2, die 1980 abgeteuft wurde und ca. 250 m nördlich der Quellstube liegt, wurde dieser Wasserstauer in Form einer mindestens 20 m mächtigen tonig-schluffigen Grundmoräne angetroffen (Gutachten Dr. Schuch, 1981).

Oberhalb der Grundmoräne liegt südlich der Quelle Felssturzmaterial. Ein hydrogeologischer Zusammenhang mit dem Mittersee ist aufgrund des unterschiedlichen Wasser-eigenschaften (insbesonders Temperatur) nicht zu vermuten, die Bohrung 4 am Ostufer ergab moränenartiges tonig-schluffiges Material bis 16 m Tiefe, in welches der Mittersee eingebettet sein dürfte.

Die im Jahresgang recht ausgeglichenen Eigenschaften und relativ hohe Leitfähigkeit lassen auf günstige längere Verweilzeiten des Wassers im Untergrund schließen.

### 1.2 Schmittenquelle

#### 1.2.1 Beschreibung

Die Schmittenquelle liegt am orographisch rechten Talrand des oberen Loisachtals unmittelbar bei dessen Einmündung in das Lermooser Becken. Sie entspringt in einem Steilhang ca. 20 m über dem Talboden und wird zur Trink-

wasserversorgung von von 4 nahegelegenen Einzelobjekten (Weiler Sensenschmiede oder Schmitte der Gemeinde Biberwier). Über eine im Hang verlegte Drainage gelangt das Wasser in eine kleine gemauerte Quellstube, von wo die Versorgungsleitung weitergeführt und nicht genutztes Wasser über eine Überlaufleitung ausgeleitet wird. Seitlich der Quellstube sind kleine Wasseraustritte im Hang vorhanden.

#### 1.2.2 Messungen

Quellschüttung:	6 - 10 l/s	(nach Angabe Gemeinde)
Eigenmessung:	29.07.1991	10 l/s
	04.10.1991	8 l/s gefaßte Quelle
		3 l/s seitl. Austr.
	28.01.1991	ca. 3 l/s (Überlauf)
	30.04.1992	ca. 2 l/s (Überlauf)

#### Leitfähigkeit/Temperatur:

29.07.1991	214/5,7°
19.09.1991	221/5,2°
04.10.1991	223/5,1°
28.01.1992	243/4,8°
30.04.1992	119/5,1°

Im Frühjahr ist ein deutlicher Schmelzwassereinfluß festzustellen, wodurch die Leitfähigkeit auf die Hälfte reduziert wird.

#### 1.2.3 Wasserbeschaffenheit

Am 09.06.1987 wurden vom Institut für Hygiene Proben gezogen und analysiert. Es handelte sich um leicht alkalisches, weiches Wasser mit Leitfähigkeit 169, Gesamthärte 5,76° bei Karbonathärte 5,51°, Nitrat 5 mg/l, Fluorid 0,03 mg/l.

#### 1.2.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Quelle entspringt in einem Steilhang aus kleinstückigem Hangschutt (Faustgröße, Wettersteinkalk). Oberhalb ist der Boden stärker lehmig, eine solche Lehmschicht dürfte die Ursache für den 20 m über dem Talniveau liegenden Austritt sein. Im Einzugsgebiet oberhalb treten von den Zunterköpfen herabziehend mächtige Schutthalden auf.

Die Quelle dürfte an der Grenze von Inntaldecke zu Lechtaldecke entspringen. Die Grenzfläche ist allerdings durch Lockermaterial verdeckt.

### 1.3 Wendelinstollen

#### 1.3.1 Beschreibung

Der Wendelinstollen liegt orographisch links am Talausgang Gafleintal auf einer Seehöhe von 920 m. Er führt vom Portal 1,6 km nach Westen und weitere 300 m nach Südwest. Am Ende bei Station 1900 m mündet von oben ein Schacht ein. Das Bergaugebiet Dirstentritt wurde über ihn erschlossen und entwässert. Bergwasser tritt vor allem bei Station 550 - 900 und über den Schacht am Ende ein. Das an der Sohle abfließende Bergwasser wird im Portalbereich gefaßt und zur Trinkwasserversorgung von Nassereith verwendet, da durch den Bau des Stollens der Bergwasserspiegel im Brunnwaldkopf soweit abgesenkt wurde, daß die ehemalige Brunnwaldquelle trocken fiel. Der Hauptteil der großen Wassermenge von ca. 200 l/s wird in den Gafleinbach abgeleitet.

### 1.3.2 Messungen

Wassermenge: 170 - 210 l/s (Messung Hydr. Dienst)  
Temperatur: 5,5° - 7,6°  
Leitfähigkeit: 210 - 258  $\mu$ S/cm

### 1.3.3 Wasserqualitätsuntersuchungen

Untersuchungen der Institutes für Hygiene auf Trinkwassertauglichkeit liegen vom September 1980, Oktober 1986 und Oktober 1990 vor und sind im Anhang beigelegt. Das Wasser hat einwandfreie Trinkwasserbeschaffenheit, ist kalkalpines Bergwasser mit ca. 7,3° Härte bei 6,4° Karbonathärte, 38 mg/l Calcium, 9 mg/l Magnesium, 12 mg/l Sulfat und 0,08 mg/l Fluroid. Obwohl das Wasser aus einem alten Bleiglanz- und Zinkblendebergbaugebiet stammt, wurden bisher keine Schwermetallanreicherungen festgestellt.

### 1.3.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Der Wendelinstollen entwässert das Einzugsgebiet H2 (Alpleskopf-Brunnwald), welches im Kapitel C Punkt 14.2 ausführlich beschrieben ist.

## 1.4 Roßbachquellen

### 1.4.1 Beschreibung

Die Roßbachquellen liegen unterhalb des Plateaus Holzleitensattel an seinem Westabfall orographisch links des Roßbaches ca. 400 m westlich der untersten Kehre der alten Bundesstraße. Sie entspringen in einem Steilhang ca. 30 m über dem Bach auf einer Seehöhe von ca. 1000 m. Die Fassung der insgesamt 3 Quellen (Q1 bis Q3) erfolgte über hangparallel verlegte und mit Schotter und Lehm

abgedeckte Dränrohre. Die von Ost nach West fallend angeordneten 3 Quellenstuben sammeln das Wasser, von der untersten wird es über eine Druckleitung zum ca. 1 km westlich orographisch rechts, auf einer Seehöhe von 900 m gelegenen Hochbehälter geleitet. Das Überlaufwasser wird erst beim Hochbehälter abgeworfen. Unterhalb der untersten Quellstube treten geringe Sickerwassermengen zutage. Mit den Roßbachquellen wird der Ortsteil Dormitz der Gemeinde Nassereith versorgt.

#### 1.4.2 Messungen

- Messungen TIWAG:

Es werden ungefähr halbjährlich im Zuge eines Beweissicherungsprogrammes Wassermenge und Temperatur gemessen, die Werte der Jahresreihe 1985 - 1989 sind im folgenden angeführt:

Q1: 2,5 bis 4,6 l/s Mittelwert 4,0 l/s (arith.)  
5,9 bis 6,6°

Q2: 3,2 bis 4,5 l/s Mittelwert 3,8 l/s (arith.)  
5,9 bis 6,6°

Q3: 7,4 bis 9,0 l/s Mittelwert 8,0 l/s (arith.)  
(1 Meßwert von 1,1 l/s wurde ausgeschieden,  
da ein Übertragungsfehler vorliegen dürfte)  
5,8 bis 6,8°

Gesamtschüttung: 15,1 bis 16,7 l/s

Mittelwert 15,8 l/s (arith.)

- Eigenmessungen:

29.7.91:	Menge:	Q1=2,0 l/s	Q2=2,2 l/s	Q3=ca.7l/s
	Temp.:	6,4°	6,5°	7,5°
	LF:	330	350	373
19.9.91:	Temp.:	6,5°		7,7°
	LF:	336		372
	(an diesem Tag Messung an unterhalb aus- tretendem Sickerwasser)			
28.1.92:	Menge:	3,0 l/s	3,0	ca. 7
	Temp.:	5,4°	5,7°	5,7°
	LF:	330	348	366
4.5.92:	Menge:	4,1 l/s	3,8	6,4
	Temp.:	6,1°	6,1°	6,1°
	LF:	342	363	389
11.6.92:	Menge:	3,9 l/s	3,7	6,8
	Temp.:	6,6°	6,3°	6,4°
	LF:	333	378	395

#### 1.4.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Quellen sind Schichtquellen, die aus einem oberhalb von Schluff-Ton-Schichten liegenden Aquifer gespeist werden (s. Plan FP-RQ-HG). Ca. 100 m östlich der Quellen treten in einem Murbruch unterhalb der alten Straße weitere ca. 10 l/s zutage, dort sind die Stauerschichten gut erkennbar. Auch westlich der gefaßten Quellen entspringen auf ungefähr gleicher Höhe mehrere Quellen mit allerdings geringerer Schüttung, darunter die Quellen des "Alten Roßbaches". Auffallend ist eine von Ost nach West deutlich zunehmende Leitfähigkeit (Murreise: ca. 320, QG 1 ca. 330, GQ 2 ca. 350-370, GQ 3 ca. 370-390, Quellen westlich: ca. 390-420, Alter Roßbach: 390-550), welche auf eine Schichtung des Wasserkörpers deutet. Insgesamt sind die Eigenschaften im Jahresgang sehr gleichmäßig, was auf günstige längere Verweilzeiten im Untergrund schließen läßt.

Eine Gefährdungsmöglichkeit für die Quellen stellt der 270 m südlich und 50 höherliegende Drainagekanalauslauf im Graben "Alter Roßbach" dar, dieses Wasser versickert bei Niederwasser nach ca. 100 m Fließstrecke vollständig im Graben und ist deutlich abwasserbelastet (Fetzen, Geruch); es hat eine hohe Leitfähigkeit (604 am 22.5.92, 680 am 11.6.92). Die 250 m westlich und ca. 40 m tieferliegende oberste Quelle des alten Roßbaches kommt vom linken Berghang und ist deutlich geringer leitfähig (388 am 11.6.92).

### 1.5 Weitere Quellen

Folgende Quellen im Untersuchungsgebiet wurden zur Versorgung von Einzelobjekten gefaßt:

#### 1.5.1 Römerwegquelle

Die Quelle liegt orographisch links ca. 1 m oberhalb der Bachfassung der Ris und ca. 100 m unterhalb der Fernpaßbundesstraße. Am 29.09.1988 wurden Proben vom Institut für Hygiene untersucht, aufgrund der günstigen Beschaffenheit wurde die Quelle von den Stadtwerken Imst gefaßt. Sie dient der Trinkwasserversorgung für das Kraftwerk Fernstein. Die Schüttung liegt zwischen 5 und 7 l/s, die Temperatur beträgt 6,5°. Es handelt sich um kalkalpines Grundwasser mit Leitfähigkeit 249, Gesamthärte 8,1°, Karbonathärte 7,2°, Chlorid < 1 mg/l und Fluorid 0,3 mg/l.

#### 1.5.2 Quelle Hotel Fernsteinsee

Zur Versorgung des Hotel Fernsteinsee mit Trinkwasser wurde eine am Ostufer des Fernsteinsees (ca. 2 m oberhalb des Wasserspiegels) liegende Quelle gefaßt. Sie

liegt etwas nördlich des Kaswasserbaches am Schwemmfächer, unterscheidet sich aber hydrochemisch deutlich von diesem, wie die folgenden Messungen zeigen:

DATUM	QUELLE HOTEL	KASWASSERBACH
18.09.1991	422/7,3	
28.01.1992	464/6,5 Q = ca. 20 l/s	hier trocken
04.05.1992	457/6,4° Q = ca. 50 l/s	332/6,0 Q = ca. 10 l/s

Zusammen mit der Ris bildet der Überlauf dieser Quelle den Hauptzufluß zum Fernsteinsee, die Leitfähigkeit des Seeablaufs liegt zwischen den Werten dieser Zuläufe, welche im See gemischt werden.

Die hohe und jahreszeitlich gleichmäßige Leitfähigkeit dieser Quelle lässt auf die Anspeisung aus Berg/Grundwasserkörper mit längeren Verweilzeiten im Untergrund schließen, was sich sicherlich auch günstig auf die Quellwasserbeschaffenheit auswirkt.

**2. NICHT GENUTZTE QUELLEN AN DER NORDSEITE FERNPASS**

**2.1 Loisachquellen**

**2.1.1 Beschreibung (siehe Plan FP-HG-2)**

Entlang der obersten 800 m Fließstrecke der Loisach wird die Hauptwassermenge rechtsseitig, ein kleiner Teil auch linksseitig eingespeist. Die Loisach entspringt am Überlauf der Loisachs-Trinkwasserquelle LQ 1 (siehe 1.1), anschließend treten im Bachbett Versickerungen auf.

120 m weiter östlich entspringen am Fuß einer kleinen Mulde die Quellen LQ 2 mit geringer Schüttung. In der Folge speisen von rechts kommend die Quellgruppen LQ 3 (Seehöhe 1.050 m) LQ 4 (1.035 m) und LQ 5 (1.030 m) ein. Zwischen LQ 3 und LQ 4 versickert der Bach vor der Steilstrecke bei Niederwasser vollständig und tritt in der überwiegend im Bachbett liegenden Quellgruppe LQ 4 wieder zutage. Vor der Versickerung liegt bei einem Holzsteg ein Pegel des Hydrographischen Dienstes (L1), welcher somit die Schüttung von LQ 1 + 2 + 3 erfaßt.

Zwischen der Gruppe LQ 4 und LQ 5 speisen kleinere Quellen von links ein (= LQ 7) die unterste davon ist die gefäßte und nicht mehr genutzte Brunnenquelle. Ca. 150 m nördlich der Loisachtrinkwasserquelle entspringt am Westrand der moorigen Ebene ein kleiner Quellbach (LQ 6), welcher nach ca. 400 m Fließstrecke am Übergang der Ebene in ein geneigtes enges Tal bei Niederwasser vollständig versickert und ca. 200 m weiter westlich beim obersten Austritt der erwähnten linksseitigen Quellen wieder zutage tritt und in die Loisach mündet.

## 2.1.2 Messungen

### a) Quellschüttungen

Über Messungen an der Loisach wurde die Quellschüttung verschiedener Gruppen zusammengefaßt gemessen (siehe Kapitel F Punkt 3.1.2).

Quellgruppen LQ 1 + LQ 2 + LQ 3: (Stelle L1)  
(Messung Hydr. Dienst)      min. 36 l/s (03.12.91)  
                                    max. 338 l/s (24.08.88)

Messung 19.11.1991: (Niederwasser)

Stelle A3: 66 l/s (= Quellgruppe LQ 1 bis LQ 4

Stelle A4: 78 l/s (= Loisach bei Straßendurchlaß)  
(Differenz: 12 l/s = Quellgruppe LQ 5 + LQ 7

Aus diesen Messungen lassen sich folgende Quellschüttungen bei Niederwasser angeben:

LQ 1: Trinkwasserquelle 16 l/s (siehe 1.1,  
Überlauf)

LQ 2 + 3: 20 l/s (Summe: 36)

LQ 4: 30 l/s (+ 36 l/s aus versickertem Bach,  
Summe = 66)

LQ 7: ca. 7 l/s (ca. 5 l/s aus gefaßter Quelle)

LQ 5: ca. 5 l/s

Stelle A1: 78 l/s (Gesamtsumme bei Niederwasser)

### b) Leitfähigkeit/Temperatur

b) Leitfähigkeit/Temperatur

Datum	LQ1 / LQ2	LQ3	LQ4	LQ5	LQ6	LQ7	Wasserstand
01.07.91	398/406	344-385			380-384		(Pegel HD)
,	7,1°/7,6°	8,2-8,9°			6,6-6,9°		(Stelle L1)
15.07.91	396/396	341-381			377-381	327 (29.7.)	
	7,1°/8,1°	8,5-9,1°			6,8-7,0°	6,7°	
27.08.91	397/400	349-373	368-372	380-406		336-362	20 cm
	7,2°/8,0°	8,7-10,2°	9,0-9,3°	8,4-8,7°		6,5-10,9°	
08.10.91	399/401	370-384	379-380	380-387	362-371	325-348	15 cm
	7,1°/7,4°	8,9-10,5°	9,3-9,4°	8,5-8,8°	7,0°	6,4-7,3°	
29.01.92	400/trock.	397-403		383		346-348	12,5 cm
	6,9°	9,5-9,8°		3,7°		4,8-5,4°	
		2 Q. mit					
		11,5°					
30.04.92	348	371-383	374	356	333-336	262/6,4	45 cm
	7,0°	9,9-10,9°	9,4	7,7	6,4-6,6°		
	39 l/s	~ 300 l/s		~ 10 l/s	~ 10 l/s	~ 5 l/s	
11.06.92	385						
	7,1°						
		Stelle L1: 358/8,7° (= LQ1+2+3)					30 cm

Die Wassermenge der Loisachquellen wird bei Niederwasser hauptsächlich gebildet von LQ 1, LQ 3 und LQ 4 (jeweils 20 - 30 l/s), geringere Mengen stammen von LQ 5 und LQ 6 (bis zu ca. 10 l/s). LQ 2 und LQ 7 versiegen fast vollständig. Bei Hochwasser (30.04.1992) wird die überwiegende Hauptmenge von LQ 3 eingespeist, wobei am obersten nördlichen Austritt dieser Gruppe zwischen Grobblockwerk ca. 200 l/s und bei 2 tiefliegenden jeweils ca. 50 l/s austreten. Der erwähnte oberste Austritt fällt bei Niederwasser trocken.

Die Leitfähigkeit liegt mit ca. 300 - 400 jahreszeitlich ziemlich konstant, beim Frühjahrshochwasser wurde an der Trinkwasserquelle (LQ 1) ein Rückgang von 400 auf 350 festgestellt. Die niedersten Werte weist die Brunnenquelle (LQ 7) auf.

Die Temperaturen liegen bei LQ 1 mit 6,9 - 7,2° jahreszeitlich ziemlich konstant. LQ 3 zeigte etwas höhere Temperaturen, als Besonderheit ist zu erwähnen, daß die 2 tieferen Austritte dieser Gruppe um ca. 1 - 2° höhere Temperaturen haben als die danebenliegenden, außerdem wurden die höchsten Temperaturen mit 11,5° im Jänner gemessen. Eine mögliche Ursache dafür ist die Anspeisung aus tieferen, wärmeren Bodenschichten bei Niederwasser.

Bei LQ 5 wiederum wurde im Jänner mit 3,8° eine um 5° niedrigere Temperatur als im Herbst gemessen. Als Ursache dafür ist die Beeinflussung durch relativ kaltes Wasser aus dem Finstersee möglich, was auch mit den Ergebnissen eines mündlich überlieferten Färbeversuches (siehe Kapitel Finstersee) und den Ergebnissen der Bohrung B5 (Gutachten HR Schuch) übereinstimmt. Andererseits ist insbesonders bei Hochwasser die Schüttung dieser Quellgruppe deutlich geringer als die im Finstersee versickernde Menge.

Es wäre möglich, daß bei Hochwasser die stark schüttende Quellgruppe LQ 3 vom Finstersee aus mitangespeist wird. Eine Klärung könnte durch Färbeversuche (am besten bei Hoch- und Niederwasser) erfolgen.

#### 2.1.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Loisachquellen sind Schichtquellen, die entlang des am tiefsten eingeschnittenen Teiles in der westlichen Hälfte des Nordrandes des hügeligen Talbereiches zwischen Blindsee und Biberwier austreten. Die Quellaustritte werden durch Stauerschichten (voraussichtlich Moränen) verursacht, die hier stellenweise auch zutage treten, bzw. in Bohrungen angetroffen wurden. Die Moränen werden von Felssturzmateriel überlagert.

### 2.2 Finkwegquellen

#### 2.2.1 Beschreibung

Die Finkwegquellen treten am Südrand des Talbereiches Oberes Loisachtal ca. 500 m nordöstlich des Parkplatzes Weißensee in sumpfigen Gelände auf Seehöhe 1080 m knapp unterhalb der Zufahrtsstraße nach Biberwier zutage. In einem ca. 800 m langen Bach fließen sie zur Loisach. Es sind mehrere Austrittsstellen vorhanden, die oberste fiel bei Niederwasser trocken. Ca. 100 m vor Mündung des Quellbaches in die Loisach treten noch orographisch links und rechts auf Seehöhe 1025 m Austritte zu.

#### 2.2.2 Messungen

Quellschüttung gesamt:	27.08.91	ca. 10 l/s
	19.11.91	5,4 l/s
	30.04.92	ca. 40 l/s

**Leitfähigkeit/Temperatur:**

01.07.91:	303-355	5,5-8,9°
15.07.91:	332-374	5,6-6,8°
27.08.91:	350	6,6° (Quellbach vor Mündung)
08.10.91:	344	6,6° (Quellbach)
	279-310	6,8-7,6 (Quellen, tlw. trocken)
29.01.92:	364	5,6° (Quellbach vor Mündung)
30.04.1992:	260 - 301	4,8 - 5,1°

**2.2.3 Hydrogeologische Verhältnisse**

Die Finkwegquellen liegen im Kontaktbereich von Felssturzmaterial zu Hangschuttmaterial, das von der südlichen Talflanke kommend einen großen Kegel bildet. Der Fuß des Kegels ist durchnässt, wobei insbesondere im Frühjahr nach der Schneeschmelze kleine Tümpel sich auch oberhalb der Straße bilden.

**2.3 Feuerbachquellen**

**2.3.1 Beschreibung**

Im Südwesten von Biberwier treten im Ortsgebiet mehrere Quellen zutage, die zusammen den Feuerbach speisen. Dieser mündet im Lermooser Becken etwas unterhalb der Schmitte in die Loisach.

Der oberste Austritt erfolgt im Bereich einer alten (bei Hochwasser überstaute) Quellstube auf Seehöhe 1007 m nördlich des Narrenbichl. Es erfolgt dabei von rechts ein Austritt aus einem alten Rohr (F2), von links ein Quellaustritt (F1) und vor der Quellstube ein Austritt aufsteigenden Wassers (= Mischwasser F1, F2).

Ca. 400 m unterhalb erfolgt von links ein Zutritt aus Quellen am Bergfuß, wo auch Überreste einer alten Fassung stehen (F3). Die Gesamtquellschüttung betrug am 19.9.91 ca. 30 l/s, am 29.1.92 ca. 20 l/s. Ca. 2/3 stammen aus dem hinteren Austritt.

### 2.3.2 Messungen Leitfähigkeit/Temperatur

Datum	Oberste Austritte			F3	Bach vor F3	Bach Ortsende F4
	F2	F1	Mischw.			
19.09.91	388/7,7°	445/7,7°	411/7,5°	368/6,5°	406/11°	379/9,1°
8.10.91	388/7,7°	444/7,5°	410/7,5°	361/6,6°	405/8,4°	
29.01.92	391/7,9°	439/7,2°	410/7,9°	390/6,6°	406/5,4°	
30.04.92	268/7,7°	319/7,7°	283/7,7°	171/6,4°	209/6,4°	144/6,4°

### 2.3.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Das beim obersten Austritt aus dem alten Rohr fließende Wasser ist in der Leitfähigkeit der Loisach sehr ähnlich, zeigt aber zum Unterschied kaum Temperaturschwankungen. Da 250 m südlich dieser Stelle und 12 m höher gelegen im Bachlauf der Loisach in linksseitigen Schlucklöchern Versickerungen auftreten und lt. Auskunft von Herrn Künstner bei einem früheren Markierungsversuch Fließzeiten von 3 Tagen gemessen wurden, handelt es sich bei dem aus dem alten Rohr fließenden Wasser höchstwahrscheinlich um Loisachwasser, dessen Temperatur durch die Untergrundpassage wieder ausgeglichen wurde. Unterlagen oder weitere Informationen über Rohr und Markierungsversuch konnten nicht gewonnen werden. Es wäre allerdings denkbar, daß das alte Rohr und die Schlucklöcher in früheren Zeiten zur Versorgung des mitten durch den Ort

fließenden Feuerbaches mit einer ausreichenden Löschwassermenge absichtlich angelegt wurden.

Der Quellaustritt daneben hat hingegen eine deutlich höhere und im Jahresverlauf sehr konstante Leitfähigkeit (mit Ausnahme niedrigerer Wert bei Schneeschmelzperiode April 1992). Beim aufsteigenden Wasser handelt es sich um Mischwasser aus beiden.

Die Zutritte von links 400 m unterhalb sind auf Grund ihrer deutlich niedrigeren Temperatur und ihrer Austrittsstelle am Fuße des felsigen Steilhangs etwas oberhalb des Talbodens als Bergwasser anzusprechen.

#### **2.4 Bergwasser aus Bergwerk Biberwier**

##### **2.4.1 Beschreibung**

Das im Bereich des Max Braun-Stollens im Bergwerk beim Schachtkopf südlich von Biberwier anfallende Bergwasser wird im EWR-Kraftwerk Biberwier (Leistung bis 90 kW) abgearbeitet. Das Bergwasser hat eine geringe Temperatur und Leitfähigkeit mit geringen jahreszeitlichen Schwankungen, die Wassermenge beträgt laut Messungen des Elektrizitätswerkes Reutte 27 bis 80 l/s.

##### **2.4.2 Messungen Leitfähigkeit/Temperatur**

Gemessen am Kraftwerksauslauf

08.10.91: 177/3,8°

29.01.92: 182/3,5°

30.04.92: 96/3,8°

11.06.92: 176/3,9°

## 2.5 Quelle bei Kraftwerk Biberwier

Unmittelbar östlich des Krafthauses tritt orographisch rechts der Loisach in einem Quellteich eine relativ große Grundwassermenge (bis ca. 50 l/s) zutage. In einem kurzen Rohr wird dieses Wasser zur Loisach geleitet. Bei Hochwasser wird auch eine geringere Menge vom Quellbach (2.6) eingeleitet.

Leitfähigkeit/Temperatur:

08.10.91: 320/6,0°

29.01.92: 330/4,5°

30.04.92: 222/6,0°

11.06.92: 336/6,5°

## 2.6 Quellen östlich Sportplatz Biberwier

Östlich des Sportplatzes Biberwier tritt Grundwasser in mehreren kleinen Quellaustritten zutage und fließt in einem kurzen Bach/Drainagegraben zur Loisach (Einmündung orographisch rechts). Es dürften hier auch teilweise Drainagierungen vom Sportplatz, oberhalb anschließenden Liftparkplatz und Skiwiese einmünden.

Messung 30.04.92: LF 210, Temperatur 6,0°

Gesamtmenge ca. 50 l/s

11.06.92: LF 360, Temperatur 7,0°

Menge ca. 40 l/s

## 2.7 Sonstige kleinere Quellen

Folgende weitere kleine Quellen an der Nordseite des Fernpasses sind noch vorhanden:

a) Grubighütte (Jagdhütte) - SH 1650 m

Q < 0,1 l/s, LF = 295, T = 10,9° (24.9.91)

b) Roßköpfletal - (bei SH 1330)

Bach in Steilrinne:  $Q = 1-2 \text{ l/s}$ ,  
 $LF = 301, T = 17,0^\circ$

Seitlicher Zutritt:  $Q < 0,1, LF = 311, T = 15,7^\circ$

Der Bach entspringt oberhalb (lt. Karte SH 1600 m) und fließt in einer stark sonnenbeschieneen Steilrinne zum Blindsee ab (Ursache für hohe Temperatur).

c) Schwefelquellen beim Weißensee

beschrieben in Kapitel D Punkt 3

d) Quellaustritt oberhalb Finstersee

Im Hang westlich des Zuflüßbaches zum Finstersee tritt eine höher mineralisierte Quelle ( $LF 400-405, T = 7,7^\circ$ ) zutage.

e) Zulauf Nordostecke Weißensee

$Q \sim 1 \text{ l/s}, LF = 388, T = 11,0^\circ$  (08.10.1991)

Zwischen diesem Seezulauf und den nördlich davon entspringenden Finkwegquellen liegt eine kleinräumige orographische Wasserscheide.

3. BÄCHE NORDSEITE FERNPASS

3.1 Loisach

3.1.1 Beschreibung

Die Loisach entspringt am Überlauf der Trinkwasserquelle Biberwier und fließt am nördlichen Talrand in Richtung West, wobei auf den ersten 800 m hauptsächlich von rechts große Wassermengen über die Loisachquellen eingespeist werden (siehe 2.1). Es treten dabei im ersten Abschnitt und vor der Steilstrecke nach Quellgruppe LQ3 Versickerungen auf (bei Niederwasser vollständig), die Quellgruppe 4 stellt zum Teil ein Wiederzutagetreten dieses Bachwassers dar. Unterhalb des Straßendurchlasses mündet von rechts der Quellbach Finkwegquellen (s. 2.2) ein. Südlich des Narrenbichl wechselt sie auf die mittlere bis südliche Talseite. Es münden dann von rechts ein kleiner Quellbach, der Auslauf des Kraftwerkes Biberwier (s. 2.4) und eine relativ stark schüttende Grundwasserquelle (s. 2.5) ein. Im Bereich des Campingplatzes mündet von rechts der Überlauf Schmittenquellen ein. Im Bereich der Schmitte erreicht sie das Lermooser Becken, wo von links der Feuerbach (s. 2.4) einmündet. Hauptzubringer im Bereich des Lermooser Beckens sind von Westen der Lussbach und von Osten der Geißbach. Sie verläßt das Lermooser Becken in Richtung Nord in einem engen Taleinschnitt. Erkennbare Versickerungen in der Loisach treten auch im Bereich der Schlucklöcher südöstlich des Nasserbichl auf. Das in den Schlucklöchern versickernde Wasser tritt beim Feuerbach (s. 2.3) wieder zutage.

3.1.2 Wassermengen (siehe auch Kapitel F)

Vor Einmündung Finkwegquellen: 78 l/s (19.11.91)  
Bei Straßenbrücke südlich von  
Biberwier: (Einzelmessungen HD) min 100 l/s (5.2.86)  
max 640 l/s (20.5.86)  
Ausgang Lermooser Becken:  
(Schreibpegel HD) MQ 2780 l/s  
MNQ 780 l/s  
MHQ 19900 l/s

3.1.3 Messungen Leitfähigkeit und Temperatur

	Unterhalb Einmündung Finkwegquellen (A1)	Bei Schmitte (L3)
01.07.91		339 $\mu$ S/cm / 9,2°
27.08.91	370 / 9,5°	
19.09.91		314 / 9,4°
04.10.91		317 / 6,0°
08.10.91	374 / 9,2°	319 / 7,1°
29.01.92	387 / 4,8°	335 / 2,5°
30.04.92	295 / 7,8°	188 / 7,8°
11.06.92	350 / 8,6°	329 / 7,5°

Zwischen den beiden Meßstellen erfolgt hauptsächlich durch die Grund- und Bergwasserzutritte beim Kraftwerk Biberwier eine deutliche Reduzierung der Leitfähigkeit bei einer starken Zunahme der Wassermenge.

3.2 Feuerbach

Siehe 2.3

4. NICHT GENUTZTE QUELLEN AN SÜDSEITE FERNPASS

4.1 Quellen Kälbertal und Wurmtal

4.1.1 Beschreibung

Am Talschluß des Kälbertales entspringt auf einer Seehöhe von 1360 m unterhalb des Plateaubereiches Birchboden der Kälbertalbach (Stelle A). Ein oberhalb liegender kleiner Bach aus dem Pfötschgartengraben (B) (ca. 2 l/s) versickert bei Niederwasser im Plateaubereich, bei Niederschlägen ist dieser Bach der Hauptwasserbringer. Kleine Bachläufe im hintersten Talbereich (Galtberghütte, C) versickern bei Eintritt in das Lockermaterial. Unterhalb des Hauptquellhorizontes mündet von links eine relativ stark schüttende Quelle (D, ca. 10 l/s) ein, welche auf Seehöhe 1400 m im Blockschutt unterhalb eines Schrofens entspringt. Bei Niederwasser beträgt die Gesamtabflußmenge des Kälbertalbaches oberhalb Einmündung Wurmtalbach (Stelle E) ca. 50-70 l/s, am 15.7.91 flossen nach Starkregen an den Vortagen ca. 1000 l/s ab.

Die Wurmtalquelle ist eine Karstquelle, die auf Seehöhe ca. 1400 m in einer Felswand orographisch rechts etwas oberhalb eines steilens Grabens (= Wurmtal) entspringt. Die Schüttung beträgt bei Niederwasser ca. 50 l/s, am 15.7.91 ca. 300 l/s. Vom 15. auf den 16.7. nahm die Schüttung bereits wieder um ca. 20 % ab. Die Schüttungen können nicht direkt an den Quellaustritten gemessen werden, sondern erst unterhalb im Bachschutt.

Die Schüttungsmessungen sind durch den grobblockigen Bachschutt nicht verlässlich, da teilweise Wasser an der Meßstelle vorbeifließt.

#### 4.1.2 Messungen Leitfähigkeit/Temperatur

Datum	Kälber-talbach Stelle E	Wurmtal-bach (bei E)	Quelle A	Bach B	Quelle D
15.07.91	217/6,5°	222/7,2°			
16.07.91		225/8,0°			
18.09.91	238/8,0°	256/8,8°			
24.09.91	239/5,9°	261/6,7°		237/6,6°	243/4,5°
08.10.91	238/6,6°	255/7,2°	232/5,5		

#### 4.1.3 Hydrogeologische Verhältnisse (s. auch Kapitel C 4.3)

Die Wurmtalquelle und das Hauptquellniveau Kälbertalbach liegen auf gleicher Seehöhe (ca. 1360 m), wobei die mit Lockermaterial überdeckte Kälbertalquelle teilweise aus dem gleichen Karstwasserkörper gespeist wird wie die Wurmtalquelle. Leitfähigkeit und Temperaturen sind sehr ähnlich, die Verkarstung des Hauptdolomites hat sich bis auf dieses Hauptquellniveau ausgebildet.

### 4.2 Schanzlseequellen

#### 4.2.1 Beschreibung

Die Schanzlseequellen treten im Bachbett unterhalb des Schanzlsee auf Seehöhe 1110 bis 1065 m zutage. Bei Niedrigwasser bilden sie den Ursprung der Ris, bei Hochwasser erfolgt ein durchgehender oberirdischer Abfluß in Kälbertalbach - Schanzlsee-Ris. Auf Seehöhe 1065 m wird die Ris gefaßt und im Kraftwerk Fernstein abgearbeitet. Etwas oberhalb der Fassung wird eine kleine Quelle dieser Gruppe zur Trinkwasserversorgung Kraftwerk herangezogen (s. 1.5.1). Einige Quellen dieser Gruppe entspringen etwas oberhalb des Bachbettes.

#### 4.2.2 Messungen

##### a) Quellschüttung

Bei Niederwasser kann die Gesamtquellschüttung vor dem Kraftwerkseinlauf gemessen werden, sie betrug am 19.11.1991 154 l/s. Vom Kraftwerksbetreiber (Stadtwerke Imst) wird der Abfluß nicht direkt gemessen, allerdings kann aus der aufgezeichneten Stromproduktion die abgeleitete Wassermenge rückgerechnet werden. Es betrug die kleinste durchschnittliche Monatsleistung der Jahresreihe 81-85 80,7 kW (März 85) und die größte 354 kW (Juni 84). Unter Zugrundlegung der Nutzfallhöhe von 81,7 m und eines Gesamtwirkungsgrades von ca. 0,8 ergibt sich die Durchflußwassermenge mit 80 l/s (März 85) bzw. 350 l/s (Juni 84).

##### b) Leitfähigkeit/Temperatur

Datum	Oberste Quelle (im Bachbett)	Quellen Nordseite	Ris bei Kraftwerkseinlauf
18.9.91	258/6,2°	276-279/ 5,8°	278/5,9°
8.10.91	263/6,0°	278/5,9°	
28.1.92		285/5,6°	277/5,6°
4.5.92			277/5,8°

#### 4.2.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Quellen entspringen im Lockermaterial etwas oberhalb der Steilstrecke der Ris, welche beim Kraftwerkseinlauf beginnt. Der Steilhang südlich des Bachbettes besteht aus Fels, während der Nordhang aus kantigen Hangschutt gebildet wird. Allerdings ist im Bereich des Kraftwerkseinlaufes auch im Norden eine Felsrippe erkennbar.

Der Quellenaustritt wird durch das anstehende Festgestein bei eventueller Moränenüberlagerung verursacht. Ein Teil der austretenden Wassermenge stammt aus dem im oberhalb liegenden Plateaubereich versickernden Kälbertalbach (laut der Messung vom 19.11. versickerten 55 l/s und traten 154 l/s zutage). Der Rest wird unterirdisch aus dem unterhalb des Fernpaßplateaus im Bergsturzbereich liegenden Grundwasserkörper zugeleitet. Das rasche Anspringen der Quellen auf Schneeschmelzereignisse läßt auf eine relativ große Durchlässigkeit des Aquifer schließen, besonders auffallend ist andererseits die im Jahresgang sehr konstante Leitfähigkeit/ Temperatur der Ris beim Kraftwerkseinlauf, während hingegen andere Quellen bei der Schneeschmelze im Mai 1992 deutlich reduzierte Werte aufwiesen.

Der Umstand, daß diese relativ starken Quellen ca. 100 m oberhalb des Fußes des Fernpaßtalriegel austreten, deutet darauf hin, daß dieser Riegel nicht nur aus gut durchlässigem Bergsturzmaterial bestehen kann, sondern auch stauende Schichten (z.B. Fels) enthalten muß. Von der Höhenlage und der Quellschüttung her ist eine Anspeisung dieser Quellen vom nördlich des Passes und 20 m höher liegenden Blindsee aus theoretisch denkbar, falls im Bereich des jetzigen Passes das Bergsturzmaterial bis in diese Tiefe reicht.

Ein im Jahre 1944 durchgeföhrter Markierungsversuch mit Einspeisung im Blindsee ergab nach mündlicher Auskunft Farbaustritte bei den Schanzlseequellen, schriftliche Unterlagen und Angaben der Fließzeit sind nicht mehr verfügbar. Dieser Farbdurchgang würde für Wasserwege im Fels (Klüfte) oder für eine eventuell mögliche unterirdische enge Schlucht südlich des Blindsees sprechen.

Quellen und ihr unmittelbares Umfeld ausführlich beschrieben. Zur besseren Übersicht werden hier Teile wiederholt bzw. auch ergänzt.

Der Mühlprungbach tritt in Quellgruppen zutage. Die Quellgruppe 1 liegt rund um den obersten Quellteich, die Quellgruppe 2 speist am rechten Ufer ca. 100 - 150 m unterhalb ein, und die eher kleine und von links kommende Quellgruppe 3 liegt weitere 100 m unterhalb. Die sichtbaren Quellaustritte liegen maximal bis zu 30 cm oberhalb des Wasserspiegels Mühlprungbach. Er hat ein sehr kleines Gefälle und mündet nach 400 m Fließweg kurz vor der Bundesstraßenbrücke in den Brieglbach.

Durch die Trassenführung der Umfahrungsstraße Nassereith (Baubeginn voraussichtlich 1992) oberhalb der Quellen, wodurch insbesondere die Quellgruppe 1 überschüttet wird, waren umfangreiche Untersuchungen über eine mögliche Quellfassung notwendig. Hauptergebnis dieser Untersuchungen ist die Tatsache, daß die Quellen nicht, wie anfänglich vermutet, von Bergwasser aus dem Siebenkopf, sondern vom Talgrundwasserstrom des oberen Gurgltales angespeist werden.

Im Frühjahr 1992 wurden folgende Bauarbeiten an den Quellen durchgeführt:

- Dränschlitz bei Quelle 2/3  
Es wurde zwischen Quellaustritt und Bergfuß ein ca. 5 m langer Dränschlitz gegraben, in eine relativ große Menge (ungefähr der Schüttung von 2/3 entsprechend) von Norden eintritt, dieser Schlitz wurde anschließend verbreitert.
- Neuer Quellteich östlich Quellgruppe 1  
Es wurde ca. 100 m östlich der Quellgruppe 1 ein neuer Teich gegraben einschließlich eines Verbin-

#### 4.3 Quellen beim Fernsteinsee

##### 4.3.1 Beschreibung

Die Ris tritt in ihrem Bachbett ca. 200 m östlich des Sees bei Niederwasser zutage und bildet den Hauptzufluß des Sees, bei Hochwasser erfolgt durchgehender Abfluß. Weitere Zuflüsse werden vom südlich davon liegenden Quellteich und weiter südlich einmündenden Quelle Hotel gebildet. Diese zur Versorgung des Hotels genutzte Quelle ist in 1.5.2 beschrieben.

##### 4.3.2 Messungen Leitfähigkeit/Temperatur

Datum	Ris	Quellteich
18.9.91	289/6,7° Q = ca. 160 l/s	294/9,4°
28.1.92	302/5,8° Q = ca. 50 l/s	405/5,4° Q = ca. 20 l/s
04.5.92	296/6,0	350/6,8

#### 4.4 Mühl sprungquellen

##### 4.4.1 Beschreibung

Die im Südwesten der Ortschaft Nassereith am Ostfuß des Sießenkopfes in der Talflur entspringenden Mühl sprungquellen sind mit einer Schüttung von im Jahresmittel 760 l/s die bedeutendsten Quellen des Untersuchungs gebietes und bilden zugleich seinen Südrand und bei See höhe 828 m seinen tiefsten Punkt. In den Berichten "Hydrogeologische Verhältnisse im Bereich der Mühl sprungquellen" (ILF, Dezember 1990) und dem Bericht über den Markierungsversuch (ILF, Jänner 1991) sind diese

dungskanals zum Mühlspungsbach. Die in diesem Teich ausfließende Wassermenge blieb sehr gering, weshalb er wieder zugeschüttet wurde.

#### 4.4.2 Messungen

##### a) Quellschüttung (Messung HD)

Seit 1971 werden vom Hydrographischen Dienst laufend Abflußmessungen durchgeführt, wobei sich folgende statistischen Mittelwerte ergeben.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gesamt
Mittelwert	236 l/s	411	110	757
min. Monatsmittel	170 (Febr.)	350	ca. 20	540
max. Monatsmittel	300 (Juli)	490 (Juli)	170	960

##### b) Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]

Datum	Bach (2. Holzsteg)	1a	1b	1c	2/1	2/2	2/3	2/4	3 = 103
4.9.90	350-370	344	340	343	341	349	398	678	331
14.1.91		346	347	351	359	370	426		337
18.1.91		346	348	350	360	369	424	485	338
24.9.91		357	357	357	365	378	402		
28.1.92	371-403	352	356	358	365	379	417	550	343
3.4.92		364	364	358	359	366			
4.5.92	376-391	370	373	366	368	372	430*	620	351

\* Messung Auslauf Dränschlitz

c) Temperatur

Datum	Bach (2. Holzsteg)	1a	1b	1c	2/1	2/2	2/3	2/4	3
4.9.90	7,2	7,7	7,3	7,1	6,9	7,0	7,0	11,0	7,9
14.1.91		7,5	7,5	7,2	7,2	7,2	7,4		7,1
18.1.91		7,5	7,2	7,1	7,2	7,2	7,3	3,2	6,7
24.9.91		7,8	7,6	7,3	7,1	7,2	7,4		
28.1.92	7,2	7,2	7,3	7,2	7,1	7,1	7,2	2,5	6,9
3.4.92		7,1	7,1	6,9	6,9	7,0			
4.5.92	7,1	7,1	7,2	6,9	6,8	7,0	7,2*	8,3	7,6

4.4.3 Geochemische Verhältnisse

Zur Erfassung und Abgrenzung verschiedener Quellwasser-  
austritte wurde der gesamte Mühlprungbach von seinem  
Ursprung bis zur Einmündung in den Brieglbach bei der  
Bundesstraßenbrücke chemisch aufgenommen.

Anmerkung: in den verschiedenen Kartenunterlagen wird  
der Hauptbach des Tales vom Fernsteinsee südlich  
nach Nassereith unterschiedlich bezeichnet. Es  
finden sich die Namen Brieglbach, Biegerbach,  
Prügelbach, Gurgltalbach, jeweils auch mit ver-  
schiedener Rechtschreibung. Auch bei den Orts-  
ansässigen war für den Bach keine einheitliche  
Namensgebung festzustellen, in diesem Bericht wird  
er als "Brieglbach" bezeichnet.

Bei der chemischen Kartierung vom 4.9.90 des Mühlprung-  
baches wurde die Leitfähigkeit und die Wassertemperatur  
gemessen. Mit diesen Werten war es möglich, Quellgruppen  
zu unterscheiden, von denen anschließend Wasserproben  
gezogen und im Hygienischen Institut der Universität  
Innsbruck untersucht wurden.

Die Ergebnisse sind im Plan MQ-G-4 eingetragen.

Bei den weiteren Messungen wurden die Hauptquellaus-  
tritte und der Bach beim 2. Holzsteg gemessen.

a) Quellgruppe 1

Am Ursprung des Mühlprungbaches, der in einer halbkreisartigen Vertiefung ca. 1,5 m unter der Talflur am Fuße von Hangschuttkegeln liegt, wurden bei den Quellaustritten Leitfähigkeiten von 335-345  $\mu\text{S cm}^{-1}$  ( $T_{\text{Ref.}} = + 25^\circ\text{C}$ ) und Wassertemperaturen von 7,1 - 7,8°C gemessen (Meßtag 4.9.1990, Lufttemperatur + 20°C). Dabei wurde die Tendenz festgestellt, daß von der nördlichsten Quelle (= Q 100) zur südlichsten Quelle (= Q 1C) die Temperatur kontinuierlich von 7,8°C auf 7,1°C abnimmt (ausg. Jänner 1992), die Leitfähigkeit hingegen meist leicht zunimmt. Am 21.04.1988 schwankte die Temperatur von 7,0 - 7,5°C. 35 m oberhalb des Ursprungs des Mühlprungbaches weisen die Pegel C3 und C4 ebenfalls Leitfähigkeiten von 335-350  $\mu\text{S cm}^{-1}$  und Wassertemperaturen von 7,9°C auf.

Insgesamt zeigen sich im Jahresgang bei der Temperatur kaum und bei der Leitfähigkeit nur geringe Schwankungen.

10 m östlich der Ursprungsquellen weist ein Quellaustritt im Schilf (= Q 101), der hier eindeutig als Grundwasseraustritt der Talalluvionen anzusprechen ist, eine Leitfähigkeit von 346  $\mu\text{S cm}^{-1}$  und 8,1°C Wassertemperatur auf.

Daraus folgt, daß sich die verschiedenen Quellen im Ursprungsgebiet des Mühlprungbaches geochemisch nicht signifikant von Grundwasseraustritten der Talflur unterscheiden.

20 - 30 m unterhalb des Mühlprungursprungs sind von der orographisch linken östlichen Seite (=Talseite) leichte Grundwasserzutritte bei Punkt P 200 festzustellen: LF = 340-345, T = 8,2°C. Auch

hier ändert sich nur die Temperatur und nicht die Leitfähigkeit.

Am Nordende des Fußballfeldes, das in einer Sumpfzone errichtet wurde, tritt aus einem kleinen Drainagegraben schwaches Sickerwasser auf: P 202 mit LF = 370-380, T = 8,2°C.

Beim oberen Holzsteg (P 206) in der Nähe der Bohrung SA 1 weist der Mühlprungbach durchwegs eine Leitfähigkeit von  $342 \mu\text{S cm}^{-1}$  und 7,4°C im gesamten Bachquerschnitt auf.

b) Quellgruppe 2

Ca. 20 m unterhalb des oberen Holzsteges treten von der orographischen rechten, westlichen (= Bergseite) Bachseite eine Reihe von Quellen auf, die von Norden nach Süden als Quellen 2/1 bis 2/3 bezeichnet sind.

Die Temperaturen sind mit 6,9°C - 7,1°C bzw. 7,1°C - 7,4°C bei späteren Messungen sehr einheitlich und zeigen keinen Trend. Die Leitfähigkeiten nehmen hingegen von  $341 \mu\text{S cm}^{-1}$  im Norden kontinuierlich auf  $398 \mu\text{S cm}^{-1}$  im Süden zu (4.9.90), spätere Messungen ergaben höhere und ebenfalls deutlich zunehmende Leitfähigkeiten (359 - 426). Die zunehmende Mineralisation der Quellwässer von Q 2/1 zu Q 2/3 erfolgt durch eine Erhöhung des Sulfatgehaltes von 37 mg/l auf 67 mg/l.

Etwas unterhalb der Quellen 2/1 bis 2/3 tritt in einem fast stehenden Seitenast des Mühlprungbaches eine sehr gering schüttende Quelle auf (Q 2/4). Diese Quelle zeigt auffallende Schwankungen der Temperatur (2,5 - 11,4°C) und Leitfähigkeiten von  $485 - 678 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Die Temperaturschwankungen sind auf das fast stehende Wasser im Quelltümpel zurückzuführen. Das Wasser zeigt eine deutliche Aufhärtung aufgrund einer Zunahme des Sulfatgehaltes. Messungen im Bach unterhalb der Einmündung

der Quelle 2/4 ergaben aber bereits wieder Leitfähigkeiten von  $389 \mu\text{S cm}^{-1}$  und eine Wassertemperatur von  $7,4^\circ\text{C}$ , d.h. die Schüttung von Q 2/4 ist so gering, daß der Chemismus des Baches nicht beeinflußt wird.

Zur Kontrolle wurde beim 2. Holzsteg ein Bachquerprofil geochemisch aufgenommen: von der orographisch rechten, westlichen Bachseite zur orographisch linken Seite nimmt die Leitfähigkeit von 370 auf  $345 \mu\text{S cm}^{-1}$  (September 1990) bzw. 403 - 371 (Jänner 1992) ab, gleichzeitig erhöht sich die Temperatur von  $7,2^\circ\text{C}$  auf  $7,4^\circ\text{C}$ .

c) Quellgruppe 3

20 m unterhalb des unteren Holzsteges treten hauptsächlich von der linken Bachseite (= Talseite) laufend Quellen zu, die von Norden nach Süden mit Q 102 - Q 105 (oder Quellgruppe 3) bezeichnet wurden. Die Leitfähigkeit zeigt nur geringe Schwankungen von  $331 - 337 \mu\text{S cm}^{-1}$  (im Jänner 1992 343). Die Temperaturen liegen mit Ausnahme September 1990 ( $7,9^\circ$ ) etwas tiefer als andere ( $6,9 - 7,1^\circ$ ). Aufgrund der topographischen Situation handelt es sich bei den Quellen Q 102 - 105 um eindeutiges Grundwasser.

Kurz vor der Mündung des Mühlprungbaches in den Brieglbach wies das Bachwasser im September 1990 einheitlich eine Leitfähigkeit von  $355 \mu\text{S cm}^{-1}$  und eine Temperatur von  $7,4^\circ\text{C}$  auf.

#### 4.4.4 Analysen der Wasserbeschaffenheit

Im August 1990 wurden von den Quellaustritten und im Oktober 1990 aus Pegelbohrungen Wasserproben gezogen und vom Institut für Hygiene analysiert. Befunde sind im Anhang enthalten, in der folgenden Tabelle werden einige Parameter gegenübergestellt.

Parameter	[ ]	QG 1	Q.2/1-2/3	Q.2/4	QG 3	Pegel C 1 - C 4
Ges.härte	°dH	10,15-10,19	10,36-12,19	18,26	9,8 -10,0	10,1-10,3
Karb.härte	°dH	8,03- 8,34	7,99- 8,28	8,58	8,08-8,15	8,19-8,30
Ca	mg/l	44,8 -45,7	46,6 -54,9	84,2	41,4-42,8	43,6-48,0
Mg	mg/l	16,3 -17,0	16,6 -19,5	28,1	17,2-17,5	15,7-17,5
SO <sub>4</sub>	mg/l	27,6 -33,1	37,5 -67,5	165,2	24,4-25,5	26,9-36,5
NO <sub>3</sub>	mg/l	1,7 - 2,0	1,8 - 2,0	0,9	1,1- 1,2	1,3- 1,7
Cl	mg/l	1,4 - 2,1	1,0 - 1,3	1,1	2,1- 2,2	1,3- 2,9
Fe	mg/l	0,01-0,03	0,01-0,02	0,06	0,01-0,07	0,01-0,27

Das Wasser ist grundsätzlich als mittelhartes Wasser kalkalpiner Herkunft zu bezeichnen, die Quellgruppen 1 und 3 und die Grundwasserpegel C 1 bis C 4 (Durchmesser 10 cm) sind chemisch identisch. Bei der Quellgruppe 2 zeigt sich eine Zunahme der Mineralisation, vor allem beim Sulfatgehalt. Die Quelle 2/4 hat einen sehr hohen Sulfatgehalt. Die bakteriologische Beschaffenheit der Quellen war ausgezeichnet, die Quelle 2/4 wies erhöhte Keimzahlen auf, was auf die Probenahme aus dem Tümpel zurückzuführen ist. Fäkalkeime waren nicht vorhanden.

Es wurden auch Schöpfproben aus den neu errichteten 2"-Pegeln entnommen. Zur Klärung der Frage des zunehmenden Sulfatgehaltes der QG 2 wurden die Filterstrecken der Pegel so gewählt, daß auch tiefere Grundwasserschichten erfaßt werden.

Erfahrungsgemäß nimmt die Mineralisation in einem Grundwasserkörper von oben nach unten zu, sodaß die höheren Mineralisationen der Quellgruppe 2 auch durch den Austritt von tieferen Grundwasserkörpern bewirkt sein könnten. Tatsächlich haben fast alle Pegel, deren Filterstrecke einige Meter tief in den Grundwasserkörper reichten, stärker mineralisiertes Wasser angetroffen. Besonders große Härten wurden in den Pegeln ILF 1, ILF 4a und ILF 7 gefunden, deren Härtezahlen mit der Quellgruppe 2 übereinstimmen, teilweise sie sogar übertrafen. Den deutlichsten Hinweis auf die geochemische Schichtung des Grundwassers liefern die beiden Pegel ILF 4a und ILF 4b. Sie wurden 2 m voneinander getrennt in verschiedene Tiefen gesetzt. Der Pegel ILF 4a hat die Filterstrecke zwischen 9,0 und 10,0 m Tiefe, der Pegel ILF 4b zwischen 4,00 und 4,70 m Tiefe. Das Wasser des Pegels ILF 4b entspricht wegen seiner geringen Härte weitgehend der Quellgruppe 1, jenes des Pegels ILF 4a hingegen der Quellgruppe 2. Die höhere Mineralisation von Quellgruppe 2 entspricht somit dem Chemismus von Wasserproben aus tieferen Schichten des Talgrundwassers.

Weiters wurde auch Bergwasser aus den Horizontalbohrungen IH-1 (bei QG 1) und IH-2 (bei QG 2) untersucht. Das Wasser der Bohrung 1 zeigt im Vergleich geringe Calcium- (24,9 in 26 m/32,2 in 35 m) und hohe Magnesium- (29,3/19,3) und Sulfatgehalte (73,4/68,8). In der Bohrung 2 traten hohe Mineralisationen (Ca: 42,9 in 11 m/70,3 in 30 m; Mg: 33,7/52,6; SO<sub>4</sub>: 235/113) auf, besonders auffällig ist der zum Chemismus der Quelle 2/4 passende hohe Sulfatgehalt. Eine Interpretation dieser Ergebnisse erfolgt beim Pkt. 4.4.6.

#### 4.4.5 Hydrogeologische Verhältnisse

##### a) Bodenaufbau

Das Umfeld der Quellen ist über zahlreiche Bohrungen gründlich aufgeschlossen, der Bodenaufbau ist in Profilen dargestellt, Bohrprofile sind im Anhang enthalten.

Der Untergrund besteht im Bereich des Talbodens aus einer ca. 2 - 3 m starken Auenlehmschicht (sandiger, torfiger Schluff), darunter folgt eine 10 - 15 m mächtige Schicht Talalluvionen (sandiger Kies, z.T. Hangschutt, gut durchlässig). Unterhalb von ca. 15 m unter Gelände stehen mächtige Stillwassersedimente eines ehemaligen "Gurgltalsees" (toniger, sandiger Schluff) an. Die Talfalte wird von Fels gebildet, welcher am Bergfuß von einer Moräne und Hangschutt überlagert wird.

Die Schicht der Talalluvionen ist großteils grundwassergefüllt, die Seesedimente bilden den Boden dieses Aquifer. Im Bereich der Bohrung SA 1 reicht ein 5 m mächtiger Auenlehmpfropfen bis unterhalb des umliegenden Grundwasserspiegels, dort tritt deshalb gespanntes Grundwasser auf.

##### b) Grundwasserspiegel und Strömungsrichtung

Im vermuteten Anströmbereich der Mühl sprungquellen wurden 8 Pegel gesetzt und mehrere Simultanmessungen (auch an den bestehenden Pegeln C 1 - C 4) des Grundwasserstandes vorgenommen. Dabei ergaben sich im Beobachtungszeitraum vom 28.8.1990 bis 15.10.1990 nur geringe Schwankungen des Grundwassers, die weniger als 10 cm betragen. Der Rückgang bis zum Jänner 1991 betrug max. 30 cm.

Im Plan MQ-G-1 wurden die Grundwasserisohypsen für den 10.10.1990 eingetragen. Die Meßwerte ergeben nun ein in sich widerspruchsfreies Bild, mit dem die Grundwasserverhältnisse gut zu beschreiben sind.

Der Grundwasserstrom ist von der Talmitte gegen Westen auf den Fuß des Sießenkopfes gerichtet. Wo die Grundwasserisohypsen im Gelände erstmalig an die Oberfläche treten, liegt rund um einen Quellteich die Quellgruppe 1 des Mühsprungbaches. Diese Quellen verursachen einen Absenktrichter, der auch die weitere Fließrichtung des Grundwassers beeinflußt. Es wird aus der Nord-Süd-Richtung etwas abgelenkt, gleichzeitig macht sich auch der Staueffekt der Felsoberfläche, die häufig mit Moränen bedeckt ist, bemerkbar.

Der 2. große Austritt von Grundwasser erfolgt in der Quellgruppe 2. Der markante vorspringende Felsriegel westlich der Quellgruppe 2 bewirkt eine Querschnittsverengung des Fließquerschnittes, außerdem ist zwischen der Bohrung SA 1, SB 1 und C 1 die Geländeoberfläche durch Auenlehme mehrere Meter dick abgedichtet. Darunter wird das Grundwasser eingespannt. Wo die Auenlehme erosiv entfernt sind, kann das Grundwasser entlang der Felsoberfläche als Quellen austreten.

Bei 2 Markierungsversuchen im Jänner 1991 konnten sehr hohe Strömungsgeschwindigkeiten des Grundwassers im Quellnahbereich gemessen werden. Beim 1. Versuch wurde in den Pegel C 4 eingespeist, schon nach einer Stunde erreichte der Farbstoff deutlich sichtbar die 30 m unterhalb liegende Quellgruppe 1, beim 2. Versuch mit Einspeisung in den Pegel C 1 betrug die Fließzeit bis zur Quellgruppe 2 nur 110 Minuten (s. Plan MQ-G-7). Die Abstandsgeschwindigkeiten betragen somit 790 bzw. 1070 m/Tag.

c) Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$

- Ermittlung aus Markierungsversuchen

Durch die gleichzeitig durchgeführte Messung des Grundwasserspiegelgefälles kann nach dem Fließgesetz von Darcy bei Annahme einer nutzbaren Porosität  $n$  von 25 % der Durchlässigkeitsbeiwert mittels folgender Formel ermittelt werden:

$$k_f = \frac{v_f}{J} = \frac{v_a \cdot n}{J} \quad n = 0,25$$

1. Versuch:  $J = \frac{0,37 \text{ m}}{33 \text{ m}} = 0,0112 = 11,2 \text{ \%}$

$$k_f = \frac{790 \text{ m/Tag} \cdot 0,25}{86400 \text{ s/Tag} \cdot 0,0112} = 0,20 \text{ m/s} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$$

2. Versuch:  $J = \frac{0,54}{82} = 0,00658 = 6,6 \text{ \%}$

$$k_f = \frac{1070 \text{ m/Tag} \cdot 0,25}{86400 \text{ s/Tag} \cdot 0,00658} = 0,47 \text{ m/s} = 4,7 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$$

Diese sehr hohen Durchlässigkeitsbeiwerte sind aus der im Nahbereich der Quellen mit Sicherheit vorhandenen Auswaschung des Untergrundes von Feinteilen zu erklären.

- Ermittlung aus Fließquerschnitt oberstrom

Wassermenge Quellgruppe 1+2:  $Q = 640 \text{ l/s}$

Aquifermächtigkeit:  $H = 13 \text{ m}$

Grundwasserspiegelgefälle:  $J = 1,7 \text{ \% (zwischen ILF 5 u. ILF 7)}$

Entnahmebreite:  $B = \text{ca. } 150 \text{ m}$

$$k_f = \frac{Q}{B \cdot H \cdot J} \quad (\text{Fließgesetz v. Darcy})$$

$$k_f = \frac{0,640}{150 \cdot 13 \cdot 0,017} = 1,9 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

Dieser Wert entspricht einem gut durchlässigen Kiesboden und ist als grober Richtwert anzusehen. Im Bereich des größeren Hangschuttes am Talrand sind höhere Werte, im Bereich sandiger Talalluvionen auch niedrigere Werte wahrscheinlich.

#### 4.4.6 Ergebnisse der Horizontalbohrungen

Mit Hilfe der Horizontalbohrungen sollte geprüft werden,

- ob Bergwasser zutritt
- welche Maßnahmen zu einer allfälligen Bergwasserfassung getroffen werden müßten.

Die Horizontalbohrung IH-1 wurde bei der Quellgruppe 1 abgeteuft, IH-2 bei der Quellgruppe 2.

Vor einer endgültigen Fixierung der beiden Bohrungen wurde das gesamte Gebiet oberhalb der Quellen bis zur Felslinie vom Grundbesitzer dankenswerterweise mit einer Wünschelrute abgegangen, um mögliche Wasseradern orten zu können. Es zeigten sich Linien, die zu den Quellen führen. Die Bohrungen wurden genau auf diese Linien ausgerichtet. Der Einsatz der Wünschelrute erschien deshalb sinnvoll, da mit den Methoden der Hydrogeologie allein die genaue Lage der Bohrungen nicht eindeutig anzugeben war. Um ein Höchstmaß an Aussagekraft zu erhalten, wurden somit wissenschaftliche und nicht wissenschaftliche Methoden nebeneinander eingesetzt, ohne daß dies eine Abqualifikation einer Untersuchungsart bedeuten soll.

Alle Bohrpunkte wurden lage- und höhenmäßig genau vermessen, ebenso die exakte Neigung der Bohrlafette, um die Höhe des Grundwasserspiegels im Bohrloch verlässlich bestimmen zu können.

a) Horizontalbohrung IH-1

Der Bohrungsansatzpunkt liegt auf 833,37 m SH, die Bohrung wurde mit  $11^{\circ}01'44''$  Neigung fallend in die Richtung  $253,0327^g$  abgeteuft.

Die Bohrung hat auf der gesamten Länge von 35,50 m durchgehend kiesig-steinigen Hangschutt angetroffen. Wasserstauende Schichten, wie z.B. Seesedimente oder Moränen, fehlen auf dieser Strecke.

Das Grundwasser wurde in dieser Bohrung erstmalig in 24,20 m Tiefe angetroffen, das entspricht einer Seehöhe von 828,76 m. Von hier bis zur Endtiefe blieb die Bohrung im Grundwasser. Durch die vollständige Verrohrung des Bohrloches war es möglich, den Grundwasserspiegel auch im tiefsten Punkt des Bohrloches zu messen, ohne daß eine gegenseitige Beeinflussung der Meßstellen erfolgte. Bei 35,50 m Tiefe wurde das Grundwasser in 828,49 m SH angetroffen, d.h. das Grundwasser fällt gegen die Bergseite hin leicht ab. Ein Vergleich mit den Grundwasserisohypsen im Plan MQ-G-1 bestätigt diese Tatsache.

In der Bohrung wurden 2 Wasserproben entnommen. Die erste Probe von Bohrmeter 26 m zeigt Ähnlichkeiten mit den Wasserproben der Quellgruppe 1. Bei fast identischer Gesamthärte ist das Wasser in der Bohrung stärker sulfat- und magnesiumhältig, aber geringer calciumhältig.

Die zweite Probe wurde in der Bohrung bei 35,50 m Tiefe entnommen. Es ergaben sich keine markanten Veränderungen des Wasserchemismus, die Gesamthärte nimmt gegenüber der 1. Probe leicht ab, ebenso der Sulfatgehalt, nur der Calciumgehalt nimmt zu.

Es wurde in der Bohrung kein Hinweis auf zuströmendes Bergwasser gefunden. Es handelt sich also im Bereich der Bohrung IH-1 sicher um Talgrundwasser. Dafür spricht neben dem Wasserchemismus vor allem auch das Grundwassergefälle vom Tal zum Berg.

b) Horizontalbohrung IH-2

Der Bohrabsatzpunkt liegt in 830,43 m SH, die Neigung beträgt  $14^{\circ}54'20''$ , die Bohrrichtung  $239,4945^{\circ}$ .

Die Bohrung hat von 0 - 14,0 m kiesig-steinigen Hangschutt angetroffen, darunter von 14,0 - 30,0 m klüftigen Hauptdolomit.

Erstmalig wurde das Grundwasser bei einer Tiefe von 10,40 m erreicht, das entspricht einer Seehöhe von 827,74 m. Dieses Niveau ist bereits tiefer als der Quellaustritt Q 2/1.

Im Fels war fast durchgehend Spülwasserverlust zu verzeichnen. Um mögliches Talgrundwasser von echtem Bergwasser unterscheiden zu können, wurde das Bohrloch von 12,70 - 25,00 m mit 2000 kg PZ 275 und 10 l Wasserglas injiziert und abgedichtet. Der Erfolg der Abdichtung konnte am veränderten Wasserspiegel im Bohrloch festgestellt werden.

Anschließend wurde von 25,0 - 30,0 m weitergebohrt und hier der Wasserspiegel neuerlich gemessen. Er lag um ca. 10 cm tiefer als im Talgrundwasser, d.h. auch in diesem Bohrloch ist die Tendenz festzustellen, daß der Wasserspiegel Richtung Berg leicht absinkt. Bemerkenswert war, daß durch die Injektionsarbeiten keinerlei Trübungen an der Quellgruppe 2 festzustellen war, sodaß auch hierdurch Hinweise auf die Stömungsrichtung gegeben sind. Es wurden 2 Wasserproben entnommen. Die erste Probe von der Bohrtiefe 11,0 m, das ist noch innerhalb des Lockermaterials, zeigt erhöhte Leit-

fähigkeiten von  $594 \mu\text{S}$ , die auf eine hohe Karbonathärte und einen deutlichen Sulfatgehalt zurückgeht, der zwischen den Werten für die Quellen 2/3 und 2/4 liegt.

Die Wasserprobe aus 30 m Bohrtiefe weist den höchsten Sulfatgehalt aller bisher untersuchten Wasserproben auf, allerdings hat dabei die Karbonathärte stark abgenommen. Bei der Bewertung dieser Probe sollte berücksichtigt werden, daß der Chemismus möglicherweise durch die Injektionsarbeiten beeinflußt wurde.

Die Bohrung IH-2 hat gezeigt, daß auch in diesem Bereich das Grundwasser zum Berg hin absinkt, das Austreten von rund 400 l/s im Bereich der Quellgruppe 2 demzufolge nicht als Bergwasser zu deuten ist, sondern ebenfalls als Grundwasser.

Die Veränderung des Wasserchemismus, insbesondere die Erhöhung der Karbonathärte und des Sulfatgehaltes, ist dadurch zu erklären, daß tiefere Anteile des Grundwassers austreten. Deutlich zeigen dies auch z.B. die Pegel ILF 4a und ILF 4b. Eine Besonderheit ist der hohe Sulfatgehalt in der Quelle 2/4, der mit der Wasserprobe aus 30 m Tiefe übereinstimmt. Hier handelt es sich wahrscheinlich um Wasser, das längere Zeit mit sulfathältigen Raibler Schichten in Berührung kommt. Grundsätzlich sind dazu 2 Möglichkeiten denkbar:

- Echtes Bergwasser, das von Westen aus dem Berginneren zuströmt.
- Grundwasser, das aus den Talalluvionen in die äußere Zone der Felsoberfläche eintritt und dabei mit Sulfat angereichert wird.

Bei einem direkten Anströmen der Quelle Q 2/4 von Westen würde das Bergwasser nur Hauptdolomit durchfließen, sodaß eine starke Anreicherung mit

Sulfat nicht verständlich ist. Als Vergleich kann die Quelle See-Eck dienen, die an der Bundesstraße westlich des See-Ecks bei einem Wassertrog aus Hauptdolomit austritt. Diese Quelle hat zwar eine relativ hohe Leitfähigkeit und eine hohe Karbonathärte, aber nur sehr wenig Sulfat.

Wahrscheinlicher erscheint es, daß die Sulfatanreicherung etwas nördlich der Mühl sprungquellen am Kontakt von Hauptdolomit zu Raibler Schichten erfolgt. Das sulfathaltige Wasser strömt dann nach Süden, wobei es vermutlich zu Wechselwirkungen von Talgrundwasser und Bergwasser kommen wird.

Die genaue Herkunft des Wassers bei Quelle Q 2/4 kann daher nicht eindeutig festgestellt werden. Es muß aber besonders betont werden, daß die Schüttung von Q 2/4 sehr gering ist und in der Gesamtwasserführung aller Mühl sprungquellen unbedeutend ist.

#### 4.5 Seebachquellen

##### 4.5.1 Beschreibung

Westlich von Nassereith und östlich des Brieglbaches entspringen im Talboden Grundwasserquellen, die den Seebach und einen kleinen Quellbach speisen. In den Seebach mündet auch der Auslaß des Abflußkanals Nassereithersee. In diesen Kanal wird östlich des Nassereithersees eine kleine Quelle eingeleitet. Einige Objekte in Nassereith leiten auch Schmutzwasser in diesen Kanal.

#### 4.5.2 Messungen

##### - Abflußwassermengen

###### Seebach:

Stelle A 14 (= Kreuzung mit Zugangsweg  
Mühlsprung):

19.11.91: 84 l/s

lt. Messung Hydr. Dienst: min. 110 l/s 16.1.91  
(etwas unterhalb) max. 590 l/s 20.6.88  
04.05.92: ca. 200 l/s

###### Kleiner Quellbach:

Stelle A 13

19.11.91: 17 l/s

04.05.92: ca. 15 l/s

###### Seeauslauf:

bei Niederwasser trocken

max. 178 l/s (7.6.90, Messung HD)

###### Kanalauslauf:

min. ca. 1 l/s (Abwasserspuren)

Nach Angabe Anrainer wird bei Hochwässern im  
Kanal abgelagerter Schmutz ausgespült.

##### - Leitfähigkeit/Temperatur

Datum	Seebach bei A 14	Kl. Quellbach bei A 13	Kanalauslauf
24.9.91	335/8,6°		
28.1.92	347/5,7°	350/5,6°	349/2,9°
04.5.92	359/8,3°	361/7,7°	

#### 4.6 Weitere kleine Quellen Südseite Fernpaß

##### 4.6.1 Quellen im Brandwald

2 kleine Quellen (1 davon gefaßt) entspringen ca. 30 m über dem Talboden orographisch rechts ca. 400 m südwestlich des Schlosses Fernstein.

Schüttung: ca. 0,5 l/s (Niederwasser)

bis ca. 10 l/s

Leitfähigkeit/Temperatur:

28.8.91: Überlauf Fassung: 346/7,5°

Bach weiter südlich: 335/8,3°

4.5.92: 296-298/7,4-7,9°

##### 4.6.2 Enzianwasser

Ca. 1 km westlich des Schlosses Fernstein entspringt am Oberrand einer Hangschulter mit Moränen in 1450 m Seehöhe eine kleine Quelle (lt. AV-Karte Enzianwasser).

Schüttung: ca. 0,5 l/s

Leitfähigkeit/Temperatur: 292/6,2°

(gemessen am 30.8.91)

##### 4.6.3 Kaswasserbach

Über dem Kaswasserbach wird der am Nordwestabhang des Wanneck gelegene Talboden Muthenaualm entwässert.

Messung bei Wegkreuzung Seehöhe 1280 m (18.9.91):

Q = ca. 2 l/s

LF = 345

T = 10,8°

Der Schuttkegel des im Steilabhang nur geringfügig eingeschnittenen Baches liegt am Ostufer Fernsteinsee, in diesem Schuttkegel entspringt die Quelle Hotel (siehe Kapitel E, Pkt. 4.3).

Das Bachbett im Schuttkegel ist bei Niederwasser trocken, bei Hochwasser durch Schneeschmelze erfolgt durchgehender Abfluß zum See, wobei vorher noch das Überwasser der Quelle Hotel einmündet.

Messung Ende Schuttkegel von Einmündung Überlauf Quelle Hotel (4.5.92) - Seehöhe ca. 940 m:

Q = ca. 15 l/s

LF = 332

T = 60°

Überlauf Quelle Hotel:

Q = ca. 50 l/s

LF = 457

T = 6,4°

## 5. BÄCHE AN SÜDSEITE FERNPASS

### 5.1 Kälbertalbach - Ris - Brieglbach - Gurglbach

#### 5.1.1 Beschreibung

Der Haupttalbach an der Südseite wird in seinem Verlauf mit unterschiedlichem Namen bezeichnet, für den Abschnitt zwischen Fernsteinsee und Nassereith (= Brieglbach) sind noch weitere Namen wie Biegerbach, Kriegerbach im Umlauf.

Den Ursprung des Hauptbaches bilden die Kälbertal- und Wurmtalquellen (s. 4.1). Dieser Kälbertalbach versickert in der Ebene westlich des Fernpasses (Seehöhe ca. 1170 m) bei Niederwasser vollständig. Bei Hochwasser fließt ein Teil durchgehend oberirdisch ab und füllt den Schanzlsee.

Unterhalb des Schanzlsees bilden die Schanzlseequellen (s. 4.2) den Ursprung der Ris, deren anschließender Steilabfall zur Stromerzeugung genutzt wird. Im Bereich des hintersten Talbodens des oberen Gurgltales versickert die Ris und tritt etwas oberhalb des Fernsteinsees teilweise wieder zutage, wo sie dessen Hauptzufluß bildet. Bei Hochwasser fließt ein kleiner Teil der Gesamtmenge durchgehend oberirdisch.

Am Auslauf des Fernsteinsees beginnt der Brieglbach. Bei Niederwasser fällt dieser mit einer kurzen Unterbrechung bei der Einmündung des Tegesbaches auf seiner gesamten obersten Fließstrecke (Länge ca. 3,5 km) bis zur Einmündung Gafleinbach trocken. Der Gafleinbach speist das Überwasser aus dem Wendelinstollen ein, weshalb ab seiner Einmündung ständiger Durchfluß auftritt. Westlich von Nassereith fließt der Brieglbach in einem Gerinne mit gepflasterter Sohle, welche oberhalb des umliegenden Geländes liegt. Nach der Einmündung von Kleiner Quellbach, Seebach und Roßbach von links und Mühlprungbach

von rechts am Talausgang südlich von Nassereith wird er als Gurglbach bezeichnet, welcher durch das Gurgltal nach Imst fließt. Bei Hochwasser erfolgt durchgehender Abfluß im Brieglbach, wobei die Hauptmenge aus dem Fernsteinsee und Tegesbach eingespeist wird.

#### 5.1.2 Abflußwassermengen

##### a) Verhältnisse bei Niederwasser

Am 19.11.91 wurde mittels Flügelmessung die Wassermenge an verschiedenen Stellen gemessen, wobei sich folgende Situation ergab:

Beim Talausgang Kälbertal (Meßstelle A 5, vor Versickerung) fließen 55 l/s, welche anschließend vollständig versickerten. 154 l/s traten bei den Schanzlseequellen (Meßstelle A 6 - Einlauf Kraftwerk) zutage und versickerten wiederum im hintersten Bereich des oberen Gurgltales. Der Brieglbach war dann vom Ablauf Fernsteinsee bis zur Einmündung Gafleinbach trocken, an der Meßstelle A 12 (Kreuzung mit Zugangsweg Mühl sprung) betrug der Durchfluß 56 l/s. Unterhalb münden vom kleinen Quellbach 17 l/s und vom Seebach 84 l/s ein. Die einspeisenden Mengen vom Mühl sprung- und Roßbach wurden nicht gemessen, sie betragen bei Niederwasser ca. 600 bzw. 50 l/s. Nach Information des Hydrographischen Dienstes wurde am Schreibpegel Nassereith eine Menge von 900 l/s gemessen.

##### b) Verhältnisse bei Hochwasser

Am 4.5.92 wurden die Wassermengen bei Hochwasserabfluß durch Schneeschmelze geschätzt (Querschnitt, Geschwindigkeit):

Beim Talausgang Kälbertal flossen ca. 300 l/s, am Ende der Versickerungsstrecke betrug die Menge ca. 100 l/s, die Ablaufmenge Schanzlsee betrug ca. 100 l/s. Beim Kraftwerkseinlauf (A6) war die Menge deutlich höher (ca. 500 l/s), davon Überwasser über Wehr ca. 100 l/s.

Im Bereich des hintersten Talbodens oberes Gurgltal versickerte der Großteil dieser Menge bis auf ca. 50 l/s. Ca. 100 m oberhalb des Fernsteinsees erhöht sich die Wassermenge der Ris wieder deutlich (ca. 500 l/s). Im Brieglbach flossen beim Auslauf Fernsteinsee ca. 1000 l/s, vom Tegesbach mündeten ca. 500 l/s und vom Gafleinbach ca. 200 l/s ein. Die angeführten Mengen beruhen auf Schätzungen von Querschnitt und Fließgeschwindigkeit und sollen die Größenordnung verdeutlichen.

#### 5.1.3 Leitfähigkeits- und Temperaturverlauf

Beim Hochwasserabfluß durch Schneeschmelze (4.5.92) konnten im gesamten Bachverlauf Werte gemessen werden, wobei die Leitfähigkeit vom Talausgang Kälbertal (214) durch die Schanzlseequelle auf 277 und bis zu Wiederaustritt vor Fernsteinsee auf 296 zunahm. Die Zunahme auf 346 während der Seepassage ist auf die Zumischung höher leitfähigen Wassers (Quelle für Hotel, evtl. auch Grundwasser) zurückzuführen. Besonders auffallend ist die Konstanz der Leitfähigkeit der Schanzlseequellen bei Niederwasser und Hochwasser. Nach Einmündung Tegesbach nahm die Leitfähigkeit auf 328 und nach Einmündung Gafleinbach auf 291 ab. Auch die Temperaturen nahmen vom Kälbertal ( $4,9^{\circ}$ ) bis zum Fernsteinseeablauf ( $8,2^{\circ}$ ) deutlich zu, kälteres Wasser aus Teges- und Gafleinbach reduzierten den Wert auf  $7,0^{\circ}$  bei Stelle A 12 (Nassereith).

In der folgenden Tabelle sind alle Meßwerte angeführt,  
die Lage der Meßstellen ist im Plan FP-HG-5 eingetragen.

Datum	Kälbertalbach		Ris		Brieglbach			
	vor Wurmt. Stelle A 5		A 6	Fernst. See	A 7	A 10	A 11	A 12
15.07.91	217/6,5°							
28.08.91					293/13,4°	293/14,6°		
18.09.91	238/8,0°	246/11,9°	278/5,9°	289/6,7°				
24.09.91	239/5,9°	247/ 5,9°					296/13,6°	251/8,5°
08.10.91	238/6,6°	242/ 5,4°						
28.01.92		260/ 2,8°	277/5,6°	302/5,8°	tr.	tr.	tr.	243/2,2°
04.5.92	n. zugäng.	214/5,3	277/5,8	296/6,0	346/8,2	328/8,2	291/7,1	293/7,0

## 5.2 Tegesbach

### 5.2.1 Beschreibung

Der Tegesbach entspringt am Ende des ca. 4,5 km langen Tegestales knapp unterhalb des Schweinsteinjoches. Das Tal verläuft von Ost nach West, von Süden mündet der Reißenschuhbach und von Norden der Heimbach ein. Für die gegenständliche Untersuchung ist der Bereich zwischen Talausgang und Mündung in den Brieglbach von Interesse, da auf dieser ca. 500 m langen Strecke deutliche Versickerungen und damit Grundwasseranreicherungen stattfinden.

### 5.2.2 Messungen

- Abflußwassermenge bei Niederwasser (19.11.91):  
Talausgang (Stelle A 8): 61 l/s  
Mündung: ca. 1 - 2 l/s
  
- Leitfähigkeit/Temperatur:  
28.8.91 299/14,2° (Mündung)  
24.9.91 306/10,7° (Mündung)  
28.1.92 317/ 0,4° (Talausgang)  
04.5.92 267/4,9 (Talausgang)  
267/5,5 (Mündung)

## 5.3 Gafleinbach

Über den Gafleinbach wird der Talkessel umrandet von Sießenkopf - Sinnesjoch - Alpleskopf und Brunnwaldkopf entwässert, wobei von Westen der Abergbach und von Süden der Breitenseebach zufließen. Am Talausgang ist der Bach bei Niederwasser im Winter trocken, die Gesamtentwässerung erfolgt über den von links kommenden Wendelinstollen (s. 1.3), welcher bei Niederwasser ca. 170 l/s (Messung HD) schüttet und zur Trinkwasserversorgung

Nassereith herangezogen wird. Das Überwasser wird in den Gafleinbach geleitet und erreicht nach ca. 800 m Fließstrecke den Brieglbach. In dieser Strecke ist auch ein Murauffangbecken angeordnet. Versickerungen finden in diesem Teil statt, allerdings nicht vollständig. Bei Niederwasser bildet der Gafleinbach den alleinigen Wasserzubringer des unteren Brieglbaches.

**Messungen:**

- a) Oberhalb Mündung Überwasser Wendelinstollen
  - 19.11.92:  $Q = \text{ca. } 3 \text{ l/s}$
  - 28. 1.92: vereist, kein Abfluß
  - 4. 5.92: Hochwasser durch Schneeschmelze,  
 $LF = 246, T = 4,8^\circ$
  - 11. 6.92:  $Q = \text{ca. } 200 \text{ l/s}, LF = 248, T = 8,3^\circ$
  
- b) Vor Einmündung im Brieglbach
  - 4. 5.92:  $LF = 249, T = 5,5^\circ$

**KAPITEL F: HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN**

**1. NIEDERSCHLÄGE**

**1.1 Direktmessungen**

Vom Hydrographischen Dienst wird im Untersuchungsgebiet der Niederschlag in folgenden Stationen gemessen:

- Fernpaß (Seehöhe 1210 m) Zentrum
- Nassereith (Seehöhe ca. 850 m) Südrand

Am Nordrand des Gebietes liegt die Station:

- Ehrwald (Seehöhe 1015 m)

Nordöstlich des Gebietes liegt die Station:

- Zugspitze (Seehöhe 3000 m)

Nordwestlich des Gebietes liegt die Station:

- Berwang (Seehöhe 1340 m)

In der folgenden Tabelle sind die Niederschlagssummen der Jahre 1981 - 85 und Mittelwerte eingetragen:

Station	N i e d e r s c h l ä g e [mm]									
	81	82	83	84	85	81-85	71-80	71-85	81-90	
Fernpaß	1850	1275	1517	1261	1031	1387				
Nassereith	1170	883	946	762	761	904				
Ehrwald	1470	1208	1365	1124	1015	1236	1218	1224		
Zugspitze	2723	1917	2095	1927	1730	2078				2008
Berwang	1757	1282	1482	1338	1226	1417	1287	1330		
						( M I T T E L W E R T E )				

Es zeigen sich deutlich höhere Niederschläge an der Nordseite als an der Südseite.

## 1.2 Niederschlagshöhen aus Verteilungskarten

Laut der Niederschlagsverteilungskarte aus [A1] treten im Gebiet Niederschlagshöhen von 800 - 2000 mm (Nasse-reith - Wanneck/Loreakopf) auf, der Mittelwert für das Gebiet liegt bei 1400 mm.

## 2. ABFLUSSHÖHEN

### 2.1 Abflußhöhen aus Verteilungskarten

In [A1] sind auch Verteilungskarten der Abflußhöhen vorhanden. Die Abflußhöhen errechnen sich aus der Niederschlagshöhe abzüglich einer Verdunstungshöhe von 300 mm (Bergbereich) bis 500 mm (Talbereich). Es treten im Gebiet Abflußhöhen von ca. 400 mm bis 1600 mm auf, der Mittelwert liegt bei 1000 mm.

### 2.2 Abflußhöhen aus Abflußmessungen

Die kontinuierlichen Abflußmessungen des Hydrographischen Dienstes in den Schreibpegeln Nassereith (Gurglbach, südlich des Gebietes) und Ehrwald (Loisach, nördlich des Gebietes) ergeben bei Bezugnahme auf das jeweilige orographische Einzugsgebiet (Pegel Gurglbach  $78,3 \text{ km}^2$  und Pegel Loisach  $88,4 \text{ km}^2$ ) folgende Abflußhöhen (Jahresreihe 81 - 85):

Nordteil (= Einzugsgebiet Loisach):	992 mm
Südteil (= Einzugsgebiet Gurglbach):	786 mm

Das jeweils betrachtete Untersuchungsgebiet beträgt im Nordteil (= Fernpaß bis Biberwier) mit ca.  $20 \text{ km}^2$  23 % und im Südteil (= Fernpaß bis Nassereith) mit ca.  $55 \text{ km}^2$  ca. 70 % des Einzugsgebietes der angeführten Schreibpegel. Für Teileinzugsgebiete, welche jeweils Tal- und Höhenlagen umfassen, können die mittleren Abflußhöhen von **1000 mm (Nordseite)** bzw. **800 mm (Südseite)** zur Bestimmung oder Überprüfung von Einzugsgebieten verwendet werden.

3. ABFLUSSWASSERMENGEN

3.1 Nordseite Fernpaß

3.1.1 Genutzte Quellen

Loisachquellen: 24 - 26 l/s (nach Angabe der Gemeinde Biberwier)

16 - 39 l/s (Eigenmessung)

Brunnenquelle: ca. 5 l/s (derzeit nicht genutzt)

Schmittenquelle: 7 - 10 l/s

3.1.2 Oberflächengewässer

a) Dauerbeobachtung des Hydrographischen Dienstes  
- Loisach: Pegel Ehrwald

Das Einzugsgebiet dieses am Ausgang des Ler-  
mooser Becken gelegenen Pegels hat eine Größe  
von 88,4 km<sup>2</sup>.

Jahresreihe 81 - 85: MQ = 2780 l/s

Mittl. Niederwasser MNQ = 780 l/s

Mittl. Hochwasser MHQ = 19900 l/s

(MNQ ... Mittleres Niederwasser = arith.

Mittel der aufgetretenen Niederwässer in der  
angegebenen Jahresreihe)

b) Einzelmessungen des Hydrographischen Dienstes  
Loisachquellen (Stelle L 1, vor Steilstrecke):

min. 36 l/s (3.12.1991)

max. 338 l/s (24.8.1988)

Loisach (Stelle L 2, vor Biberwier):

min. 100 l/s (5.2.1986)

max. 640 l/s (20.5.1986)

c) Eigenmessung Niederwasserabfluß 19.11.1991

Meßstelle	Gewässer	Q [l/s]
A 1	Loisach (vor Einmündung Finkwegquellen)	77,5
A 3	Loisach (vor Einmündung Brunnenquellen)	65,5
A 2	Sammelbach Finkweg quellen	5,4
A 4	Abfluß Weißensee	17,1

### 3.2 Südseite Fernpaß

#### 3.2.1 Genutzte Trinkwasserquellen

- Wendelinstollen: 170 - 210 l/s (Messung HD)
- Roßbachquellen:
  - Messungen TIWAG: 15,1 - 16,7 l/s (Mittelwert 15,8)
  - Eigenmessungen: 11,2 - 14,4 l/s
- Quellen der Einzelobjekte: geringe Wassermengen (z. B. Römerwegquelle für E-Werk)

#### 3.2.2 Sonstige Quellen

- Mühlprungquellen: 540 - 960 l/s (Mittelwert 757 l/s) - 25 m oberhalb Bundesstraße

### 3.2.3 Oberflächengewässer

- a) Dauerbeobachtung des Hydrographischen Dienstes:
  - Gurglbach (Pegel Nassereith):  
Das Einzugsgebiet dieser Pegelstelle beinhaltet die Südseite Fernpaß und die Westseite Holzleitensattel.  
Jahresreihe 81 - 85: MQ = 2010 l/s  
Mittl. Niederwasser: MNQ = 900 l/s  
Mittl. Hochwasser: MHQ = 8500 l/s
  
- b) Einzelbeobachtungen des Hydrographischen Dienstes
  - Seeauslauf: bei Niederwasser trocken  
max. 178 l/s (7.6.1990)
  - Seebach: min. 95 l/s (9.12.1991)  
max. 590 l/s (20.6.1988)
  - Roßbach: min. 50 l/s (21.12.1977)

c) Eigenmessung Niederwasserabfluß 19.11.1991

Meßstelle	Gewässer	Q [l/s]
A 5	Kälbertalbach (Talausgang Kälbertal Seehöhe 1180 m)	55
A 6	Ris (Einlauf E-Werk, Seehöhe 1060 m)	154
A 7	Brieglbach (Ablauf Fernsteinsee)	trocken
A 8	Tegestalbach (Talausgang Tegestal = Beginn Versickerungs- strecke)	61
A 9	Gafleinbach (Talausgang Gafleintal, vor Einmündung Wendelinstollen)	3
A 10	Brieglbach (vor Einmündung Tegesbach)	trocken
A 11	Brieglbach (vor Einmündung Gafleinbach)	trocken
A 12	Brieglbach (Kreuzung mit Zugangs- weg Sportplatz Nassereith)	56
A 13	Quellbach (neben Brieglbach, Kreuzung mit Zugangs- weg Sportplatz)	17
A 14	Seebach (Kreuzung mit Zugangs- weg Sportplatz Nassereith)	84
A 15	Abfluß Nassereither See	trocken

#### 4. ABFLUßSPENDEN

Aus den gemessenen Abflußwassermengen können unter Bezugnahme auf die jeweiligen orographischen Einzugsgebiete Abflußwasserspenden berechnet werden.

##### 4.1 orographische Einzugsgebiete (s. Plan FP-HG-5)

Das gesamte Untersuchungsgebiet lässt sich grundsätzlich unter Bezugnahme auf die Wasserscheide Fernpaß in einen Nord- und Südteil unterteilen, welche folgende Flächen einnehmen:

Gesamtgebiet:	75,5 km <sup>2</sup>
Nordteil:	19,4 km <sup>2</sup>
Südteil:	56,1 km <sup>2</sup>

Es sind also drei Viertel des Gebietes (74 %) der orographischen Südseite und nur ein Viertel (26 %) der orographischen Nordseite zuzurechnen.

Der Nordteil wurde im folgenden in 4 Einzelteile gegliedert:

Nr.	Größe [km <sup>2</sup> ]	Bezeichnung	%
N 1	5,05	Fernpaß bis Blindsee	26
N 2	4,49	Loisach - Nordteil	23
N 3	5,49	Weißensee	28
N 4	4,41	Loisach - Südteil	23
Summe	19,44	Nordteil	100

Der Südteil wurde in folgende 8 Einzelteile gegliedert:

Nr.	Größe E [km <sup>2</sup> ]	Bezeichnung	%
S 1	8,73	Kälber- und Wurmtal	16
S 2	4,49	Afrigall	8
S 3	7,87	Loreaalpe - Brandwald	14
S 4	13,38	Tegestal	24
S 5	7,56	Gafleintal	13
S 6	2,78	Nassereith - Westseite	5
S 7	6 52	Fernstein - Wanneck	12
S 8	4,72	Nassereith - Wanneck	8
Summe	56,05	Südteil	100

#### 4.2 Abflußspenden Nordseite

##### 4.2.1 Loisachpegel Ehrwald

Einzugsgebiet: 88,4 km<sup>2</sup>

Der Nordteil des Untersuchungsgebietes (19,4 km<sup>2</sup>) nimmt 22 % dieses Gesamteinzugsgebietes ein.

Mittlere Abflußspende (Jahresreihe 81 - 85):

$$q_M = \frac{2780 \text{ l/s}}{88,4 \text{ km}^2} = 31,4 \text{ l/s km}^2$$

Abflußspende bei mittl. Niederwasser:

$$q_{MN} = \frac{780 \text{ l/s}}{88,4 \text{ km}^2} = 8,82 \text{ l/s km}^2$$

Abflußspende bei mittl. Hochwasser:

$$q_{MH} = \frac{19900 \text{ l/s}}{88,4 \text{ km}^2} = 225 \text{ l/s km}^2$$

Niederwasserabflußspende am 5.2.1986:  $q_{NW} = 12,3 \text{ l/s km}^2$

Hochwasserabflußspende am 20.5.1986:  $q_{HW} = 78,1 \text{ l/s km}^2$

##### 4.2.2 Loisach vor Biberwier

Lt. Messung Hydrographischer Dienst:

Niederwasserabflußspende (5.2.1986):

$$q_{NW} = \frac{100 \text{ l/s}}{19,8 \text{ km}^2} = 5,05 \text{ l/s km}^2$$

Abflußspende bei Hochwasser (20.5.1986):

$$q_{HW} = \frac{640 \text{ l/s}}{19,8 \text{ km}^2} = 32,3 \text{ l/s km}^2$$

Lt. Messung ILF (19.11.1991):

$Q = 82,9 \text{ l/s}$  ( $A_1 + A_2$ )

Einzugsgebiet  $19,4 \text{ km}^2$  (Nordteil Untersuchungsgebiet)

Niederwasserabflußspende:

$$q_{NW} = \frac{82,9 \text{ l/s}}{19,4 \text{ km}^2} = 4,27 \text{ l/s km}^2$$

#### 4.2.3 Sonstige Niederwasserabflußspenden 19.11.1991

a) Abfluß Weißensee:

$Q = 17,1 \text{ l/s}$  ( $A_4$ )

$E = 5,49 \text{ km}^2$  ( $N_3$ )

$$q_{NW} = \frac{17,1 \text{ l/s}}{5,49 \text{ km}^2} = 3,11 \text{ l/s km}^2$$

#### 4.2.4 Vergleich und Folgerungen

Ein Vergleich der Abflußspenden an den Stellen Loisach vor Biberwier und Loisachpegel Ehrwald zeigt, daß an der ersten Stelle deutlich geringere Abflußspenden auftreten als an der zweiten ( $5,1 \text{ l/s km}^2$  gegenüber  $12,3 \text{ l/s km}^2$  am 5.2.1986 oder  $32,3 \text{ l/s km}^2$  gegenüber  $78,1 \text{ l/s km}^2$  am 20.5.1986).

Das bedeutet, daß in der Loisach vor Biberwier deutlich weniger Wasser fließt, als dem orographischen Einzugsgebiet entsprechen würde.

Folgende 2 Gründe könnten Ursache dieses Phänomens sein:

- A) Großer unterirdischer Abfluß an dieser Stelle
- B) Teile des orographischen Einzugsgebietes (z. B. Gebiet N 1: Fernpaß bis Blindsee) entwässern unterirdisch nach Süden

Nach Darstellung und Vergleich der Abflußspenden im Südteil und Darlegung der geologischen Verhältnisse wird an späterer Stelle auf die erwähnten Möglichkeiten eingegangen.

#### 4.3 Abflußspenden Südseite

##### 4.3.1 Gurglbach nach Nassereith (Jahresreihe 81 - 85)

Pegel des Hydrographischen Dienstes

Einzugsgebiet: 78,3 km<sup>2</sup>

Der Südteil des Untersuchungsgebietes (56,1 km<sup>2</sup>) nimmt 72 % dieses Gesamteinzugsgebietes ein, den Rest bildet der über den Roßbach entwässernde Westabfall des Holzleitensattels.

Mittlere Abflußspende:

$$q_M = \frac{2010 \text{ l/s}}{78,3 \text{ km}^2} = 25,7 \text{ l/s km}^2$$

Abflußspende bei mittl. Niedewasser:

$$q_{MN} = \frac{900 \text{ l/s}}{78,3 \text{ km}^2} = 11,5 \text{ l/s km}^2$$

Abflußspende bei mittl. Hochwasser:

$$q_{MH} = \frac{8500 \text{ l/s}}{78,3 \text{ km}^2} = 109 \text{ l/s km}^2$$

4.3.2 Niederwasserabflußspenden 19.11.1991

Gebiet	Größe [km <sup>2</sup> ]	Meßstelle	Q [l/s]	Abfluß- spende q [l/s km <sup>2</sup> ]
S 1	8,73	A 5 (Brieglbach)	55	6,3
S 1 + S 2	13,22	A 6 (Brieglach)	154	11,6
S 4	13,38	A 8 (Tegestalbach)	61	4,6
S 5	7,56	A 9 (Gafleinbach) Wendelin- stollen:	3 ca. 170	0,4 22,5
Gesamt- gebiet S 1 - S 8	56,05	A 12 + A 13 + A 14 + B 1	ca. 680	12,1

4.3.3 Vergleich und Folgerungen

Die Niederwasserabflußspende für das Gesamtgebiet (Südteil) und für das Gebiet S 1 + S 2 stimmen mit 12,1 l/s km<sup>2</sup> bzw. 11,6 l/s km<sup>2</sup> gut mit der mittleren Niederwasser- spende Gurglbach (11,5 l/s km<sup>2</sup>) überein.

Die Gebiete S 1 (Kälbertal) und S 4 (Tegestal) weisen deutlich geringere Abflußspenden auf, das Gebiet S 5 (Gafleintal) hat bei Niederwasser fast keinen oberirdischen Abfluß. Ein Teil dieses Gebietes und auch Teile des Gebietes S 4 werden unterirdisch vom Wendelinstollen entwässert.

#### 4.4 Vergleich der Abflußspenden zwischen Nord- und Südseite und Folgerungen

Die mittleren Abflußspenden des Pegels Loisach - Ehrwald (31,4 l/s  $\text{km}^2$ ) und Gurglbach - Nassereith (25,7 l/s  $\text{km}^2$ ) zeigen die auch mit den vorhandenen Niederschlagsmessungen belegte Tatsache des deutlich höheren Abflusses auf der Nord- als auf der Südseite.

Andererseits sind die festgestellten Abflußspenden des Untersuchungsgebietes bei Niederwasser mit max. 5 l/s  $\text{km}^2$  im Nordteil deutlich geringer als im Südteil (max. 12 l/s  $\text{km}^2$ ). Die Ursache dafür dürfte sein, daß die gewählten Meßstellen (Straßenbrücke oberhalb Biberwier) die starken Zutritte im Ortsgebiet durch Bergwasser aus Max-Braun-Stollen einerseits und Grundwasser andererseits nicht erfaßt werden, zukünftige Messungen sollten deshalb unterhalb dieser Stelle erfolgen. Eine weitere mögliche Ursache wäre, daß Teile des orographischen Einzugsgebietes nach Süden (Schanzlseequellen) entwässern.

## KAPITEL G: GEFÄHRDUNGSMÖGLICHKEITEN

Die im folgenden beschriebenen Gefährdungsmöglichkeiten sind in den Plänen FP-GF-1 und 2 lagemäßig eingetragen.

### 1. BACHINFILTRATIONEN

#### 1.1 Nordseite

##### 1.1.1 Finstersee

Im Finstersee versickert der Gesamtabfluß des Weißensees ganzjährig vollständig. Bei einer Untersuchung des zeitweise schaumbelasteten Wassers auf eventuelle Belastungen wurden keine deutlich erhöhten Werte festgestellt. Da dieses Wasser vermutlich nach wenigen Tagen Fließzeit in den Quellgruppen LQ3 und LQ5 der Loisachquellen wieder zutage tritt (s. Kapitel D, Punkt 5), kann die obere Loisach dadurch beeinträchtigt werden.

##### 1.1.2 Loisach

Die Loisach hat an folgenden Stellen deutlich erkennbare Versickerungen:

- a) Unterhalb Pegel L1 (= zwischen LQ3 und LQ4)  
Das bei Niederwasser vollständig versickernde Wasser tritt nach kurzer unterirdischer Fließstrecke wieder zutage, weshalb keine Beeinträchtigungsmöglichkeit für Grundwasser besteht.
- b) Schlucklöcher Narrenbichl  
Das hier versickernde Loisachwasser dürfte nach kurzer unterirdischer Passage im Feuerbachursprung wieder austreten, eine Gefährdungsmöglichkeit für Grundwasser ist kaum gegeben.

1.2 **Südseite**

1.2.1 **Kälbertalbach**

Der Kälbertalbach versickert in der Ebene westlich des Fernpasses (Seehöhe ca. 1170 m) unterhalb Afrigall bei Niederwasser vollständig und tritt bei den Schanzlseequellen wieder zutage. Eine zeitweise (z.B. bei Schneeschmelze) deutliche Schaumbelastung des Bachwassers dürfte auf den Karstcharakter der Quellen (Wurmtal- und Kälbertal-) zurückzuführen sein. Im Hinblick auf eventuell kurze Fließzeiten im Untergrund besteht eine Beeinträchtigungsmöglichkeit für die Schanzlseequellen.

1.2.2 **Ris**

Die fast ganzjährig im Bereich des Talschlusses oberes Gurgltal auf Seehöhe 980-960 m vollständig versickernde Ris tritt etwas oberhalb des Fernsteinsees wieder zutage und reichert auch den Talgrundwasserstrom oberhalb des Fernsteinsees an, weshalb bei Beeinträchtigung dieses Wassers eine Gefährdungsmöglichkeit besteht.

1.2.3 **Brieglbach**

Der im Oberlauf von Seeabfluß Fernsteinsee gespeiste Brieglbach versickert bis zur Einmündung Tegesbach (bei Niederwasser vollständig), ebenso dürften auch unterhalb im breiten Murbett bis zur Geschiebesperre bei St. Wendelin bei Durchfluß Versickerungen auftreten.

Dieses Wasser speist den Grundwasserstrom des oberen Gurgltales, es tritt zeitweise leichte Schaumbildung und leichter Abwassergeruch auf. Es stellt dadurch eine Beeinträchtigungsmöglichkeit für das Grundwasser dar.

Im Bereich des gemauerten Gerinnes (zwischen Gafleinbach und See-Eck) dürften Wasserverluste in geringem Umfang auftreten.

#### 1.2.4 Tegesbach

Der zwischen Talausgang und Einmündung teilweise versickernde Tegesbach stellt durch die Unberührtheit des Einzugsgebietes eine geringe Beeinträchtigungsmöglichkeit dar.

#### 1.3 Einzugsgebiet Roßbachquellen (s. Plan FP-RQ-HG)

In der Talmulde zwischen Siedlung Holzleiten und neuer Straße wurde der "alte Roßbach" in einer Drainage (ca. 900 m lang) gefaßt. Der Auslauf dieser Drainage liegt 250 m südlich der Roßbachquellen (Trinkwasserversorgung Nassereith) und ca. 50 m höher, wobei zwischen Quellen und Auslauf eine Kammlinie mit einer Einsattelung verläuft. Das auslaufende Wasser ist deutlich abwasserbelastet (Schaumbildung, Fetzen im Bachbett) und versickert bis ca. 100 m unterhalb des Auslaufes (bei Niederwasser vollständig).

Eine Beeinträchtigung der Quellen wurde bislang nicht festgestellt, ist aber hydrogeologisch nicht ganz auszuschließen, die Versickerungsstelle liegt am Westrand des hydrogeologischen Einzugsgebietes.

**2. BADEBETRIEB IN DEN SEEN**

**2.1 Mittersee**

Dieser See erreicht durch den geringen Grundwasserdurchsatz und fehlenden Zu-Abfluß relativ hohe Temperaturen (bis 23°), weshalb im Hochsommer reger Badebetrieb herrscht. Eine Gefährdungsmöglichkeit für die 250 m nördlich und 15 m tiefer liegende Loisachtrinkwasserquelle ist durch den als eher dicht zu bezeichnenden Seeboden als eher gering einzuschätzen, allerdings dürfte der die Quellen speisende Aquifer auch unterhalb des Sees verlaufen. Ein Badebetrieb in der jetzigen Form dürfte auch weiterhin möglich sein, jedoch sollte keine Ausweitung der touristischen Belastung vorgenommen werden.

**2.2 Weißensee**

Durch die relativ große Durchsatzrate an Quellwasser erreicht der See kaum Badetemperaturen (Ablauf: max. 16,9° am 15.7.91), weshalb hier auch kein Badebetrieb stattfindet.

**2.3 Blindsee**

Durch den geringen Wasserdurchsatz erreicht der See relativ hohe Temperaturen (bis 23°), im Hochsommer herrscht vor allem in der Nordostbucht reger Badebetrieb mit Kiosk, wobei auch eine große Anzahl PKW im Wald abgestellt wird.

Bedingt durch die geringe Durchsatzrate ergibt sich aus dem Badebetrieb eine geringe Gefährdungsmöglichkeit für das Grundwasser. Eine Ausweitung des Badebetriebs mit Verstärkung des PKW-Verkehrs sollte aber nicht mehr angestrebt werden.

**2.4      Fernsteinsee**

Durch den hohen Wasserdurchsatz erreicht der See nicht Badetemperaturen, weshalb hier fast kein Badebetrieb stattfindet.

**2.5      Nassereither See**

Der See erreicht eher selten Badetemperatur, der vorhandene geringe Badebetrieb stellt kaum eine Gefährdungsmöglichkeit für Grundwasser dar.

### 3. VERKEHRSFLÄCHEN

#### 3.1 Fernpaßbundesstraße

Diese stark frequentierte Straße verläuft im Untersuchungsgebiet zwischen Lermooser Tunnel und Nassereith. Fahrbahnwässer werden großteils nicht gefaßt, mit Ausnahme einer kurzen Strecke oberhalb des Blindsees.

##### 3.1.1 Gefährdung durch Normalbetrieb (Reifenabrieb, Salzstreuung, Ölverluste)

Eine 1981/82 durchgeföhrte limnologische Untersuchung von Fernstein- und Samerangersee im Hinblick auf Beeinflussung durch Salzstreuung ergab keine negativen Hinweise, die Chloridgehalte liegen mit ca. 2-1 mg/l sehr niedrig, die höheren Werte traten im Frühjahr auf. Auch alle übrigen verfügbaren chemischen Analysen an Wässern aus dem Untersuchungsgebiet zeigen keine hohen Chloridwerte.

Südlich des Parkplatzes Weißensee zeigen sich im Frühjahr bedingt durch Ablagerung geräumten Schnees Rückstände (grauer Belag), welche durch den im Frühjahr wasserführenden Bach teilweise in den See geschwemmt werden.

Durch den Normalbetrieb ergeben sich geringe Beeinträchtigungsmöglichkeiten für Grund- und Oberflächenwässer, für die Loisach-Trinkwasserquelle ergibt sich keine Gefährdung, da die Straße durch ihren Verlauf am südlichen Talrand deutlich außerhalb des Einzugsgebietes (nördliche Talhälfte) liegt.

### 3.1.2 Gefährdung durch Unfälle

Bei Unfällen besteht bei Auslaufen wassergefährdender Stoffe bedingt durch die teilweise hohen Durchlässigkeiten und geringen Überdeckungen eine Gefährdungsmöglichkeit für Grundwasser und bei Abfließen auch für Oberflächenwässer. Von den bestehenden Trinkwasserversorgungsanlagen ist die Römerwegquelle für das Kraftwerk durch die im steilen Hangschutt 100 m oberhalb verlaufende Straße besonders gefährdet.

### 3.2 Parkplätze

Größere Parkplätze im Gebiet liegen beim Hotel Fernsteinsee, Fernpaßhöhe, Zugspitzblick und am Nordostufer Weißensee. Diese sind teilweise unbefestigt und stellen eine Gefährdungsmöglichkeit für danebenliegende Gewässer bzw. Grundwasser dar.

### 3.3 Umfahrung Nassereith

Die im direkten Anströmbereich der Mühl sprungquellen verlaufende geplante Umfahrungsstraße wird zum Schutze dieser Quellen mit Fahrbahnlängsentwässerung, Folienabdichtungen seitlich der Fahrbahn, darüberliegenden und abgeleiteten Drainagen und Holzleitwänden ausgestattet, wodurch die an sich hohe Gefährdungsmöglichkeit für das Grundwasser und die Quellen so weit wie möglich ausgeschaltet wird.

### 3.4 Straße am Holzleitensattel

Im Bereich des Holzleitensattel verläuft die neue Bundesstraße quer über das Einzugsgebiet der Roßbachquellen. Die Fahrbahnwässer werden gefaßt und auf kurzem Wege zu den seitlich zum "alten Roßbach" führenden Mul-

den abgeleitet, wo sie teilweise versickern. Eine Gefährdungsmöglichkeit für die Roßbach-Trinkwasserquellen stellt der Eintrag wassergefährdender Stoffe bei Unfällen dar.

### **3.5 Grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten zum Schutze des Grundwassers**

Aufgrund der aufgezeigten hydrologischen Verhältnisse ist ersichtlich, daß jede Straße im Fernpaßgebiet eine potentielle Gefährdung des Grundwassers darstellt. Aus diesem Grunde sollte konsequent in Zukunft bei Straßenerneuerungen eine Sammlung und Ableitung der Straßenwasser vorgenommen werden, wie es erstmalig bei der Umfahrung von Nassereith geplant wurde.

Die Verlegung der Fernpaßstraße in Tunnel kann örtlich sicher auch eine hydrogeologische Verbesserung der Situation bewirken, jedoch muß dabei auch berücksichtigt werden, ob die Tunneltrasse nicht durch Trinkwasserhoffnungsgebiete führt.

Dies gilt z. B. auch für eine Tunneltrasse durch das Wannigmassiv. Dieser Gebirgskörper weist große Bergwassermengen auf, die heute noch vollständig ungenutzt Richtung Nassereith abfließen.

#### 4. SIEDLUNGSGEBIETE

##### 4.1 Biberwier

Die am Nordrand des Gebietes liegende Ortschaft Biberwier mit ca. 600 Einwohnern (Volkszählung 81) und ca. 100.000 Nächtigungen je Jahr (1990/91) ist bis auf Einzelobjekte (z. B. Ortsteil Schmitte) kanalisiert und stellt dadurch eine geringe Beeinträchtigungsmöglichkeit des Grundwassers dar.

##### 4.2 Nassereith

Die am Südrand des Untersuchungsgebietes liegende Ortschaft Nassereith mit ca. 2.000 Einwohnern (Volkszählung 81) und 120.000 Nächtigungen je Jahr (1990/91) ist mit Ausnahme des Ortsteiles Hirtenbichl (südlich Gafleinbach) kanalisiert, wobei über vermutlich Fehlanschlüsse oder alte Anschlüsse auch in den Seeablaufkanal Nassereithersee Abwasser gelangt. Es wird dadurch der Seebach bei Hochwasserabfluß aus dem See stoßweise durch ausgeschwemmte Stoffe belastet, bei Niederwasser erfolgt kaum Abfluß in den Kanal, es werden die Stoffe abgelagert.

Der Ortsteil Hirtenbichl stellt eine Beeinträchtigungsmöglichkeit für das darunterliegende Grundwasser dar, bei den Untersuchungen der Mühl sprungquellen wurden bislang keine Beeinträchtigungen festgestellt.

##### 4.3 Siedlung Holzleiten

Die Siedlung ist nicht kanalisiert, teilweise gelangt Abwasser in die Drainage des "alten Roßbach" (siehe 1.3). Die Siedlung liegt am Nordostrand des hydrogeologischen Einzugsgebietes der Roßbachtrinkwasserquellen und stellt deshalb eine Gefährdungsmöglichkeit dar, in den nächsten Jahren ist eine Kanalisation geplant.

5. **ABWASSERVERSICKERUNGEN**

5.1 **Hotel und Campingplatz Fernsteinsee**

Das Abwasser von Hotel und Campingplatz wird nach Passieren mechanischer Klärbecken (Gemeinschaftsanlage) versickert. Es wird dadurch vermutlich das darunterliegende Grundwasser örtlich beeinträchtigt.

5.2 **Fernpaß**

Das Abwasser aus 2 Gasthäusern, 1 Wohnhaus und 1 Tankstelle mit Kiosk wird in Klärgruben gesammelt und periodisch abtransportiert. Grund-/Bergwasser kann bei Undichtigkeiten örtlich beeinträchtigt werden.

Untersuchungen an der von vermutlich diesem Grundwasserstrom angespeisten Römerwegquelle des Kraftwerkes Fernpaß ergaben keine vorhandenen Beeinträchtigungen.

5.3 **Gasthof Zugspitzblick**

Das Abwasser aus dem am Nordrand der Fernpaßhöhe ca. 100 m über dem Blindsee liegenden Gasthof wird mechanisch gereinigt und versickert, eine weitergehende biologische Reinigung ist geplant (Einreichprojekt vom Juni 1990). Bei Ausführung ist nur mehr eine geringe örtliche Beeinträchtigungsmöglichkeit für das Grundwasser vorhanden.

5.4 **Holzleiten - Drainageauslauf "Alter Roßbach"**

Im Graben "Alter Roßbach" westlich der Siedlung Holzleiten liegt der Auslauf einer oberhalb durchgeföhrten Drainage, in welche auch Abwasser gelangt. Das auslaufende Wasser versickert nach ca. 100 m Fließstrecke bei

Niederwasser vollständig und stellt im Hinblick auf seine Nähe zu den Roßbach-Trinkwasserquellen von Nasse-reith (diese liegen 270 m nördlich und 50 m tiefer) eine Gefährdungsmöglichkeit dar. In den bisherigen Unter-suchungen wurden keine Beeinträchtigungen festgestellt.

**6. DEPONIEN**

**6.1 Hausmülldeponie Biberwier**

Die in einer Talmulde ca. 200 m nordwestlich des Weißensee (ca. 30 m über dem See) gelegene und in Betrieb befindliche Hausmülldeponie stellt durch das eindringende Sickerwasser eine örtliche Beeinträchtigungsmöglichkeit dar. Eine Untersuchung des Seeablaufes am 19.11.91 ergab keine Hinweise auf Sickerwasserbelastung.

**6.2 Aasplatz Brunnwald**

Knapp südlich des Tegesbaches liegt der Aasplatz Brunnwald der Gemeinde Nassereith. Der Aasplatz liegt in durchlässigen Felssturz- und Murenmaterial. Eindringende Sickerwässer werden nach einer vertikalen Filterstrecke von ca. 20-30 m in das Talgrundwasser gelangen und nach Süden Richtung Nassereith abfließen. Die Ausbreitung der Sickergewässer bzw. ihr Abbau im Untergrund könnte durch Bohrungen und entsprechende Wasseruntersuchungen festgestellt werden. Aus hygienischer Sicht wäre eine Auflösung des Aasplatzes zweifellos wünschenswert.

7.

**ABWASSERKANÄLE**

Die vorhandenen Schmutzwasserkanäle sind durchwegs in jüngster Zeit gebaut, wobei üblicherweise vor Abnahme Druckproben durchgeführt werden, sodaß sie kaum eine Gefährdungsmöglichkeit darstellen. Die offensichtlichen Fehlanschlüsse beim Seeablaufkanal Nassereith sollten behoben werden.

## 8. LANDWIRTSCHAFT, WILDFÜTTERUNGEN

Insgesamt ist das Gebiet großteils bewaldet bzw. alpin und wird nur sehr wenig landwirtschaftlich genutzt. An einigen Stellen finden sich große Wildfütterungen mit entsprechender Konzentration von Rotwild.

### 8.1 Nordseite

#### 8.1.1 Waldwiese westlich Mittersee

200 m westlich des Mittersee liegt in einer Lichtung eine Waldwiese mit Stadel, Futterstelle, Silo und Miststätte, die in einer Größe von ca. 2 ha intensiv gedüngt wird. Die Wiese liegt im Einzugsgebiet der 30 m tieferliegenden Loisachtrinkwasserquelle und ist 650 m vom Quellaustritt entfernt. Am unteren Ende der Wiese finden Bachversickerungen statt, sodaß eine Anspeisung des Grundwassers möglich ist.

#### 8.1.2 Wildfütterung bei Loisachquelle LQ5

In einer kleinen Waldlichtung oberhalb der Loisachquellen LQ5 liegt eine größere Wildfütterungsstelle. Auch hier kann über Versickerungen das Grundwasser angespeist werden.

### 8.2 Südseite

#### 8.2.1 Landwirtschaft beim Fernsteinsee

Die kleine Landwirtschaft beim Fernsteinsee mit Wiesenflächen am Ostufer des Sees und südlich des Campingplatzes stellt von ihrer Größe und Bewirtschaftungsform her nur eine geringe örtliche Beeinträchtigungsmöglichkeit dar.

#### 8.2.2 Wiesen nordwestlich Nassereith

Die kleinen landwirtschaftlichen Flächen im Talbereich nordwestlich Nassereith werden als Wiesen landwirtschaftlich genutzt. Sie liegen z. T. unmittelbar im Anströmbereich der Mühl sprungquellen.

Bislang wurde keine Beeinträchtigung des in den Mühl sprungquellen austretenden Grundwassers festgestellt, die Gefährdungsmöglichkeit ist gering.

#### 8.2.3 Wildfütterung oberhalb des Fernsteinsees

Ca. 100 m östlich der Quellaustritte der Ris, aus denen der Fernsteinsee seine Hauptwasserzuläufe erhält, befindet sich eine große Wildfütterung. Durch Versickerungen kann hier das Grundwasser auf kurzem Weg angespeist werden.

9.

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Obwohl im Fernpaßgebiet eine Reihe von Kontaminationsmöglichkeiten bestehen, konnten bisher in den Wasseruntersuchungen keine konkreten Hinweise auf Verschmutzungen des Grundwassers festgestellt werden. Dieser günstige Befund sollte aber nicht zum Schluß führen, daß tatsächlich keine Beeinträchtigungen erfolgen, möglicherweise ist dies nur ein Verdünnungseffekt aufgrund der starken Wasserführung im Untergrund.

## KAPITEL H: HYDROGRAPHISCHE EINZUGSGEBIETE

Der Ausdruck "Hydrographische Einzugsgebiete" ist im ÖWWV-Regelblatt 205: "Nutzung und Schutz von Quellen in nicht verkarsteten Bereichen" definiert und umfaßt jenes Gebiet, dem der Abfluß eines Gewässers (Quelle) tatsächlich entstammt. Weitere Ausdrücke dafür sind hydrogeologisches oder unterirdisches Einzugsgebiet.

Bei undurchlässigem Untergrund stimmt dieses Gebiet mit dem orographischen (oberirdischen) Einzugsgebiet über ein, bei durchlässigem Untergrund sind je nach Lage und Verlauf von Stauerschichten, benachbarter Gewässer und Quellen usw. bedeutende Unterschiede möglich.

Die Abgrenzung der hydrographischen Einzugsgebiete basiert auf geologischen Erkundungen unter Berücksichtigung der aus der Quellschüttung und Ermittlung der Abflußspende errechneten Einzugsgebietsgröße. Die jeweils wirksamen Einzugsgebiete sind bei verschiedenen Abflußsituationen (Nieder-, Hochwasser) eventuell unterschiedlich, außerdem können die Teileinzugsgebiete mehrerer Quellen aus dem gleichen Grundwasserleiter nicht getrennt werden, weshalb Sicherheiten in Form von vergrößerten Gebieten (natürlich nur im Rahmen der geologischen Möglichkeiten) enthalten sind.

### 1. EINZUGSGEBIETE FÜR BESTEHENDE TRINKWASSERVERSORGUNGSANLAGEN

Im folgenden Kapitel werden für die Quellen der Gemeinde Biberwier (Loisachquelle) und der Gemeinde Nassereith (Wendelinstollen, Roßbachquellen und die privat genutzte Schmittenquelle) Einzugsgebiete basierend auf den durchgeführten Erkundungen ausgearbeitet.

### 1.1 Loisachquelle (Gemeinde Bibewier)

Mittlere Quellschüttung: ca. 25 l/s

Größe Einzugsgebiet:

Mittlere Abflußspende: 32 l/s km<sup>2</sup> (Nordseite)

$$\text{Einzugsgebiet: } E = \frac{25}{32} = 0,8 \text{ km}^2$$

Nur unterirdischer Abfluß

Beschreibung siehe Kapitel E 1.1

Das im Plan FP-LQ-SG eingetragene Einzugsgebiet mit einer Größe von 1,7 km<sup>2</sup> umfaßt den nördlichen Talbereich zwischen Mittersee und Kammlinie östlich Blindsee und den anschließenden vom Grubigstein herunterziehenden Bergabhang. Es sollte zur Gänze als Schongebiet ausgewiesen werden. In diesem Bergabhang ist im Bereich der Grubighütte (Jagdhütte) eine Sackungszone mit Versickerungsstellen erkennbar. Aus diesem Gebiet wird auch die etwas nördlich der Trinkwasserquelle liegende Quellgruppe LQ 6 (Schüttung ca. 10 l/s) gespeist. Da beide Gruppen voraussichtlich dem gleichen Aquifer entspringen, ist eine Trennung der Gebiete nicht sinnvoll.

Der Ostrand des Gebietes liegt an der orographischen Einzugsgebietsgrenze, der Westrand folgt von der Kammlinie östlich Blindsee aus auch der orographischen Grenze. Der Südrand an der Kammlinie Dachsbichl begrenzt das orographische Einzugsgebiet des Mittersees. Im Gebiet ziehen einige Murreisen vom Berghang herab, welche nur bei Hochwasser Abfluß haben, der unmittelbar am Bergfuß versickert.

Die Frage einer eventuellen zusätzlichen unterirdischen Anreicherung vom Blindsee her (mit Pfeil angedeutet) kann nur nach Durchführung gezielter Direktaufschlüsse (Bohrungen, Geophysik, evtl. Markierung) beantwortet werden.

Die Quellen zeigen im Jahresgang relativ geringe Schwankung der Eigenschaften Leitfähigkeit und Temperatur, was auf längere Verweilzeiten im Untergrund schließen lässt. Weiters stellt die in der Bohrung 4 (Schuch) angetroffene günstige Überdeckung des Aquifer (ca. 16 m schluffig-tonige Schichten) einen guten Schutz dar. Nach derzeitigem Wissensstand erscheint daher eine zusätzliche Ausweisung eines Schutzgebietes nicht erforderlich. Der unmittelbare Fassungsbereich ist eingezäunt, am vorbeiführenden Wandersteig ist das derzeitige Schutzgebiet beschildert.

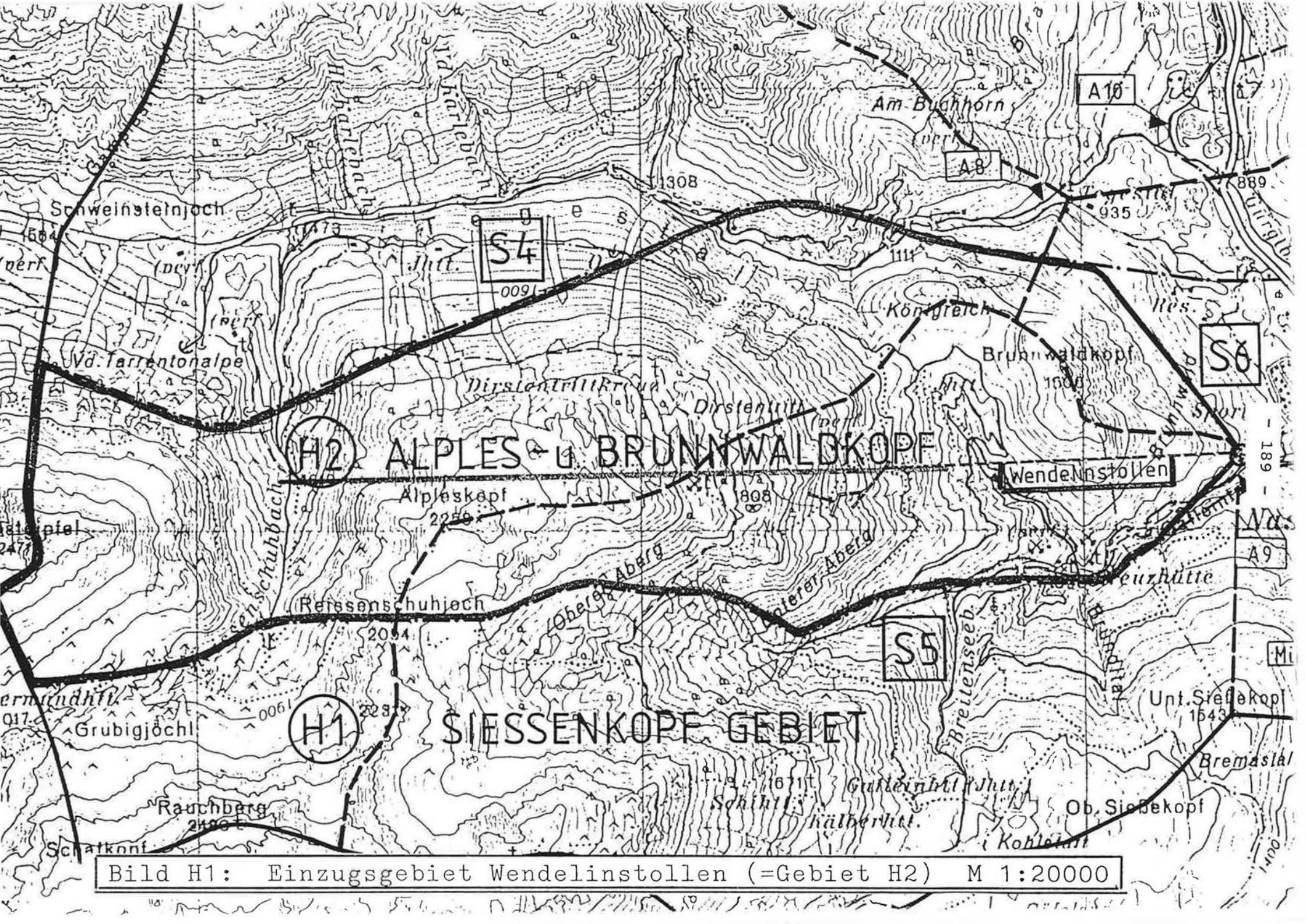
## 1.2 Wendelinstollen

Mittlere Quellschüttung:	190 l/s
Größe des hydrogeolog. Einzugsgebietes:	7,5 km <sup>2</sup>
Mittlere unterirdische Abflußspende:	$\frac{190}{7,5} = 25,3 \text{ l/s km}^2$

zum Vergleich:

Gesamtabflußspende Südseite:	25,7 l/s km <sup>2</sup>
------------------------------	--------------------------

Das Einzugsgebiet entspricht dem im Plan FP-HG-5 eingetragenen hydrogeologischen Einzugsgebiet H2 (Alpleskopf-Brunnwald) und ist im Kapitel C 4.2 beschrieben. Es sollte als Schongebiet ausgewiesen werden. Im Hinblick auf die im Jahresgang eher gleichmäßigen Eigenschaften des Wassers scheint eine längere Verweilzeit desselben im Untergrund gegeben, weshalb eine zusätzliche Ausweisung eines Schutzgebietes nach derzeitigem Wissensstand nicht erforderlich erscheint.



### 1.3 Roßbachquellen

Mittlere Quellschüttung: 16 l/s

Größe Einzugsgebiet:

Mittlere Abflußspende: 25,7 l/s km<sup>2</sup> (Südseite)

Abfluß ausschließlich unterirdisch (drainagierte Flächen des Einzugsgebietes werden berücksichtigt)

Größe: 
$$E = \frac{16}{25,7} = 0,6 \text{ km}^2$$

Das im Plan FP-RQ-HG eingetragene hydrogeologische Einzugsgebiet mit einer Größe von 1,9 km<sup>2</sup> wird teilweise drainagiert und dürfte auch die unmittelbar östlich und westlich entspringenden umgefaßten Quellen anspeisen. Die Grenze verläuft von den Quellfassungen ausgehend im Uhrzeigersinn entlang Schichtenlinie 980 m nach Osten, biegt im Bereich des Murbruches nach Südost und folgt einer Geländekuppe bis zur Siedlung Holzleiten, folgt der auf der Kuppe liegenden Bundesstraße und biegt im Bereich der Paßhöhe (Punkt 1119) nach Süd ab, wo sie entlang der Bergflanke bis zum Grat (Seehöhe 1900 m "Auf dem Horn") aufsteigt und die südliche Spitze der Fläche erreicht. Von dort folgt sie der Falllinie in Richtung Nord, quert die Bundesstraße 900 m westlich der Kreuzung Holzleiten, folgt einer Kuppe bis zum Graben "Alter Roßbach" und weiter der Schichtenlinie 980 bis zum Ausgangspunkt.

Dieses Gebiet entspricht dem orographischen und hydrogeologischen Einzugsgebiet des Quellaquifers, eine weitere Eingrenzung vor allem im Talbereich wäre bei Durchführung weiterer hydrogeologischer Erkundungen wie Bohrungen, Pegelausbau und -beobachtung, geophysikalische Profilaufnahmen, Markierungsversuche möglich, Schutzgebiete sollten hier basierend auf solchen Untersuchungen ausgewiesen werden.

#### 1.4 Schmittenquelle

Das im folgenden Bild dargestellte hydrographische Einzugsgebiet hat eine Größe von 0,5 km<sup>2</sup> und liegt im Bereich der mächtigen von der Sonnenspitze herabziehenden Hangschuttiesen.

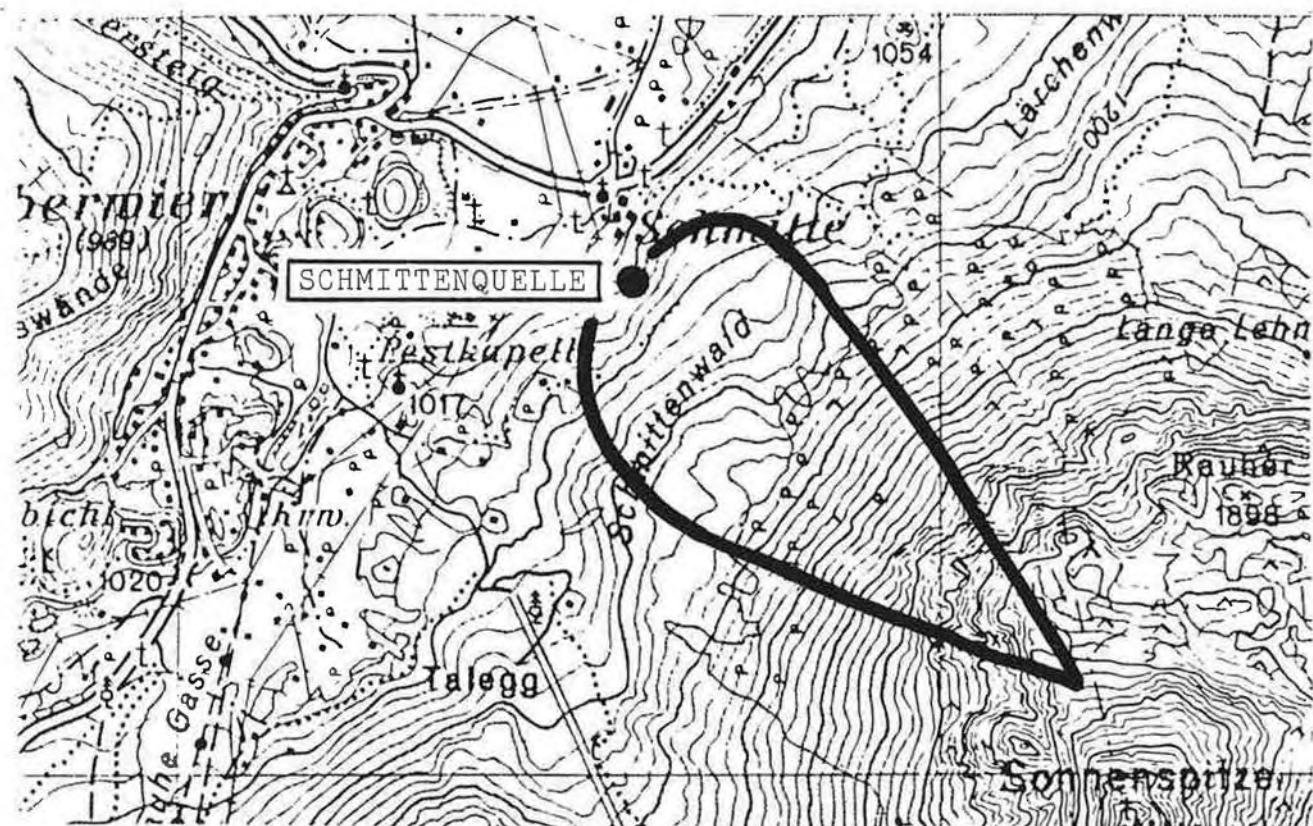


Bild H2: Hydrographisches Einzugsgebiet Schmittenquelle  
M 1:20.000

## 2. MÜHLSPRUNGQUELLEN UND SONSTIGE GRUNDWASSERAUSTRITTE

Die Mühsprungquellen und die im Seebach und Kleinen Quellbach gesammelten sonstigen Grundwasseraustritte bei Nassereith stellen mit ihrer mittleren Gesamtschüttung von ca. 900 l/s den grundwassergespeisten Basisabfluß der Südseite des Gesamtgebietes dar, die Hochwasserspitzen werden hauptsächlich im Brieglbach abgeführt. Als Einzugsgebiet dieser Wässer ist der gesamte Südteil mit seiner Größe von 56 km<sup>2</sup> und eventuell auch Teile des obersten Nordteiles N1 (= Fernpaß bis Blindsee) mit 5 km<sup>2</sup> zu bezeichnen.

Gesamtabflußspende: 26 l/s km<sup>2</sup>  
(Mittelwert Südseite)  
Mittl. unterirdische Abflußspende:  $\frac{900}{56} = 16$  l/s km<sup>2</sup>

Daraus folgt, daß 60 % des Gesamtabflusses im Gurgltal ober Nassereith unterirdisch erfolgen.  
Eine detaillierte Untersuchung ist im Kapitel K Grundwassерmodell Gurgltal enthalten.

## KAPITEL J: TRINKWASSERERSCHLIESSUNGSMÖGLICHKEITEN

### 1. EINLEITUNG

Im folgenden Kapitel werden die Möglichkeiten für Trinkwasserschließungen größeren Umfanges beschrieben, bewertet und verglichen. Die angeführten Kapazitäten beziehen sich auf Minimalschüttungen im Winter, falls nicht anders angegeben.

Eine Bergwassererschließung könnte mittels Stollen bzw. Bohrungen erfolgen. Bohrungen sind dann sinnvoll, wenn genau lokalisierbare wasserführende Zonen vorliegen. Handelt es sich hingegen um eher großräumig verteiltes Bergwasser, sind Stollen zweckmäßiger, da sie eine bessere Drainagewirkung ausüben.

Die Errichtung von Stollen ist eine relativ teure Art der Wasserfassung, sodaß sie nur bei großen Wassermengen empfehlenswert ist. Dann stellt sie aber eine technisch und hygienisch optimale Fassungsart dar, die unter Umständen auch noch energiewirtschaftlich genutzt werden kann.

Vor einer Festlegung von Stollenfassungen müssen umfassende Aufschlußarbeiten durchgeführt werden, um das Risiko eines Fehlschlages weitgehend ausschalten zu können.

2. NORDSEITE

Bedingt durch die gegebenen hydrogeologischen Verhältnisse und des wesentlich kleineren Anteils am Gesamteinzugsgebiet sind die Möglichkeiten in diesem Teil gering, insbesondere für Erschließung größerer Mengen (> 100 l/s).

2.1 Überwasser genutzter Trinkwasserfassungen

2.1.1 Loisachquelle LQ1:

Minimalschüttung Winter: ca. 16 l/s

Maximalverbrauch von Biberwier: (600 Einwohner,  
700 Fremdenbetten)

$$\frac{1300 \text{ EGW} \times 200 \text{ l/d EGW}}{86.400 \text{ s/d}} = 3 \text{ l/s (Tagesmittel)}$$

Vorhandene Kapazität: ca. 10 l/s

Die vorhandene Kapazität ist mit ca. 10 l/s klein und würde nur zur Notversorgung kleinerer Ortschaften (bis ca. 3000 EGW) reichen.

Die Wasserbeschaffenheit ist als sehr gut (geringe Schwankungen im Jahresgang: Leitfähigkeit 350 - 400  $\mu\text{S/cm}$ ; Temperatur 6,9 - 7,3°), die Gefährdungsmöglichkeiten als gering einzustufen.

## 2.2 Bestehende Bergwasseraustritte

### 2.2.1 Lermooser Tunnel (~~siehe Seite ....~~)

Kapazität: 40 - 60 l/s

Für dieses Bergwasser aus dem Plattenkalk des Grubigsteinmassivs besteht eine Gefährdungsmöglichkeit aus dem Skigebiet Grubigstein, die trinkwassergerechte Ableitung aus dem Tunnel ist voraussichtlich technisch schwierig herstellbar.

### 2.2.2 Bergwerk Biberwier (~~siehe Seite ....~~)

Kapazität: 27 - 80 l/s (Minimal-/Maximalschüttung)

Beschaffenheit: Leitfähigkeit 96 - 182  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Temperatur 3,5 - 3,8°

Dieses von den EWR-Reutte zur Stromerzeugung genutzten Wasser hat bei einer Kapazität von min. ca. 25 l/s eine geringe Mineralisation bei stärkerer Schwankung, was auf kürzere Aufenthaltszeiten im Berg schließen lässt, die Gefährdungsmöglichkeiten sind durch die Unberührtheit des Einzugsgebietes gering.

Vor Nutzung als Trinkwasser müßten Fassung und Kraftwerk trinkwassergeeignet ausgeführt werden, der technische Aufwand dafür dürfte eher hoch sein.

## 2.3 Quellen

Eine weitere Fassung bestehender Quellen im Gebiet scheint im Hinblick auf das vorhandene Gefährdungspotential (siehe Kapitel H, Straße, Deponie, Siedlungen) mit Ausnahme kleinerer geschützter Austritte für Einzelobjekte nicht sinnvoll.

## 2.4 Erschließung von Bergwasser

Die Nordseite des Fernpaßgebietes bietet nach bisherigem Kenntnisstand eher ungünstige Bedingungen für eine unterirdische Bergwassererschließung. Beide Talflanken bestehen aus Hauptdolomit, aus dem zwar zahlreiche Quellen, jedoch mit jeweils geringer Schüttung angespeist werden. Aus diesem Grunde sind bei Stollenfassungen längere Vortriebsstrecken zu erwarten, um die gewünschten Wassermengen sammeln zu können.

### Hoffnungsgebiet Weißensee:

Ein Hoffnungsgebiet stellt die Talflanke östlich des Weißensees dar. Hier könnten Bergwässer in der Größenordnung von ca. 50 l/s mit einem Stollen erschlossen werden, der vom Nordufer des Weißensees Richtung Südosten ausgehen sollte. Vortriebsstrecken von mindestens 500 m sind zu erwarten, der Stollen sollte ca. 1 m über dem Niveau des Weißensees liegen.

Ein Stollenanschlag weiter nördlich ist geotechnisch nicht zu empfehlen, da die Felsflanken von mächtigem Lockermaterial überlagert werden, sodaß sich schwierige und kostspielige Vortriebe ergeben würden.

### Hoffnungsgebiet Blindseeböden:

In der westlichen Talflanke besteht im Bereich der Blindseeböden ein weiteres Hoffnungsgebiet zur unterirdischen Erschließung von Bergwasser. Mittels einem Stollen, der auf Höhe der Loisachquelle LQ1 nach Süden vorgetrieben wird, könnte vermutlich Bergwasser in der Größenordnung von rund 100 l/s erschlossen werden bei Vortriebsstrecken von 500-1000 m. Diese Erschließung hat aber den Nachteil, daß die Trinkwasserversorgung von Biberwier während der Bauzeit durch den Stollen beeinträchtigt sein kann und vermutlich verlagert wird. Diese Erschließung sollte daher erst realisiert werden, wenn

durch heute noch nicht erkennbare Gründe (z. B. Qualitätsbeeinträchtigung) die Trinkwasserquelle LQ1 auf alle Fälle neu gefaßt werden müßte.

#### **2.5 Erschließung von Grundwasser**

Eine Grundwassererschließung in diesem Gebiet wäre nur im Bereich der rechten Talflanke östlich von Biberwier zwischen Talstation Marienberglift und Schmitte denkbar, bezüglich Untergrundaufbau sind keine Unterlagen vorhanden, über eine mögliche Ergiebigkeit können noch keine Aussagen getroffen werden.

3. SÜDSEITE

Hoffnungsgebiete für größere Trinkwassererschließungen im Untersuchungsgebiet liegen an der Südseite. Die Transportentfernung zum Zentralraum Inntal im Bereich Imst beträgt ca. 15 - 20 km.

3.1 Überwasser genutzter Trinkwasserfassungen

3.1.1 Wendelinstollen

Schüttung: 170 l/s - 210 l/s  
Maximalverbrauch Nassereith: (2000 Einwohner,  
1100 Fremdenbetten)  
$$\frac{3300 \text{ EGW} \times 200 \text{ l/d EGW} \times d}{86.400 \text{ s/d}} = 7,6 \text{ l/s (Tagesmittel)}$$

Kapazität: ca. 160 l/s  
Beschaffenheit: Leitfähigkeit 210 - 258  $\mu\text{S/cm}$   
Temperatur 5,5 - 7,6°

Durch die Unberührtheit des Einzugsgebietes ist dieses Bergwasser gering gefährdet, die im Jahresgang ausgeglichene Schüttung und Beschaffenheit lässt auf längere Verweilzeiten im Berg schließen.

Die Nutzung dieses Wassers stellt die technisch einfachste Möglichkeit einer größeren Trinkwassererschließung dar, wobei durch Aufstau der Stollen auch als Speicherraum verwendet werden könnte. Allerdings würde die vollständige Ableitung dieses Wassers ein zeitweises Trockenfallen von Unterlauf Gaflein- und Brieglbach (im Bereich gemauertes Gerinne) bewirken.

### 3.1.2 Sonstige

Die Überwässer sonstiger genutzter Quellen wie z.B. Roßbachquelle wären von der Kapazität her (max. 10 l/s) nur von Bedeutung für lokale Versorgungen.

## 3.2 Quellen

### 3.2.1 Kälbertal und Wurmtal

Im Hinblick auf die eher geringe Schüttung bei Niederrwasser (siehe Meßstelle A5: 55 l/s), den Karstcharakter dieser Quellen und die schwierige Zugänglichkeit scheint eine Fassung nicht sinnvoll.

### 3.2.2 Schanzlseequellen

Schüttung:	min. 80 l/s (März 85)
	150 l/s (Nov. 91)
	max. über 300 l/s

Beschaffenheit: Leitfähigkeit	278 $\mu$ S/cm
Temperatur	5,6 - 5,9°

Eine Fassung der im in diesem Bereich steilen Bachbett austretenden Quellen ist sicherlich insbesondere auch im Hinblick auf den ausreichenden hygienischen Schutz bei durchgehenden Hochwasserabfluß im Bach technisch schwierig. Eine Gefährdungsmöglichkeit besteht vor allem durch die auf der Fernpaßhöhe befindlichen Einrichtungen (Parkplatz, Tankstelle, Abwasserversickerungen) und die Fernpaßstraße.

### 3.2.3 Mühl sprungquellen

Schüttung: min. 520 l/s  
max. 790 l/s  
(Monatsmittel QG 1 + 2)

Beschaffenheit: Leitfähigkeit 344 - 417  $\mu$ S/cm  
Temperatur 6,8 - 7,8°  
im Jahresgang gering schwankend

Für dieses hier in großer Menge zutagetretende Talgrundwasser des oberen Gurgltales besteht durch die im Einzugsgebiet liegenden Einrichtungen (Straßen, Siedlungen usw.) eine Gefährdungsmöglichkeit. Im Zuge des Baus der Umfahrungsstraße Nassereith wird zur Zeit die vom Straßendamm überschüttete Obere Quellgruppe (QG 1) gefaßt und zum Dammfuß ausgeleitet.

## 3.3 Erschließung von Bergwasser

### 3.3.1 Hochwannigmassiv

Dieser Gebirgsstock besteht aus dem wasserdurchlässigen Wettersteinkalk mit klar vorgegebenen hydrogeologischen Barrieren im Norden und Süden. Das gesamte Gebiet wird unterirdisch Richtung Nassereith als dem tiefsten Vorflutniveau entwässert.

Damit ist dieser Raum für eine unterirdische Bergwassererschließung prädestiniert. Mit einem Stollen von wenigen hundert Metern, der ganz knapp über dem Niveau des Nassereither Sees liegen sollte, müßten die gesamten Bergwässer des Wettersteinkalks zwischen Nassereith und dem Marienbergjoch in der Größenordnung von einigen 100 l/s zu sammeln sein.

### 3.3.2 Loreamassiv

In diesem Einzugsgebiet fehlen ebenfalls ergiebige Quellen, durch die das Bergwasser abgeleitet werden könnte. Deshalb wird die Entwässerung zum Großteil unterirdisch erfolgen.

Im Gegensatz zum Hochwannig sind die Grenzen des Einzugsgebietes nicht klar umrissen, sodaß eine Lokalisierung von bergwasserführenden Zonen wesentlich schwieriger ist. Die Risiken einer Bergwassererschließung mittels Stollen sind daher im Loreamassiv größer.

Ein Stollen sollte vom tiefsten Punkt des Massivs, das ist am Ausgang des Tegestales, nach Norden vorgetrieben werden. Er wird eine Länge von rund 1000 m aufweisen und bei günstigen Bedingungen Bergwasser in der Größenordnung bis zu 200 l/s erschließen.

### 3.4 Erschließung von Grundwasser

Im folgenden Kapitel K wird für das im oberen Gurgltal zwischen Nassereith vorhandene Grundwasser ein numerisches Simulationsmodell auf EDV-Basis erstellt, anhand der vorhandenen Aufschlüsse gereicht und die Simulation der Entnahme in Gebieten oberhalb der Siedlung St. Wendelin durchgeführt. Die Ergebnisse werden am Ende dieses Kapitels angeführt.

**KAPITEL L: ZUSAMMENFASSUNG**

**1. ALLGEMEINES**

In einer einjährigen Tätigkeit von Sommer 91 bis Sommer 92 konnte das gesamte Fernpaßgebiet zwischen Nassereith und Biberwier und das Gebiet Westabfall Holzleitensattel im Hinblick auf seine Wasservorkommen erstmals umfassend und detailliert hydrogeologisch untersucht werden. Dabei wurden Eigenmessungen zu verschiedenen Abflußsituationen (von Hoch- bis Niederwasser) durchgeführt und ausgewertet, zahlreiche Begehungen durchgeführt, aber auch verfügbare Unterlagen gesichtet und eingearbeitet.

Untersuchungsziel ist die Abklärung der Einzugsgebiete von genutzten Trinkwasserquellen (Roßbachquellen, Wendenstollen, Loisachquelle und Schmittenquelle), Großquellen (Mühlsprungquellen, Loisachquellen), Seen (Nassereithersee, Fernsteinsee, Blindsee, Mittersee und Weißensee) und Grundwasservorkommen, der Erhebung von Anhaltspunkten für mögliche größere Trinkwassererschließungen und die Darstellung und Einstufung vorhandener Gefährdungsmöglichkeiten.

2.

## GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

Das Fernpaßgebiet liegt in den Sedimentgesteinen der Nördlichen Kalkalpen. Die Schichtfolge umfaßt folgende Gesteinsserien:

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| - Alpiner Muschelkalk: | wasserdurchlässig |
| - Wettersteinkalk:     | wasserdurchlässig |
| - Raibler Schichten:   | wasserstauend     |
| - Hauptdolomit:        | wasserdurchlässig |
| - Kössener Schichten:  | wasserstauend     |
| - Allgäu-Schichten:    | wasserstauend     |

Die Fernpaßtalung selbst wird von mächtigem Lockermaterial aufgebaut. Es setzt sich aus stark durchlässigem Felssturzmaterial bzw. Hangschutt und wasserstauenden Grundmoränen bzw. Seeablagerungen zusammen.

Der Fernpaß besteht aus Felssturzmaterial, wobei die geologischen und geoseismischen Untersuchungen den Verdacht ergaben, daß unter der Paßhöhe in relativ geringer Tiefe bereits Fels ansteht.

Der Südteil des Untersuchungsgebietes gehört tektonisch zur Inntaldecke, der größere Nordteil zur Lechtaldecke. Das Fernpaßgebiet ist reich an starken Quellen. Sie entwässern vor allem Hauptdolomit und Wettersteinkalk. In weiterer Folge versickern diese Quellbäche wieder und speisen das Talgrundwasser an. Die größten Grundwasser- austritte treten in Form der Mühlprungquellen bei Nassereith auf.

3.

**WASSERVORKOMMEN SÜDSEITE FERNPASS**

Die obersten Quellaustritte auf der Südseite des Gebietes bilden die Kälbertal- und Wurmtalquellen auf Seehöhe 1360 m, der davon gespeiste Kälbertalbach versickert in der Flachstrecke unterhalb Afrigall (westlich Paßhöhe) auf Seehöhe 1160 m bei Niederwasser vollständig. Der auf Höhe 1120 m in der Steilstrecke unterhalb liegende Schanzlsee wird dann von diesem Bach wieder aufgefüllt, bei Niederwasser trocknet er vollständig aus. Unterhalb des Sees entspringen im steilen Bachbett die stark schüttenden Schanzlseequellen, der Bachlauf unterhalb bis zum Fernsteinsee wird als Ris bezeichnet. Die Ris versickert im hintersten Talboden des oberen Gurgltales auf Höhe 950 m vollständig, nur bei sehr hohem Durchfluß fließt ein geringer Teil oberirdisch weiter. Diese Versickerung dürfte den Beginn des Talgrundwasserstromes im oberen Gurgltal darstellen, der Samerangersee wird von diesem Grundwasserstrom durchflossen. Etwas oberhalb des Fernsteinsees entspringen im Bachbett der Ris starke Quellen, welche neben dem Grundwasser und den Quellen am Ostufer den Hauptzufluß zum See darstellen. Am Ablauf des Sees beginnt der Brieglbach, welcher bei Niederwasser unterhalb der Einmündung des Tegestalbaches vollständig versickert. Auch der Tegestalbach versickert bei Niederwasser vollständig im Unterlauf, bei Hochwasser bildet er den Hauptgeschiebez bringer. Erst ab der Einmündung des Gafleinbaches erfolgt durch das einmündende Überwasser des St.-Wendelinstollens ein ganzjährig durchgehender Abfluß im Brieglbach. Die stärksten Quellen des Gebietes sind die hauptsächlich vom Talgrundwasserstrom gespeisten Mühl sprungquellen im Westen von Nassereith, deren Quellbach zusammen mit Brieglbach, Seebach und Roßbach den Gurglbach bildet. Der Seebach wird von Talgrundwasser und bei Hochwasser auch vom Überlauf des Nassereithersees gespeist, der Roßbach entwässert den Westabfall des Holzleitensattels.

Zur Trinkwasserversorgung von Nassereith werden Bergwasser aus dem Wendelinstollen und die Roßbachquellen herangezogen. Der Wendelinstollen entwässert das hydrogeologisch klar begrenzte Einzugsgebiet Alpleskopf-Brunnwald, welches zum Schutz des Wassers als Schutzgebiet (Zone III) ausgewiesen werden sollte. Die Roßbachquellen entspringen westlich des Holzleitensattels an der Schichtgrenze von gut durchlässigem zu stauendem Lockermaterial und haben ihr Einzugsgebiet an der Südflanke westlich der Siedlung Holzleiten. Zur Abgrenzung von Schutzgebieten sollten hier geologische Aufschlüsse des Quellaquifers über Bohrungen, geophysikalische Profilaufnahmen, Pegelbeobachtungen und evtl. Markierungsversuche erfolgen.

4.

WASSERVORKOMMEN NORDSEITE FERNPASS

Der 100 m unterhalb der Paßhöhe liegende Blindsee bildet das höchstliegende Gewässer der Nordseite. Er hat keinen sichtbaren Abfluß und einen im Verhältnis zur Seegröße kleinen Zufluß aus dem Roßköpfletal. Mündlich überlieferte Markierungsversuche zeigten ein Abströmen des Seewassers unterhalb des Passes nach Süden zur Ris, möglicherweise bildet der See die hydrographische Wasserscheide des Gebietes, da er auch in Richtung Ost ins Bergsturzmaterial entwässern wird. Die Messungen ergaben Hinweise auf Grundwasserzutritte in der Mitte des Westufers unterhalb der steil abfallenden Südostflanke des Passes.

Dem ca. 10 m tieferliegenden Mittersee kommt im Hinblick auf seine örtliche Nähe zur tieferliegenden Loisachtrinkwasserquelle der Gemeinde Biberwier besondere Bedeutung zu. Im Zuge des Baus der Umfahrung Lermoos abgeteufte Bohrungen ergaben, daß der seichte See in relativ gering durchlässige Deckschichten eingebettet ist und die Quellen aus einem darunterliegenden Aquifer angespeist werden. Der See wird vom Grundwasser mit geringer Durchsatzrate durchströmt und zeigt deshalb im Sommer eine starke Erwärmung bis 23°, die Quelle hat ganzjährig eine sehr konstante Temperatur von ca. 7°. Die Loisachtrinkwasserquelle mit einer mittleren Schüttung von ca. 25 l/s hat ihr Einzugsgebiet im Talbereich nordwestlich des Mittersees und in der nördlich anschließenden Talflanke. Am Überlauf dieser Quelle liegt der Ursprung der Loisach.

Am Südrand des Talbereiches liegt auf Seehöhe 1082 m der Weißensee, der von mehreren Quellen am Nordufer (darunter 3 Schwefelquellen) und bei Schneeschmelze auch von Bächen und Quellen von der Südflanke her gespeist wird. Der Seeabfluß erfolgt auf kurzem Wege zum Finstersee, wo die gesamte Menge versickert. Je nach zufließen-

der Menge liegt der Spiegel des Finstersees bis zu 5 m unterhalb des Weißensees (Niederwasser) und kann bei Hochwasser bis zu 4 m steigen. Das im Finstersee versickernde Wasser tritt bei den ungenutzten Loisachquellen LQ 5 und LQ 3 wieder zutage, was durch mündlich überlieferte Markierungsversuche und durch die hydrogeologische Untersuchung von HR Schuch im Zuge des Baus der Umfahrung Lermoos über Bohrungen und Geoelektrik belegt wurde.

Der Ursprung der Loisach und entlang der obersten 800 m von ca. 7 Quellgruppen gebildet, die oberste ist der Überlauf der Loisachtrinkwasserquelle. Die Hauptwassermenge (insbesonders bei Hochwasser) mündet nach 300 m von rechts kommend ein (LQ 3). Bei Niederwasser tritt an 2 Stellen (nach Trinkwasserquelle und nach LQ 3) eine vollständige Versickerung des Baches auf, die folgenden Quellen (LQ 2 und LQ 4) stellen teilweise ein Wiederzutagetreten dieses Wassers dar. Die Schüttung der von links kommenden Quellen (LQ 6 und LQ 7 einschließlich der gefäßten und nicht mehr genutzten Brunnenquelle) ist eher gering, die Leitfähigkeit dieses von der Bergseite einströmenden Wassers ist deutlich kleiner als die der Hauptquellen, welche vom Talgrundwasserstrom und Finstersee gespeist werden. Im Bereich der Ortschaft Biberwier wird die Wassermenge der Loisach einerseits durch in einem Kraftwerk abgearbeitetes Bergwasser aus dem Bergwerk beim Schachtkopf und andererseits durch grundwassergespeiste Quellen unterhalb Parkplatz Marienberglifte und Quellteich beim Krafthaus deutlich erhöht. Die Schmittenquellen liegen an der östlichen Talflanke im Bereich des Talausganges zum Ehrwalderbecken, ihre Schüttung ist relativ gering (ca. bis 7 l/s). Ihr Einzugsgebiet liegt im Bereich der von der Sonnenspitze herabziehenden mächtigen Bergschuttreisen, starke Schwankungen im Jahresgang und geringe Leitfähigkeiten sind ein Hinweis auf kurze Verweilzeiten im Untergrund.

Die Schmittenquelle wird privat zur Versorgung der Siedlung Schmitte (ca. 4 Objekte) herangezogen. Unterhalb der Schmitte erreicht die Loisach das Ehrwalderbecken.

5.

**HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN**

Im Zuge der hydrologischen Untersuchungen konnten Niederschlagsmessungen des Hydrographischen Dienstes und Abflußmessungen (Einzelmessungen und Dauerbeobachtungen) ausgewertet werden, es ergibt sich eine mittlere Gesamt-abflußhöhe von 800 mm für die Südseite und von 1000 mm für die Nordseite des Gebietes, dies entspricht einer Spende von 26 bzw. 32 l/s,km<sup>2</sup>. Diese Spende speist den ober- und unterirdischen Abfluß der Gebiete. Unter Zugrundelegung eigener Abflußmessungen bei Niederwasser und der orographischen Einzugsgebiete konnten Niederwasserspenden der Teileinzugsgebiete ermittelt werden, welche große Schwankungen zeigen. Dies ist einerseits auf Unterschiede der hydrogeologischen (unterirdischen) zu den orographischen (oberirdischen) Einzugsgebieten und andererseits auf unterschiedliche Speicherkapazitäten und deshalb höheren Rückgängen bei Niederwasser zurückzuführen. Die durchgeführte Abgrenzung der Einzugsgebiete basiert auf den geologischen Verhältnissen bei Berücksichtigung der aus der mittleren Schüttung errechneten Größe.

6.

## TRINKWASSERGEWINNUNGSMÖGLICHKEITEN/GEFÄHRDUNGSMÖGLICHKEITEN

Möglichkeiten zur weiteren Gewinnung größerer Mengen an Trinkwasser im Gebiet bestehen vor allem an der Südseite, wobei einerseits die direkte Erschließung von Bergwasser über Stollen und andererseits die Gewinnung von Talgrundwasser untersucht wurden.

Beide Möglichkeiten sind zur Erschließung von mehreren 100 l/s geeignet. Für die Grundwassererschließung bietet sich der Schwemmfächer des Tegestalbaches im Gurgltal an. Für Bergwassergewinnung stellt die Nutzung des Überwassers des Wendelinstollens die einfachste Möglichkeit dar. Zusätzliche Bergwasserneuerschließungen sind im Massiv des Hochwannig und eventuell auch im Loreamassiv möglich.

Die vorhandenen Gefährdungsmöglichkeiten durch z.B. Straße, Abwasserversickerungen, Deponien usw. für Grund- und Oberflächenwässer wurden erhoben und bewertet. Bei den bestehenden Trinkwasserfassungen sind Wendelinstollen, Loisachquelle und Schmittenquelle vom Einzugsgebiet her kaum gefährdet, bei den Roßbachquellen stellt die Siedlung Holzleiten und insbesonders die Abwasserbelastung des Drainrohrauslaufes eine Gefährdungsmöglichkeit dar, welche nach Durchführung weiterer geologischer Aufschließungen besser bewertet werden kann.

7.

## GRUNDWASSERMODELL

Es wurde ein numerisches Grundwassermodell des oberen Gurgltales zwischen Nassereith und Fernstein auf Finite-Elemente-Basis erstellt, zur Eichung desselben wurden die Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen und sonstigen Bohrungen im Zuge der Beweissicherung für die B 314 - Umfahrung Nassereith herangezogen. Es konnte der vorhandene Talgrundwasserstrom mit seinen Austrittsstellen bei den Mühl sprung- und Seebachquellen gut simuliert werden.

8.

## DANKSAGUNG

Für die ständige Unterstützung und Mithilfe bei den umfangreichen Untersuchungen bedanken wir uns beim Kulturbauamt Innsbruck, Imst und Reutte, dem Referat Landesgeologie der Landesbaudirektion, den Gemeinden Nasse-reith und Biberwier. Weiterer Dank gebührt dem Limnologischen Institut, dem Institut für Hygiene, dem Hydrographischen Dienst der Abteilung Umweltschutz, den Betreibern der Kraftwerke Biberwier und Fernstein, sowie Herrn Künstner von Lermoos und Herrn Perktold von Biberwier für die wertvollen Informationen und Unterlagen.

Innsbruck, am 1.7.1992

I - L - F

Ingenieurgemeinschaft  
Lässer - Feizlmayr

 INGENIEURGEMEINSCHAFT  
LÄSSER - FEIZLMAYR  
6020 INNSBRUCK, FRANZSAGG 18

Pius Lässer

Dipl.-Ing. Pius Lässer

Sachbearbeiter:

.....M. Köhler.....

Dr. Manfred Köhler  
(Fachbereich Geologie)

.....M. Lumassegger.....

Dipl.-Ing. Michael Lumassegger  
(Fachbereich Hydrologie)

o. Univ.-Prof. Dr. med. Manfred P. Dierich  
Vorstand des  
Institutes für Hygiene der Universität Innsbruck  
6010 Innsbruck, Fritz-Pregel-Str. 3, Telefon (0 52 22) 724-22 50 (22 41)

Prot. Nr. 3056/88/5

Innsbruck, am 1. Dezember 1988

## Wasser-Untersuchung

Antragsteller: Stadtwerke Imst, 6460 Imst

Probe(n) aus: Nassereith Voruntersuchung Prot. Nr. —

Anlaß der Untersuchung: Passungseignung

Probe(n) entnommen am: 29.9.1988 um 9.00 Uhr, durch: Wasserw. Heel Fritz

Bezeichnung der Probe(n): ungefährte Römerwegquelle beim Schanzlsee

### Bakteriologischer Befund:

Wassertemperatur	°C	6,5
Lufttemperatur	°C	13
Koloniezahl in 1 ml Wasser bei 22°C, Gelatine (DEV)	nach 48 Stunden	
	nach 72 Stunden	1
	Verflüss. %	100
Koloniezahl in 100 ml Wasser Membranfilter-Methode Endo Agar 37°C	nach 24 Stunden	0
coliforme Bakterien, E. coli in 100 ml Wasser Membranfilter-Methode Endo Agar 37°C (DEV)	coliforme Bakterien	0
	E. coli	0

Die von untersuchten Proben wurden  
nach den Methoden der Hygiene  
der Universität Innsbruck untersucht  
und als Ergebnis der Untersuchung  
standes verwandt werden.

### Chemischer Befund:

o. UNIV.-PROF.

DR. MED. MANFRED P. DIERICH  
VORSTAND DES  
INSTITUTES FÜR HYGIENE  
DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK

A-6010 INNSBRUCK. 1984-07-30  
FRITZ-PREGL-STR. 3  
TEL.: 0 52 22 - 724 / 22 41 (DW)

Prot.Nr.: 3029/84/1

An das  
Gesundheitsamt Reutte  
z.Hd. Frau Dr. Zeitner  
Obermarkt 7 und 5

A-6600 REUTTE

Betrifft: Biberwier, Blindsee  
Kontrolluntersuchung

Nach einem Lawinenabgang im Frühjahr 1984, bei dem auch Holz und Bodenmaterial in den Blindsee gelangte, wurden seitens der Bevölkerung und der Presse wiederholt Befürchtungen geäußert hinsichtlich der Verschmutzung des Sees durch allanfalls mitgerissenes Wild.

Nach Rücksprache mit Herrn Doz.Dr. Tiefenbrunner, Institut für Hygiene, wurden vom Amtsarzt Frau Dr. Zeitner am 25.07.1984 zwischen 11<sup>h</sup> und 12<sup>h</sup> vom Schlauchboot aus an 5 Stellen des Sees entlang der Badesseite Proben zur bakteriologischen und chemischen Untersuchung gezogen.

Die Wassertemperatur betrug an allen Stellen gleich 19,5°C.  
Am Vortage war ein heftiges Gewitter niedergegangen.

Probe 1 bei Bootssteg und Bootshütte in Nähe Baggerarbeiten  
zur Holzentfernung  
Probe 2 in 200 m Abstand vom Bootssteg  
Probe 3 in 300 m Abstand vom Bootssteg  
Probe 4 in 400 m Abstand vom Bootssteg  
Probe 5 in 500 m Abstand vom Bootssteg

Probe 5 ist zerbrochen eingelangt.

Dabei wurden folgende Befunde erhoben:

Proben- Stelle	oxidierbare Substanzen KMnO <sub>4</sub> mg/l	KZ/1 ml/Agar 24 <sup>h</sup> , 37°C	KZ/1ml/Galatine 48 <sup>h</sup> , 22°C	Kolonienzahl aus 200 ml auf Endo 24 <sup>h</sup> , 37°C	E.coli + Coliforme
1	7,8	28	430	400	n.n.
2	7,7	33	384	500	n.n.
3	7,1	55	250	360	n.n.
4	6,5	50	256	500	n.n.
5					

n.n = Nicht nachweisbar

Zusammenfassend kann mitgeteilt werden, daß eine fäkale Belastung nicht nachweisbar war.

Aufgrund der erhobenen Befunde besteht derzeit keine gesundheitliche Gefährdung der Badegäste.

*3.6.81*  
Sachbearbeiter  
WOR Dr. Helga Lorenz

o.Univ.Prof.Dr.M.P. Dierich

Dieses Gutachten darf nur vollinhaltlich ohne Weglassung oder Hinzufügung weitergegeben oder veröffentlicht werden. Soll dies auszugsweise oder in verkürzter Form geschehen, so ist vorher die Genehmigung des Institutsvorstandes einzuholen.

o. Univ.-Prof. Dr. med. Manfred P. Dierich  
Vorstand des  
Institutes für Hygiene der Universität Innsbruck  
6010 Innsbruck, Fritz-Pregel-Str. 3, Telefon (0 52 22) 724-22 50 (22 41)

Prot. Nr. 3029/87/4

Innsbruck, am 3. November 1987

## Wasser-Untersuchung

Antragsteller: Gemeinde Biberwier, 6633 Biberwier

Probe(n) aus: Biberwier Voruntersuchung Prot. Nr. —

Anlaß der Untersuchung: Trinkwassereignung

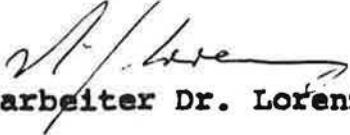
Probe(n) entnommen am: 14.10.1987 um --- Uhr, durch: Br. Jenewein

Bezeichnung der Probe(n): Auslauf Gemeindeamt

### Bakteriologischer Befund:

Wassertemperatur °C		10,2
Lufttemperatur °C		
Koloniezahl in 1 ml Wasser bei 22°C, Gelatine (DEV)	nach 48 Stunden	
	nach 72 Stunden	1
	Verflüss. %	0
Koloniezahl in 100 ml Wasser Membranfilter-Methode Endo Agar 37°C	nach 24 Stunden	4
coliforme Bakterien, E. coli in 100 ml Wasser Membranfilter-Methode Endo Agar 37°C (DEV)	coliforme Bakterien	0
	E. coli	0

Das Wasser der am 14. Oktober 1987 im Gemeindeamt entnommenen Netzprobe weist Trinkeignung auf. Es war keine bakterielle Verunreinigung feststellbar.

  
Sachbearbeiter Dr. Lorenz

### Chemischer Befund:

o. Univ.-Prof. Dr. med. Manfred P. Dierich  
Vorstand des  
Institutes für Hygiene der Universität Innsbruck  
6010 Innsbruck, Fritz-Pregel-Str. 3, Telefon (0 52 22) 724-22 50 (22 41)

Prot. Nr. 3029/87/1

Innsbruck, am 29. September 1987

## Wasser-Untersuchung

Antragsteller: Gemeinde Biberwier, 6633 Biberwier  
Probe(n) aus: Biberwier Voruntersuchung Prot. Nr. 3029/81/2  
Anlaß der Untersuchung: Kontrolluntersuchung  
Probe(n) entnommen am: 9. 6. 1987 um 11.20 Uhr, durch: Amtsarzt Dr. Bereuter  
Bezeichnung der Probe(n): 1.) Loisachquelle  
2.) Volksschule - Gemeindewasserversorgung

### Bakteriologischer Befund:

		1.)	2.)
WasserTemperatur	°C	8	8
LuftTemperatur	°C		
Koloniezahl in 1 ml Wasser bei 22°C, Gelatine (DEV)	nach 48 Stunden		
	nach 72 Stunden	7	16
	Verflüss.%	14	50
Koloniezahl in 100 ml Wasser Membranfilter-Methode Endo Agar 37°C	nach 24 Stunden	4	1
coliforme Bakterien, E. coli in 100 ml Wasser Membranfilter-Methode Endo Agar 37°C (DEV)	coliforme Bakterien	0	1
	E. coli	0	0

Die oben angeführten Untersuchungsergebnisse  
dürfen in wissenschaftlichen Veröffentlichungen nur  
mit schriftlicher Zustimmung des Institutever-  
standes verwendet werden.

### Chemischer Befund:

Betrifft: Biberwier, Loisachquellen.  
Hygienische Begutachtung.

An die  
Gemeinde  
B i b e r w i e r

Ortsbefund: Nach meiner letzten Untersuchung am 25.10.1953, also vor über 15 Jahren, ist die Fassung der einen Loisachquelle vorgenommen worden. Aber erst am 29.11.1968 wurde aus anderem Anlass eine Kontrolluntersuchung veranlasst. Dernach entspringt die Quellgruppe am hinteren, südlichen Talschluss des Hagerstalls. Dieses flache, weite Tal weitet sich nach Süden, d.h. talabwärts, zunächst noch weiter aus, verengt sich dann aber wiederum vor Erreichen von Biberwier von beiden Seiten, besonders von Westen her, stark. Innerhalb des breiten, flachen Talbodens erheben sich eine Anzahl von Hügeln, die entweder von einem massiven Bergsturz oder von eiszeitlichen Ablagerungen (Moränen) stammen. Im Süden von den Quellspringen steigt das Gelände unmittelbar steil an und 20 m höher und etwa 260 m entfernt liegt das nördliche Ufer des Mittersees mit mehreren Wasserschwundstellen, denn der See hat keinen oberirdischen Abfluss. In etwa 460 - 500 m Abstand, ebenfalls im Süden, aber etwas mehr südsüdöstlich, liegen die Ufer des Finstersees, der vom gleich hoch gelegenen Weissensee den Zufluss erhält; auch hier sollen an diesem Ufer Schwundstellen vorliegen, denn ein oberirdischer Abfluss besteht nicht. Die Wasserspiegel lagen Ende November in der Loisachquelle in 1057 m Seehöhe, im Mittersee in 1077 m Seehöhe und im Finstersee und Weissensee in je 1078 m, während der näher dem Fernpass gelegene Blindsee einen Wasserspiegel in 1093 m Seehöhe aufweist. Nördlich des Fernsteinpasses liegt das Fernsteinseeniveau in 939 m Seehöhe.

Das zwischen den Seen und den Quellen gelegene Gelände ist stark buckelig und weist eine ganze Reihe von dolinenartigen Rundhügelchen und Mulden von zum Teil erheblicher Tiefe auf, in

denen allen kein Wasserspiegel zu sehen war und auch keine ausgesprochene Sumpfflora festzustellen war. Dieser ~~immer~~ Boden ist daher als wasserdurchlässig zu bezeichnen.

In dem bezeichneten, etwa von West nach Ost ausgerichteten Hangfluss treten eine Reihe von grösseren und kleineren Quellen aus, von denen die ungefassten meist unter Baumwurzeln zutage treten. Die gefasste Loisachquelle führt das Wasser der grössten und einiger kleinerer, dicht benachbart gelegenen Quellaustritte zutage, die alle am westlichen Ende der Quellaustritte gelagert sind.

Das unmittelbar im Norden ansteigende Hanggelände besteht aus Kalkgeröll und zum Teil grossen Kalksteinfelsen. Ob anstehender Fels vorliegt, ist nach der ganzen Situation unwahrscheinlich, wahrscheinlich handelt es sich im ganzen um Material aus einem grossen Bergsturzgebiet. Oberhalb der Quellaustritte erfolgt weder Weddegang noch animalische Düngung. ~~Unterhalb~~ Unterhalb ~~des~~ <sup>der</sup> Hagerstells ist der Boden meist sumpfig, zum Teil anmoorig. Hier wird geweidet und - allerdings nur mit Kunstdünger - gedüngt.

Die westliche Loisachquelle ist in der Weise gefasst, dass in den Hang bis zu einer Überschüttung von 2 m vorgegraben und hier eine nach Süden leicht konvexe Betonmauer errichtet wurde, durch die das Ablaufrohr nach Süden zu der 6 m unterhalb gelegenen betonierten Brunnstube geleitet wird. ~~Unter~~ <sup>Unter</sup> der Betonmauer ist gewaschener Schotter, dann Sand und darüber eine dichtende Lehmschicht aufgebracht. Die nächsten Bäume (Fichten) stehen etwa 20 m zu beiden Seiten und etwas oberhalb der Quellfassung. Die oberhalb der Fassung befindlichen aus Schotter bestehenden Hangteile sind noch nicht bewachsen.

In der Quellstube liegt die Überlauföffnung etwa 15 cm tiefer als der Zulauf. Die Türschwelle der seitlich angebrachten Tür ist nur ~~ca~~ 3 cm (!) überhöht. In der Quellstube waren unsaubere Cerite, besonders Holzbalken mit Holzpilzen bedeckt, zu finden und ausserdem Schlamm. Die Bellitung erfolgt entlang dem noch völlig undichten Türstock. Die Überlaufleitung besitzt eine Froschklappe.

Sowohl seitlich oberhalb, wie auch seitlich in gleicher Höhe der Quelle finden sich noch einige kleine, durch die Fassung nicht miterfasste Quellaustritte, grössere und zahlreichere noch in einem Bereich von mindestens 100 m im Osten entlang dem Hangfluss.

Befunde: Am Entnahmetag, dem 29. November 1968, herrschte schönes Frostwetter, ebenso an den Vortagen. Die Lufttemperatur betrug am frühen Nachmittag zwischen 0 und  $-0,2^{\circ}\text{C}$ . Die Wassertemperatur betrug in der Quellstube der Loisachquelle  $7,65^{\circ}\text{C}$ . Die Schüttung soll zwischen 10 und 30 l/sec schwanken, die Minimalschüttung, die zur Zeit der Entnahme geherrscht hatte, liegt wahrscheinlich bei 10 l/sec, aber mindestens bei 10 l/sec. Als Maximalschüttung sind 30 l/sec angeführt, die im Mai anfallen sollen.

Die Wassertemperatur am Mittersee betrug, allerdings in der Nähe der Schwundstelle und an der Seeoberfläche in nahezu vereisten Gebieten  $+1,5^{\circ}\text{C}$ , die Lufttemperatur betrug hier  ~~$+0,5^{\circ}\text{C}$~~   $+2^{\circ}\text{C}$ . Am Finstersee wurden gleichfalls an einer gerade eisfreien Stelle  $+2,4^{\circ}\text{C}$  Wassertemperatur bei  $-1,4^{\circ}\text{C}$  Lufttemperatur gemessen. Diese Masswerte geben allerdings über die Temperaturen in tiefere Schichten noch keine verlässliche Auskunft.

Im Hinblick auf die der Begutachtung zugrundeliegenden Fragestellung über die Zulässigkeit eines Millablaudeplatzes sind auch die Temperaturen und der Temperaturgang von einigen unterhalb der Quellfassung zum Bach abfließenden kleineren Quellaustritten sowie die Bachtemperaturen ausgewiesen:

Datum	Jahrzeit	Quellstube	Quelle 2	Quelle 3	Bach
7.1.69	17.00	7,4	6,8	trocken	6,5
27.1.	8.15	7,4	7,0	6,8	6,4
10.2.	8.30	7,3	6,9	6,5	6,3
26.2.	19.00	7,5	7,5	6,8	6,5
17.3.	9.00	7,5	7,5	7,1	7,1

Die chemischen Befunde ergeben in der Loisachquelle ~~stetig~~ ein deutlich leicht alkalisches, mittelhartes Wasser und entsprechend mässiger Mineralisierung. ~~zusätzlich~~ Der Nitrat- und Sulfatgehalt ist leicht erhöht. Der vergleichsweise untersuchte Mittersee ist deutlich um gut  $3^{\circ}\text{dH}$  weicher, was besonders durch eine geringere Karbonathärte bedingt ist. Der vergleichsweise untersuchte Finstersee zeigt im Wasserbefund Verhältnisse, die denen der Loisachquelle fast aufs Haar gleichen. Vor allem ist auch hier der Sulfatgehalt auf gleicher Höhe wie in der Loisachquelle und ebenso die Mineralsäure und die Karbonathärte.

Die bakteriologische Untersuchung ergibt in zwei Proben durchwegs günstige Befunde, lediglich in einer Probe wurden ganz wenige thermophile Keime festgestellt.

Cutachten: Nach den chemischen Befunden besteht eine solche Ähnlichkeit zwischen dem Wasser der Loisachquelle und dem des Finstersees, dass dies für die Annahme spricht, dass das Loisachquellwasser aus versickertem Finsterseewasser stammt. Ganz auszuschliessen ist aber, wie schon in meinem Cutachten vom 9.11.1968 bemerkt, auch nicht die Annahme, dass Wasser aus dem Mittersee zur Speisung auch vielleicht etwas beiträgt, wobei aber das Wasser im Laufe der Durchsickerung des Schotters Kalk löst. Das Mittersewasser ist nämlich wesentlich weicher als das der Loisachquelle. Jedenfalls benötigt das Wasser aus dem Finstersee verhältnismässig längere Zeit, denn die Temperatur ist am 29.11.1968 in der Quelle viel höher als im See.

Die bakteriologischen Befunde sind in den Doppelproben gut und in einer Probe waren lediglich einige Bodenoberflächenbakterien festzustellen, was einer Kontrolle bedarf.

Das günstige Urteil gilt jedoch nur, soweit die Verhältnisse im Einzugsgebiet einwandfrei sind und keine Veränderungen erfahren und vorerst lediglich für die Winterszeit. Für eine endgültige Beurteilung benötige ich noch folgende Unterlagen:

- a) Weitere laufende Temperaturmessungen nicht nur der gefassten Quelle, sondern auch der anderen Quellen entlang dem Hangfluss am nördlichen Talboden des Hagerstalls, wobei besonders auf die laufende Kontrolle etwa alle 14 Tage bis zum Erreichen der Sommerhöchsttemperatur Gewicht zu legen ist. Diese Temperaturmessungen sollten bis etwa zur Herbsttemperaturerniedrigung fortgesetzt werden.
- b) Eine Temperaturlotung im Mittersee und im Fintser-, bzw. Weissensee, jedoch erst zur Zeit der Sommerseeschichtung etwa im Juli.
- c) Chemische Vergleichsuntersuchungen zwischen den Seewässern und den verschiedenen Quellwässern, je nach den inzwischen ermittelten Temperaturwerten. Vielleicht ist auch eine Kohlensäurebestimmung an Ort und Stelle notwendig.

Professor Dr. ALFRED SCHINZEL

Vorstand des Institutes für Hygiene und Mikrobiologie der Universität Innsbruck  
Innsbruck, Schöpfstraße 41, Fernruf 23047 und 25741

d) Zu diesen Zeiten womöglich bei Regenwetter noch bakteriologische und chemische Vergleichsuntersuchungen.<sup>SC9</sup>

Soweit die Verhältnisse heute schon einen Schluss begründen, wird wohl hier eine einmal jährliche Kontrolluntersuchung zu fordern sein. <sup>Innsbruck am</sup>

Für die Beurteilung der Zulässigkeit des Millablagerungsplatzes kann auch jetzt schon im Hinblick auf den Temperaturgang der einzelnen Quellen gesagt werden, dass sie ähnlich wie die gefasste Quelle eine ziemlich konstante Temperatur aufweisen, die sicherlich von der Oberflächentemperatur des Mittersees different ist. Die Temperatur des Sees in der Tiefe müsste jedoch erst ermittelt werden.

Diese Aufgaben darf nur verhältnismässig ohne Aufzessum von 1000,- Sch. aufgegeben werden, da es sich um eine wichtige Untersuchung handelt, welche die gesamte Arbeit des Instituts so ist vorher zu übernehmen, das Instituts- verständnis einzuziehen.

Prof. Dr. A. Schinzel

*Schinzel*

Professor Dr. ALFRED SCHINZEL

Vorstand des Institutes für Hygiene und Mikrobiologie der Universität Innsbruck  
Innsbruck, Schöpfstraße 41, Fernruf 28047 und 26741

Prot. Nr. 3029/69/1

Innsbruck, am

28. März 1969

## Trinkwasser-Untersuchung

Gemeinde Biberwier

Antragsteller: \_\_\_\_\_

Probe(n) aus: Biberwier

Probe(n) entnommen am: 29.11.1968 um \_\_\_\_\_ Uhr, durch: Prof. Schinzel

Probe(n) eingelangt am: 29.11.1968 um 18<sup>40</sup> Uhr, mit/ohne Eis

Bezeichnung der Probe(n): 1.) Leisachquelle (Doppelprobe)

2.) Mittersee (nur chemisch)

3.) Finstarsee (nur chemisch)

### Bakteriologischer Befund:

			Leisachquelle	
			a)	b)
Wassertemperatur	°C		7,65	
Lufttemperatur	°C			
Zahl der entwickelten Mikrobenkolonien für 1 ml Wasser berechnet	auf Nährgelatine bei 22 °C	nach 2 Tagen	1	1
		nach 3 Tagen	100%	0
	auf Glukose-Agar bei 37 °C	Thermophile	0	0
		Säurebildner	0	0
Zahl der nach Eijkman-Krombholz aus 100 ml Wasser bei 43 °C unter Glukosezusatz gezüchteten Keime	Thermophile		2	0
	Säurebildner		2	0
	Gärungserreger		0	0
	Coliforme		0	0
	Escherichia Coli		0	0

Anmerkungen:

### **Chemischer Befund:**

Prot.Nr. 3029/87/2

An die  
Gemeinde Biberwier  
6633 Biberwier

Betrifft: Biberwier, Schmidtenquelle  
Hygienische Begutachtung

Ortsbefund: Das Wasser der Schmidtenquelle wird laut Angabe des Amtsarztes Dr. Bereuter zur Versorgung von 2 Häusern (Schmiede) verwendet.

Bei der Ortsbegehung am 9.6.1987 konnte weder eine Quellstube gefunden noch nähere Angaben über eine Quellfassung und Rohrleitung beigebracht werden.

Anscheinend rinnt das Wasser unter einem Felsblock aus einem bewaldeten Steilhang frei aus und versickert im Gelände talwärts; nach etwa 10 m sind Wasseraustritte an 2 - 3 Stellen ersichtlich.

Befunde: Die Wasserproben wurden am Quellsprung am 9.6. 1987 entnommen. Bei einer Lufttemperatur von 10°C betrug die Wassertemperatur 7°C. Das Wasser war klar, trotz Regenfällen am Vortag. Angaben über die Quellschüttung liegen nicht vor.

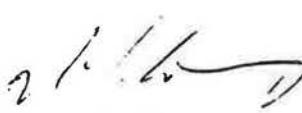
Die bakteriologische Untersuchung ergab vorzügliche Befunde mit sehr niedrigen Koloniezahlen. Fäkalkeime waren nicht feststellbar.

Chemisch handelt es sich um leicht alkalisches, weiches Wasser ohne weitere Besonderheiten.

Gutachten: Das Wasser der Schmidtenquelle weist zwar derzeit günstige Untersuchungsbefunde auf.

Die Verwendung zum Trinkzwecken ist nach fachgemäßer Fassung und dichter Ableitung möglich.

Bei jedem offenen Gerinne ist eine Verunreinigung jederzeit möglich.

  
Sachbearbeiter Dr. Lorenz

Univ. Prof. Dr. M.P. Dierich

Dieses Gutachten darf nur vollständig ohne Verzerrung oder Kürzung verwendet werden  
oder veröffentlicht werden. In dem Falle verzögert  
es darf in wissenschaftlichen Veröffentlichungen,  
in ist vorher die Genehmigung des Beauftragten  
vorstandes einzuholen.

Abschlußbericht der  
Gesundheitsaufsicht

**o. Univ.-Prof. Dr. med. Manfred P. Dierich**  
Vorstand des  
**Institutes für Hygiene der Universität Innsbruck**  
6010 Innsbruck, Fritz-Pregel-Str. 3, Telefon (0 52 22) 724-22 50 (22 41)

Prot. Nr. 3029/87/2

Innsbruck, am 29. September 1987

## **Wasser-Untersuchung**

Antragsteller: Gemeinde Biberwier, 6633 Biberwier  
Probe(n) aus: Biberwier Voruntersuchung Prot. Nr. 3029/78/1  
Anlaß der Untersuchung: Kontrolluntersuchung  
Probe(n) entnommen am: 9.6.1987 um 13.20 Uhr, durch: Amtsarzt Dr. Bereuter  
Bezeichnung der Probe(n): Schmidtenquelle - Auslauf

### **Bakteriologischer Befund:**

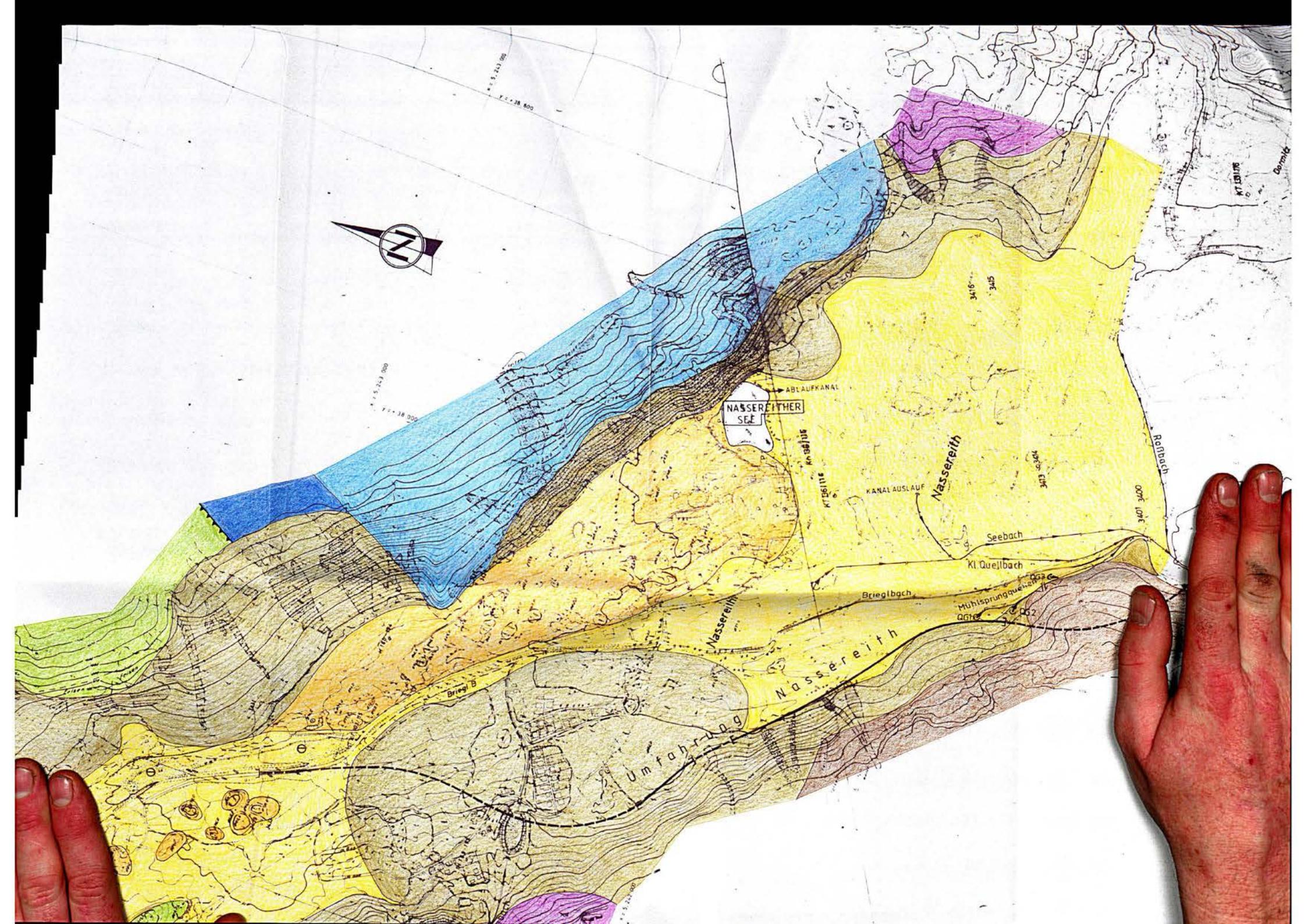
Wassertemperatur	°C	7
Lufttemperatur	°C	
Koloniezahl in 1 ml Wasser bei 22° C, Gelatine (DEV)	nach 48 Stunden	
	nach 72 Stunden	2
	Verflüss. %	0
Koloniezahl in 100 ml Wasser Membranfilter-Methode Endo Agar 37° C	nach 24 Stunden	0
coliforme Bakterien, E. coli in 100 ml Wasser Membranfilter-Methode Endo Agar 37° (DEV)	coliforme Bakterien	0
	E. coli	0

**Die oben angeführten Untersuchungsergebnisse  
dürfen in wissenschaftlichen Publikationen nur  
mit ausdrücklicher Zustimmung des Institutsvor-  
standes verwendet werden.**

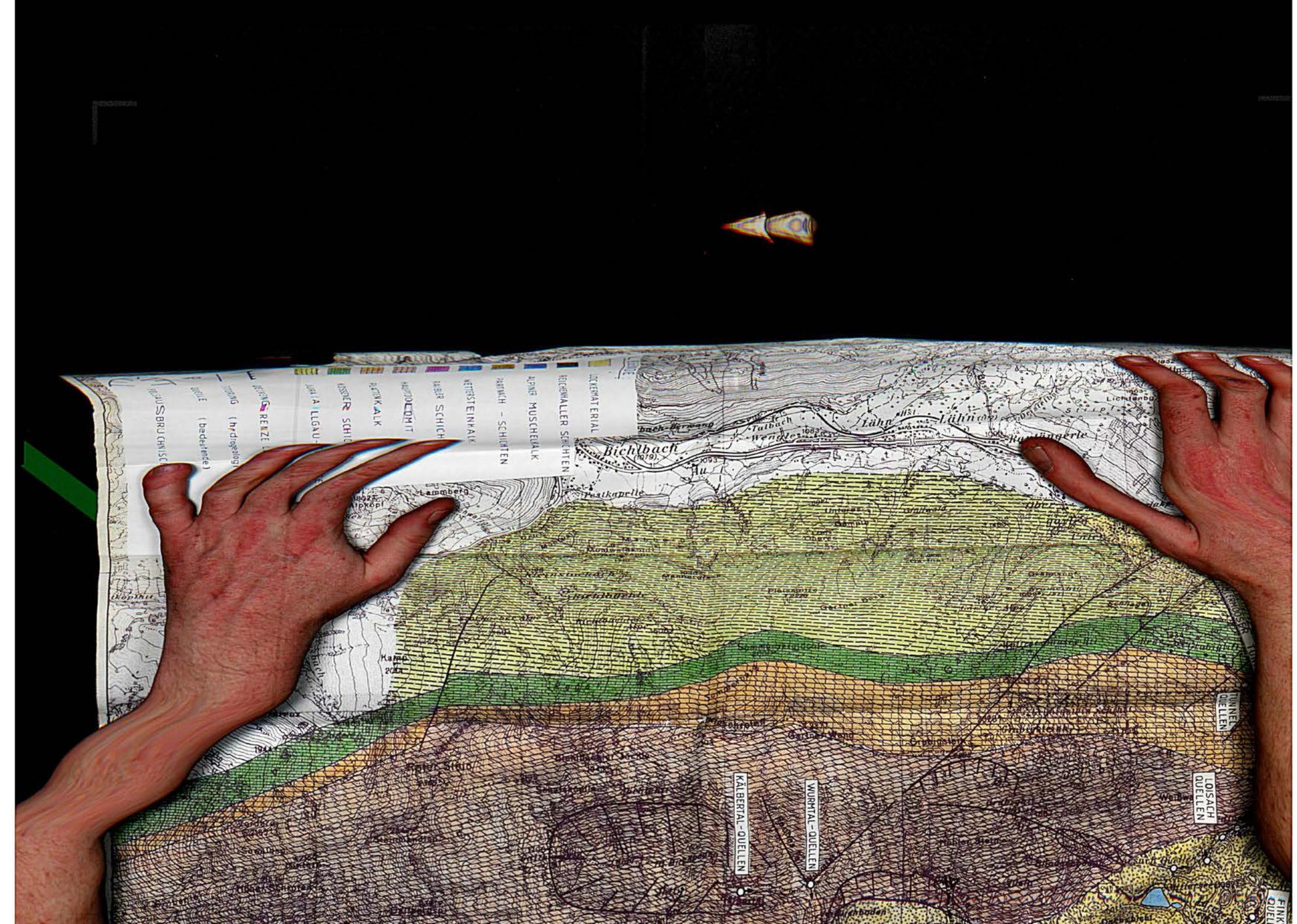
### Chemischer Befund:

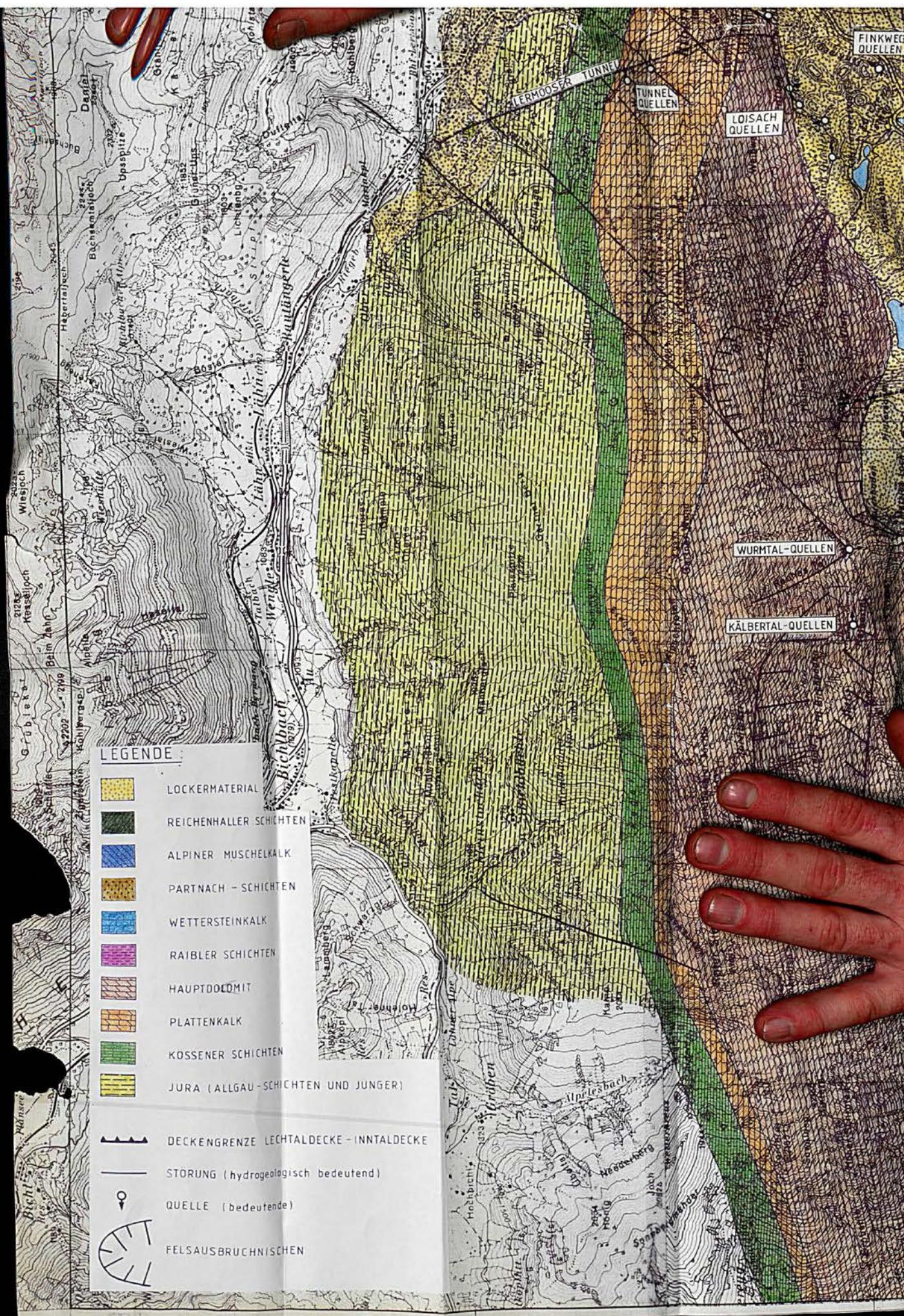


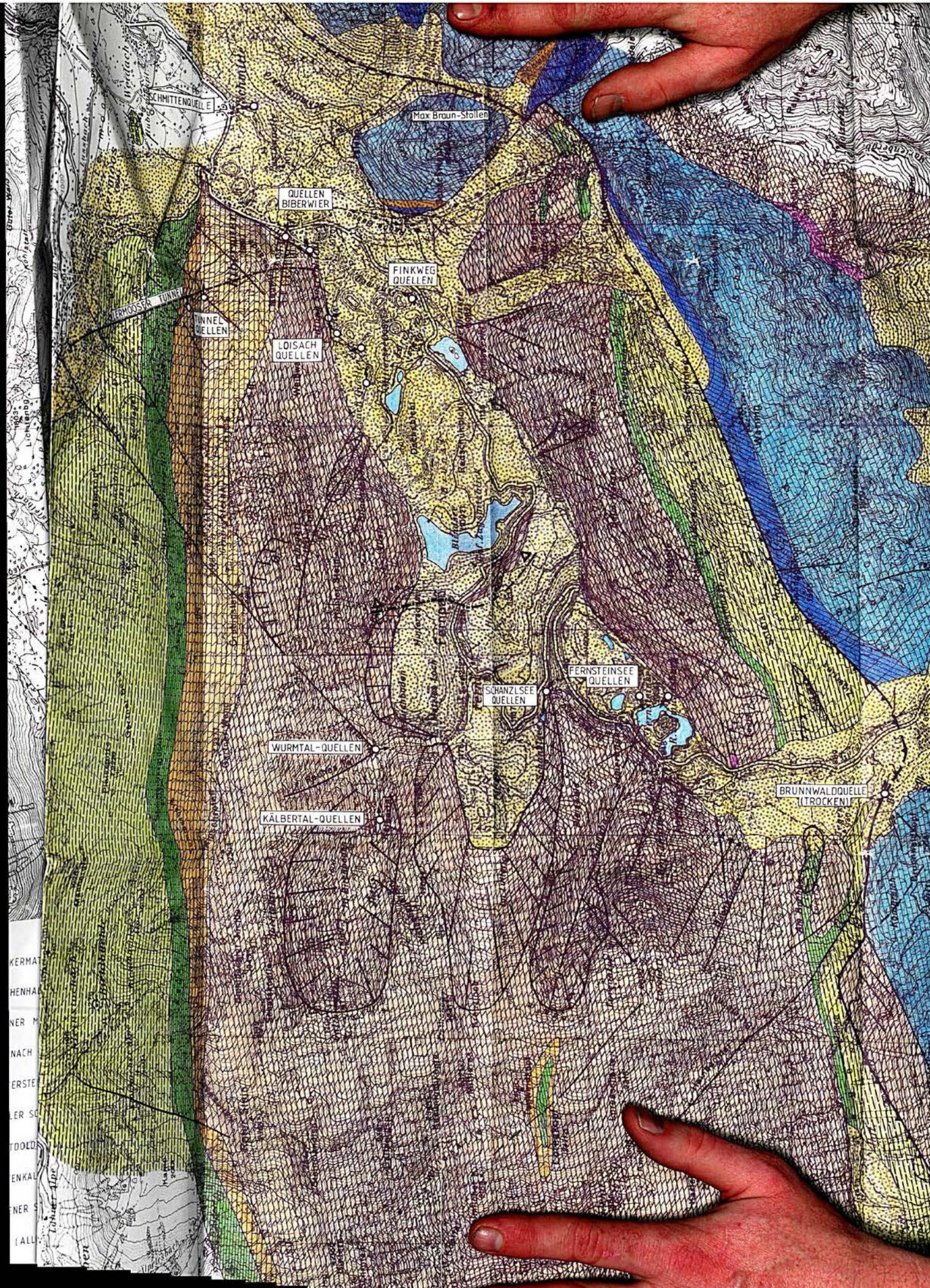






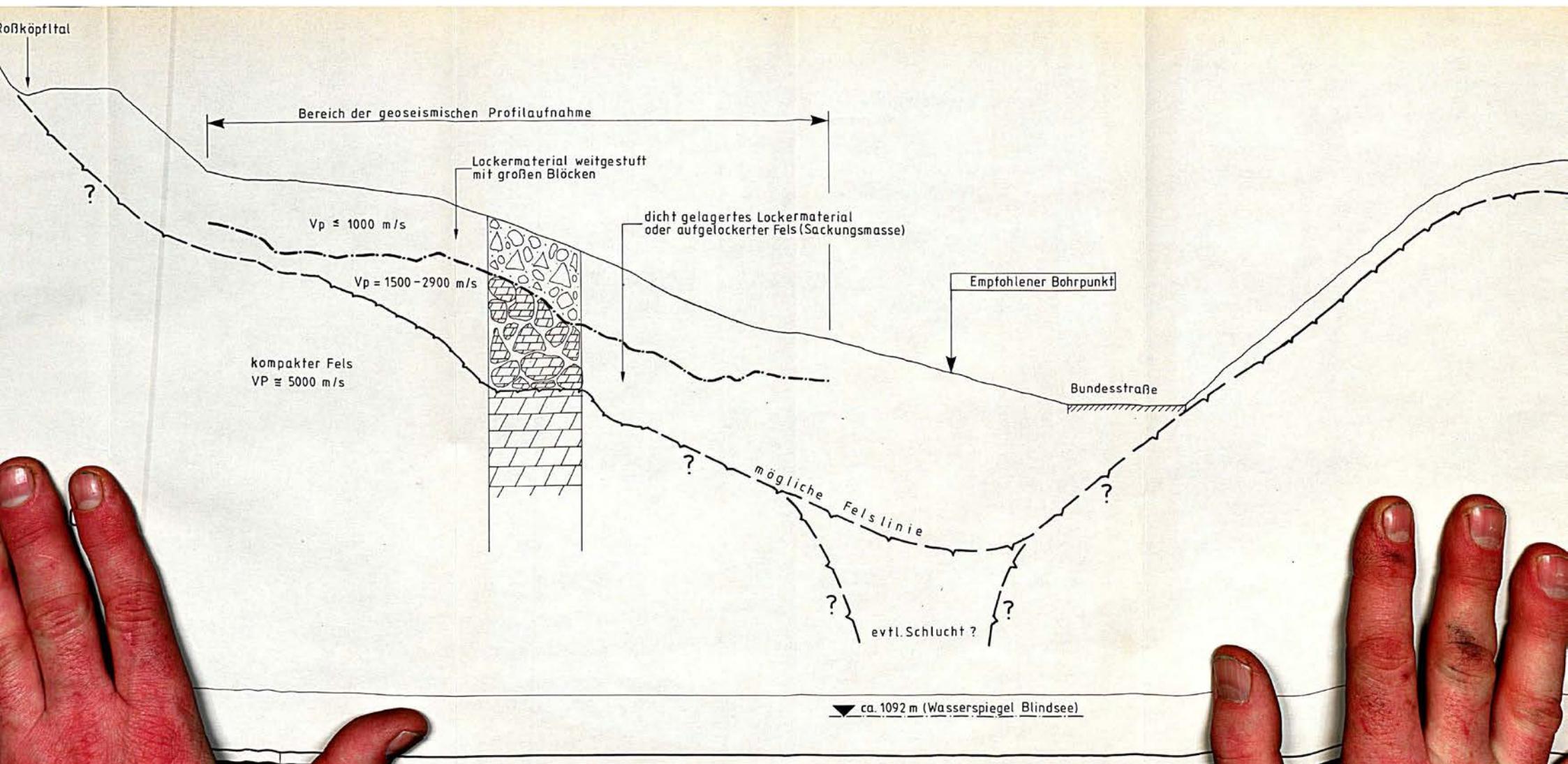














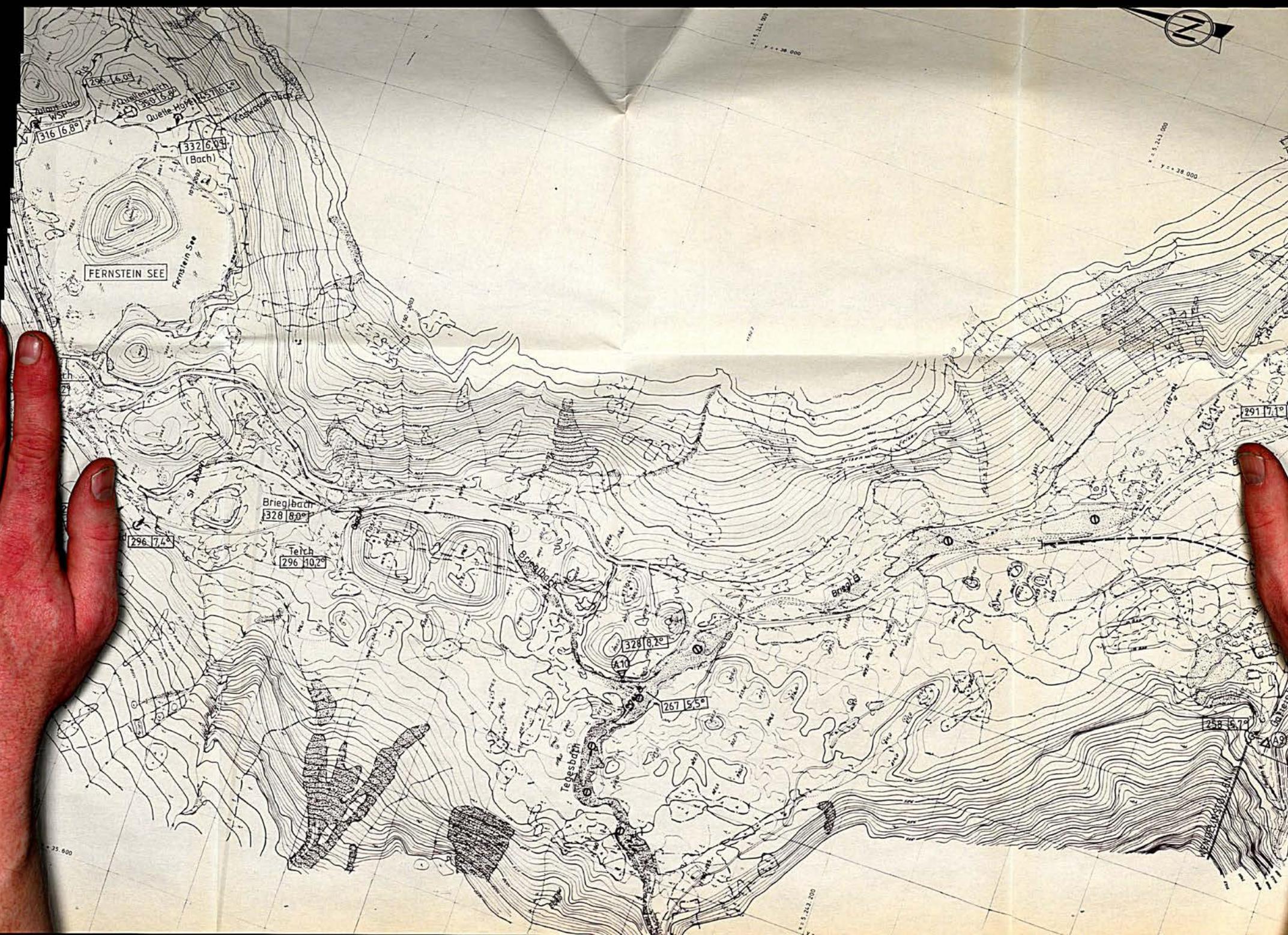




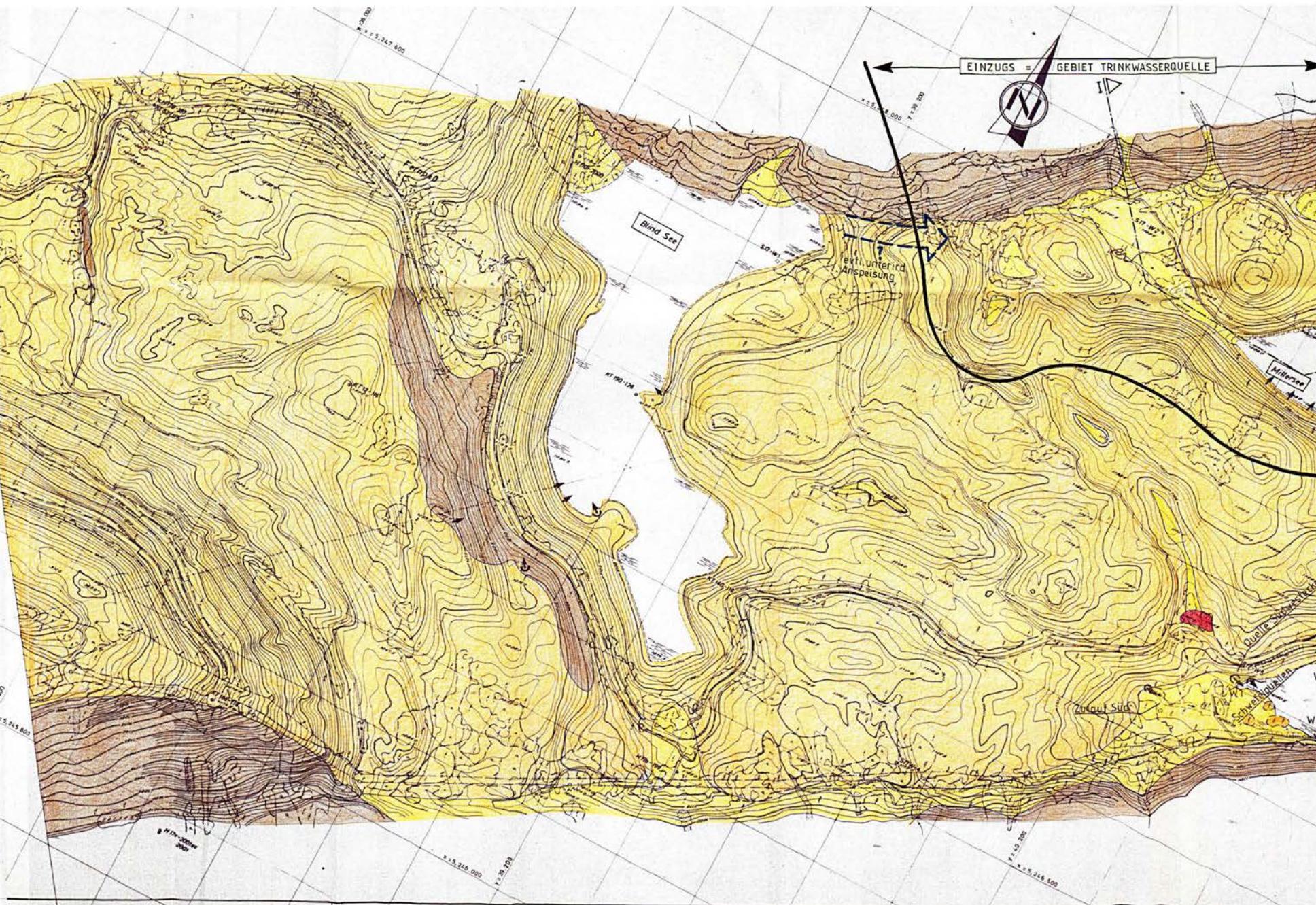


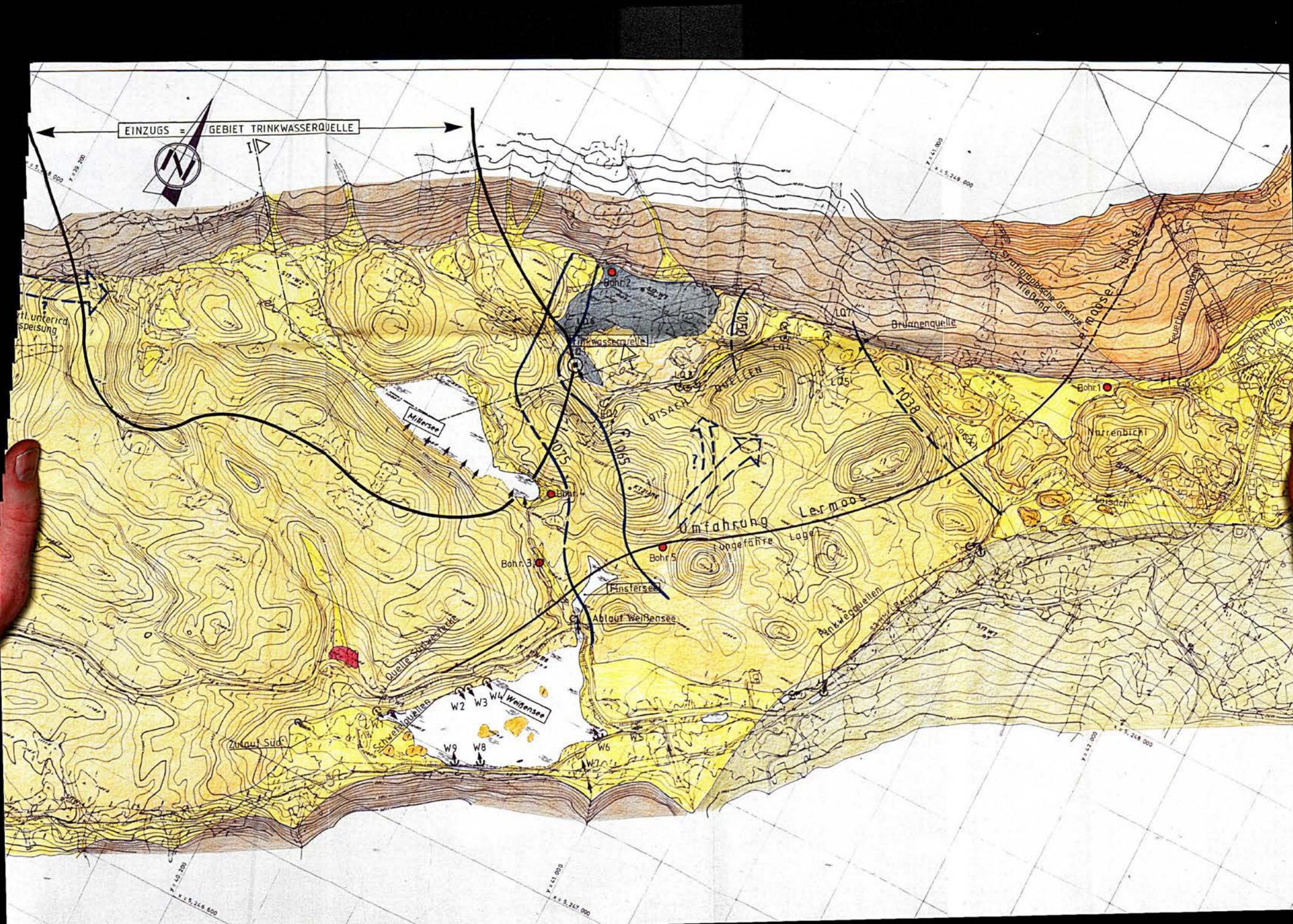


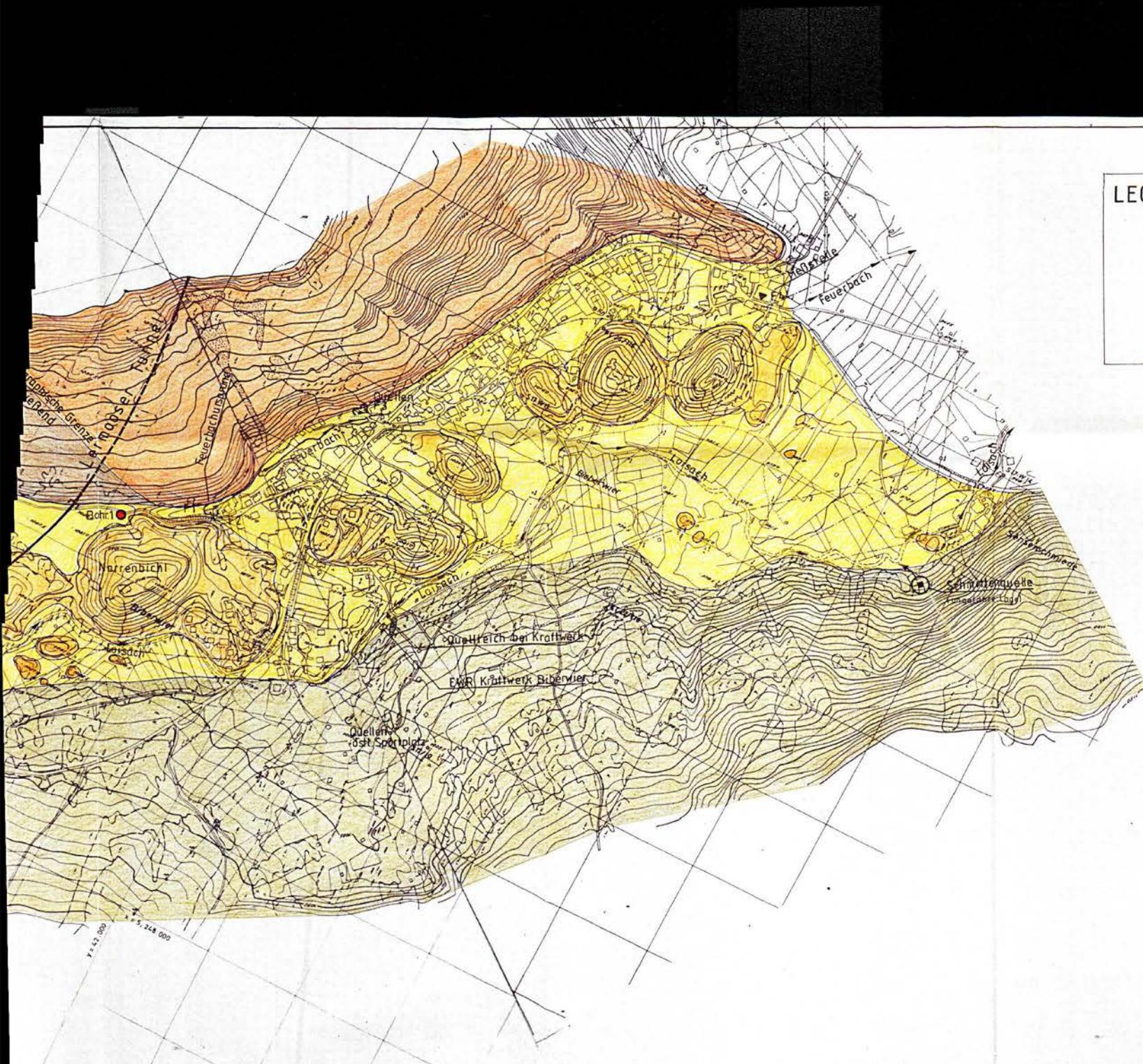






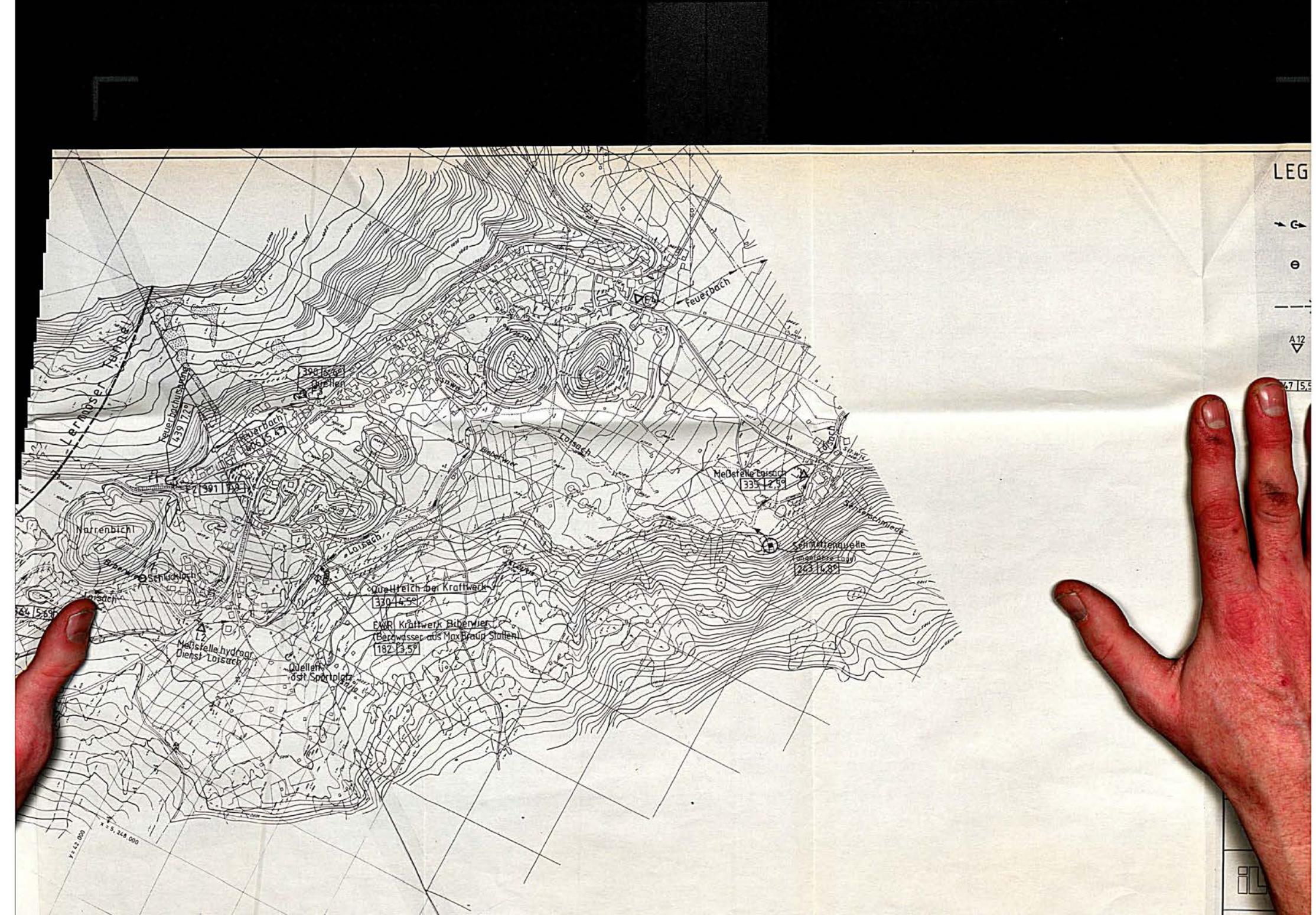




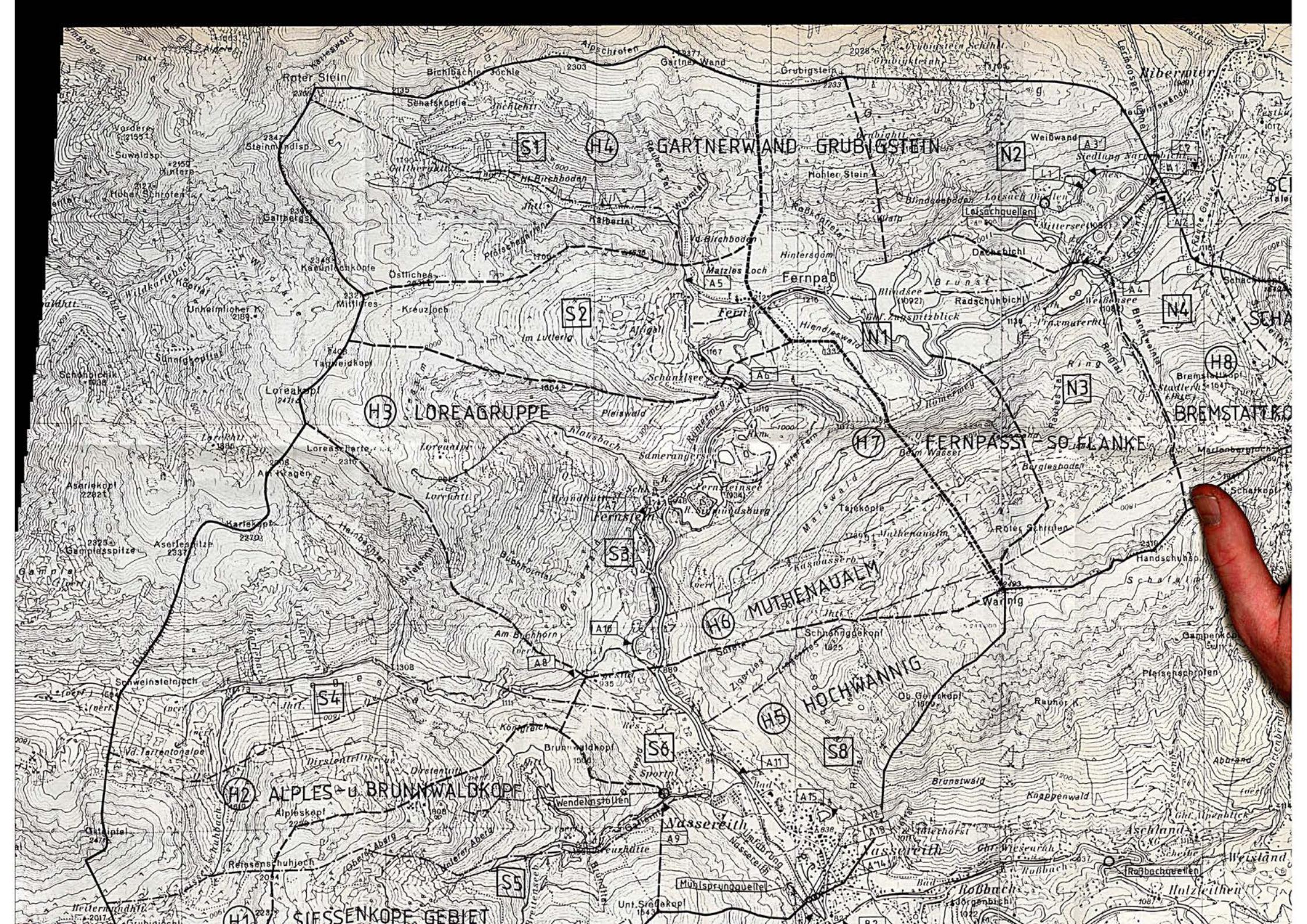
















## LEGENDE :

Orographische E  
(Nordteil: Loist  
Südteil : Bries

## Orographische

## Hydrogeologisch

Abflußmengen  
A1 - A15 Mess  
B1, B2 Meß:  
Raßt

L1, L2 Meß:  
Quellen

### Genutzte Trink

---

5			
4			
3			
2			
1			
0	20/06/92	Lum.	90
REV.	DATUM	BEARNO.	GEZ.
			GEPR.

AMT DER TIRO  
Abl

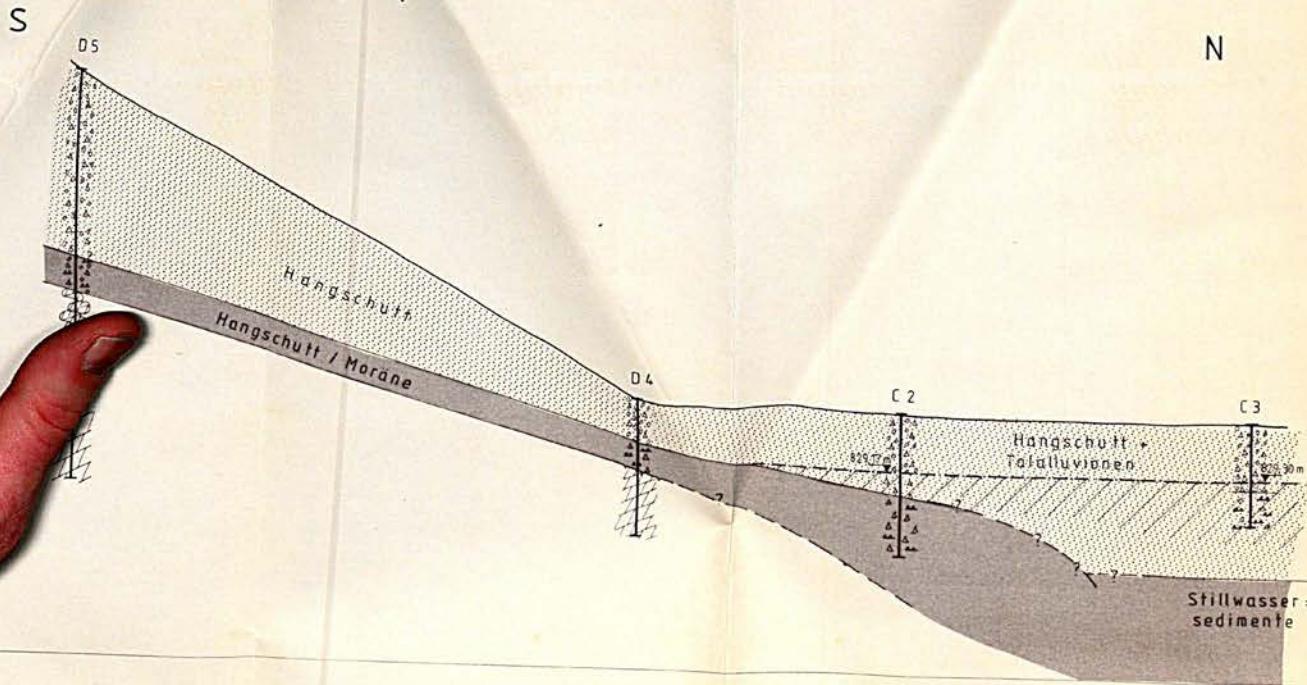
## HYDROGEOLOGISCHE KARTEN DES FERNPA

11

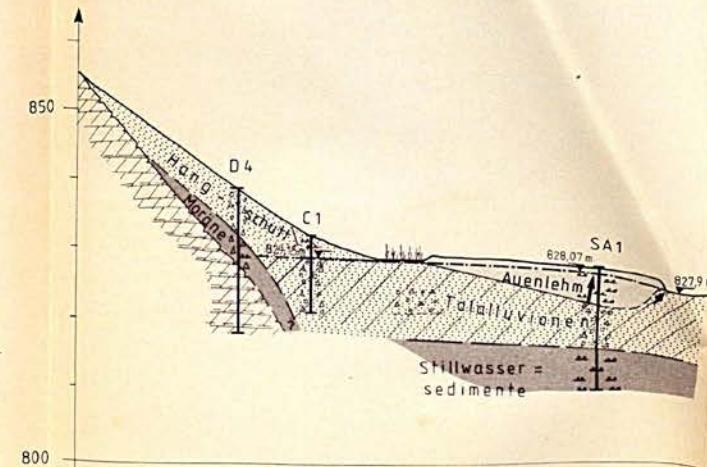
PLA  
INGENIEURGE  
LÄSSER -  
INNSBRUCK

m ü.A.

### PROFIL 1-1

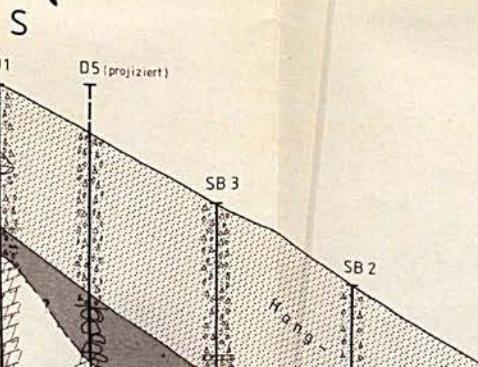


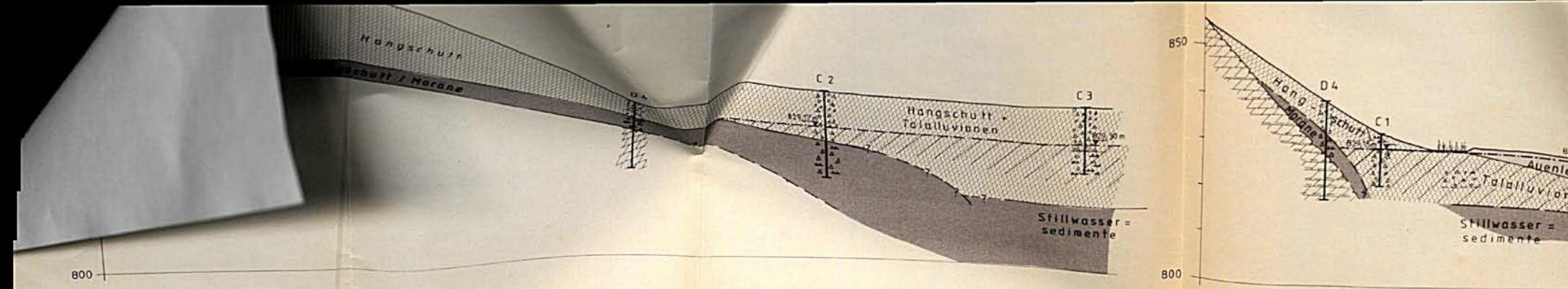
### PROFIL 2-2



### LÄNGSSCHNITT

m ü.A.





### LÄNGSSCHNITT

