

Zur Erfassung der Lockergesteine und zur baueologischen Detailkartierung des Gebietes Dachegg – Dientener Sattel – Elmau (Dienten – Mühlbach am Hochkönig, Salzburg, Österreich)

Von HANS SORDIAN*)

Mit 1 Abbildung

Salzburg
Hochkönig
Dientener Berge
Rohstoffgeologie
Hydrogeologie
Baugeologie

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 124, 125

Inhalt

Zusammenfassung, Summary	157
1. Einleitung	158
2. Zur Geographie	158
3. Zur Hydrographie	159
4. Zur Geologie	159
5. Zur Stratigraphie	159
6. Zur Lithologie	160
6.1. Gesteine der Grauwackenzone	160
6.2. Gesteine der Fellersbachschichten	161
6.3. Gesteine der Grünen Schichten	161
6.4. Gesteine des Permoskythischen Sandsteins	161
6.5. Kalkalpine Gesteine im allgemeinen	161
6.6. Gehängekonglomeratbrekzie	161
6.7. Grundmoräne	161
6.8. Ober- und Randmoräne	161
7. Zur Tektonik	162
8. Zur ingenieurgeologischen Gesteinsbeurteilung	162
9. Zur wirtschaftlichen Nutzung der nichtbindigen Lockergesteine	162
9.1. Beurteilung der Abbauwürdigkeit der Lockergesteine	162
10. Zur Hydrogeologie	163
11. Zur baueologischen Detailkartierung	164
12. Schlußbemerkungen	164
Literatur	164

Zusammenfassung

Über das Gebiet Dachegg – Dientner Sattel – Elmau (BUNDESAMT 1977 und 1980) existiert keine amtliche geologische Karte.

Im Zuge einer Aufschlußkartierung (1 : 5000) wurden nunmehr die Lockergesteine mehr oder weniger lückenlos erfaßt. Nichtbindige Lockergesteine wurden bisher nahezu ausschließlich aus Blockschuttmassen gewonnen, und zwar geschätzt an die 200.000 m³ Kies und Sand.

Es wurde eine potentielle Abbaugbiet für nichtbindige Lockergesteine (ca. 1 km²) ermittelt.

Die Schotter- und Trinkwassergewinnung stehen zueinander in Konkurrenz und schließen sich mehr oder weniger gegenseitig aus.

Unproblematisch ist nur die Kies- und Sandgewinnung aus dem Bachbett eines intermittierenden Baches, da dieses Vorkommen regenerierbar ist.

Die hydrogeologischen Beobachtungen legen nahe, künftige Schotterabbau-Projekte von den Ergebnissen hydrogeologischer Detailuntersuchungen voll abhängig zu machen.

Die baueologische Detailkartierung (1 : 5000) und ihre Ergebnisse unterstützen im Bedarfsfall die Projektierung von straßenbaulichen Eingriffen.

Von besonderer Bedeutung für das Verstehen der hydrogeologischen Verhältnisse war z. B. die erstmalige Erfassung der Grundmoräne zwischen Elmau und Vordersattel, die aus den verhüllenden Blockschuttmassen herauskartiert wurde.

Summary

For the region Dachegg – Dientner Sattel – Elmau (BUNDESAMT 1977 and 1980) no official geological map is at hand.

During a geological mapping of exposures the loose rocks were drawn in the geological map (1 : 5000).

Uncohesive loose rocks were exploited till now from morainic gravel and boulders; about 200.000 m³ gravel and sand.

A productive mining region for uncohesive loose rocks (about 1 km²) was prospected.

The exploitation of drinking water and of gravel are in competition to each other.

The exploitation of gravel and of sand out of the creek bed of an intermittent brook is not problematical; regeneration is possible.

The projects in exploitation of gravel require exact hydrogeological researches.

*)- Anschrift des Verfassers: Ing. Dr. HANS SORDIAN, Technisches Büro für angewandte und theoretische Geologie, Schenkelbachweg 19, A-4600 Wels.

The engineering-geological mapping and their results support the projects of road building.

Important for the hydrogeology was the geological mapping of the ground moraine Elmau – Vordersattel which is concealed in the morainic gravel and boulders of the surface and border moraine.

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit entstand aus den Erfordernissen der Rohstoffversorgung und -sicherung der Region. Diese ist durch die Hochkönig-Bundesstraße (B164) verkehrsmäßig erschlossen.

Die B164, als erstrangige Aussichtsstraße, hat allerdings auch eine überregionale Bedeutung. E. SEEFELDER (1961, S. 89) drückte das so aus: „Für den Fremdenverkehr könnte auch eine Straße von Saalfelden nach Bischofshofen Bedeutung erlangen, die die Subsequenzzone am Südrand der Kalkalpen benützen und prächtige Einblicke in die Südadstürze von Steinernem Meer und Hochkönig vermitteln würde; sie brächte auch eine Verkürzung der Entfernung der beiden Orte um etwa 25 km ohne höher als bis 1350 m ansteigen zu müssen.“

Für die Erhaltung, den Ausbau und eine eventuelle Neutrassierung – zumindest von Teilstrecken – der B164, empfahl sich, als wichtige Grundlage, eine baugelogeische Detailkartierung.

Durch die Notwendigkeit, auch die hydrogeologischen Verhältnisse zu beachten, wurden die beiden Hauptaufgaben, also die Erfassung der Lockergesteine und die baugelogeische Detailkartierung, miteinander verknüpft. Denn einerseits fungieren die Lockergesteinsmassen bevorzugt als Grundwasserleiter und andererseits wirkt Wasser bei verschiedenen baugelogeisch bedeutsamen Mechanismen mobilisierend („Schmiermittel“); z. B. bei Rutschungen.

Für die Belange des Straßenbaus wurde entlang der B164 eine topographische Karte im Maßstab 1 : 5000 hergestellt, die einen Geländestreifen von 1–1,5 km Breite erfaßt. Diese Karte bot sich als die ideale Grundlage für eine geologische Detailkartierung an, da sie noch genug Platz aufwies, um u. a. auch geomorphologische und hydrologische Beobachtungen in die Kartendarstellung aufnehmen zu können.

In vergleichbarer Weise wurden bisher ähnlich breite Geländestreifen entlang der B164 von Hinterthal über den Filzensattel und Berg Dienten bis Dachegg (H. SORDIAN, 1981) und von Elmau bis Mühlbach am Hochkönig (H. SORDIAN, 1983 b) aufgenommen.

2. Zur Geographie

Das Gebiet Dachegg – Dientner Sattel – Elmau liegt im etwa E–W streichenden Grenzbereich Hochkönig

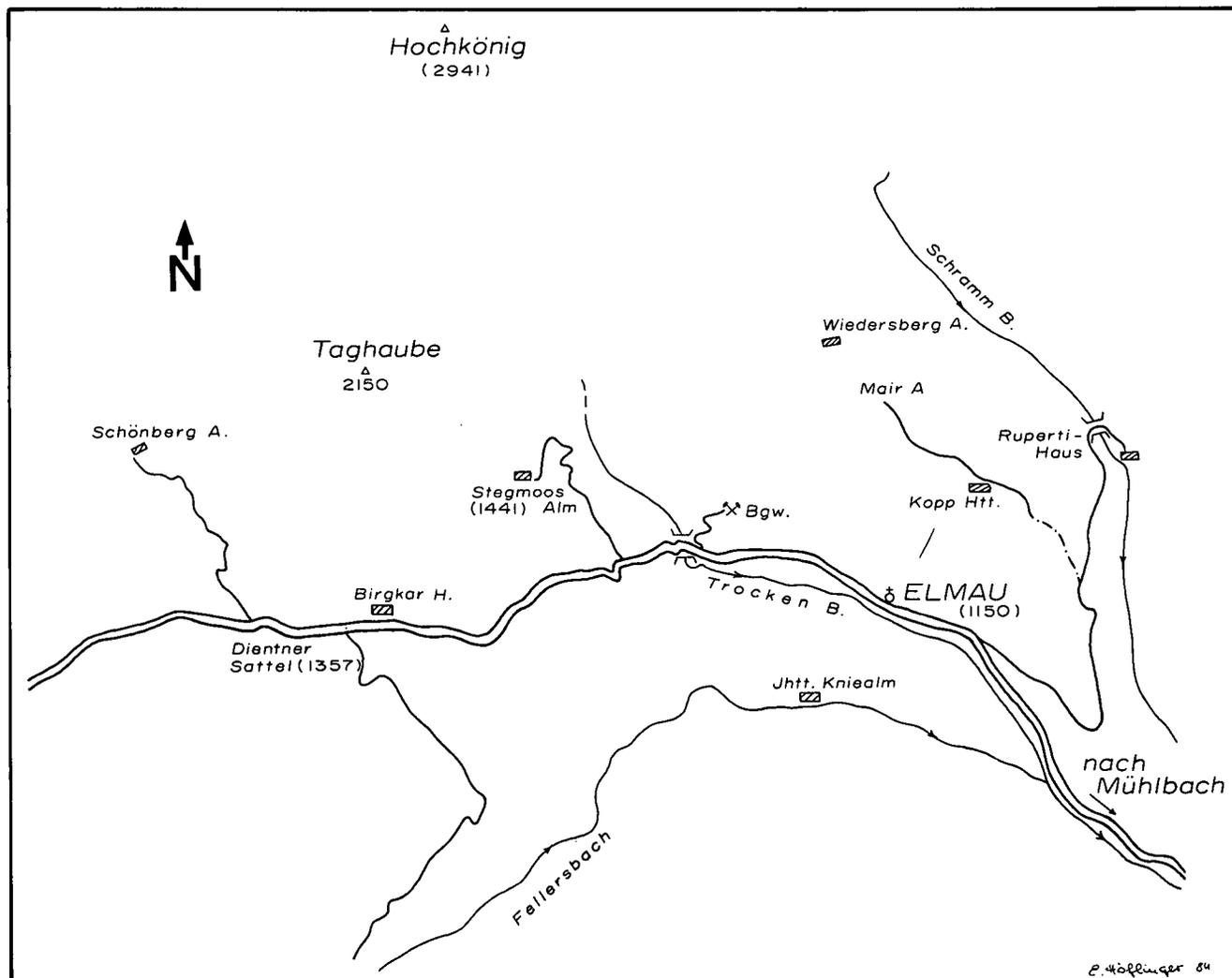


Abb. 1: Geographische Übersicht.

(N) und Dientner Berge (S). Die Landschaftsgliederung nach naturräumlichen Einheiten (E. LENDL, 1955, Taf. 16) weist hier auch die Grenze zwischen dem Hochgebirge im N (Hochkönig) und Mittelgebirge im S (Dientner Berge) aus. Obwohl sich das neu aufgenommene Gebiet nirgends über Mittelgebirgsverhältnisse erhebt, muß es im äußersten N doch einen („Hochgebirgs“-) Anteil am Hochkönig (Übergossene Alm) haben.

Das Landschaftsbild wird vor allem vom N-S-Gegensatz geprägt: Im N wuchten die Südabstürze der Übergossenen Alm empor (Hochkönigspitze 2941 m NN). Vom Kummstein (1875 m NN) schwingt ein gipfelbesetzter Felsgrat weit nach S, um an der Taghaube (2159 m NN) endgültig in die Tiefe abzubrechen. Dieser gewaltige Felsvorbau ist auch Teil einer Wasserscheide (4. Ordnung), und zu seinen beiden Seiten greifen große Kare in den Gebirgsstock: orographisch rechts das Weißkar bis gegen 2400 m NN und orographisch links das Birgkar bis auf ca. 2000 m NN. Im S zieht der Schneeberg (1921 m NN)-Zug ungefähr E–W hin, der verhältnismäßig sanfte Formen hat. (BUNDESAMT 1957 und 1977).

Aufgrund der bereits erwähnten Wasserscheide (4. Ordnung), die sich von der Taghaube über den Dientner Sattel (1357 m NN) zum Kollmannsegg (1848 m NN) fortsetzt, hat das Gebiet an den Tälern des Dientner Baches im W und des Mühlbaches im E Anteil.

3. Zur Hydrographie

Während der Dientner Bach (Wasserofen 1650 m NN) im W und der Schrammbach (Gamskarl ca. 1800 m NN) im E in den Südabstürzen des Hochkönigs entspringen, wird im aufgenommenen Gebiet kein einziger Oberflächenabfluß – in einem sichtbaren Zusammenhang – von einer Karstquelle gespeist.

Die Erklärung für dieses Phänomen ergibt sich aus dem generellen Nordfallen auch der wasserstauenden Schichten, die die Karstwässer vorwiegend am Nordrand des Hochkönigstocks austreten lassen. Darauf verwies schon J. GOLDBERGER (1953, S. 140): „Der Großteil der unterirdischen Entwässerung des Hochkönigs ist entsprechend der Lage der Triasscholle nach N gerichtet und knüpft vornehmlich an die Kalk-Dolomitgrenze, die Raiblerschichten und den dünngeschichteten Gutensteiner Dolomit an.“

1966 durchgeführte Markierungsversuche ergaben z. B., daß in eine Schwinde nordöstlich des Hochkönigspfels oberhalb des Gletschers (2780 m NN) eingespeistes Uranin bereits 2 Tage später in der Wandbachquelle (Mindestschüttung 300 l/s) nachgewiesen werden konnte (W. KLAPPACHER & H. KNAPCZYK, 1979, 36–38). Diese Schwinde liegt knapp nördlich des oberen Randes der Hochkönig-Südabstürze, an deren Fuß in diesem Bereich keinerlei Karstquellen vorkommen. Das Wasser sucht sich vielmehr seinen Weg quer durch das Hochkönigsmassiv, und fließt mindestens 5 km horizontal und 1880 m vertikal, ehe es in der Wandbachquelle zu Tage tritt.

Der Wandbach im N des Hochkönigstockes beginnt seinen Lauf mit mindestens 300 l/s. Hingegen im S der Schrammbach nur mit mindestens 5 l/s und der Dientner Bach (Wasserofen) gar nur mit mindestens 2 l/s (W. KLAPPACHER & H. KNAPCZYK, 1979, 36, 42, 43, 46–49).

Sofern also ein Zufluß von Karstwässern im besprochenen Gebiet erfolgt, ist er voraussichtlich vernachlässigbar gering. Das ist wohl eines der signifikanten hydrographischen Merkmale.

Die unterhalb von den Hochkönig-Südabstürzen entspringenden Bäche, die in südwestlichen über südlichen bis südöstlichen Richtungen abfließen, „ertrinken“ zum Teil in ihren eigenen Ablagerungen, sodaß sie in solchen Fällen – zumindest bei Niedrigwasserführung – versickern und meist an verschütteten Felsschwellen wieder im Bachbett austreten. Das Netz der Bäche weist von W der Stegmoosalm bis zum Trockenbach-Ostast, der auf Gesteinen der Grünen Schichten herabschäumt, eine 1,5 km-Lücke auf. Das ca. 1,5 km² umfassende Areal, das, zumindest zur Zeit der Niedrigwasserführung, keinen obertägigen Abfluß hat, ist vor allem von Rand- und Obermoränen, die zum Teil mit Schmelzwassersedimenten verbunden sein können, bedeckt. Hier herrschen weithin die Blockschuttmassen vor, die mit ihrem Schutt-, Schotter- und Sand-Inhalt die besten wasserspeichernden Eigenschaften haben (R. KELLER, 1961, S. 85).

Der unterirdische Abfluß manifestiert sich auf das großartigste dort, wo ihn die unterlagernde Grundmoräne (Stauhormont) an etwa 3 Dutzend Quellen zum Auftauchen zwingt. Auch der Trockenbach-Westast hat seine wasserreiche Kimme an diesem Quellhorizont.

Dieser großflächige unterirdische Abfluß und die Art seines Austrittes ist wohl das wichtigste hydrographische Kennzeichen des Gebietes.

4. Zur Geologie

Das neuaufgenommene Gebiet hat keinen Anteil an der Gipfelregion des Schneebergzuges, die mehr oder weniger bereits aus den altpaläozoischen Gesteinen der Nördlichen Grauwackenzone aufgebaut ist. Im Hangenden der Gesteine der Grauwackenzone folgt die postvariscische Transgressionsserie (Fellersbach- und Grüne Schichten). Besonders die Grünen Schichten haben einen hervorragenden Anteil am Aufbau des Gebietes.

Im Hangenden der postvariscischen Transgressionsserie setzt der Permoskythische Sandstein und die triadische Schichtfolge des Hochkönigs ein, von der jedoch nur punktuell Reichenhaller / Gutensteiner Dolomit und (Wetterstein-) Ramsaudolomit erfaßt wurde.

Dieser ursprüngliche Ablagerungsverband mit der Nördlichen Grauwackenzone ist im aufgenommenen Gebiet nicht mehr im ungestörten Zustand beobachtbar, da so, wie weiter im W (H. SORDIAN, 1981), Schuppenbau (Wiedersberg-Schuppe) vorherrscht, durch den in das Aufnahmegebiet auch Gesteine der Grauwackenzone und der Fellersbach-Schichten eintreten.

Von der ca. 6 km² großen kartierten Fläche wird mindestens ein Drittel von eiszeitlichen Ablagerungen bedeckt.

5. Zur Stratigraphie

Gesteine der Grauwackenzone wurden nur im äußersten W in sehr geringem Umfang angetroffen. Aus diesem engen Bereich gibt es keinen besonderen Altersbeleg. Die allgemeine Einstufung in das Altpaläozoikum trägt dem Rechnung.

Gesteine der Fellersbachschichten wurden zum Teil im Verband mit Gesteinen der Grauwackenzone vorgefunden und ähneln sehr stark den Filzensattel-schichten (H. SORDIAN, 1981, S. 4), nur daß sie vorwiegend feinkörniger ausgebildet sind (Beckenentwicklung). Von H. MOSTLER (1972, 157–158, Abb. 1) als violette Schiefer in das Rotliegend (Ober-Rotliegend!) eingestuft nach Quarzporphyrtufflagen.

Gesteine der Grünen Schichten sind sehr verbreitet vorhanden und wurden von H. MOSTLER (1972, S. 157, 160, Abb. 1) als Grüne Schichten von Mitterberg im Zechstein eingestuft nach Gips- und Anhydritführung.

Gesteine des Permoskythischen Sandsteins sind am westlichen Nordrand der Kartierung erfaßt und wurden von H. MOSTLER (1972, S. 157, 159, 160, Abb. 1) als Permoskyth-Sandstein in den Grenzbe-reich Zechstein/Seis gestellt.

Kalkalpine Gesteine im allgemeinen: Reichenhaller/Gutensteiner Dolomit wurde nur ganz im N und dabei weit im W punktuell im Hangenden des Permoskythischen Sandsteins, knapp oberhalb der Grenze zu diesem, anstehend kartiert und nach A. TOLLMANN (1976 a, 66–81) als oberstes Skyth-Mittelanis eingestuft.

Gehängekonglomeratbrekzie: Zwischen Elmau und Mühlbach a. H. auf der Nordseite des Mühlbachtals zieht vom Wiedersberg (1477 m NN) über den Riedelstein (1186 m NN) bis auf ca. 1050 m NN eine Gehängebrekzie herab. Schon A. PENCK & E. BRÜCKNER (1909, S. 359) erkannten: „Sie ist das verkittete Material einer Schutthalde, ...“ Unrichtig ist die folgende Darstellung von F. TRAUTH (1926, S. 200): „In Kürze müssen wir auch auf die zu einem relativ festen Gestein verkitteten Gehängebreccien zurückkommen, von denen Penck (108, p. 359) eine sich von der Wiedersbergalm zum Rohrmoosriedl (nordwestlich Mühlbach) erstreckende ins Gschnitzstadium versetzt hat.“ Zur Beseitigung des TRAUTHschen Mißverständnisses das wörtliche Zitat von A. PENCK & E. BRÜCKNER (1909, S. 359): „Weitere Untersuchungen im oberen Mühlbachtale werden namentlich das Verhältnis der eben erwähnten Kalkmoränen zu einer groben Kalkbreccie festzulegen haben, die sich von der Widersberg-alm (1449 m) bis zum Rohrmoosriedel herab erstreckt, aber andere Moränen überlagert. Ist dies wirklich der Fall, so würde das Gschnitzstadium hier als Vorstoss erscheinen.“ Also kein Wort davon, daß die Gehängebreccie ins Gschnitzstadium zu stellen sei! Die PENCKsche Anregung verstand E. WEHRLI (1929, S. 382) und fand 1927 zu dieser Gehängebrekzie, „daß sie ins Liegende der dortigen Moränen der letzten Großvergletscherung (Würm) gehört.“ Auch W. HEISSEL (1947, Taf. 1; 1949, Taf. 3) verzeichnet diese (interglaziale) Gehängebreccie am Riedelstein.

Außerdem berichtet W. HEISSEL (1951, S. 61) von der gegenüberliegenden Mühlbachtalseite: „Von den quar-tären Ablagerungen hat besonders der Rest einer offenbar interglazialen Gehängebreccie Bedeutung, der am NO-Hang des Schneeberges in 1400bis 1380 m Höhe als reine Triaskalkbreccie in Grauwackengebiet ansteht ... Kleinere, tiefer liegende Reste dieser Gehängebreccie liegen westlich Mühlbach.“

Die „Breccienreste am Südabfall des Hochkönigs“ wurden zuletzt von J. GOLDBERGER (1953, 148–150) zusammengefaßt und ergänzt.

Eine Gruppe von Resten interglazialer Gehängebreccien befindet sich auch an den Südhängen des Steiner-nen Meeres etwa N von Alm und Schinking und am Ju-fersbach (H. WEHRLI, 1928, S. 382, 496, Tab. I, Taf. VIII).

Die meist neu entdeckten Gehängekonglomeratbrek-zien (H. SORDIAN, 1981, Beil. 1; 1983 a, Beil. 1) befinden sich zwischen den angeführten mehr oder weniger vergleichbaren Vorkommen im E und W. Ihre Einstufung ins Pleistozän schließt die Erwartung postglazialen Alters aus, läßt aber die künftige Zuweisung zu Inter-glazial(en) oder Interstadial(en) aufgrund von zwingen-den Belegen offen.

Grundmoräne tritt nur am östlichsten Zipfel der Kartierung auf. Sie wurde bisher übersehen (W. HEISSEL, 1949, Taf. 3) bzw. anders gedeutet (W. HEISSEL, 1949, S. 155): „Am Sattel'... großartige Endmoränen-landschaft. Zahlreiche Kuppen und Wälle lassen hier ein Gletscherende bei 1200 m erkennen. Im Vorfeld desselben liegen Sander-Ablagerungen, Schotter, Sande, Lehme sowie zahlreiche, starke Quellaustritte.“ Gerade die etwa 3 Dutzend Quellen erlauben es aber, die unter ihrer Bedeckung (Ober- und Randmoräne, sowie Schmelzwassersedimente) auftauchende Grundmoräne, die sedimentologisch völlig einwandfrei an den vereinzelten Aufschlüssen diagnostizierbar ist, flächenhaft zu erfassen. Das „Gletscherende“ ist auch nicht unbedingt 'Am Sattel' (1200 m NN) anzunehmen. Schon um 1300 m NN zeigen sich an der zunehmenden Zahl von Kesseln und Söllen die zunehmende Gletscherzerlegungstendenz, die vom 'Am Sattel' bis zum 'Vordersattel' (1150 m NN) noch eine letzte Steigerung erfährt. Auch A. PENCK & E. BRÜCKNER (1909, S. 359) nehmen das Gletscherende eher am Vordersattel an: „Dagegen besitzen wir auf der Nordseite des Salzachlängstales recht sichere Spuren des Gschnitzstadiums. Sie rühren von Gletschern her, die sich an die Südseite der Übergossenen Alm (Hochkönig 2938 m) lehnten und zum Mühlbacher Thale herabstiegen. Kalkmoränenwälle ver-raten, dass im Birkkar ein Gletscher bis Ellmau (1100 m) ... herabreichte.“

Von W. HEISSEL (1949, 158–159) wurde dieser Birgkar-Trockentalgletscher mit Gletscherende um 1200 m NN in das Gschnitz I (älteres Gschnitz) eingeordnet. Eingedenk der Bemerkung von W. DEL NEGRO (1970, S. 56): „HEISSEL unterscheidet am Hochkönig eine ganze Anzahl sehr verschieden hoch gelegener Gschnitzmoränen; es wäre allerdings zu erwägen, ob nicht manche seiner tieferen Gschnitzstände noch zu Schlern gehören.“ Und da es außerdem nicht auszuschließen ist, daß die aufgeschlossene Grundmoräne sandwicheartig aus Schlern- und/oder Gschnitzmoränen aufgebaut sein kann, scheint vorerst die Einstufung Schlern und/oder älteres Gschnitz angemessen.

6. Lithologie

6.1. Gesteine der Grauwackenzone

Die geringfügige Einschuppung von Gesteinen der Grauwackenzone weist eine reduzierte Schichtfolge des sogenannten Wildschönauer Schieferkomplexes (Obere bzw. Höhere Wildschönauer Schiefer) auf, bestehend aus Metapeliten (-lutiten) bis Metapsammiten (-areniten); vor allem mehr oder weniger metamorphe Tonschiefer, Graphitschiefer und Sandsteine (Arenite).

6.2. Gesteine der Fellersbachschichten

Es handelt sich um eine verschieferte Schichtfolge weinroter bis violetter bis grauvioletter klastischer (terrigen) Sedimente: Brekzien bis Konglomerate (Psephite, Rudite) mit der aufgearbeiteten Gesteinspalette der Grauwackenzone in den Komponenten; Sandsteine und Quarzite (Psammite, Arenite); sowie Tonschiefer (Pelite, Lutite).- Rottöne durch Hämatitpigmentierung.

Die Gesteine der Fellersbachschichten gleichen den Gesteinen der Filzensattelschichten (H. SORDIAN, 1981, S. 4) zum Verwechseln, ausgenommen die Quarzitschiefer, die nur für die Fellersbachschichten typisch sind. Relativ selten durchdringen Quarzgänge die Fellersbachschichten.

In den Fellersbachschichten überwiegen quantitativ die roten bis violetten Quarzitschiefer, die wohl über die Hälfte des kartierten Komplexes ausmachen. Sie kommen öfter in Wechsellagerung mit den grau violetten sandigen Schiefen vor, sodaß die Arenite (Psammite) mengenmäßig vorherrschen. Die Fellersbachschichten sind also insgesamt feinkörniger als die Filzensattelschichten.

Die Gesteine der Fellersbachschichten, die in ihrer Abfolge zum Hangenden immer feinkörniger werden, weisen auf die Beckenentwicklung von Mitterberg hin.

6.3. Gesteine der Grünen Schichten

Es ist eine mehr oder weniger stark verschieferte Schichtfolge grüner bis grüngrauer bis grauer (terrigen) Sedimente: grobkörnige Quarzite (Psephite, Rudite); feinkörnige Quarzite, Serizitquarzite und Serizitquarzitschiefer (Psammite, Arenite); Tonschiefer (Pelite, Lutite).

Unter den Quarziten kommen gelegentlich Typen vor, die den Semmeringquarziten aber auch Alpinem Verrucano ähneln. Rosenquarze bis Daumennagelgröße lassen sich in grobkörnigen Quarziten finden. In den quarzitären Typen sind u. a. wiederholt eckige rote Tonschieferbröckchen (Fellersbachschichten) zu beobachten.

Grüne, meist mittelgrüne Farbtöne herrschen vor. Es kommen aber auch graue Tonschiefer vor, die dann, besonders bei schlechten Lichtverhältnissen, Grauwackenschiefer vortäuschen können. Aus der Serie ergab sich jedoch stets eine eindeutige lithologische Abklärung.

Mineralbestand: Quarz und Serizit mit farbgebendem Chlorit; auch Anhydrit, Gips und Steinsalz.

Es muß damit gerechnet werden, daß die Gesteine der Grünen Schichten in mehr oder weniger stark verhüllten Bereichen Anhydrit, Gips und Steinsalz auch in größeren Mengen (z. B. Linsen) beinhalten. Obwohl die Detailkartierung keine diesbezüglichen Aufschlüsse erbrachte, legt der Beobachtungsstand im größeren Bereich, der in die Literatur Eingang fand, dennoch die Möglichkeit solcher Vorkommen im verschütteten Untergrund nahe.

E. ERKAN (1977, S. 392, Abb. 13) weist auf: „Die westlichsten oberpermischen Gipslagerstätten im Raum Dienten – Bischofshofen (H. MOSTLER, 1972, S. 157)“ hin. H. MOSTLER (1972, S. 157, Abb. 1) gibt „im Raum Dienten–Bischofshofen (Becken von Mitterberg) Profil 2“ ein Säulenprofil mit der Verzahnung zwischen grünen Schiefen und Gips- und/oder Anhydrit-Bänken im Komplex „Grüne Schichten von Mitterberg 600–700 m“

im „Zechstein“. Da in der gesamten Arbeit von H. MOSTLER (1972) keine einzige Gipslagerstätte im Raum Dienten–Bischofshofen angegeben wird, bedarf das Zitat (E. ERKAN, 1977, S. 392) einer Ergänzung: Am Südhang des Gainfeldtales beim Höhenpunkt 1044 (BUNDESAMT 1959) liegt eine große Linse von mehr oder weniger reinem Gips; über 600 m streichend, über 100 m mächtig. Sie ist von Haselgebirgstone ummantelt (W. HEISSEL, 1955, S. 185, Taf. XII). Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß das gipsführende Haselgebirge zum Hangendanteil der Gesteine der Grünen Schichten im Gainfeldtal gehört: „Im Gainfeld-Tal, an der Südostseite des Flachen- (Dürn-) Berges gehen die Grünen ... Schichten von Mitterberg in richtiges, gipsführendes Haselgebirge ... über“ (W. HEISSEL, 1954, S. 347).

6.4. Gesteine des Permoskythischen Sandsteins

Hellbraune, rosa, ockerfarbene, braunorange, hellgrüne, gelbgrüne, violett nuancierte Quarzarenite, plattig bis gebankt, auf den Schichtflächen Muskowitstreu und fragliche Rippelmarken.

6.5. Kalkalpine Gesteine im allgemeinen

Mittel- bis dunkelgraue Dolomite, zum Teil grusig verwitternd, zum Teil tonig verwitternd, zum Teil rauhwackig verwitternd, zum Teil rauhwackige Oberflächenanwitterung, zum Teil Kalkspatadern; zum Teil plattig.

6.6. Gehängekonglomeratbrekzie

„Ein Sediment, welches zu über 50 % aus Geröllen, d. h. rundlichen Mineral- und Gesteinsbruchstücken von mehr als 2 mm Durchmesser besteht, wird als ‚Kies‘ oder ‚Schotter‘ bezeichnet, in verfestigtem Zustand als ‚Konglomerat‘. Sind die Komponenten eckig, so heißt das Sediment ‚Schutt‘, verfestigt ‚Breccie‘ ... Die Grenze zwischen Breccien und Konglomeraten ist nicht scharf.“ (H. FÜCHTBAUER & G. MÜLLER, 1977, S. 42).

Da in den neu aufgenommenen Gehängekonglomeratbrekzien-Resten sowohl Gerölle (z. B. umgelagerte Moränengeschiebe) als auch eckige Komponenten (Gehängeschutt) in mehr oder weniger ausgewogenem Verhältnis vorkommen, lag es nahe, eine Zusammenfassung der Begriffe vorzunehmen zu: Gehängekonglomeratbrekzie. Die Komponenten erreichen zum Teil Blockgröße. Es sind vor allem polymikte Gehängekonglomeratbrekzien.

6.7. Grundmoräne

Unterschiedliche Korngrößen (Schluff bis Blockwerk). Feinteile kompakt und diagenetisch verfestigt. Reichlich Schluff und Sand. Geschiebe: Gerölle bis Blockgröße unsortiert. Geschiebe \pm gut gerundet. Der Begriff Grundmoräne wird als sedimentologische Klassifikation (R. GERMAN, 1973, S. 6) verwendet.

6.8. Ober- und Randmoräne

Zum Teil nicht abgrenzbar verbunden mit fluvioglazialen Ablagerungen (Schmelzwassersedimente); vorwiegend Blockschuttmassen.

Sämtliche Korngrößen vertreten. Sand und Kies vorherrschend. Blöcke in allen Größen bis Riesenblöcke. Vorwiegend schlechte Sortierung. Wenn Sandersediment und/oder Vorstoßschotter, dann Sand, Kies und

Blöcke mehr oder weniger gleichmäßig vermengt. Sand, Kies, Blöcke in sortierten Einzelschichten weisen auf Schmelzwasserbildungen hin. Die Begriffe Ober- und Randmoräne, Sandersediment, Vorstoßschotter und Schmelzwasserbildungen im Sinne sedimentologischer Klassifikation (R. GERMAN, 1973, 5–15, Tab. 1) verwendet.

7. Zur Tektonik

Das beherrschende tektonische Element im Aufnahmegebiet, ist die im N etwa W–E durchziehende Wiedersberg-Schuppe. Es ergibt sich eine mehr oder weniger gute Übereinstimmung zwischen dem bisher erfaßten Teil des Bereiches der Wiedersberg-Schuppe (H. SORDIAN, 1981, Beil. 1; 1983 a, Beil. 1 und 2) und des entsprechenden Bereiches auf der „Tektonischen Karte der Nördlichen Kalkalpen“ (A. TOLLMANN, 1969, Taf. 1 oder 1976 b, Taf. 3).

Die ungünstigen Aufschlußverhältnisse des Aufnahmegebietes ermöglichten nur ca. 60 Messungen auf Schicht- und Schieferungsflächen. Sie ergaben generelles E–W-Streichen und wechselndes Einfallen, überwiegend gegen N und untergeordnet gegen S.

8. Zur ingenieurgeologischen Gesteinsbeurteilung

Beurteilungskriterien nach F. REUTER et al. (1978, 19–21) und nach K. KEIL (1963, S. 207) zitiert nach G. BUNZA et al. (1976, S. 7).

Dauerfeste (witterungsbeständige) Fest-(Fels-)Gesteine sind die Gesteine des Permoskythischen Sandsteins, die kalkalpinen Gesteine und die Gehängekonglomeratbrekzien, sowie die Quarzite der Grünen Schichten.

Veränderlichfeste (witterungsempfindliche) Fest-(Fels-)Gesteine sind die Gesteine der Grauwackenzone und Fellersbachschichten und geschätzte 80 % der Grünen Schichten.

Nichtbindige Lockergesteine sind die Ober- und Randmoränen im besonderen und die Blockschuttmassen im allgemeinen, ferner Hangschutt aus Gesteinen des Permoskythischen Sandsteins und kalkalpinen Gesteinen, sowie Anteile der Schwemmfächer und Bachterrassen.

Bindige Lockergesteine liefern die Grundmoräne und der Hangschutt aus den Gesteinen der Grauwackenzone und Fellersbachschichten, ferner Anteile des Hangschuttes aus Gesteinen der Grünen Schichten, sowie Anteile der Schwemmfächer und Bachterrassen.

9. Zur wirtschaftlichen Nutzung der nichtbindigen Lockergesteine

Alle Kies- und Sandabbau liegen in jenen Blockschuttmassen, die der Gschnitzmoräne zugehören, die von der Stegmoosalm zum Vordersattel herabzieht. Durch Absiebung erhält man praktisch jede gewünschte Kies- und Sand-Kornfraktion. Der Abbau ist durch die gute Standfestigkeit der Böschungen in den Schottergruben begünstigt. Erschwerend wirken sich die zahlreichen großen kalkalpinen Blöcke aus, die nicht nur

die Ausbeute schmälern sondern nicht selten auch die Abbauarbeiten behindern.

Von den insgesamt 9 Schottergruben sind 6 total ausgebaut. Ein Schotterabbau ist regenerierbar durch Geröll- und Sandzufuhr des Trockenbaches (W-Ast). Eine Schottergrube wird zur Zeit voll abgebaut, und eine ist nahezu restlos erschöpft.

Die Summierung der Einzelschätzungen ergibt, daß bisher mindestens 180.000 m³ Kies und Sand abgebaut wurden. Das steht in guter Übereinstimmung mit einer von den Bundesforsten genannten Abbaumenge von 155.500 m³ für den Zeitraum 1967–1980.

9.1. Beurteilung der Abbauwürdigkeit der Lockergesteine

Abbauwürdig sind vor allem die Blockschuttmassen des eiszeitlichen Birgkar-Trockenbach-Gletschers, die sich von der Stegmoosalm in Richtung SE gegen den Vordersattel ausbreiten. Das von der Kartierung erfaßte potentielle Abbaugelände für nichtbindige Lockergesteine betrifft einen Mindest-Flächeninhalt von 1 km². Die durchschnittliche Mächtigkeit der Blockschuttmassen beträgt gewiß nicht unter 10–20 m, wie man aus 6 Schottergruben und Geländeformen ablesen kann. Bei der Annahme einer durchschnittlichen Abbaumächtigkeit von 10 m ergibt das ein Mindestpotential von 10 Millionen m³ an Kies und Sand, von dem bisher um 2 % (ca. 200.000 m³) abgebaut wurden.

In erster Linie abbauwürdig ist die Kies- und Sandfracht des Trockenbaches (W-Ast), da die Entnahmen immer wieder nachgeleifert werden. Die geeignetste Stelle wird bereits ausgebeutet.

Für die Erhaltung von Forststraßen, landwirtschaftlichen Zufahrten und Güterwegen, sofern sie nicht asphaltiert sind, empfiehlt es sich, Bachablagerungen aus Akkumulationsstrecken zu entnehmen, da dieses Material meist auch genügend bindige Anteile enthält, die für diesen Verwendungszweck erwünscht sind. Oft verkürzt dies auch den Transportweg erheblich. Wichtig ist die Regenerierfähigkeit dieser Entnahmen, wobei im Idealfall ohnehin nur die Überschussmenge aus dem Bachbett entfernt wird.

Aushubmaterial aller Art sollte stets wiederverwertet werden. Wenn sich beim Anfall des Aushubs keine sofortige Verwendungsmöglichkeit ergibt, könnte man die „leeren“ Schottergruben als Zwischendeponien nutzen.

Als Schüttmaterial sind selbst bindige Lockergesteine meist dann geeignet, wenn sie trocken eingebaut und vorschriftsmäßig verdichtet werden, wobei allenfalls notwendige Filterschichten in entsprechenden Mindestabständen anzuordnen sind (A. HOLL, 1971, 284–298; K. KEIL, 1938).

Im Falle die Grünen Schichten angeschnitten werden und örtlich Anhydrit oder/und Gips oder/und Steinsalz in Bändern, Linsen oder dgl. anfällt, dann könnte bei der Verwertung folgend vorgegangen werden (J. STINY, 1919, 23–24, 34–37):

- Anhydrit kann zur Not für Wegbeschotterung verwendet werden und/oder als Düngemittel auf feuchten Böden.
- Gips sollte als Düngemittel („Gipsdüngung“) verwendet werden.
- Steinsalz ist wohl nur als Viehsalz (z. B. Lecksteine) in der Landwirtschaft geeignet und müßte rasch trocken gelagert werden.

Wenn man davon ausgeht, daß erst ca. 2 % der zur „Verfügung“ stehenden Blockschuttmassen abgetragen wurden, dann könnte sich dadurch leicht der Eindruck ergeben, daß der bisherige Abbau unerheblich sei. Leider ist aber bereits die erfolgte Kies- und Sandgewinnung aus folgenden Gründen sehr problematisch:

Die einzelnen Schottergruben müssen möglichst tief in den Körper der Blockschuttmassen eingreifen, damit der Abraum in wirtschaftlich erträglichen Grenzen bleibt und möglichst wenig Wald geopfert werden muß.

Punktuell werden dann von den Blockschuttmassen aber nicht 2 % sondern ohne weiters auch 50 % und mehr abgebaut.

Die Kies- und Sandgewinnung in den Blockschuttmassen, die zur mehr oder weniger restlosen Entfernung der eiszeitlichen Ablagerungen führen kann, steht im Widerspruch zu anderen wirtschaftlichen Nutzungsarten des gleichen Landschaftsraumes. Das sind vor allem:

- Ein mehr oder weniger dichter Waldbestand, der intensiv bewirtschaftet wird.
- Die Trinkwassergewinnung, für die Wasserschutz- und Wasserschongebiete entscheidend sind.
- Die Fremdenverkehrswirtschaft mit ihren Anliegen:
 - Ausbau der Wintersportanlagen (z. B. Schipisten).
 - Erhaltung der Landschaft für Erholungszwecke (z. B. Wandergebiet).

Der Nutzungshauptgegensatz nach der Fläche besteht zur Forstwirtschaft und jener nach der Tiefe zum Trinkwasservorrat.

Wenn man die gesetzten Prioritäten als Entscheidungshilfe heranzieht, dann ergibt sich daraus, daß das potentielle Abbaugelände für nichtbindige Lockergesteine um das Wasserschongebiet der Mühlbacher Trinkwasserversorgung verkleinert werden muß.

Völlig unumstritten bleibt nur die regenerierbare Schotterentnahme im Trockenbachbett (W-Ast). Die Kombination mit einer möglichst nahegelegenen aufgelassenen Schottergrube, würde auch die Herstellung verschiedener Kies- und Sandfraktionen (Siebung) und deren Lagerhaltung ermöglichen.

10. Zur Hydrogeologie

Die Grundmoräne, die eventuell mit Schmelzwassersedimenten verzahnt ist, zwingt den unterirdischen Abfluß zum Auftauchen. Der Bereich zwischen der Trockenbachkuppe auf ca. 1160 m NN und den Hangquellen (ca. 1130 m NN) am Vordersattel ist allein orographisch rechts vom Trockenbach von über zwei Dutzend Quellen besetzt. Man könnte sie mit A. THURNER (1967, S. 123) als Moränenschuttquellen bezeichnen. Ihre gemeinsame Mindestschüttmenge beträgt jedenfalls Dutzende Liter pro Sekunde.

Schon außerhalb des Aufnahmegebietes, ca. 300 m ESE der Hangquellen, befinden sich die Fischteichquellen (ca. 1060 m NN), die aber um etwa 70 Höhenmeter tiefer liegen. Sie haben eine Minimalschüttung von 7 l/s. Die Maximalschüttung zur Zeit der Schneeschmelze soll 15-20 l/s (geschätzt) betragen.

Die Fischteichquellen enthalten laut Wasseranalysen bis zu 36,5 mg/l Sulfat, 34,74 mg/l Chlorid und 28,87 mg/l Magnesium, während die Hangquellen nur bis zu 4,25 mg/l Chlorid und kein Sulfat sowie Magnesium führen. Diese verschiedene Beschaffenheit der

beiden Quellwässer weist auf zwei Grundwasserstockwerke hin.

Die Chlorid-, Magnesium- und Sulfatgehalte der Fischteichquellen erklären sich am einfachsten durch die Annahme, daß das Grundwasser zu den Grünen Schichten, die nachweisbar Anhydrit, Gips und Steinsalz sowie vermutlich auch Magnesiumsalze führen, einen auslaugenden Kontakt hat (G. MATTHES, 1973, 187-191, 199-204).

Am Vordersattel befindet sich unterhalb der Forststraße auch eine Quelle 3, für die es ein hydrogeologisches Gutachten gibt (H. BRANDECKER, 1978). Diese sogenannte Quelle 3 wurde zwar für die Trinkwasserversorgung von Mühlbach a. H. aufgelassen, aber das hydrogeologische Gutachten (H. BRANDECKER, 1978) wurde weiterhin als zutreffend betrachtet.

H. BRANDECKER (1978, S. 4) zur „Quelle 3“: „Das Ursprungsgebiet befindet sich WNW der Ortschaft auf einem durch den Trockenbach und Fellersbach begrenzten Hangrücken in einer Höhenlage zwischen etwa 1060 m und 1140 m ü. A. Der Rücken ist von mächtigen Schuttmassen, herkommend von der Südflanke des Hochkönig-Massivs, aufgebaut bzw. bedeckt. Ihre Abgrenzung zu den sie unterlagernden Moränen, aber auch zu den jungeszeitlichen Seitenmoränen, ist unsicher; nicht zuletzt deshalb, weil in den oberflächennahen Bereichen die Moränen vielfach durch wildbachartige Gerinne zusammen mit Muren- und Hangschuttmassen abgeschwemmt wurden.“ Das ist eine Verkennung der beobachtbaren Fakten (H. SORDIAN, 1983 a, Beil. 1) und Mißachtung der fundamentalen Arbeiten von W. HEISSEL (1947, 1949), in denen im gleichen Bereich eindeutig „Blockmoränenschutt“ (W. HEISSEL, 1947, Taf. 1) bzw. „Blockschutt mit Wällen“ und „Gletscherende (Gschnitz)“ (W. HEISSEL, 1949, Taf. 3) ausgedeutet wurde. Auch G. GABL (1964, geol. Kt.) hat hier W. HEISSEL folgend, „Moränen der Lockalvereisung“ eingetragen. Von der Aufgabenstellung her wäre es bereits 1978 möglich gewesen, die Grundmoräne so zu erfassen, wie es 1983 geschah (H. SORDIAN, 1983 a, Beil. 1), wenn damals (H. BRANDECKER, 1978) die Blockschuttmassen als Obermoräne usw. erkannt worden wären.

H. BRANDECKER (1978, S. 5): „Nach der hydrogeologischen Situation und dem Chemismus ist das Einzugsgebiet der Vordersattel-Quellen wohl im wesentlichen in den Südhängen des Hochkönig-Massivs und in der breiten Furche oberhalb der Quellen, also bis hinauf zum Dientener-Sattel zu suchen. Eine nähere Abgrenzung des mutmaßlichen Einzugsgebietes ist allerdings im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich; demnach gibt es auch keine sicheren Anhaltspunkte über den Verlauf der unterirdischen Wasserwege. Als Nährgebiete kommen am ehesten die ausgedehnten Kare und Schutthalden zwischen Schönberg-, Stegmoos- und Wiedersberg-Alm infrage, von wo aus auch mehrere Gerinne ihren Ausgang nehmen.“ Gerade aufgrund des unterschiedlichen Chemismus zwischen „Quelle III“ (Hangquelle) und „Quelle IV“ (Fischteichquelle) wäre es schon 1978 möglich gewesen zu erkennen, daß zumindest zwei Grundwasserstockwerke vorhanden sind, die naturgemäß auch verschiedene Einzugsgebiete aufweisen können oder/und müssen.

Die Einsicht, daß zumindest 2 Grundwasserstockwerke vorhanden sind, legt die Vermutung nahe, daß die Fischteichquellen weit besser gegen Verunreinigungen geschützt sind als die Hangquellen.

11. Zur baugelologischen Detailkartierung

In erster Linie zeigt die geologische Karte (H. SORDIAN, 1983 a, Beil. 1) mit ihrem günstigen Maßstab (1 : 5000) die vielfältigen Probleme auf.

Dort, wo Straßenverbreiterungen, Neutrassierungen oder sonstige Baueingriffe die Gesteine der Grünen Schichten anschnitten, ist immer deren mögliche Anhydrit-, Gips- und Steinsalzführung sorgfältig zu beachten.

Den Mooren und deren unmittelbar angrenzenden Bereichen sollte wegen den bautechnischen Schwierigkeiten und den notwendigen Schutzmaßnahmen für Feuchtgebiete tunlichst ausgewichen werden.

Die Geschiebeführung der Bäche darf nicht durch künstliche Hindernisse, wie sie z. B. zu gering dimensionierte Schotterdurchlässe von Forststraßen usw. bilden, behindert werden, da ansonsten z. B. murenartige Ereignisse verursacht werden können.

Mögen diese wenigen Beispiele auf die Ergiebigkeit der baugelologischen Detailkartierung hinweisen.

12. Schlußbemerkungen

Die Verknüpfung der Erfassung der Lockergesteine und der hydrogeologischen Verhältnisse in Kombination mit einer baugelologischen Detailkartierung erwies sich in der Durchführung als sehr erfolgreich. Eine Bereicherung brachten u. a. noch die nahezu lückenlose Ergänzung des Gewässernetzes und die Beachtung der Gefährdung des verbliebenen Naturraumpotentials.

Da bei einer Verkleinerung der geologischen Karte (H. SORDIAN, 1983 a, Beil. 1) alle Feinheiten der Neuaufnahme verlorengegangen wären, bleibt abschließend nichts anderes übrig, als nochmals auf die Originalarbeit (H. SORDIAN, 1983 a) zu verweisen.

Literatur

- BRANDECKER, H.: Hydrogeologisches Gutachten über die Vordersattel-Quellen III und IV und Rupertin-(Barbara-)Stollen-Wässer. – Ms., 10 S., Salzburg 1978.
- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (LANDESAUFNAHME) IN WIEN: Werfen. – Österr. Kt.- 1 : 25.000, Bl. 125/1, Neuaufnahme 1923/24, Kt.-Berichtig. 1944, einzelne Nachträge 1955, Wien 1959.
- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (LANDESAUFNAHME) IN WIEN: Saalfelden am Steinernen Meer. – Österr. Kt. 1 : 50.000, Bl. 124, aufgenommen 1936, Kt.-Revision 1964, einzelne Nachträge 1975, Wien 1977.
- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (LANDESAUFNAHME) IN WIEN: Bischofshofen. – Österr. Kt. 1 : 50.000, Bl. 125, aufgenommen 1922–1934, Kt.-Revision 1967, einzelne Nachträge 1979, Wien 1980.
- BUNZA, G., KARL, J. & MANGELSDORF, J. mit einem Beitrag von SIMMERSBACH, P.: Geologisch-morphologische Grundlagen der Wildbachkunde. – Schr.-R. der bayerischen Landesstelle für Gewässerkde., 11, I–V, 1–128, 86 Abb., 1 Taf., 16 Tab., München 1976.
- DEL NEGRO, W.: Salzburg. – Verh. Geol. B.-A., B.-Länderser., H. Salzburg, Wien 1970.
- ERKAN, E.: Uran- und gipsführendes Permoskyth der östlichen Ostalpen. – Jb. Geol. B.-A., 120, 343–400, Wien 1977.
- FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G.: Sediment-Petrologie, 2, Sedimente und Sedimentgesteine. – 3. Aufl., XVI + 784 S., 587 Abb., 80 Tab., Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verl.-Buchhandl.) 1977.
- GABL, G.: Geologische Untersuchungen in der westlichen Fortsetzung der Mitterberger Kupfererzlagstätte. – Arch. Lagerst.-Forsch. Ostalpen, 2, 2–31, Leoben 1964.
- GERMAN, R.: Sedimente und Formen der glazialen Serie. – Eiszeitalter u. Gegenwart, 23/24, 5–15, Öhringen/ Württemberg 1973.
- GOLDBERGER, J.: Die Karstentwicklung und Felsbruchstätigkeit am Hochkönig. – Mitt. Ges. Salzburger Landeskd., 93, 132–153, Salzburg 1973.
- HEISSEL, W.: Die geologischen Verhältnisse am Westende des Mitterberger Kupfererzerganges (Salzburg). – Jb. Geol. B.-A., 90, 117–127, Wien 1947.
- HEISSEL, W.: Alte Gletscherstände im Hochkönig-Gebiet. – Jb. Geol. B.-A., 92, 147–163, Wien 1949.
- HEISSEL, W.: Bericht (1948) über Aufnahmen auf Blatt St. Johann i.P. (5050). – Verh. Geol. B.-A., 1949, 1–3, 59–61, Wien 1951.
- HEISSEL, W.: Die grünen Werfener Schichten von Mitterberg (Salzburg). – Tschermaks Miner. Petrogr. Mitt., 3. Folge, 4, 1–4, 338–349, Wien 1954.
- HEISSEL, W.: Die „Hochalpenüberschiebung“ und die Brauneisenerzlagstätten von Werfen-Bischofshofen (Salzburg). – Jb. Geol. B.-A., 98, 183–202, Wien 1955.
- HOLL, A.: Bituminöse Straßen. – 1. Aufl., XXIII + 456 S., 206 Abb., 121 Tab., Wiesbaden und Berlin (Bauverl. GmbH.) 1971.
- KEIL, K.: Der Dammbau neuzeitlicher Verkehrsstraßen. – 1. Aufl., XII + 189 S., 175 Abb., Berlin (Julius Springer) 1938.
- KELLER, R.: Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes. – 1. Aufl., IX + 520 S., 571 Abb., 3 Taf. (6 Photos), 127 Tab., Berlin (Haude & Spensersche Verl.-Buchhandl.) 1961.
- KLAPPACHER, W. & KNAPCZYK, H.: Salzburger Höhlenbuch, 3. – 1. Aufl., 487 S., 399 Abb., 8 Phototaf. (81 Photos), 2 Kt., Salzburg (Landesver. für Höhlenkunde in Salzburg) 1979.
- LENDL, E.: Salzburg-Atlas, 1, Karten. – 1. Aufl., 136 S., 66 Kt., Salzburg (Otto Müller) 1955.
- MATTHES, G.: Die Beschaffenheit des Grundwassers. – 1. Aufl., XII + 324 S., 89 Abb., 1 Taf., 86 Tab., Berlin–Stuttgart (Gebrüder Borntraeger) 1973.
- MOSTLER, H.: Zur Gliederung der Permoskyth-Schichtfolge im Raume zwischen Wörgl und Hochfilzen (Tirol). – Mitt. Ges. Geol. u. Bergbau-Stud. Österr., 20, 155–162, Wien 1972.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E.: Die Alpen im Eiszeitalter, 1, Die Eiszeiten in den nördlichen Ostalpen. – 1. Aufl., XVI + 393 S., 62 Abb., 1 Taf., 10 Phototaf., 3 Kt., Leipzig (Chr. Herm. Tauchnitz) 1909.
- REUTER, F. & KLENGEL, K. J. & PAŠEK, J.: Ingenieurgeologie. – 1. Aufl., 451 S., 263 Abb., 133 Tab., 1 Beil., Leipzig (VEB Dt. Verl. für Grundstoffind.) 1978.
- SEEFELDNER, E.: Salzburg und seine Landschaften. – 1. Aufl., X + 574 S., 26 Abb., 32 Phototaf. (67 Photos), 10 Tab., Salzburg–Stuttgart (Verl. „Das Bergland-Buch“ Salzburg) 1961.
- SORDIAN, H.: Erfassung der Lockergesteine und baugelologische Detailkartierung des Gebietes Hinterthal–Dachegg (Dienten, Salzburg, Österreich). – Ms., IV + 33 S., 6 Taf., 5 Beil., Wels–Salzburg (Gemeinnütziger Ver. für bautechn. Vers.- u. Forsch.-Arb. Salzburg) 1981.
- SORDIAN, H.: Erfassung der Lockergesteine und baugelologische Detailkartierung des Gebietes Dachegg–Dientner Sattel–Elmau (Dienten–Mühlbach am Hochkönig, Salzburg, Österreich). – Ms., III + 51 S., 5 Taf., 3 Beil., Amt der Salzburger Landesregierung u. Geol. B.-A. Wien, Wels–Salzburg–Wien 1983a.
- SORDIAN, H.: Erfassung der Lockergesteine und baugelologische Detailkartierung des Gebietes Elmau–Mühlbach am Hochkönig (Salzburg, Österreich). – Ms., III + 29 S., 4 Taf., 1 Beil., Amt der Salzburger Landesregierung, Wels–Salzburg, 1983b.
- STINY, J.: Technische Gesteinskunde. – 1. Aufl., IX + 335 S., 27 Abb., Wien–Leipzig (Waldheim Eberle A.G. Wien, Otto Klemm Leipzig) 1919.
- TURNER, A.: Hydrogeologie. – 1. Aufl., XIV + 350 S., 187 Abb., 37 Tab., Wien–New York (Springer Verl. Wien) 1967.
- TOLLMANN, A.: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen, 2. Tl.: Der Mittelabschnitt. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 61 (1968), 124–181, Wien 1969.

TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. – 1. Aufl., XI + 580 S., 256 Abb., 3 Taf., Wien (Franz Deuticke) 1976a.

TOLLMANN, A.: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. – 1. Aufl., IX + 449 S., 130 Abb., 7 Taf., Wien (Franz Deuticke) 1976b.

TRAUTH, F.: Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. 1. Tl. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., **100**, 101–212, Wien 1926.

WEHRLI, H.: Monographie der interglazialen Ablagerungen im Bereich der nördlichen Ostalpen zwischen Rhein und Salzach. – Jb. Geol. B.-A., **78**, 357–498, Wien 1928.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 25. Februar 1984.