© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

Daten zur Eisstromhöhe des eiszeitlichen Salzachgletschers im Salzachquertal zwischen Schwarzach-St.Veit und Salzburg

Von Werner Gamerith und Helmut Heuberger

1. Vorbemerkung

Dieser Beitrag ist eine überarbeitete und ergänzte Fassung der geographischen Diplomarbeit des Autors Gamerith (1990). Er hatte damit eine Einzelfrage bei der Rekonstruktion der hocheiszeitlichen inneralpinen Talvergletscherung in einem Teilgebiet zu lösen.

Um das nicht nur rein innerfachlich abzuhandeln, haben wir uns um Allgemeinverständlichkeit bemüht und außerdem eine Kurzübersicht über die eiszeitliche Vergletscherung des Landes Salzburg vorangestellt (Kap. 2).

Damit ergibt sich ein Rückblick auf knapp 120 Jahre Eiszeitforschung in Salzburg. Das Eiszeitalter wurde in der erdgeschichtlichen Fachsprache zunächst seit 1823 „Diluvium" genannt (mit Bezug auf die biblische Sintflut), später „Quartär", das aber bis zur Gegenwart reicht und in das eigentliche Eiszeitalter (Pleistozän) und die Nacheiszeit (Holozän) unterteilt wird (EHLERS, 1994, 1 f.). Unser Aufsatz gilt nicht einem gletscherkundlichen (glaziologischen), sondern einem gletschergeschichtlichen (paläoglaziologischen) Thema.

2. Die eiszeitliche Vergletscherung in Salzburg – eine Kurzübersicht

Das dreibändige klassische Werk „Die Alpen im Eiszeitalter" von A. PENCK & E. BRÜCKNER (1909) bot die erste Übersicht der ehemaligen Vergletscherung eines ganzen Gebirges vom Typ des Eisstromnetzes. Während Skandinavien unter einer Eiskappe verschwand, wurde in den Alpen das Talgletschernetz durch die herausragenden Gebirgskämme sichtbar. Einige forschungsgeschichtliche Hinweise für Salzburg finden sich in Kapitel 5.2.

Abb. 1 zeigt den Ausschnitt Salzburg nach der jüngsten, besten und schönsten Kartendarstellung der Ostalpen während der letzten Hocheiszeit, der Würmeiszeit (van HUSEN, 1987a). Wir sehen den inneralpinen Bereich des Salzacheisstroms entlang den Längstälern westwärts in Verbindung mit dem Inngletscher, dem zweitgrößten Talgletscher der Alpen, von dem der Salzachgletscher Eis empfing. Er selbst gab an die kleineren Nachbarn im Osten Eis ab, an den Ennsgletscher und den Murgletscher.

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

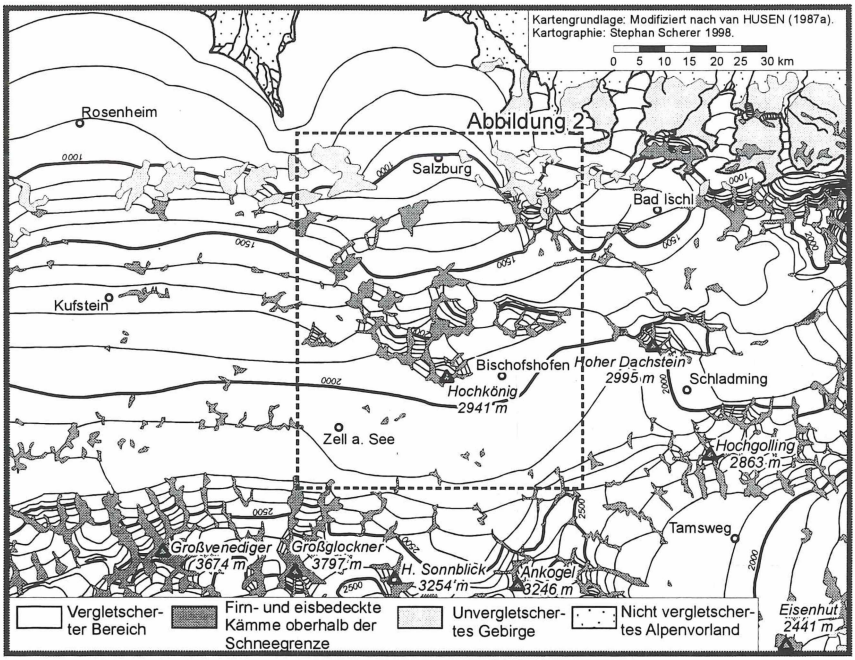

Abb. 1 Salzburg und angrenzende Gebiete während der Würmeiszeit.

Der Salzachvorlandgletscher bildete den östlichsten großen Eisfächer ins Alpenvorland hinaus. Weiter ostwärts erreichten die drei Teilströme des Traungletschers das Alpenvorland gerade noch. Den Salzachvorlandgletscher ernährte auch der Berchtesgadener Gletscher und der vom Pinzgau her gespeiste Saalachgletscher.

An der Ostflanke des Salzachtales brach der Salzachgletscher in die Osterhorngruppe der Voralpen ein und verzahnte sich mit dem Traungletscher des Salzkammerguts. Besonders dieses Gebiet ist bisher weitaus am besten und genauesten in D. van HUSENs (1987a) Karte dargestellt (Abb. 1) mit der teilweise selbständigen Lokalvergletscherung der Osterhorngruppe: mit dem im Süden (über die Genner-Alm) vom Salzachgletscher gespeisten Hinterseegletscher, der bei Vordersee endete, und mit den kleinen selbständigen Lokalgletschern im Bereich der Königsberg-Alm, im Bereich Loibersbacher Höhe–Faisten-Schafberg–Schafbergalm und im Bereich Wieserhörndl–Grünalm.

Nach dem Verschwinden des ausfächernden Salzachgletschers wurde dessen landschaftsprägende Wirkung wie der Abdruck einer Hand sichtbar: das breite Stammbecken Golling–Salzburg als Bereich der mächtigsten Eisbewegung gleicht dem Gelenk und Handteller; und wie Finger spreizen sich die weniger tief eingesenkten Zweigbecken, z. T. noch von Seen erfüllt (Wallersee, Trumer Seen, Waginger/Tachinger See). Fuschlsee und Zeller See (Irrsee) wurden vom Traungletscher geformt. Unter der Talverschüttung des Salzach-

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

tals wurde die Felssohle in folgenden Tiefen erbohrt: bei Golling 161 m, bei Vigaun 338 m und bei der Stadt Salzburg 262 m und 198 m (van HUSEN, 1990, 204 ff.).

Im Stammbecken schüttete die Salzach nach jeder Eiszeit einen See zu. Die Konglomerate in der Stadt Salzburg und südlich davon sind Reste solcher Seeverschüttungen. Das Konglomerat von Mönchsberg-Rainberg in Salzburg blieb im Schutz des Festungsbergs erhalten und dürfte am Ende der Mindeleiszeit, der zweiten der vier klassischen Eiszeiten, entstanden sein. Die schräge Schichtung läßt ein Salzachdelta in einen solchen See erkennen.

Folgende berühmte Punkte der modernen Eiszeitforschung im Land Salzburg und dessen nächster Umgebung seien noch kurz erwähnt:

Wie kein anderer alpiner Vorlandgletscher zeigt der Salzachgletscher im Innviertel die Moränen und Schmelzwasser-Schotterfelder aller vier klassischen Eiszeiten (Günz, Mindel, Riß, Würm) in mustergültiger Abfolge so, daß die Ablagerungen keiner dieser Eiszeiten durch die folgenden Vereisungen ganz beseitigt oder begraben wurden. L. WEINBERGER erkannte im Siedelberg bei Mattighofen die erste erhaltene Günz-Endmoräne der Alpen (EBERS et al., 1966).

1983 wurde durch die Subkommission für Europäische Quartärstratigraphie der Traungletscher des Salzkammerguts als Typregion der Würmeiszeit festgelegt (van HUSEN, 1987b). W. KLAUS berichtet in dieser Publikation über das Mondseeprofil (an der Autobahn). Es ist eines der beiden maßgebenden Profile, mit denen nachgewiesen wurde, daß während der rund 100.000 Jahre langen Würmkaltzeit die eigentliche Würmeiszeit mit dem Vordringen der Gletscher ins Alpenvorland nicht lange vor 20.000 Jahre vor heute begann, die Würm-Eiszeit also nicht viel länger als 10.000 Jahre dauerte (Beginn der Nacheiszeit [Postglazial] 10.000 vor heute).

3. Zur Methodik

3.1 Bisherige Dokumentation eiszeitlicher Eisstromhöhen

In den bisher veröffentlichten Gebietskarten des eiszeitlichen Salzachgletschers sind die Zeugen der *horizontalen* Gletscherausdehnung im einzelnen meist gut dokumentiert, besonders die erhalten gebliebenen Endmoränen im Vorland, zuerst und bahnbrechend durch E. BRÜCKNER (1886, Karte II).

Viel mangelhafter – wenn überhaupt – sind in solchen Karten die Zeugen der *vertikalen* Eisausdehnung, also der Eisstromhöhe ausgewiesen. Diese läßt sich im Gebirgsinneren viel weniger leicht rekonstruieren. Entsprechende Ablagerungen sind nur inselhaft erhalten und am ehesten an flacheren Hängen zu erwarten. Bei Böschungen über 30 bis 35° ist die Wahrscheinlichkeit einer lagerichtigen Erhaltung glazigener Ablagerungen ziemlich gering. Noch viel seltener findet man im Gebirgsinneren nahe der eiszeitlichen Eisstromhöhe Spuren eindeutiger Glazialerosion (Gletscherschliffe usw.). Und erst recht war

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

es bisher fast unmöglich, die inselhaften Zeugen der einstigen Eisstromhöhe zeitlich zu gliedern, d. h. verschiedenen Eiszeiten zuzuweisen; nur R. v. KLEBELSBERG (1933, 1935; siehe seine Kartentexte in unserem Literaturverzeichnis) hat diese Unsicherheit berücksichtigt und daher auf seinen Karten auf eine Alterseinstufung der Eisstromhöhe verzichtet.

Vorbildlich verfuhr in seiner Dokumentation über die Eisstromhöhe E. BRÜCKNER (1886): In unserem Untersuchungsgebiet finden sich auf seiner Karte I immerhin zehn *Punkte, nach denen die obere Gletschergrenze festgelegt wurde* mit Höhenangaben. Leider wurde in den Alpen seinem Beispiel später nicht oder kaum gefolgt.

Daher sind alle hier benützten Karten der einstigen Vergletscherungen, welche die Eisstromhöhe mit Höhenlinien zeigen, hypothetische Interpretationen dieser inselhaften Spuren und daher unüberprüfbar (FINK & NAGL, 1979; van HUSEN, 1987a; KLEBELSBERG, 1933, 87; 1935, 540; WEINHARDT, 1973). Eher gibt es in Verbindung damit in den Texten Listen hochgelegener Zeugen (z. B. Findlinge/Erratika) der Eisstromhöhe (BRÜCKNER, 1886, 43 f.; PENCK & BRÜCKNER, 1909, 269 f.) oder Einzelhinweise. Darüber hinaus findet man – mühsam zu sammeln! – eine Fülle einzelner Angaben sonst in der wissenschaftlichen Literatur: in Gebietsmonographien und vor allem in Aufnahmsberichten zu geologischen Kartenblättern.

Der ersten systematischen Kartendokumentation aller erfaßbaren solchen Zeugen mit einer entsprechenden Fundliste galt die geographische Diplomarbeit von C. HACKER in München (1979) über das westliche Nordtirol und die angrenzenden bayerischen Gebiete, also über eines der bestuntersuchten Alpengebiete. Ihre Veröffentlichung ist in Vorbereitung.

Ziel unserer Arbeit ist, wie bei C. HACKER (1979), eine Kartendokumentation aller bisher bekannt gewordenen oder selbst gefundenen Zeugen, die für die Rekonstruktion der Eisstromhöhe des hocheiszeitlichen Salzachgletschers im Salzachquertal Bedeutung haben. Wurden im Ergebnis damit die jüngsten Kartendarstellungen dieser Eisstromhöhe lediglich bestätigt, kann doch der Leser anhand unserer Abbildungen 2 und 3 und der Tabelle 1 selbst überprüfen, auf welche wirklichen Zeugen im Abschnitt Schwarzach-St. Veit–Salzburg sich die bisherigen Kartendarstellungen stützten. Natürlich waren diese Darstellungen auch durch Zeugenfunde außerhalb unseres Arbeitsgebiets beeinflußt, denn der hocheiszeitliche Salzachgletscher hing ja z. B. mit dem Inn- und Ennsgletscher zusammen.

3.2 Arbeitsgebiet, Karten

Obwohl der Ertrag der entsprechenden Durchforschung der Literatur im Salzachgletschergebiet viel bescheidener ausfiel als der C. HACKERs (1979) im Inngletschergebiet, wäre der Arbeitsaufwand für den Gesamtbereich dieses Eisstroms auch hier für eine Diplomarbeit zu umfangreich gewesen, weshalb das Arbeitsgebiet auf das Durchbruchstal der Salzach beschränkt wurde.

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

Im Arbeitsgebiet C. HACKERs (1979) liegen die höchsten solchen Funde von Zeugen des hocheiszeitlichen Inngletschers höher als die rekonstruierte Eisstromhöhe sämtlicher bekannter Karten, so daß dort eine neue Karte erforderlich wurde. In unserem Arbeitsgebiet reicht kein einziger Erratika-Fund über die von D. van HUSEN (1987a) rekonstruierte Eisstromhöhe in seiner Karte 1:500.000 „Die Ostalpen und ihr Vorland in der letzten Eiszeit (Würm)". Daher ist mit D. van HUSENs freundlicher Erlaubnis diese seine Karte die Grundlage unserer Abbildungen 1 und 2. Das ist angesichts unseres Materials eine vernünftige pragmatische Lösung. Auf Fragen des Gletschergefälles gehen wir nicht ein.

3.3 Zeugen eiszeitlicher Eisstromhöhen und ihre Bewertung

Man kann kaum mit Funden rechnen, welche die maximale eiszeitliche Eisstromhöhe genau markieren. Wohl immer können sie nur als Zeugen der Mindesthöhe gelten. Die Fundangaben sind von höchst unterschiedlicher Qualität. Darauf wird in der Dokumentation im einzelnen eingegangen. Zunächst haben wir uns allgemein mit der Art solcher Funde und mit deren Bewertung auseinanderzusetzen.

Üblicherweise gibt es zwei Gruppen solcher Zeugen:

- glazial geprägte Felsformen und
- glazigene Ablagerungen: Gletscherablagerungen (Moräne, Moränenwälle, einzelne Geschiebe bzw. Blöcke [Erratika, Findlinge]), Eisrandablagerungen (Schuttstau usw. am Eisrand) oder auch zweifelsfreie Schmelzwasserablagerungen.

3.3.1 Glazial geprägte Felsformen

Nur in besonders glücklichen Fällen wird man im Gebirgsinneren richtige Gletscherschliffe – im Idealfall mit Gletscherschrammen oder Kritzern – bis zur letzten hocheiszeitlichen Eisstromhöhe empor finden. Die Verwitterung seit ihrer Entstehung schließt das in solchen Höhen fast aus. Erst recht gilt das für derartige Zeugen älterer Eiszeiten. Am ehesten darf man auf die Erhaltung solcher letzteiszeitlicher Zeugen gegen den Alpenrand hin hoffen, wo die Eisstromhöhe unter die damalige Schneegrenze absank. Der Verwitterung entgingen sie am besten, wenn sie nachträglich verschüttet wurden und nun – etwa durch Wegebau – freigelegt wurden.

Am häufigsten findet man in der Literatur Angaben über Schliffgrenzen oder gar Schliffkehlen (KLEBELSBERG, 1948/49, 340 f.; van HUSEN, 1987a, 10 f.; EHLERS, 1994, 219). Das sind gewöhnlich Grenzmarken zwischen glazial geglättetem und rauhem, verwittertem Fels, ohne daß dabei zweifelsfreie Gletscherschliffe nachweisbar sein müssen. Schliffgrenzen sind Zeugen der Mindesthöhe hocheiszeitlicher Talgletscheroberflächen.

Da im Arbeitsgebiet solche Zeugen der glazialen Abtragung bei der Rekonstruktion der Eisstromhöhe bisher kaum eine Rolle spielten, braucht darauf nicht näher eingegangen zu werden.

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

3.3.2 Glazigene Ablagerungen

3.3.2.1 *Moränen*

Die eindeutigsten Eisrandablagerungen sind Moränenwälle. Einige im Arbeitsgebiet dokumentierte Zeugen gehören dazu. Die Angaben sind stets so allgemein, daß daraus nicht zu erkennen ist, ob nur die Wallformen erkannt wurden oder ob die Moränenwälle auch sedimentologisch überprüft wurden. Die rein morphologische Deutung (Wallform oder Wallrest) schließt oft nicht alle Möglichkeiten einer andersartigen Entstehung aus. Fehlinterpretationen gab es da schon in solcher Zahl, daß darauf im einzelnen nicht eingegangen werden soll. Sedimentologische Hinweise heben die Glaubwürdigkeit solcher Angaben wesentlich.

Wenn nur „Moräne" angegeben wird, kann das zweierlei bedeuten:
- einen Moränenwall oder
- eine formlose Moränenablagerung, also nur das Sediment Moräne.

Leider wird in deutschsprachigen Veröffentlichungen zwischen diesen beiden Bedeutungen im allgemeinen nicht unterschieden, obwohl es Bestrebungen gab, den Begriff „Moräne" auf die Wall-/Eisrandform einzuschränken und die formlose Ablagerung nur „Till" zu nennen. In der deutschsprachigen Literatur hat sich diese Trennung jedoch nicht durchgesetzt (EHLERS, 1994, 34).

Auf die anderen Zeugen einer ehemaligen Anwesenheit oder Nähe von Gletschereis (zweifelsfreie Eisrand- oder Schmelzwasserablagerungen, die ohne Eisnähe nicht entstehen konnten) braucht hier nicht eingegangen zu werden, da entsprechende Angaben im Arbeitsgebiet fehlen.

3.3.2.2 *Erratika (Findlinge)*

Je höher alpeneinwärts die hocheiszeitliche Eisstromoberfläche des Salzachgletschers reichte, desto seltener sind in ihrer Nähe Moränenablagerungen flächenhaft erhalten. Die wichtigsten Zeugen der Eisstromhöhe sind dort zunehmend Einzelgeschiebe, die am leichtesten zu erkennen sind, wenn sie aus ortsfremdem Gestein bestehen. Das sind die Findlinge bzw. Erratika, deren Verbreitung seinerzeit zur Entdeckung der eiszeitlichen Vergletscherung der Alpen führte. Im deutschen Sprachraum hat sich die Schreibweise „Erratika" gegenüber der lateinischen Form „erratica" durchgesetzt.

Da Erratika Einzelzeugen oder Restzeugen eines Sediments sind, ist bei ihrer Beschreibung besondere Sorgfalt nötig. Außer der Gesteinsart sind Beschaffenheit und Form wichtig. Am sichersten ist ihre Oberfläche durch Schrammen, Kritzer oder noch viel seltener durch Politur charakterisiert. Je größer und je weniger gut gerundet ein Erratikum ist, desto offensichtlicher ist der Eistransport. Am ehesten sind Erratika in gering geneigtem Gelände erhalten. Je steiler das Gelände (>25°), desto eher ist mit einer nachträglichen Verlagerung durch die Schwerkraft zu rechnen. Größere Blöcke können so zu „Wanderblöcken" werden. Diese sind gekennzeichnet durch die Einregelung der Längsachse in die Fallinie des Hanges; hangabwärts vor einem Wanderblock ist oft Lockermaterial (auch die Vegetationsdecke) zusammengestaucht und

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

angeschoppt. Ein gutes Beispiel dafür ist das höchste neu gefundene Erratikum am Hochkönig (Kap. 4.9; Abb. 2, Punkt [im folgenden P.] 41; Abb. 4).

3.3.3 Glazigene Ablagerungen und Gesteinsart

Der Gletscher bringt Material aus seinem gesamten Einzugsgebiet mit. Bei einem Eisstrom wie dem Salzachgletscher ist die Buntheit des Materials für seine Ablagerungen kennzeichnend. Schon in den Voralpen (Osterhorngruppe usw.) überragen nach Süden zu die Gipfel bald die hocheiszeitliche Schneegrenze, trugen dann selbst Firn und Eis und führten dem Salzachgletscher eigene Lokalgletscher zu.

3.3.3.1 *Ablagerungen der Fernvergletscherung und der Lokalvergletscherung*

So nahm der Salzachgletscher nicht nur Material direkt von den darüberliegenden Hängen und aus Seitenflüssen und -bächen auf, sondern auch Moräne seitlich zufließender Gletscher. Unterscheidungen sind da oft schwierig.

Im kalkalpinen Bereich sind Kristallinfunde in Moränen oder als Einzelerratika die sichersten Zeugen der Fernvergletscherung, im Arbeitsgebiet also des Salzachgletschers.

Die Angabe „Lokalmoräne" kann bedeuten:

- Moräne des Salzachgletschers aus lokalem Material oder
- Ablagerung eines Lokalgletschers.

Handelt es sich bei Lokalmoränen um Ablagerungen von lokalen Gletschern, die noch in unmittelbarer oder mittelbarer Verbindung mit dem Eisstromnetz standen, sind auch sie noch brauchbare Zeugen der Eisstromhöhe. Das gilt auch für älteste späteiszeitliche (spätglaziale) Lokalmoränen von Gletschern mit nachweisbarem Bezug zum Eisstromnetz. Aber natürlich sind diese erst unterhalb der hocheiszeitlichen Eisstromhöhe zu erwarten.

Dagegen scheiden Ablagerungen selbständiger spätglazialer Lokalgletscher als Zeugen der Eisstromhöhe aus, besonders jene aus der Zeit nach dem Schwinden des Eisstromnetzes, also aus dem jüngeren Spätglazial.

Leider lassen die Aussagen der Fundberichte da oft eindeutige Unterscheidungen vermissen.

3.3.3.2 *Kristalline Erratika und ältere Flußablagerungen*

Nicht erst die Eisströme haben kristallines Material der Zentralalpen in den Kalkalpen abgelagert.

Zu Verwechslungen mit Erratika könnten schon Einzelgerölle aus den kreidezeitlichen Gosaukonglomeraten zwischen Gaisberg und Elsbethen führen. Am Gaisberg erreichen sie immerhin die Zistelalm (geologische Karte PREY, 1969), aber gerade nicht mehr die würmzeitliche Eisstromgrenze.

Vor der Ausbildung der inneralpinen Längstäler gab es im Tertiär eine Querentwässerung aus den kristallinen Zentralalpen über die Kalkalpen hinweg, deren quarzreiche Geröllreste noch auf den Hochflächen und in den Höhlen der Kalkhochalpen zu finden sind, die sogenannten Augensteine (BRÜCK-

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

NER, 1886, 42; SEEFELDNER, 1961, 20 f.). E. SEEFELDNER (1961) berichtet über Vorkommen am Hochkönig (387), im Hagengebirge (392), im Tennengebirge (398) und auf dem Gaisberg (505). Schon E. BRÜCKNER (1886, 41 f.) versuchte solche Vorkommen am Hohen Göll, im Tennengebirge und im Steinernen Meer gegen seine Erratika abzugrenzen. Doch vor allem im Bereich der Hochalpen ist eine solche Abgrenzung nach der Höhe nicht ohne weiteres möglich. Schon am Gaisberg (Kap. 4.1) kommen höchste Moränenreste und die Augensteinfunde auf dem Gipfelplateau einander verhältnismäßig nahe. Dies zeigt schon, daß nicht jeder kristalline Geröllfund im kalkalpinen Bereich als erratisches Geschiebe gedeutet werden darf.

3.3.4 Die Bedeutung der Schneegrenze für die Verbreitung glazigener Ablagerungen

Die Verbreitung glazigener Ablagerungen steht mit dem Verlauf der Schneegrenze in Beziehung. Die Schneegrenze trennt das Schnee-Überschußbereich (Nährgebiet, Akkumulationsgebiet) eines Gletschers vom Bereich überwiegender Abschmelzung (Zehrgebiet, Ablationsgebiet). Sie wird heute unglücklicherweise meist auch als Gleichgewichtslinie bezeichnet. (EHLERS, 1994, 7, grenzt das richtig ab.) Als Gleichgewichtslinie der Glaziologen gilt aber nur die Nähr-/Zehrgebietsgrenze eines Gletschers am Ende eines Haushaltsjahres. Die Schneegrenze dagegen ist ein Höhenmittel der Gleichgewichtslinie über eine längere Reihe von Jahren hinweg, wobei sich gezeigt hat, daß im Alpenraum für einen „normalen" stationären Gletscher das Flächenverhältnis Nähr- zu Zehrgebiet ungefähr 2:1 beträgt (GROSS et al., 1977).

Berechnen wir für Gletschervorstöße der Späteiszeit (Spätglazial) oder für die letzte Hocheiszeit (Würm) die Senkung der Schneegrenze (Schneegrenzdepression) gegenüber heute, setzen wir für „heute" die Schneegrenze von 1850 als Bezugsniveau (BZN) an (GROSS et al., 1977). Die 1850er Moränen umranden den letzten Vorstoß fast aller Alpengletscher und bilden somit als Grenzlinie zwischen Gletschervorstoß (vorher) und Gletscherschwund (nachher) einen vorübergehenden stationären Zustand der Gletscher ab.

Die Schneegrenze von 1850 lag auf der Nordseite der Nördlichen Kalkalpen im Wettersteingebirge zwischen 2250 m und 2550 m (HIRTLREITER, 1992, 105). Diesen Wert können wir für das Untersuchungsgebiet übernehmen. Die Schneegrenzdepression der letzten Hocheiszeit (Würm) wird heute mit rund 1200 m angenommen (EHLERS, 1994, 240). In den früheren Eiszeiten, die weiter ins Alpenvorland reichten, dürfte die Schneegrenzdepression noch größer gewesen sein. Die Würmschneegrenze lag also im Untersuchungsgebiet zwischen 1050 und 1350 m Meereshöhe.

Wallmoränen werden nur unterhalb der Schneegrenze abgesetzt, dort, wo die Abschmelzung wirksam wird (GROSS et al., 1977, 237). Das bedeutet aber nicht, daß oberhalb der Schneegrenze überhaupt kein Moränenmaterial mehr abgesetzt würde. Sonst wären im Untersuchungsgebiet ja keine hocheiszeitlichen Erratika oberhalb von 1400 m Meereshöhe auffindbar.

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

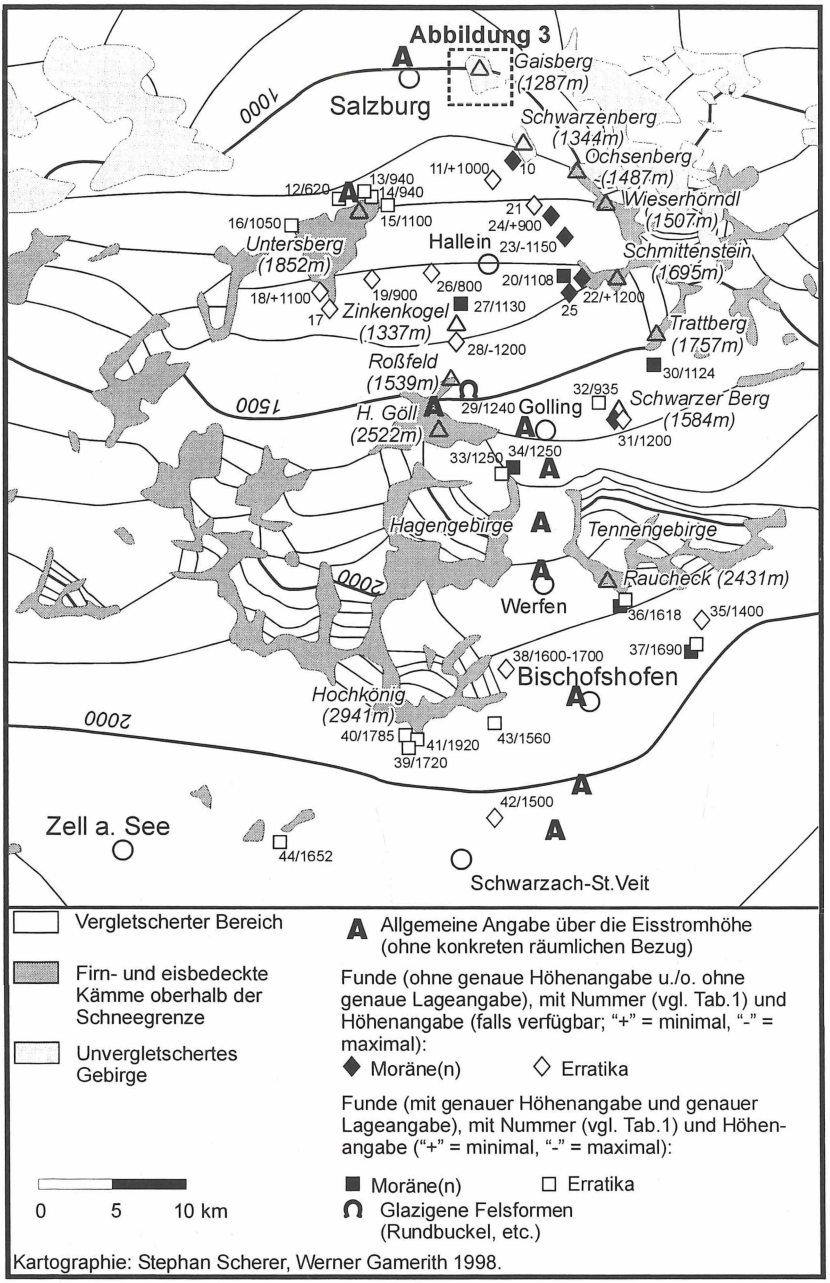

Abb. 2 Funde zur Eisstromhöhe des eiszeitlichen Salzachgletschers zwischen Schwarzach-St. Veit und Salzburg (Ausschnitt aus Abb. 1).

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

4. Dokumentation

4.1 Gaisberg

Der Gaisberg (1287 m), der östliche Torpfeiler des Salzachtals ins Alpenvorland, war zumindest während der letzten Hocheiszeit ein Nunatak, ein aus dem Eisstromnetz ragender unvergletscherter Berg. Als berühmte Aussichtswarte dicht bei der Stadt Salzburg war er seit dem 19. Jahrhundert ein beliebtes Ziel für Naturforscher, die auch der eiszeitlichen („diluvialen") Vergletscherung nachspürten. So sind hier besonders zahlreiche Zeugen der ehemaligen Eisbedeckung erwähnt (Abb. 3).

E. FUGGER & C. KASTNER (1883, 137 f.) beobachteten einen Seitenmoränenwall am Westfuß des Gaisbergs bis zu einer Höhe von 660 m (Abb. 3, P. 1), der *das Niveau des Gletschers während der älteren Eiszeit* abbilde. *Die Mächtigkeit des Gletschers der älteren Glacialperiode betrug demnach an dieser Stelle beiläufig 130 M.* Zwei Jahre später setzten E. FUGGER & C. KASTNER (1885, 32 f.) die Höhe von Moränenwällen hier auf 680 m hinauf und führten einen *gekritzten erratischen Block von etwa 1 m³ Größe* an (Abb. 3, P. 2). Sie vermuteten, daß *der Gletscher zur Zeit seiner größten Entwickelung über der Stelle, wo heute unsere Stadt steht, mindestens in eine Meereshöhe von 800 bis 900 m reichte.* Auf E. BRÜCKNERs (1886) Karte II reicht das *erratische Gebiet* bis dicht an die 1000-m-Isohypse. Über der Stadt Salzburg gibt er auf Tafel I die Eisstromhöhe mit 1050 m an.

Die auch heute am Gaisberg angenommene Obergrenze eiszeitlicher Gletscherspuren bei 1000 m belegte erstmals G. GÖTZINGER (1930, 61): *ein erratischer Gosaublock, in 1000 m Seehöhe am schmalen Ostkamm des Gaisbergs erhalten, gibt die minimale Eishöhe an* (Abb. 3, P. 3). Sechs Jahre später berichtete G. GÖTZINGER (1936, 139): *Nahe der Zistelalpe reichen die Jung-Ufermoränen bis über 1000 m Höhe* (Abb. 3, P. 4). *Am Sattel 947 S* (südlich) *der Zistelalm liegen gleichfalls Moränen* (Abb. 3, P. 5). *Außerdem finden sich noch tiefere Moränen etwas oberhalb der 756 m hohen Judenbergalm. Mit diesen Eishöhen steht der prächtige Gletscherschliff an der neuen Gaisbergstraße bei der Gersbergalm in Seehöhe 710 m in Einklang.* In einem viel späteren Bericht bemerkte G. GÖTZINGER (1958, 213) nur kurz, daß am Gaisberg das würmzeitliche Eis nahe der Zistelalm *in über 900 m SH stand.*

Die Autoren nach G. GÖTZINGER bestätigten diese Eisstromhöhe hier nur allgemein und ohne Einzelangaben: E. SEEFELDNER (1961, 431), E. EBERS et al. (1966, 9), G. TICHY (1985, 43). Einzelbeobachtungen gibt nur W. DEL-NEGRO (1957, 47) an. Er bestätigt die Moränen bei der Zistelalm, erwähnt östlich davon Erratika bis über 1000 m Höhe (Abb. 3, P. 6), Moränenwälle (ohne Höhenangabe) zwischen Rauchenbühel und Gurlberg (Abb. 3, P. 7), starke Moränenbedeckung in der Gersbergmulde an der Westseite des Gaisbergs (Abb. 3, P. 8), geringere am Westhang des Rauchenbühels (Abb. 3, P. 9). Die Gersbergmulde erstreckt sich über eine Höhendistanz von ungefähr 700 bis 900 m; der Rauchenbühel reicht bis 988 m. Später legte W. DEL-

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

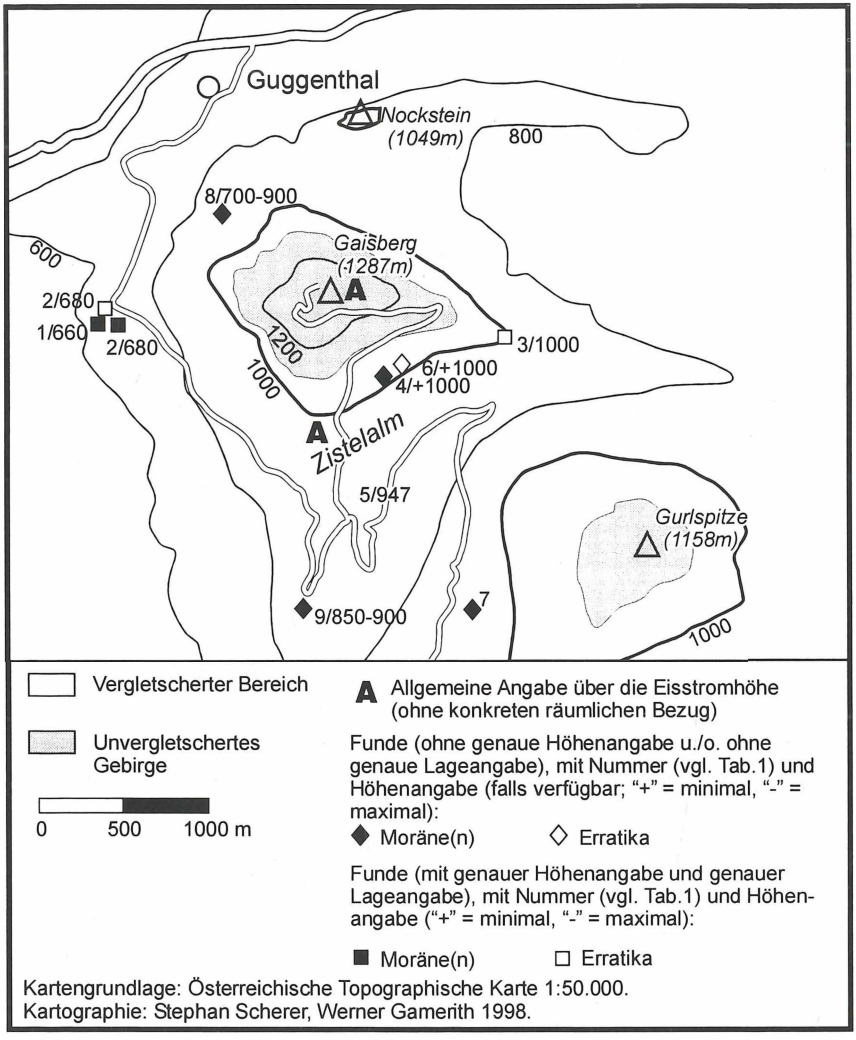

Abb. 3 Funde zur Eisstromhöhe des eiszeitlichen Salzachgletschers im Bereich des Gaisbergs.

NEGRO (1960, 32 und 1970², 50) die Erratika-Obergrenze am Gaisberg mit 1000 m fest. R. v. KLEBELSBERGs (1933, 87) Karte erreicht den Gaisberg nicht mehr, zeigt aber östlich der Stadt Salzburg eine Eisstromhöhe von 1000 bis 1050 m. In R. WEINHARDTs (1973) Karte ist der Gaisberg eisfrei, in der Karte von J. FINK & H. NAGL (1979) ein der Fläche nach etwas größerer Periglazialbereich. D. van HUSENs (1987a) Karte legt die Eisstromhöhe auf der Nordseite des Gaisbergs mit 1000 m fest, auf der Südseite mit knapp 1050 m.

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

Schon G. GÖTZINGERs Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Eisstromhöhe von >1000 m am Gaisberg von Ablagerungen der letzten Eiszeit erreicht werden. In S. PREYs (1969) geologischer Karte sind die höchstgelegenen Moränenvorkommen mit einem Wall, die nordöstlich der Zistelalm unter der Straße bis über 1020 m emporreichen, eindeutig der Würmeiszeit zugeordnet. Eigene Begehungen brachten auch keine höheren Funde.

Die maximale eiszeitliche Eisobergrenze (früherer Eiszeiten) müßte hier höher gereicht haben, was aber bisher noch nicht bewiesen ist. Einen Hinweis gibt es jedoch – den einzigen im Untersuchungsgebiet –, wie weit sie gereicht haben könnte: Für die Gipfelverebnung des Gaisbergs erwähnt G. GÖTZINGER (1936, 138) von ihm bereits früher entdeckte *Augensteinchen*, also tertiäre Zentralalpengerölle, die E. SEEFELDNER (1961, 505) als altpliozäne Salzachschotter deutete. Wenn diese Tertiärgerölle hier erhalten blieben, kann die maximale Eisstromhöhe den Gaisberg nicht wesentlich überragt haben.

4.2 Osterhorngruppe nördlich des Wiestals

Südsüdöstlich des Gaisbergs reichte die Höhe der nördlichen Gipfel der Osterhorngruppe (Mühlstein 1059 m, Schwarzenberg 1334 m) für eine nennenswerte würmzeitliche Eigenvergletscherung nicht aus. Glazigene Spuren können hier nur vom Salzacheisstrom stammen.

W. DEL-NEGRO (1957, 47) erwähnt *besonders mächtige Moränen* zwischen Mühlstein und Schwarzenberg, leider ohne Höhenangabe (Abb. 2, P. 10). M. SCHLAGERs (1960, A78) Notiz, daß *auf dem Plateau des Mühlsteins glaziale Geschiebe, auch Kristallin, bis über 1000 m Höhe gehen* (Abb. 2, P. 11), deutet darauf hin, daß der Mühlstein nicht aus dem Eis ragte.

So zeigt es sich konsequenterweise auch auf den Karten des Salzachgletschers: Bei R. WEINHARDT (1973) liegt die Eisstromhöhe hier zwischen 1100 und knapp 1300 m, bei J. FINK & H. NAGL (1979) bei 1100 bis 1200 m. Doch der Schwarzenberg mit über 1300 m Höhe erscheint bei J. FINK & H. NAGL (1979) paradoxerweise, wohl durch ein Versehen, als eisüberdeckt. D. van HUSEN (1987a) zeigt hier die Eisstromhöhe bei 1100 m und weist den Schwarzenberg als eisfrei aus.

4.3 Untersberg

Der Untersbergstock, der im Berchtesgadener Hochthron mit 1973 m kulminiert, besaß eine hocheiszeitliche Eigenvergletscherung. Das vermindert hier die Möglichkeit der Erhaltung kristalliner Erratika beträchtlich. Die Belege dafür sind in der Literatur dünn gesät, stützen aber doch die in der Nachbarschaft entwickelte Vorstellung der Eisstromhöhe für diesen Raum gut.

E. FUGGER (1880, 144) berichtet von *einem großen Block von Gneissgranit oberhalb des Fürstenbrunnen* in rund 620 m Höhe (Abb. 2, P. 12) und von *einigen Trümmern von Chloritschiefern auf dem Firmianmais etwa*

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

940 m ü. M. (Abb. 2, P. 13) im Bereich der ehemaligen Firmian-Alm, westlich des Rosittenbaches. C. ABERLEs et al. (1881, 33) Erwähnung von *vereinzelten erratischen Blöcken* auf der Nordseite des Untersbergs bis in 940 m Höhe (Abb. 2, P. 14) könnte damit übereinstimmen. E. FUGGER & C. KASTNER (1885, 33) wiederholen diesen Hinweis und schreiben, daß *überhaupt am ganzen Nordabhange des Berges von Glaneck bis Großgmain erratische Geschiebe in Menge liegen*. E. BRÜCKNER (1886, 43 f.) erwähnt einen erratischen Block an der Ostseite des Untersbergs beim Drachenloch in 1100 m Höhe (Abb. 2, P. 15), den er ebenso wie die Grauwackengeschiebe in 1050 m Höhe (Abb. 2, P. 16) auf der *Vierkaseralp* in 1050 m Höhe in seine Karte I eintrug, dazu auch den bereits erwähnten Chloritschiefertrümmer-Fund von E. FUGGER (1880, 144).

Später gab es hier keine Hinweise auf Erratikafunde mehr. W. DEL-NEGRO (1960, 32; 1970², 50; 1983, 50) kennzeichnet nur allgemein die Erratikagrenze am Nordrand des Untersbergs bei 1100 m aufgrund der Karte R. v. KLEBELSBERGs (1933, 1935; DEL-NEGRO, 1950, 288).

In den Karten des eiszeitlichen Salzachgletschers liegt die Eisstromhöhe am Nordrand des Untersbergs bei R. v. KLEBELSBERG (1933, 87) bei 1100 m, bei R. WEINHARDT (1973) vermutlich (wenn man die fehlende 1200-m-Isohypse ergänzt) bei 1200 m, bei J. FINK & H. NAGL (1979) sowie bei D. van HUSEN (1987a) ebenfalls bei 1200 m.

Von der Südseite des Untersbergs berichteten C. ABERLE et al. (1881, 32 f.), daß die *Höhen des Siegelberges bei Berchtesgaden mit erratischen Blöcken übersäet sind* (Abb. 2, P. 17) und daß diese erratischen Blöcke *hoch an den Südabfall des Untersberges hinaufreichen* (keine Höhenangabe). E. FUGGER & C. KASTNER (1885, 32) beschreiben die Höhen der Siegellahner, von Gern und Ettenberg als teilweise mit erratischem Material bedeckt (Abb. 2, P. 18 u. 19; keine Höhenangaben). Der Siegellahner am Südwesthang des Untersbergs liegt deutlich höher als 1100 m, jedoch nicht höher als 1300 m. Die Höhen von Gern und Ettenberg erreichen 900 bis 1000 m.

In den Salzachgletscher-Karten von R. WEINHARDT (1973), J. FINK & H. NAGL (1979) sowie D. van HUSEN (1987a) liegt die Eisstromhöhe auf der Südseite des Untersbergs bei 1300 m.

4.4 Osterhorngruppe zwischen Wiestal und Taugltal

Südlich des Wiestals reichen die höheren Gipfel der Osterhorngruppe (Ochsenberg 1487 m, Wieserhörndl 1567 m, Schlenken 1646 m, Schmittenstein 1695 m) in den Höhenbereich würmzeitlicher Eigenverfirnung und -vergletscherung, wie das D. van HUSEN (1987a) in seiner Karte darstellte, die unseren Abbildungen 1 und 2 zugrunde liegt. Damit aber spielen in diesem Bereich bereits Lokalmoränen eine Rolle, die nicht immer für die Rekonstruktion der Eisstromgrenze Bedeutung haben (Kap. 3.3.3.1). Leider lassen die Aussagen der Fundberichte da oft eindeutige Unterscheidungen vermissen.

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

Schon E. BRÜCKNERs (1886, 44 u. Karte I) Hinweis auf eine *locale Ufermoräne* an der Westseite des Schlenken in 1108 m Höhe (Abb. 2, P. 20) könnte demnach ausgeschieden werden. Doch bezieht sich der Fundbericht wohl kaum auf einen selbständigen Lokalgletscher des jüngeren Spätglazials.

Schwieriger ist die Auswertung der Funde M. SCHLAGERs, da er den Ablagerungen selbständiger spätglazialer Lokalgletscher große Aufmerksamkeit widmete, besonders auch denen aus der Zeit nach dem Schwinden des Eisstromnetzes (Schlernstadium usw.). Am eindeutigsten unter seinen Funden ist der von zahlreichen *Erratica* (Höhe nicht genannt) im Bereich Kolomanplateau–Spumberg–Wimberg (Abb. 2, P. 21). Die nach Angaben M. SCHLAGERs (1958, 257; 1959, A77) in Abb. 2 eingetragenen Punkte 22 bis 25 sind als Glazialablagerungen nur in Verbindung mit dem Eisstromnetz denkbar.

Die hier angedeutete Problematik der Fundberichte bringt uns in diesem Bereich noch in keine Schwierigkeiten, denn keiner der erwähnten Funde einschließlich derer von Zeugen selbständiger Lokalgletscher reicht höher als die aus den räumlichen Zusammenhängen sich ergebende Mindesteisstromhöhe des hocheiszeitlichen Salzachgletschers. Diese liegt nach E. BRÜCKNER (1886, Tafel I) über Hallein bei 1130 m, nach allen erwähnten Karten des eiszeitlichen Salzachgletschers beim Wieserhörndl bei rund 1200, im Gebiet Schlenken–Schmittenstein bei rund 1400 m.

4.5 Voralpen der Westseite zwischen Berchtesgadener Ache und Weißenbachtal

Nach den erwähnten Karten des eiszeitlichen Salzachgletschers steigt die Eisstromhöhe westlich der Salzach im Bereich von Hallein übereinstimmend von rund 1200 m über St. Leonhard bis zum Zinkenkogel (1337 m) südlich von Hallein auf rund 1400 m an und weiter auf rund 1450 m zum Roßfeld (1539 m). E. BRÜCKNER (1886, Tafel I) gab dagegen über Golling eine Eisstromhöhe von nur 1250 m an.

Der Gipfel des Roßfelds ragte also noch aus dem Salzacheisstrom, der Zinkenkopf wohl kaum noch. Erst recht im Eisstrom verborgen blieben die nordwärts folgenden Höhen (Dürrnberg/Siedlung 771 m, Großer Barmstein 851 m und Hoher Götschen 930 m).

So leisten die in diesem Bereich erwähnten Funde der Rekonstruktion der Eisstromhöhe auch keine nennenswerten Dienste, so der Hinweis von C. ABERLE et al. (1881, 32), daß *sich erratische Blöcke auf der Hochebene zwischen Barmstein und Dürrenberg finden* (Abb. 2, P. 26) oder der Verweis E. BRÜCKNERs (1886, 40) auf LILL VON LILIENBACH, der *große Granitblöcke und Geschiebe von Porphyr auf bedeutenden Höhen des Götschen und Sillberges bei Hallein* gefunden habe. Weiter im Süden berichtet E. BRÜCKNER (1886, 43) immerhin von einer *Moräne des Berchtesgadener Gletschers* am Nordabfall des *Zinken bei Hallein* in 1130 m Höhe (Abb. 2, P. 27) und E. FUGGER (1907, 24) von *glazialen Geschieben auf dem Zinkenkopf bei Hallein in nahezu 1200 m Meereshöhe* (Abb. 2, P. 28).

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

Der Verfasser Gamerith fand südöstlich des Roßfeldgipfels knapp unterhalb der Neßlangeralm, unweit der Schihütte, auf einem Nordwest–Südost verlaufenden Rücken kleinere rundbuckelartige Formen mit etwa quer zum Rückenverlauf ausgerichteten Sichelbrüchen/Sichelmarken (EHLERS, 1994, 21) in 1240 m Höhe. Diese Sichelbrüche bezeugen eine ungefähre Eisfließrichtung Südwest–Nordost. Der Eisstrom war hier also gewiß nicht ganz dünn, d. h. seine Oberfläche lag deutlich höher.

4.6 Berge zwischen Taugl- und Lammertal

Der Trattberg (1758 m) ragte während der letzten Eiszeit sicherlich aus dem Salzacheisstrom und der Schwarzer Berg (1584 m) über Golling vielleicht auch noch. Alle erwähnten Karten des eiszeitlichen Salzachgletschers zeigen die Eisstromhöhe im Bereich des Schwarzen Bergs in rund 1600 m Höhe.

Die Funde von entsprechenden Spuren reichen nicht hoch. Den Trattberg erwähnt nur E. BRÜCKNER (1886, 44), nämlich eine *locale Ufermoräne* in 1124 m Höhe am *Tragberg bei Golling, Südseite* (Abb. 2, P. 30).

Westlich des Trattbergs erwähnt M. SCHLAGER (1951, 21 ff.) etwa entlang der Linie Fuchsreith (P. 1094 m)/Zimmereckwald–St. Koloman–Hellweng eine klare Grenze zwischen lokalem Moränenmaterial im Osten und Fernmoräne (hauptsächlich Material aus dem Lammertal) im Westen. Das sagt nichts über die Eisstromhöhe, kennzeichnet aber den oft raschen Wechsel der Material- und lokalen Eiszufuhr zum Salzach-Eisstrom im ältesten Spätglazial.

Dem Schwarzen Berg gelten mit die ältesten Fundberichte. E. FUGGER & C. KASTNER (1883, 30, 42) führen eine *Privatmittheilung des Herrn Dr. A. BITTNER* folgendermaßen an: *Aber selbst hoch oben an der Südseite des Gollinger Schwarzberges bei der Länggriesalpe, 1200 m über dem Meere, liegen glaciale Schotter* (Abb. 2, Punkt 31). A. BITTNER (1884, 82) selbst veröffentlichte seine Beobachtung erst ein Jahr später und schrieb, daß *um die Lehngriesalpe* (südlich des Schwarzen Bergs, die Verf.) *diluviale Gebilde mit einzelnen krystallinischen Gesteinsgeröllen, Brocken von Gosaugestein u. s. f. bis zu einer Seehöhe von sicher 1200 Metern reichen*. Diese Beobachtungen wurden in späteren Veröffentlichungen erwähnt (BRÜCKNER, 1886, 44; FUGGER, 1907, 24). Der Verfasser Gamerith fand einen rötlichen Quarzit in 935 m Höhe (Abb. 2, P. 32) an einem Weganriß oberhalb Bachrainer im Bereich des Schwarzen Bergs in günstiger Lage (flachwellige Spornoberfläche), holte damit aber A. BITTNER bei weitem nicht ein.

4.7 Hoher Göll und Hagengebirge

Der Hohe Göll (2522 m) als isolierter Gipfel hatte eine Eigenvergletscherung, die sich zwar mit jener der benachbarten Kalkhochplateaus nicht messen konnte, aber doch so ausgeprägt war, daß schon E. BRÜCKNER (1886, 41) schrieb: *Am Hohen Göll liegt die obere Grenze der Urgebirgsgeschiebe in Folge des von links in den Salzachgletscher einmündenden Torrener Glet-*

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

schers besonders tief. Da sich an den steilen Hängen des Bergs Erratika nur ausnahmsweise gehalten haben dürften und der Göll nur für Bergsteiger erreichbar ist, fehlen hier Fundberichte. W. DEL-NEGRO (1960, 32; 1970², 50; 1983, 50) legt allgemein die Erratikagrenze nördlich des Hohen Göll mit rund 1500 m Höhe fest (ähnlich SEEFELDNER, 1961, 431) und auf der Südseite mit 1600 m oder sogar etwas höher. Dagegen schätzt E. EBERS in E. EBERS et al. (1966, 9) die Höhe der eiszeitlichen Gletscheroberfläche nördlich der Engpässe nur auf *1300–1400 M. H.* Die erwähnten Karten des Salzacheisstroms zeigen hier eine Eisstromhöhe von rund 1600 m.

Für das Hagengebirge mit seinem Karsthochplateau und seiner entsprechend stärker ausgeprägten Eigenvergletscherung bietet die Literatur nur einen einzigen Fund, und zwar von erratischen Blöcken in 1250 m Höhe auf der Nordostseite im Bereich der Kratzalm (Abb. 2, P. 33) (BITTNER, 1884, 82; ihm folgend FUGGER & KASTNER, 1885, 31, und BRÜCKNER, 1886, 43, der dort wichtigerweise auch *locale Moräne* erwähnt) (Abb. 2, P. 34).

Sonst finden sich nur allgemeine Literaturhinweise. Auf der Südseite des Hagengebirges kommen A. PENCK & E. BRÜCKNER (1909, 270), W. DEL-NEGRO (1960, 32; 1970², 50) und G. TICHY (1985, 43) auf rund 1900 m, was ungefähr mit sämtlichen erwähnten Eisstromkarten übereinstimmt, die hier 1800 bis 1900 m Eisstromhöhe anzeigen.

4.8 Tennengebirge

Das Tennengebirge mit dem Raucheck (2431 m) als höchste Erhebung trug auf seiner hohen (meist über 2000 m), weiten Plateaufläche eine starke Lokalvergletscherung. Nur wenige Erratika-Funde sind hier bekannt. E. FUGGER & C. KASTNER (1885, 29) notierten erratische Blöcke im Larzenbachgraben bei 1400 m (Abb. 2, P. 35). E. BRÜCKNER (1886, 43) verzeichnete in seiner Liste am Südabfall *auf der Elmaualpe Gneißgeschiebe und Moränen* bei 1618 m (Abb. 2, P. 36) und am Osthang der Bischlinghöhe bei Werfenweng *Glimmerschiefergeschiebe und Moräne* bei 1690 m (Abb. 2, P. 37). In seiner Tafel I kennzeichnet E. BRÜCKNER (1886) die erratische Grenze bei Werfen mit diesem Wert 1690 m, rundet aber im Text (1886, 41 f.) die *erratische Geschiebegrenze* hier doch auf 1700 m auf.

Spätere Verfasser kommen mit ihren nur allgemeinen Angaben über die Eisstromhöhe zu etwas höheren Werten und stützen sich dabei wohl vor allem auf die inzwischen erschienenen und hier immer wieder erwähnten Karten des eiszeitlichen Salzachgletschers. So bemerkte E. EBERS in E. EBERS et al. (1966, 9): *Südlich des Passes Lueg* [...] *stand die Gletscheroberfläche bei 1700 m M. H.*, und W. DEL-NEGRO (1960, 32; 1970², 50; 1983, 50) sowie G. TICHY (1985, 43) geben sie auf der Südseite der Kalkalpen (Hagengebirge, Tennengebirge, Hochkönig), also deutlich weiter südlich, mit 1900 m Höhe an. Eigene Begehungen des Verfassers Gamerith im Tennengebirge blieben ergebnislos. Damit erging es ihm ähnlich wie A. LEIDLMAIR (1956, 35) im Durchbruch der Saalach durch die Kalkalpen.

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

4.9 Hochkönig/Östliche Dientener Schieferalpen

Auch der mächtige Hochkönig (2941 m) entwickelte eine starke Eigenvergletscherung. Kein Wunder, daß die wenigen bisher erwähnten Funde deutlich sogar unter der von E. BRÜCKNER (1886, 41 f.) hier angenommenen Erratikagrenze blieben.

Im Kalkalpengebiet des Hochkönigs gibt es nur den Hinweis von A. PENCK & E. BRÜCKNER (1909, 270) auf *erratische Vorkommnisse* östlich der Übergossenen Alm in 1600 bis 1700 m Höhe (Abb. 2, P. 38).

Aufgrund eines dankenswerten Hinweises von Dr. H. W. WEINMEISTER (Salzburg, heute Ordinarius in Wien) gelangen Verfasser Gamerith mehrere wichtige Erratikafunde, und zwar am bzw. nächst dem markierten Steig von der Erichhütte (1545 m, südsüdwestlich des Hochkönigs) zur Taghaube (2159 m). Es waren Granitgneisgeschiebe in 1720 und 1785 m ü. M. (Abb. 2, P. 39 u. 40) und als Krönung ein großer, kantengerundeter, für die Wegmarkierung genutzter und auch durch seinen Flechtenbewuchs auffälliger Granitgneisblock bei 1920 m (Abb. 4; Abb. 2, P. 41). Dieser mißt an der Oberfläche 100 cm Länge, 50 cm Breite, 30 cm Höhe und dürfte an die 500 kg wiegen. Kein Mensch kann ihn dort hinaufgeschleppt haben. Bemerkenswerterweise ragt dieser Block aus einem 32° steilen Hang. Mit seiner Längsachse in der Fallinie und den an der Stirnseite zusammengeschoppten Steinen hat er das Aussehen eines Wanderblocks, den der Gletscher höchstwahrscheinlich höher oben abgelagert hatte. Damit reicht dieser Block auch in seiner heutigen La-

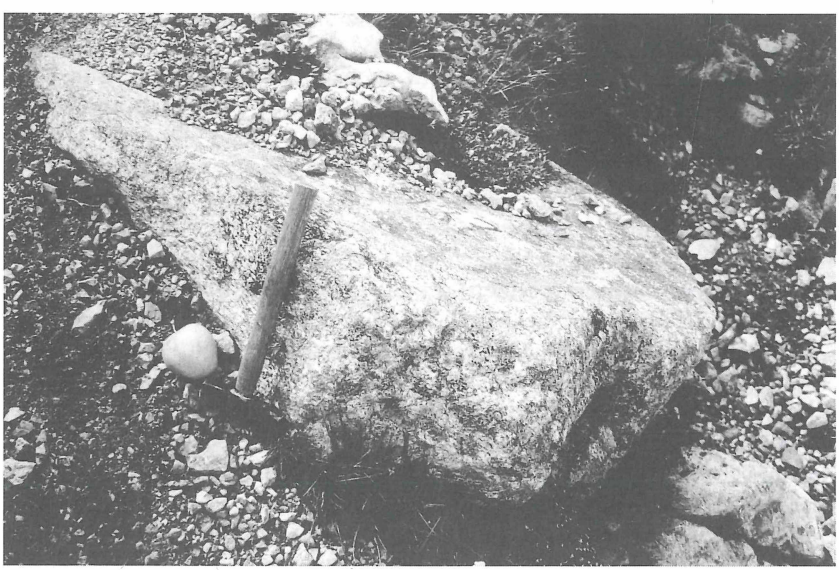

Abb. 4 Erratischer Granitgneisblock am markierten Weg Erichhütte–Taghaube in 1920 m Höhe (Abb. 2, P. 41, Hochkönig; Aufnahme: W. Gamerith, 23. Juli 1990).

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

ge nahe an die 2000-m-Höhenlinie der Eisstromoberfläche, wie sie an der Südseite des Hochkönigs in den Karten von R. v. KLEBELSBERG (1933), R. WEINHARDT (1973), J. FINK & H. NAGL (1979) und D. van HUSEN (1987a) etwas weiter südlich durchläuft.

Weiter südlich, im Schieferbereich, berichteten E. FUGGER & C. KASTNER (1885, 30) über erratische Blöcke südlich von Mühlbach im Reckzagelgraben *bis in seine hintersten Anhöhen hinauf* (Abb. 2, P. 42), leider ohne Höhenangabe. Dieser Graben beginnt unterhalb des Hochglockergipfels (1590 m), so daß mit den *hintersten Anhöhen* durchaus eine Höhe von 1500 m gemeint sein kann. E. FUGGER & C. KASTNER (1885, 28) erwähnen ferner nordnordöstlich von Mühlbach einen zwei Meter langen und mehr als einen Meter breiten Gneisblock *im Gainfeldgraben hoch oben an der Nordseite des Hochkeil, 1560 m ü. d. Meer, beim Wilden See* (Abb. 2, P. 43). Am Ostabfall des Hundsteins (südwestlich von Dienten) verzeichnet E. BRÜCKNER (1886, 43) einen erratischen Gneisblock bei 1652 m. Dieser Block dürfte wohl dem Erratikum östlich unter der Klingspitze (1988 m) mit der Höhenangabe 1650 m in E. BRÜCKNERs Karte I entsprechen (Abb. 2, P. 44).

5. Abschließende Bemerkungen

5.1. Ungleiche Verteilung der Zeugenfunde

Vergleicht man die Höhenangaben der dokumentierten Punkte auf den Abbildungen 2 und 3 mit der Eisstromhöhe des Salzachgletschers während der letzten Hocheiszeit in D. van HUSENs (1987a) Karte (Abb. 1), so reichen diese Punkte nur in wenigen Fällen dicht an diese Eisstromhöhe heran. Diese Fälle beschränken sich auf die Mündung des alpinen Salzachtals ins Vorland und auf den Südrand des Untersuchungsgebiets.

Im Mündungsbereich häufen sich die wichtigen Zeugen der Eisstromhöhe an der Ostseite im voralpinen Gaisberggebiet, an der Westseite am hochalpinen Untersberg. Diese Häufung verdankt der Gaisberg seiner Funktion als stadtnahe Aussichtswarte, die sich auch forschungsgeschichtlich auswirkte. Auch der Untersberg war wegen seiner Lage für Touristik und Forschungsgeschichte anziehender als seine Nachbarn Göll, Hagengebirge und Tennengebirge.

Am Südrand kann man südlich des Tennengebirges den Punkt 37 zu den relativ höchstgelegenen und damit wichtigen Zeugen rechnen. Die wichtigsten sind die neuen Funde auf der Südseite des Hochkönigs, besonders Punkt 41.

Mit diesen Zeugen sind die Eisstromkarten im Untersuchungsgebiet (Abb. 1) hinreichend abgestützt. Die Gefällsverteilung der Eisstromoberfläche bleibt hier – wie gesagt – undiskutiert.

Die Schwierigkeiten der Auffindung erratischen Materials sind unterschiedlich. In der hoch hinauf bewaldeten Osterhorngruppe im nordöstlichen Teil des Untersuchungsgebiets erfordert die mächtige Bodendecke meist künstliche Aufschlüsse wie z. B. durch den Wegebau. Noch in der Osterhorngrup-

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

pe und erst recht in den Hochalpen erscheint das erratische Material durch Lokalmoräne zurückgedrängt, wobei wir in der südlichen Osterhorngruppe M. SCHLAGER dank seiner petrographischen Kenntnisse wertvolle Hinweise auf die Verteilung der Lokalvergletscherung zur Zeit des noch vorhandenen Eisstromnetzes verdanken. Man muß sich allerdings davor hüten, von Lokalmoräne auf einen Lokalgletscher zu schließen, denn der Salzacheisstrom selbst nahm zweifellos weithin auch lokales Material auf.

In den Kalkhochalpen stieg die Eisstromoberfläche rasch über die hocheiszeitliche Schneegrenze an. Hocheiszeitliche Wallmoränen können dann nicht mehr erwartet werden (Kap. 3.3.4).

5.2 Forschungsgeschichtliche Hintergründe

Die ungleichmäßige Verteilung hochgelegener Zeugen der Fernvergletscherung ist zumindest teilweise forschungsgeschichtlich erklärbar.

Die Salzachgletscherforschung (siehe auch KOHL, 1997) erreichte einen ersten Höhepunkt in den 1880er Jahren durch E. BRÜCKNER, den ersten Dissertanten des nur um vier Jahre älteren Großen A. PENCK in München (KINZL, 1957, 21), des Vaters der modernen Eiszeitforschung. E. BRÜCKNERs Doktorarbeit (1886) kann in ihrer Bedeutung als erste detaillierte Darstellung eines der großen Eisströme der Ostalpen, besonders im Vorland, aber auch bis tief ins Hochgebirge, als Pionierleistung und in ihrer Sorgfalt und Genauigkeit gar nicht hoch genug eingeschätzt werden.

E. BRÜCKNER traf damals in Salzburg auf einen ersten großen Aufbruch in der Eiszeitforschung. Unsere erstmals erwähnten Zeugen der Eisstromhöhe der 1880er Jahre vor E. BRÜCKNER bezogen wir von C. ABERLE, A. BITTNER, C. KASTNER und vor allem vom großen Pionier E. FUGGER. Alle Beobachtungen aus dieser Zeit hatten ihren Schwerpunkt im näheren Bereich der Stadt Salzburg. Nach Süden dünnen sie aus.

Als A. PENCK später gemeinsam mit E. BRÜCKNER das große Hauptwerk über die einstige Vergletscherung der gesamten Alpen veröffentlichte („Die Alpen im Eiszeitalter", 1909), blieb für ihn das westliche Ostalpenvorland mit dem inneralpinen Inngletscher weiterhin das wichtigste Schlüsselgebiet. Damit lag die weitere Erforschung des eiszeitlichen Salzachgletschers mehr am Rand.

Erst ab den 1930er Jahren verdanken wir wieder einem bedeutenden Quartärgeologen am Salzburger Voralpenrand wichtige neue Beobachtungen: G. GÖTZINGER, der wie E. FUGGER auch als Aufnahmsgeologe im Bereich von Salzburg tätig war und später Direktor der Geologischen Bundesanstalt in Wien wurde. Er führte 1936 die Teilnehmer der III. Internationalen Quartär-Konferenz der Internationalen Quartärvereinigung (INQUA) durch das Salzburger Gebiet. Dieses Ereignis brachte der Eiszeitforschung in Salzburg und Österreich neue Anstöße.

Nach dem Zweiten Weltkrieg erlebte die Eiszeitforschung in Salzburg einen neuen Aufschwung durch die Geologisch-mineralogische Arbeitsgruppe am

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

Haus der Natur, zu der auch Geographen stießen. Ihre vervielfältigten Vorträge ab 1950 in den „Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft vom Haus der Natur in Salzburg" sind eine Fundgrube. Die Redaktion übernahm W. DEL-NEGRO. In diesem Kreis traf man beispielsweise R. BESCHEL, K. JAKSCH, T. PIPPAN, S. PREY, M. SCHLAGER, E. SEEFELDNER und nicht zuletzt den genialen Autodidakten L. WEINBERGER, der dem Salzach-Vorlandgletscher höchste Bedeutung in der ostalpinen Forschung sicherte. Doch auch in dieser Glanzzeit lag der Forschungsschwerpunkt im Alpenvorland und in den Voralpen. Im Alpeninneren ging man besonders den seit den 1930er Jahren heiß diskutierten Fragen der spätglazialen selbständigen Lokalvergletscherung nach, die unser Thema nicht berühren.

W. DEL-NEGRO war von Anfang an die Integrationsfigur dieses Kreises. Ihm, dem habilitierten Philosophen (!), verdanken wir die Gesamtdarstellung der Geologie des Landes Salzburg, erstmals 1950 erschienen, dann als Bundesländerheft der Geologischen Bundesanstalt 1960, das 1970 und 1983 in den uns betreffenden Abschnitten unverändert nachgedruckt wurde. Bei Schätzungen über die hocheiszeitliche Eisstromhöhe des inneralpinen Salzachgletschers folgen die meisten Autoren seinen allgemein gehaltenen Angaben. Diese Angaben aber fußen nur im Bereich des Gaisbergs auf eigenen Beobachtungen, ansonsten aber kompilierte er (DEL-NEGRO, 1950, 288) die Angaben nach der Karte R. v. KLEBELSBERGs (1933, 1935). Mit geringfügigen Änderungen übernahm W. DEL-NEGRO diese Werte in die späteren Bände.

5.3 Keine Geheimwissenschaft

Weit mehr als die Hälfte der hier dokumentierten Zeugen der hocheiszeitlichen Eisstromhöhe des Salzachgletschers wurden vor dem Ersten Weltkrieg beschrieben. Man hat sich also seither immer weniger darum gekümmert. Hier könnten auch interessierte Laien noch viel zum Fortschritt unserer Kenntnis beitragen. Bergsteigerinnen und Bergsteiger erkennen leicht z. B. kristalline Erratika (Granit, Gneis, Glimmerschiefer usw.) im Bereich von Kalk- und Dolomitbergen. Es lohnt sich, Lage und Meereshöhe festzuhalten. Wenn die Gesteinsart nicht genauer erkannt wird, so helfen auch Angaben über Größe und Form solcher Zeugen. Rein touristisch kann heute niemand mehr in den Alpen Neues erleben. Doch solche Beobachtungen verhelfen im kleinen noch immer zu Forschungsfreuden.

Wohin mit den Beobachtungen? Das Haus der Natur in Salzburg hat in der Eiszeitforschung über Salzburg eine Rolle gespielt, wie wir sahen. Es ist die ideale Anlaufstelle für briefliche Mitteilungen über neue derartige Beobachtungen, zugleich auch Vermittlungsstelle für Kontakte zu entsprechenden Fachleuten. Schicken Sie bitte solche Mitteilungen unter dem Kennwort „Eiszeit Salzburg" an das

Haus der Natur – Geowissenschaften
Museumsplatz 5
A-5020 Salzburg
Tel.: (0662) 84 26 53; Fax: (0662) 84 79 05

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

ANHANG

Tabelle 1: Verzeichnis der Angaben über die Höhe des hocheiszeitlichen Salzachgletschers sowie der erratischen Funde

Punkt[1]	Lokalität	Höhenlage in m ü. M.[2]	Art des Fundes	Autor(en)	Kap.
1	Gaisberg-Westfuß	660	Seitenmoräne	FUGGER & KASTNER (1883, 137 f.)	4.1
2	Gaisberg-Westfuß	680	Seitenmoräne, erratischer Block	FUGGER & KASTNER (1885, 32 f.)	4.1
3	Gaisberg-Ostkamm	1000	erratischer Gosaublock	GÖTZINGER (1930, 61)	4.1
4	östlich Zistelalm	+1000	Moränen	GÖTZINGER (1936, 139)	4.1
5	südlich Zistelalm	947	Moränen	GÖTZINGER (1936, 139)	4.1
6	östlich Zistelalm	+1000	Erratika	DEL-NEGRO (1957, 47)	4.1
7	zwischen Rauchenbühel und Gurlberg	(?)	Moränen	DEL-NEGRO (1957, 47)	4.1
8	Gersbergmulde	(700–900)*	Moränen	DEL-NEGRO (1957, 47)	4.1
9	Rauchenbühel-Westhang	(850–900)*	Moränen	DEL-NEGRO (1957, 47)	4.1
10	zwischen Mühlstein und Schwarzenberg	(?)	Moränen	DEL-NEGRO (1957, 47)	4.2
11	Mühlstein	+1000	glaziale Geschiebe, auch Kristallin	SCHLAGER (1960, A78)	4.2
12	oberhalb Fürstenbrunn	620	*grosser Block von Gneissgranit*	FUGGER (1880, 144)	4.3
13	nahe der Firmian-Alm	940	*einige Trümmer von Chloritschiefer*	FUGGER (1880, 144)	4.3
14	Untersberg-Nordseite	940	*vereinzelte erratische Blöcke*	ABERLE et al. (1881, 33)	4.3
15	Untersberg-Ostseite/Drachenloch	1100	erratischer Block	BRÜCKNER (1886, 43 f.)	4.3
16	Untersberg-Nordseite/Vierkaseralp	1050	Grauwackengeschiebe	BRÜCKNER (1886, 43 f.)	4.3
17	Höhen des Siegelbergs/Untersberg-Südabfall	(?)	erratische Blöcke	ABERLE et al. (1881, 32 f.)	4.3

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

Punkt[1]	Lokalität	Höhenlage in m ü. M.[2]	Art des Fundes	Autor(en)	Kap.
18	Siegellahner	(min. 1100)*	*glaciale Findlinge aus der Centralkette*	FUGGER & KASTNER (1885, 32)	4.3
19	Gern/Ettenberg	(ca. 900)*	*glaciale Findlinge aus der Centralkette*	FUGGER & KASTNER (1885, 32)	4.3
20	Schlenken-Westseite	1108	*locale Ufermoräne*	BRÜCKNER (1886, 44)	4.4
21	Kolomanplateau–Spumberg–Wimberg	(?)	Erratika [Eisstromnetz spätglazial]	SCHLAGER (1959, A77)	4.4
22	Schlenkengebiet-Westseite	+1200	(lokale) Moränen [Eisstromnetz spätglazial]	SCHLAGER (1958, 257)	4.4
23	Spumberg	(max. 1150)*	Ufermoränen [Eisstromnetz spätglazial]	SCHLAGER (1958, 257)	4.4
24	Krisplwinkel	bis über 900	Moränen [Eisstromnetz spätglazial]	SCHLAGER (1959, A77)	4.4
25	Pertailgraben	(?)	(lokale) Moränen [Eisstromnetz spätglazial]	SCHLAGER (1958, 257)	4.4
26	*zwischen Barmstein und Dürrenberg*	(ca. 800)*	erratische Blöcke	ABERLE et al. (1881, 32)	4.5
27	Zinken bei Hallein/Nordabfall	1130	Moräne (Berchtesgadener Eisstrom)	BRÜCKNER (1886, 43)	4.5
28	Zinkenkopf	knapp 1200	glaziale Geschiebe	FUGGER (1907, 24)	4.5
29	Neßlangeralm	1240	Rundbuckel mit Sichelbrüchen	eigener Fund	4.5
30	*Tragberg* bei Golling (= Trattberg)/Südseite	1124	*locale Ufermoräne*	BRÜCKNER (1886, 44)	4.6
31	*Lehngriesalpe* bzw. Länggriesalpe	1200	*diluviale Gebilde mit einzelnen krystallinischen Gesteinsgeröllen*	BITTNER (1884, 82) (FUGGER & KASTNER [1883, 30, 42]) - nach BITTNER mündlich	4.6
32	Schwarzer Berg/Nordwestseite	935	erratischer Quarzit	eigener Fund	4.6
33	Kratzspitz-Kratzalpe	1250	erratische Blöcke	BITTNER (1884, 82)	4.7

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

Punkt[1]	Lokalität	Höhenlage in m ü. M.[2]	Art des Fundes	Autor(en)	Kap.
34	Kratzspitz-Nordostabfall–Kratzalpe	1250	*locale Moräne*	BRÜCKNER (1886, 43)	4.7
35	oberste Teile des Larzenbachgrabens	ca. 1400	erratische Blöcke	FUGGER & KASTNER (1885, 29)	4.8
36	Tennengebirge-Südabfall–Elmaualpe	1618	*Gneißgeschiebe und Moränen*	BRÜCKNER (1886, 43)	4.8
37	Bischlinghöhe-Ostabfall	1690	*Glimmerschiefergeschiebe und Moräne*	BRÜCKNER (1886, 43)	4.8
38	östlich der Übergossenen Alm	1600–1700	*erratische Vorkommnisse*	PENCK & BRÜCKNER (1909, 270)	4.9
39	Taghaube	1720	erratischer Granitgneisblock	eigener Fund	4.9
40	Taghaube	1785	erratischer Granitgneisblock	eigener Fund	4.9
41	Taghaube	1920	erratischer Granitgneisblock	eigener Fund	4.9
42	Reckzagelgraben	(ca. 1500)*	erratische Blöcke	FUGGER & KASTNER (1885, 30)	4.9
43	Gainfeldgraben	1560	*Gneissblock*	FUGGER & KASTNER (1885, 28)	4.9
44	Hundstein bei Dienten/Ostabfall	1652	*erratischer Gneißblock*	BRÜCKNER (1886, 43)	4.9

1 Vgl. Abb. 2 u. 3.

2 „+" bei Höhenangaben bedeutet „mindestens".

* Keine explizite Höhenangabe bei den jeweiligen Autoren; Höhenlage wurde aus den jeweiligen Angaben über die Lokalität ermittelt.

Literatur

ABERLE, C., FUGGER, E. & KASTNER, C., 1881, Geologische Skizze des Landes Salzburg. Beiträge zur Kenntniss von Stadt und Land Salzburg. Gedenkbuch an die 54. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Salzburg. Verlag Pustet, Salzburg: 10–35.

BITTNER, A., 1884, Aus den Salzburger Kalkalpen – das Gebiet der unteren Lammer. Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt: 78–87.

BRÜCKNER, E., 1886, Die Vergletscherung des Salzachgebietes nebst Beobachtungen über die Eiszeit in der Schweiz. Geographische Abhandlungen I/1. Verlag Hölzel, Wien: 183 S.

DEL-NEGRO, W., 1950, Geologie von Salzburg. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck: 348 S.

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

DEL-NEGRO, W., 1957, Bericht über Kartierungsarbeiten in der Gaisberggruppe 1:25000. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt: 41–47.

DEL-NEGRO, W., 1960 (1970²), Salzburg. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Bundesländerserie: Heft Salzburg. Wien: 56 S. (101 S.).

DEL-NEGRO, W., 1983, Geologie des Landes Salzburg. Schriftenreihe des Landespressebüros, Sonderpublikationen 45. Salzburg: 152 S.

EBERS, E., WEINBERGER, L. & DEL-NEGRO, W., 1966, Der pleistozäne Salzachvorlandgletscher. Veröffentlichungen der Gesellschaft für Bayerische Landeskunde 19–22. Verlag Lindauer, München: 217 S.

EHLERS, J., 1994, Allgemeine und historische Quartärgeologie. F. Enke, Stuttgart: 358 S.

FINK, J. & NAGL, J. (Hg.), 1979, Karte 1:1,000.000 „Quartäre Sedimente und Formen". Österreich-Atlas, Blatt II/6. ÖAW, Kommission für Raumforschung. Wien.

FUGGER, E., 1880, Der Untersberg. Wissenschaftliche Beobachtungen und Studien. Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins 11: 117–197.

FUGGER, E., 1907, Erläuterungen zur Geologischen Karte Hallein und Berchtesgaden. Geologische Reichsanstalt, Wien: 34 S.

FUGGER, E. & KASTNER, C., 1883, Glaciale Erscheinungen in der Nähe der Stadt Salzburg. Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt: 136–139.

FUGGER, E. & KASTNER, C., 1885, Naturwissenschaftliche Studien und Beobachtungen aus und über Salzburg. Verlag Kerber, Salzburg: 131 S.

GAMERITH, W., 1990, Die Eisstromhöhe des würmzeitlichen Salzachgletschers zwischen Salzburg und Bischofshofen. Dokumentation und Versuch einer Rekonstruktion. Mit einer Karte 1:200.000. Geograph. Dipl.-Arb., Univ. Salzburg. 57 S.

GÖTZINGER, G., 1930, Aufnahmsbericht über Blatt Salzburg. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt: 58–64.

GÖTZINGER, G., 1936, Salzburg und der Gaisberg. Führer für die Quartär-Exkursionen in Österreich. III. Internationale Quartärkonferenz, Wien, September 1936. Geolog. Bundesanstalt, Wien. I. Teil: 135–148.

GÖTZINGER, G., 1958, Bericht über Aufnahmen auf den Blättern Salzburg (63), Straßwalchen (64) mit Vergleichstouren auf den Blättern Ranshofen (45) und Mattighofen (46). Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt: 212–214.

GROSS, G., KERSCHNER, H. & PATZELT, G., 1977 (1976), Methodische Untersuchungen über die Schneegrenze in alpinen Gletschergebieten. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie 12: 223–251.

HACKER, C., 1979, Obergrenze der eiszeitlichen Vergletscherung im mittleren und westlichen Nordtirol und in den anschließenden bayerischen Gebieten – mit einer Karte 1:300000. Geograph. Dipl.-Arb., Univ. München. 151 S.

HIRTLREITER, G., 1992, Spät- und postglaziale Gletscherschwankungen im Wettersteingebirge und seiner Umgebung. Geograph. Diss., Universität München. Dissertations- und Fotodruck Frank, München. 154 S.

Van HUSEN, D., 1987a, Die Ostalpen in den Eiszeiten. Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen der Geologischen Bundesanstalt. Wien: 24 Seiten (mit Karte 1:500 000 „Die Ostalpen und ihr Vorland in der letzten Eiszeit (Würm)").

Van HUSEN, D. (Hg.), 1987b, Das Gebiet des Traungletschers, Oberösterrreich. Eine Typregion des Würm-Glazials. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der ÖAW 7. Wien: 78 S.

Van HUSEN, D., 1990, Verbreitung, Ursachen und Füllung glazial übertiefter Talabschnitte an Beispielen in den Ostalpen. In: LIEDTKE, H. (Hg.), Eiszeitforschung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt: 203–219.

KINZL, H., 1957, Eduard Brückner. Ein führender Gletscher- und Eiszeitforscher. In: KNOLL, F. (Hg., ÖAW), Österreichische Naturforscher, Ärzte und Techniker. Verlag der Gesellschaft für Natur und Technik, Wien: 21–23.

KLEBELSBERG, R. v., 1933, Grundzüge der Geologie Tirols. In: Tirol. Land und Natur. Volk und Geschichte. Geistiges Leben (hg. vom Deutschen und Oesterreichischen Alpenverein).

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.at

F. Bruckmann, München: 25–91 (S. 87: Karte „Die eiszeitliche Vergletscherung Tirols und der nördlichen und südlichen Anschlußgebiete. Nach dem Stande der Kenntnisse 1932. Im Inneren der Alpen ist der Höchststand der Vergletscherung dargestellt, im Alpenvorland die Reichweite der letzten Vergletscherung").

KLEBELSBERG, R. v., 1935, Geologie von Tirol. Gbr. Borntraeger, Berlin: 872 S. (S. 540: Gleiche Karte wie KLEBELSBERG 1933).

KLEBELSBERG, R. v., 1948/49, Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie. 2 Bde. Springer, Wien: 1028 S.

KOHL, H., 1997, Das Eiszeitalter in Oberösterreich. Abriss einer Quartärgeologie von Oberösterreich. Teil 1: 150 Jahre Eiszeitforschung in Oberösterreich. Jb. d. Oberöst. Mus.-Ver. 142/1: 341–420.

LEIDLMAIR, A., 1956, Die Formenentwicklung im Mitter Pinzgau. Forschungen zur Deutschen Landeskunde 89. Remagen: 102 S.

PENCK, A. & BRÜCKNER, E., 1909, Die Alpen im Eiszeitalter. 3 Bde. C. H. Tauchnitz, Leipzig: 1199 S.

PLÖCHINGER, B. & van HUSEN, D., 1987, Geologische Karte der Republik Österreich, Blatt 94, Hallein. Geologische Bundesanstalt. Wien.

PREY, S. (Hg.), 1969, Geologische Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1:50.000. Geologische Bundesanstalt. Wien.

SCHLAGER, M., 1951, Neuere Erfahrungen über die Lokalvergletscherung des Untersberg- und Tauglgebietes. Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft vom Haus der Natur in Salzburg 2: 18–25.

SCHLAGER, M., 1958, Bericht 1957 über geologische Aufnahmen auf Blatt Hallein (94). Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt: 252–259.

SCHLAGER, M., 1959, Bericht 1958 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein (94) und Salzburg (63). Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt: A70–A80.

SCHLAGER, M., 1960, Bericht 1959 über geologische Arbeiten auf den Blättern Hallein (94) und Straßwalchen (64). Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt: A71–A78.

SEEFELDNER, E., 1961, Salzburg und seine Landschaften. Eine geographische Landeskunde. Das Bergland Buch, Salzburg: 574 S.

TICHY, G., 1985, Tennengebirge – Geologische Übersicht. Salzburger Höhlenbuch 4 (hg. vom Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg). Salzburg: 27–45 (mit „Geologischer Karte des Tennengebirges" 1:25000).

WEINHARDT, R., 1973, Rekonstruktion des Eisstromnetzes der Ostalpennordseite zur Zeit des Würmmaximums mit einer Berechnung seiner Flächen und Volumina. Heidelberger Geographische Arbeiten 38: 158–178 (mit Karte 1:1,000.000 „Das Eisstromnetz der Ostalpen-Nordseite zur Zeit des Würmmaximums").

Anschrift der Verfasser:
Dr. Werner Gamerith
Geographisches Institut
der Universität Heidelberg
Berliner Straße 48
D-69120 Heidelberg

em. o. Univ.-Prof. Dr. Helmut Heuberger
Institut für Geographie
der Universität Salzburg
Hellbrunner Straße 34/III
A-5020 Salzburg

© Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Salzburg, Austria; download unter www.zobodat.a

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitt(h)eilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: 139

Autor(en)/Author(s): Gamerith Werner, Heuberger Helmut

Artikel/Article: Daten zur Eisstromhöhe des eiszeitlichen Salzachgletschers im Salzachquertal zwischen Schwarzach-St. Veit und Salzburg. 317-342