

Eiszeitliche Mittelmoränen in der Zentral- und Ostschweiz

RENE HANTKE*)

HANTKE, R. (2003): Eiszeitliche Mittelmoränen in der Zentral- und Ostschweiz. – Eiszeitalter und Gegenwart, 52: 13–24; Hannover.

Keywords: ice age, Linth glacier, medial moraines, Muota glacier, east Switzerland, Reuss glacier, Sihl glacier, Würm glacial, central Switzerland

Kurzfassung: Bei der Kartierung für den Geologischen Atlas der Schweiz 1: 25000 in der Zentralschweiz und in den westlichen Glarner Alpen wurden viele Quartärstrukturen als Ansätze von Mittelmoränen erkannt. Mittelmoränen, gebildet aus zwei Seitenmoränen am Zusammenfluss zweier Gletscher, wurden in der Eiszeitliteratur bisher viel zu wenig beachtet. Als Obermoränen lassen sie sich meist bis ans Zungenende verfolgen. Im proximalen Bereich liefern Mittelmoränen Hinweise auf die Eishöhen. Im distalen Bereich sind viele bisher als Drumlin kartierte Bildungen als Mittelmoränen zu deuten. Übereinander gelegene Abfolgen zeigen, dass Mittelmoränen sich oft über mehrere Kaltzeiten an den selben Stellen eingestellt haben. Ebenso lassen sich in ihrer Lage schwer verständliche, isolierte Schotter-Vorkommen auf Hochflächen des Mittellandes als von epiglaziären Schmelzwässern verschwemmtes Schuttgut auf Grund gelaufener Mittelmoränen erklären. Bisher wurden solche meist in der Schweiz als Überreste von alten Schotterfluren, als Deckenschotter-Vorkommen, gedeutet. In diese zusammenhängende Flur hätten sich später die Täler sukzessive eingetieft, was jedoch nie belegt worden ist.

[Medial moraines in Central and Eastern Switzerland]

Abstract: During cartographic field work for the Swiss Geological Atlas 1: 25000 in Central Switzerland and in the western Glarone Alps, many incipient moraine structures have been recognized as medial moraines. Medial moraines are poorly covered in the literature, although they take up the combined debris of two lateral moraines at the confluence of two glaciers. In most cases they can be followed up to the end of the glacier as superficial moraines. Medial moraines furnish information

regarding the altitude of the ice cover. In the distal area many forms which have been regarded as drumlins, have to be interpreted as medial moraines. Superposed sequences show that medial moraines have been formed at the same place during several cold periods. Isolated occurrences of gravel on high plateaus of the Midland in positions difficult to understand are also most easily to interpret as debris of agrounded medial moraine, retransported by meltwater. Hitherto they were interpreted in Switzerland as rests of former higher gravel plains, as "Deckenschotter." Into these coherent gravel plains at high altitude the valleys of the Midland have been cut according to a hypothesis never proven.

1 Einleitung

Seit 20 Jahren hat sich WAGNER (1986, 1997, 2001) mit dem bisher recht stiefmütterlich behandelten Problem eiszeitlicher Mittelmoränen auseinandergesetzt. Ein alpines Gletschersystem, das aus n Teilgletschern besteht, erhält an den Vereinigungsstellen insgesamt $n-1$ Mittelmoränen. Die aus zahlreichen kleinen und grossen Teilgletschern bestehenden pleistozänen alpinen Gletscher haben daher deren viele besessen. In den Schweizer Alpen ragten in allen Kaltzeiten Felsgipfel bis über 1000 m über die Firnflächen empor, so dass auf diese selbst in den Höchstständen Gesteinschutt niederbrach.

An Konfluenzen von Teilgletschern übernahmen Mittelmoränen den primären Randschutt und führten diesen auf einem eisigen Förderband bis ans Ende oder an den Rand der Gletscherzunge. WAGNER beschäftigt sich mit terminalen und lateralen Endaufschüttungen der Mittelmoränen im Alpenvorland und in den Alpentälern. In der vorliegenden Arbeit werden inneralpine Vereinigungsstellen von Teilgletschern betrachtet: die Ansatzstellen, der Ursprung der Mittelmoränen. Es wird gezeigt, dass ein Teil des primären Randschuttes von Teilgletschern nicht auf die entstehende Mittelmoräne gelangte, sondern an den Ansatzstellen als charakteristische Ablagerungen liegen blieb. Diese Stellen geben Hinweise über Eishöhen von Höchstständen

*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. RENÉ HANTKE, Glärnischstr. 3, CH-8712 Stäfa ZH.

und Wiedervorstößen. Noch in HANTKE (1978–83) wurde den Mittelmoränen viel zu wenig Beachtung geschenkt. Bei der Druckbereinigung der Blätter Rigi, Einsiedeln, Muotatal, Linthal, Klöntal und Ibergeregge des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25000, bei letzten Begehungen und beim Verfassen der Erläuterungstexte mehrten sich im Kontakt mit WAGNER die Erkenntnisse um diese wichtigen landschaftsgestaltenden Elemente, sowohl bei ihrem Ansatz wie an ihrem Ende (HANTKE et al. 2000a-f). Auch in Kaltzeiten wurde der Großteil des Schuttgutes wie bei heutigen alpinen Gletschern *auf* dem Eis transportiert und nicht, wie bisher angenommen, sub- und endoglazial. Die Mittelmoränen-Schuttbänder flachten gegen die Zungenenden ab, rückten näher zusammen oder vereinigten sich und gelangten als Obermoräne und Schotter in typischen Strukturen zur Ablagerung; WAGNER (1997) hat sie als Mittelmoränen-Quappen bezeichnet und eine Typologie aufgestellt. Im Ablationsgebiet kommt dem Transport durch epiglaziale Schmelzwässer zunehmende Bedeutung zu: Neben reinen Moränen treten oft über kurze Distanzen verfrachtete Schotter, verschwemmte Mittelmoränen, auf (HANTKE & WAGNER 2002).

2 Zwei altbekannte Mittelmoränen-Ansätze

2.1 NW-Nase des Bürgenstock und ihre subaquatische Fortsetzung in den Vierwaldstätter See

Altbekannt ist die mit Erratikern garnierte Mittelmoräne auf der NW-Nase des *Bürgenstock* (LK 1170 Alpnach, Atlasblatt Luzern) und ihre subaquatische Fortsetzung im Vierwaldstätter See. Sie bildete sich zwischen dem durch die Wannan des Vierwaldstätter Sees abgeflossenen Reuss-Gletscher und dem über den Brünig geflossenen Arm des Aare-Gletschers. Dieser reichte in der letzten Eiszeit auf dem 1000 m hohen Pass bis auf 1700 m. Bei Stans vereinigte er sich mit dem linken Arm des Engelberger Gletschers.

Von Kehrsiten lässt sich der bis 60 m aufragende, schon von BUXTORF (1910, BUXTORF et al. 1916) und KOPP (KOPP et al. 1955, 1962) als Mittelmoräne gedeutete Wall subaquatisch 1,5 km in den Vierwaldstätter See gegen Luzern verfolgen (Tab. 1, HANTKE 2003b).

2.2 Chamhalden am Säntis

An der NW-Flanke des *Säntis*, in den Chamhalden (HANTKE 1978, Fig. 29, S. 86; 1980, Fig. 43, S. 85; in FUNK et al., 2000; Abb. 2, Tab. 1), hat sich durch Frostsprengung und Steinschlag eine klassische Mittelmoräne gebildet. Ihre Schüttung erfolgte über alle Kaltzeiten seit der Platznahme der helvetischen Säntis-Schuppen vor 5 Millionen Jahren zwischen einem gegen NW abfließenden Urnäsch- und einem gegen NE sich wendenden Wissbach-Gletscher, einem Zufluss des Sitter-Gletschers. Sie besitzt – selbst bei einem Felskern zwischen den Hängegletschern mit zurückwitternder Wand – eine Höhe von über 200 m (EUGSTER et al. 1982). Damit erreicht sie Höhen, wie sie sonst nur von der Alpen-S-Seite, von der Stirn des Dora Baltea-Gletschers bei Ivrea, bekannt sind. Dort sind solche Höhen durch Überlagerung von Moränenschutt aus mehreren Kaltzeiten zu Stande gekommen. WAGNER (2001) führt diese auf Mittelmoränen zurück.

3 Mittelmoränen-Ansätze im Bereich des Reuss-Gletschers

3.1 Urner Gletscher

SE von Schattdorf (LK 1192 Schächental) hat BRÜCKNER (in BRÜCKNER et al. 1987) unter dem Schwarz Grat–Bälmeten-Grat, auf Gampelen um 1470 m, eine Stauterrasse von durch Eis verschlepptem Bergsturzgut gezeichnet (Tab. 1). Wo das Einzugsgebiet zwischen Bälmeten und Hoch Fulen rückwärtig markanter ansteigt, fällt die Schuttterrasse aus; sie ist daher als Mittelmoränen-Stauterrasse zwischen Schwarz Grat- und Reuss-Eis zu deuten. Die Kristallin-Blöcke von Witterschwanden (BRÜCKNER 1938, in BRÜCKNER et al. 1987) belegen das ins Schächental eingedrungene Reuss-Eis. Der Schächen-Gletscher wurde bis Witterschwanden zurückgestaut und auf die rechte Talflanke gedrängt, was auch Erratiker bezeugen. In den Hochglazialen hatten sich auf der N-Seite des Schächentales unter den Felsgraten zwischen Guggi- und Gang- und zwischen diesem und dem Holder-Gletscher Mittelmoränen-Ansätze, als „Eggen“, gebildet (Tab. 1).

Das früh- und spätglaziale Zusammentreffen von Holder- und Rieder-Gletscher führte oberhalb Bürglen, bei Brügg (Koordinaten m NN 694,7/192,5/640),

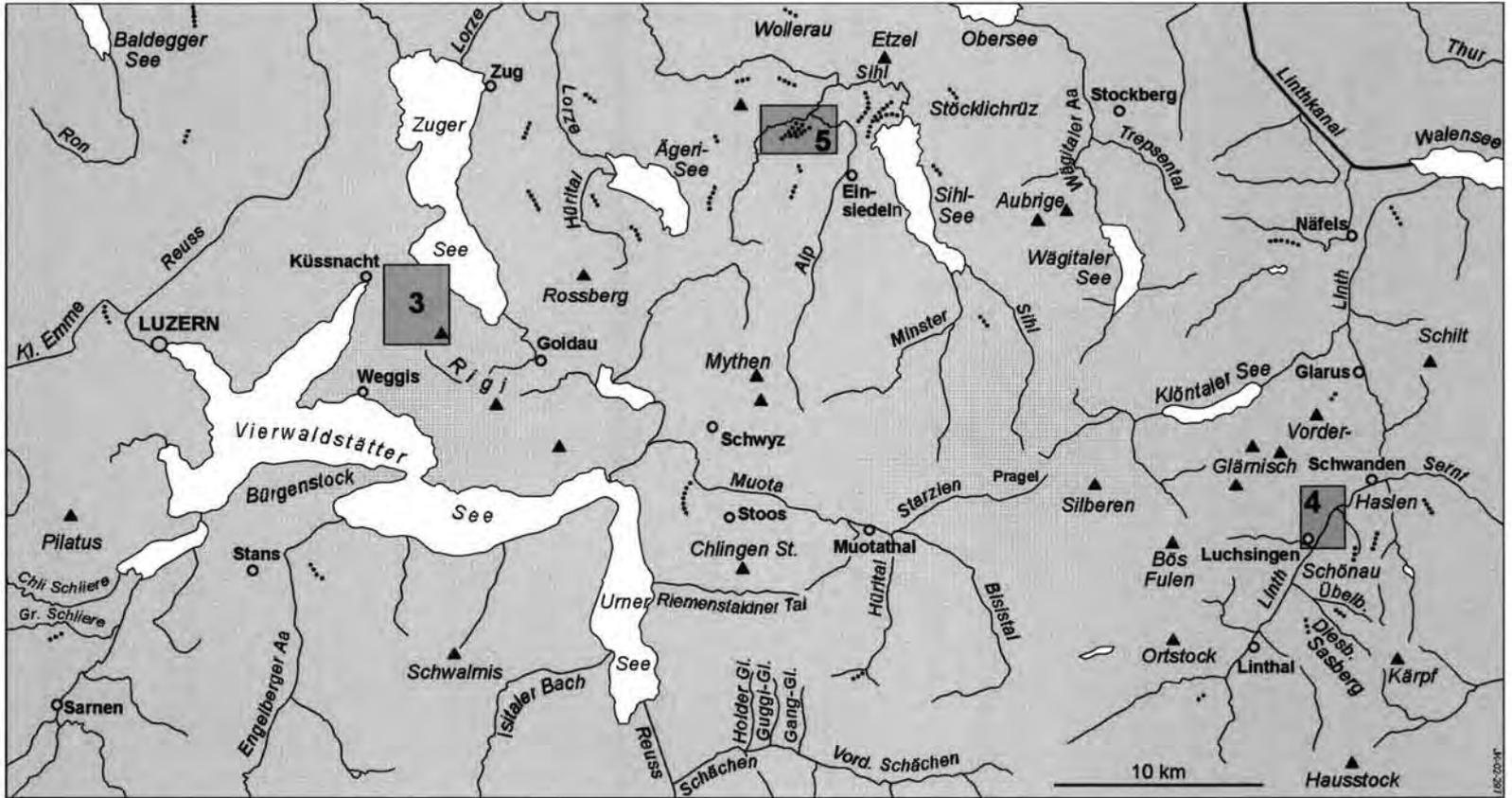


Abb. 1: Übersichtsskizze über die im Text erwähnten Mittelmoränenbereiche und die Abbildungen von Mittelmoränen in der Zentralschweiz in den Glarner Alpen.

Fig. 1: Synoptic sketch of the mentioned medial moraine areas and the figures of medial moraines in Central Switzerland and in the Glarner Alps.

Tab. 1: Mittelmoränen-Ansätze in der Ost- und Zentralschweiz.

Tab. 1: Beginnings of medial moraines in the Eastern and Central Switzerland.

Landesk. 1:25000	Koo.-Feld/m	Ortsname	Parental-Gletscher		Bemerkungen, Literatur-Hinweise
			links	rechts	
1170 Alpnach	670/205/ 590	Bürgenstock-N	Aare-Gletscher	Reuss-Gletscher	alle Kaltzeiten, BUXTORF et al. 1916
1150 Luzern	670/206/ 434	Kehrsiten	Aare-Gl.	Reuss-Gl.	alle Kaltzeiten, BUXTORF 1910, BUXTORF et al. 1916
1115 Säntis	743/236/1560	Chammalden	Umäsch-Gl.	Wissbach-Gl.	alle Kaltzeiten, HANTKE 1978, 1980
1192 Schächental	694/188/1485	Gampelen	Reuss-Gl.	Bärfallen-Gl.	Würm-K., BRÜCKNER et al. 1987
1192 Schächental	696/196/1980	Eggen E	Gang-Gl.	Guggi-Gl.	alle Kaltzeiten
1192 Schächental	693/196/2010	Eggen W	Guggi-Gl.	Holderbach-Gl.	alle Kaltzeiten
1192 Schächental	694/196/1820	Chalberweid	Holder-Gl.	Gruon-Gl.	alle Kaltzeiten
1172 Muotatal	691/196/1241	Eggell	Reuss-Gl.	Gruon-Gl.	Würm-Kaltzeit
1172 Muotatal	691/199/1300	Schnäggenrüti	Buggi-Gl.	Riemensaldner Gl.	Würm-Kaltzeit
1172 Muotatal	693/203/1410	Holiberig	Fron-Gl.	Näppen-Gl.	Würm-Kaltzeit
1172 Muotatal	694/203/1210	Blüemlisegg	Näppen-Gl.	Muota-Gl.	Würm-Kaltzeit
1172 Muotatal	707/195/160	Eggen	Ruosalp-Gl.	Gwalpeten-Gl.	Würm-Kaltzeit
1172 Muotatal	707/196/1420	Waldiegg	Alpler-Gl.	Ruosalp-Gl.	Würm-Kaltzeit
1173 Linthal	707/195/1660	Vord. Nissegg	Gwalpeten-Gl.	Glattalp-Gl.	Würm-Kaltzeit
1151 Rigi	677/212/1090	Seeboden	Reuss-Gl.	Rigiwald-Gl.	Würm-Kaltzeit Abb. 3
1151 Rigi	684/215/1065	Rufberg	Reuss-Gl.	Gnipen-Gl.	Würm-Kaltzeit
1151 Rigi	685/216/1260	Hagegg	Reuss-Gl.	Alpli-Gl.	Riss-Kaltzeit
1151 Rigi	688/217/1230	Ramenegg	Zuger Arm	Ägeri-Arm d. Reuss-Gl.	Riss-Kaltzeit
1131 Zug	684/218/1080	Brünli	Zuger Arm	Ägeri-Arm d. Reuss-Gl.	Riss-Kaltzeit, ÖTTIGER et al. 1990
1171 Beckenried	685/204/349	Chindli-Moräne	Engelberger Gl. Kollisionsmoräne	Reuss-Gl.	alle Kaltzeiten, HANTKE 2003b
1152 Ibergereg	691/213/1190	Mostelberg	Muota/Reuss-Gl.	Mostel-Gl.	Würm-Kaltzeit
1132 Einsiedeln	692/218/1075	Chli Morgarten	Rothenh.-Arm	Ägeri-Arm d. Reuss-Gl.	Riss-Kaltzeit
1132 Einsiedeln	692/219/1015	Tännlichholz	Rothenh.-Arm	Ägeri-Arm d. Reuss-Gl.	Würm-Kaltzeit
1131 Zug	683/220/1018	Zugerberg-Grat	Zuger Arm	Ägeri-Arm d. Reuss-Gl.	Riss-K., ÖTTIGER et al. 1990
1131 Zug	683/222/ 989	Hochwacht	Zuger Arm	Ägeri-Arm d. Reuss-Gl.	Riss-K., ÖTTIGER et al. 1990
1170 Alpnach	661/197/ 900	Rütberg	Gr. Schliere-Gl.	Brünig-Aare-Gl.	Würm-K., BUXTORF et al. 1916
1170 Alpnach	661/199/ 850	Bodenmattli	Meisi-Gl.	Chli Schliere-Gl.	Würm-K., BUXTORF et al. 1916
1150 Luzern	663/205/1083	Schwandegg	Pilatus-Eis	Reuss-Gl.	Würm-K., KOPP et al. 1955, 1962
1150 Luzern	659/207/1173	Wirzeneegg	Eigen-Gl.	Aare/Reuss-Gl.	Riss-K., KOPP et al. 1955, 1962
1173 Linthal	721/198/1820	Häslü	Linth-Gl.	Diesbach-Gl.	Würm-Kaltzeit
1173 Linthal	721/199/1540	Orneli	Linth-Gl.	Diesbach-Gl.	Würm-K. (OBERHOLZER et al. 1942, SCHELLY 1981)
1173 Linthal	723/199/1660	P.1666.5	Diesbach-Gl.	Übelbach-Gl.	Würm-Kaltzeit
1173 Linthal	723/203/1620	Mittetaghorn	Linth-Gl.	Hasler Gl.	Würm-Kaltzeit
1173 Linthal	721/203/ 610	Luchsingen	Bösbächi-Gl.	Linth-Gl.	Würm-Kaltzeit Abb. 4
1173 Linthal	723/203/ 560	Nidfurn	Guppen-Gl.	Linth-Gl.	Würm-Kaltzeit Abb. 4
1173/1174 Elm	725/204/1260	Sedel	Linth-Gl.	Änetseeben-Gl.	Würm-Kaltzeit
1174 Elm	726/205/1660	Hellhorn	Nideri-Gl.	Semf-Gl.	Würm-Kaltzeit
1153 Klöntal	722/210/1000	Stöckli	Bruch-Gl.	Linth-Gl.	präwürmz. Kaltzeit ?
1153 Klöntal	712/208/1120	Schwammhöchi	Richisauer Gl.	Rossmatter Gl.	Würm-Kaltzeit
1153 Klöntal	710/208/1235	Gampeleggen	Schwalp-Gl.	Chlön-Gl.	Würm-Kaltzeit
1153 Klöntal	719/217/1350	Boggenberg	Schwändi-Gl.	Obersee-Gl.	alle Kaltzeiten
1133 Walensee	725/219/ 640	Vor dem Wald	Lindh-Gl.	Walensee-A. d. Rh.-Gl.	alle K., HERB & DOLLFUS 2003
1153 Klöntal	714/217/1490	Schwarzeneegg	Wägitaler Gl.	Trepfen-(Chlön)-Gl.	alle Kaltzeiten
1132 Einsiedeln	704/223/1248	Wissegg	Chnütweg-Gl.	Linth/Rhein-Gl.	Riss-Kaltzeit
1132 Einsiedeln	703/224/1150	Beristofel	Sihl-Gl.	Linth/Rhein-Gl.	Riss-Kaltzeit
1132 Einsiedeln	700/223/ 939	Ober Waldweg	Sihl-Gl. Kollisionsmoräne	Linth/Rhein-Gl.	Würm- + ältere Kaltzeiten
1132 Einsiedeln	701/218/1000	Breiten	Gross-Gl.	Sihl-Gl.	Würm- + ältere Kaltzeiten
1132 Einsiedeln	703/220/ 970	Fuchsberg	Sihl-Gl.	Miesegg-Gl.	Würm- + ältere Kaltzeiten
1152 Ibergereg	700/209/1210	Änglisfang	Fallen-Gl.	Minster-Gl.	Würm-Kaltzeit
1152 Ibergereg	701/209/1300	Bueffen	Minster-Gl.	Chäswald-Gl.	Würm-Kaltzeit
1152 Ibergereg	695/212/1350	Brüschrain	Nätschberg-Gl.	Grossbrechenstock-Gl.	alle Kaltzeiten



Abb. 2: Die Mittelmoräne der Chamhalden von der Chamhaldenhütte aus mit Girensplatz und Grenzchopf in der N-Kette des Säntisgebirges (Frontalansicht).

Fig. 2: The medial moraine of the Chamhalden from the Chamhalden cabin with Girensplatz and Grenzchopf in the Northern chain of the Säntis mountains in the background (Frontal view).

zum Stau der Schotter-Terrassen von Breitäbnet und Ämmerten; sie bekunden die Lage des im früh- und spätglazialen Chindli/Ibacher- bzw. Ingenbohrer Stand (HANTKE 2003b) ins untere Schächental eingedrungenen Reuss-Gletschers (Tab. 2b).

3.2 Muota-Gletscher

Zwischen Reuss- und Muota-Gletscher haben sich E von Brunnen, im westlichen Stooswald oberhalb der Luftseilbahn-Talstation Morschach-Stoos, Mittelmoränen abgelagert. Dies wird durch das plötzliche Ausfallen kristalliner Reuss-Erratiker gegen das Muotatal belegt (LK 1172 Muotatal).

S des Stoos hat sich auf dem Holiberig eine Mittelmoräne zwischen Fronalp- und Näppen-Gletscher gebildet. Der Blüemlisegg-Wall (694/203/1204) E des Stoos ist als Mittelmoräne zwischen diesem und dem Muota-Gletscher zu deuten (Tab. 1).

Im hintersten Muotatal wurden zwischen Alpler Stock und dem Ruosalper Tal, zwischen diesem und Gwalpeten sowie am NW-Fuss des Märenspitz, im steilen Schuttgrat von Vorderist Nissegg (708/195), Mittelmoränengut zwischen dem von Gwalpeten und Glattalp abgestiegenen Eis geschüttet.

3.3 Vierwaldstätter See-Reuss- und vereiniger Muota/Reuss-Gletscher

Mittelmoränen-Wälle haben sich an der NW-Flanke der *Rigi*, in der Seeboden-Moräne (Abb. 1 und 3) und N des *Rosberg*, auf dem Rufiberg erhalten. Da an beiden Orten frühe spätwürmzeitliche Moränen weit herab, auf der N-Seite der Rigi bis gegen den Zuger See reichen, können sie kaum Seitenmoränen eines Muota/Reuss-Gletschers sein, wie bisher angenommen wurde: sie bildeten sich zwischen Eis von der Rigi bzw. vom Rosberg und dem Reuss-

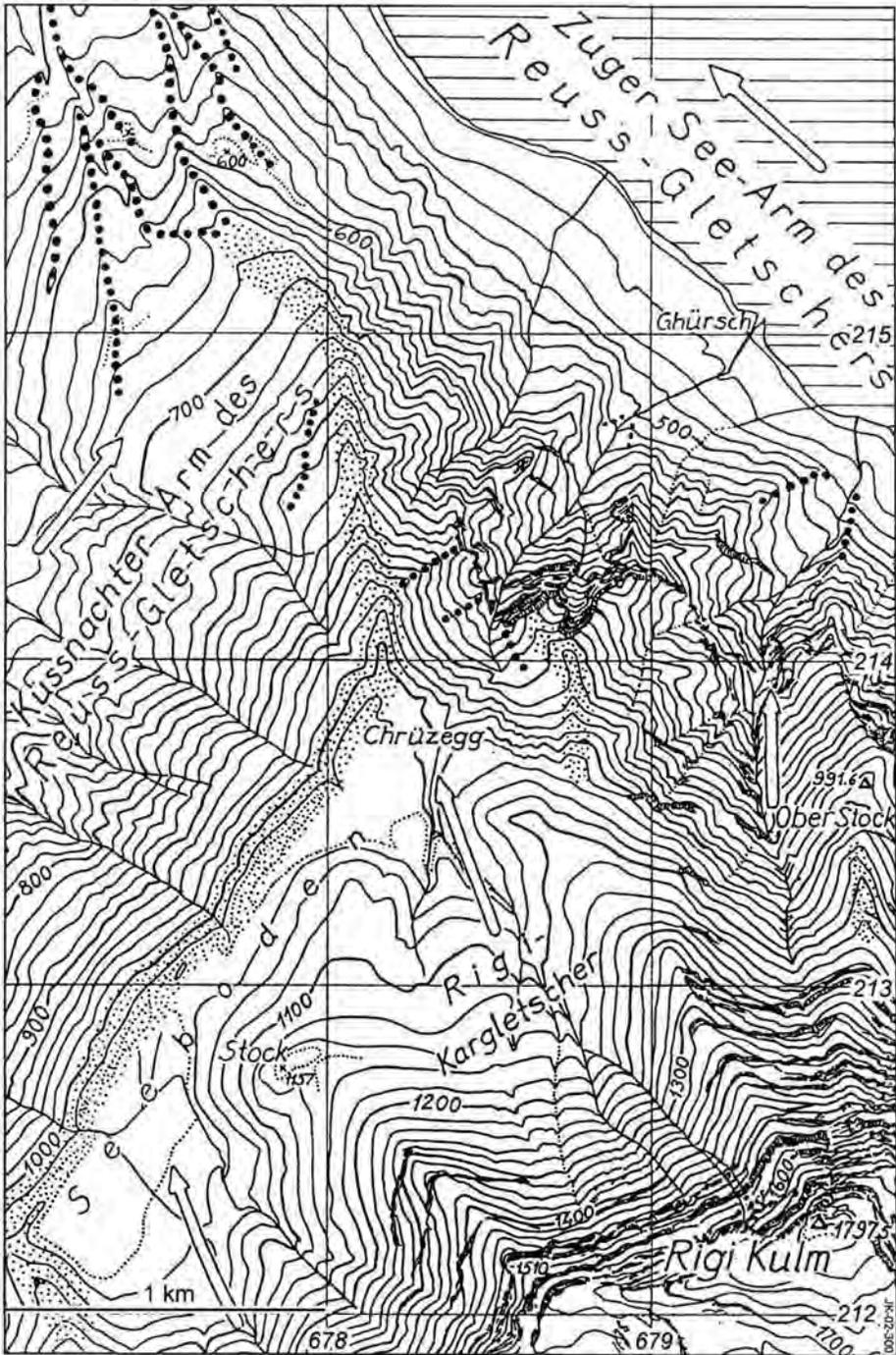


Abb. 3: Die Seeboden-Mittelmoräne (punktiert) zwischen dem Küssnacher Arm des Reuss-Gletschers und dem Rigi-Lokaleis; dicke Punktzeilen: die frühe Spätwürm-Moräne des Rigi-Eises gegen den Zuger See. LK 1151 Rigi.

Fig. 3: The medial moraine of Seeboden (dotted) between the Küssnacht branch of the Reuss glacier and local ice from the Rigi mountain. The early Late-Würmian moraine of the Rigi ice against the Lake Zug is shown by a heavy-dotted line.

bzw. Muota/Reuss-Gletscher. Dabei hat das in den Höchstständen mächtigere Taleis das Zufließen von Lokaleis verhindert (Tab. 1).

Auf der E-Seite des Zuger Sees, auf dem Walchwiler Berg, zeichnet sich zwischen zwei flachen spätrisszeitlichen Moränenwällen eine ebenso flache risszeitliche Mittelmoräne auf Brünli-Nollen (Atlasblatt 1131 Zug) ab. Die Schotter an der NE-Seite des Grossmattstollen (N des Rossberg, Tab. 1) sind als verschwemmte präriisszeitliche Mittelmoräne von Muota-Reuss-Gletscher-Armen zu deuten.

Der Wall von *Mostel* ist als Mittelmoräne zwischen dem Rothenthurmer Arm des Muota/Reuss-Gletschers und von Hochstuckli und Engelstock zugeflossenen Eis zu interpretieren (Tab. 1).

Zwischen Chli Morgarten und der Molasserippe von St. Jost haben sich zwischen Ägeri- und Rothenthurmer Arm des gegen N abgedrängten Muota/Reuss-Gletschers in unterschiedlichen Höhenlagen verschieden alte Mittelmoränen gebildet. Die verkitteten und randlich verstrühten Schotter des Ratengütsch (1119.2 m) mit Verrucano-Erratikern, auf Grund der Höhenlage subalpine Deckenschotter, liegen zwischen Rothenthurmer und Ägeri-Arm des Muota/Reuss-Gletschers und dem zur Zeit der grössten Vergletscherungen von N eingedrungenen Linth/Rhein-Gletscher (LK 1132 Einsiedeln). Weitere ältere Mittelmoränen zwischen Rothenthurmer Arm des Muota/Reuss-Gletschers und Alp-Gletscher haben sich auf *Chrüzweid-Hundwileren-Chatzenstrick* gebildet (Tab. 1).

4 Mittelmoränen-Ansätze des Linth-Gletschers

E von Linthal (LK 1173 Linthal) setzt eine höchste Mittelmoräne auf Hälsli (1772 m) N der Alp Sasberg zwischen Linth- und Diesbach-Gletscher um 1840 m ein, eine tiefere beginnt bei Orneli um 1600 m (Tab. 1).

Den Grat zwischen *Diesbach-* und *Übelbachtal* (LK 1173 Linthal) haben OBERHOLZER (in OBERHOLZER & HEIM, ALB 1910, OBERHOLZER et al. 1942) und SCHIELLY (1981) verschieden, aber beide als anstehend kartiert. Die Neukartierung hat jedoch gezeigt, dass der distale Grat von P. 1765 bis 1540 m aus Moränengut besteht; er stellt somit eine Mittel-

moräne zwischen Diesbach- und Übelbach-Gletscher dar (Tab. 1).

Zwischen Linth-Gletscher und Bächli-Gletscher löst sich auf 1170 m eine Mittelmoräne, die sich gegen das *Luchsinger Tobel* bis über Schlatt verfolgen lässt. N von Luchsingen verlaufen Wallreste am linken Hangfuss gegen Leuggelbach. Weiter NE vermochte der Guppen-Gletscher den Bächli/Linth-Gletscher noch zu erreichen und wurde von diesem ebenfalls nach NW abgedrängt. Die vorgelagerte, durch Bergsturzgut gestaute und von Schmelzwässern zerschnittene Schotterflur von Leuggelbach-Nidfurn-Thon bekundet verschwemmtes spätglaziales und wohl noch älteres Mittelmoränengut (Abb. 1 und 4).

Im *hinteren Klöntal* ist die bisher als Seitenmoräne des Rossmatter Gletschers gedeutete Moräne, die den Talboden der Richisau abdämmt, in ihrem distalen Teil als Mittelmoräne zu interpretieren. Zweifelsfrei sind im Tal der Richisauer Chlön sich einstellende Mittelmoränen, jene des Gampeleggen, zwischen nördlichem Silbernen-Eis und einer Zunge, die zwischen Fläschenspitz und Brüschalp von NW zugeflossen ist, sowie der trennende Wall auf Mittler Schwalp (Tab. 1).

Im vordersten Glarnerland (LK 1153 Klöntal) lösen sich am Bärensolspitz um 1360 m Mittelmoränen zwischen Obersee- und Schwändi-Gletscher; gegen E fallen sie über den Bogenberg auf 1240 m ab und bestätigen die zwischen Walensee-Arm des Rhein- und Linth-Gletscher festgestellten Eishöhen (Tab. 1).

5 Mittelmoränen-Ansätze des Linth/Rhein-Gletschers und seiner Zuflüsse

Über dem W-Ende des Walensees treten an der Konfluenz von Linth- und Walensee-Arm des Rhein-Gletschers weitere Mittelmoränen-Ansätze auf: ein von Erratikern begleiteter Ansatz setzt bei Rütisbrunnen um 950 m ein und steigt über Vor dem Wald (LK 1134 Walensee) gegen das Escher Kanal-Knie ab (OCHSNER 1969, Tab. 1).

Im *Trepental*, einem Seitenast des Wägitalen, setzt auf Schwarzenegg (LK 1153) um 1480 m vor der Chälen, dem Kar zwischen Schiberg und Bockmattli, eine persistente Mittelmoräne zwischen Wägitaler- und Trepsen-Gletscher an. Dieser erhielt noch im



Abb. 4: Die im Linthtal auftretende Mittelmoräne (punktiert) zwischen Linth- und Bächli-Gletscher und zwischen diesem und dem südlichen Guppen-Gletscher; feinpunktiert: Schotter, verschwemmte Mittelmoräne; dicke Punktzeile: Jüngere Wiederfortstöße. LK 1173 Linthal.

Fig. 4: The medial moraine (dotted) in the Linth valley between the Linth- and Bächli glaciers and between the latter and the southern Guppen glaciers; fine dotted: gravel, floated medial moraine. Younger readvances are shown by heavy dots.

Spätglazial einen Zuschuss vom Bockmattli und von weiter E zufließenden Gletschern (Tab. 1).

Präwürmzeitliche Mittelmoränen wurden am Voralpenrand auf *Stöcklichbrüz* und auf *Wissegg* zwischen austretenden Kargletschern und dem Linth/Rhein-Gletscher und weiter W, auf dem Grat P. 1202–Beristofel–Eggl, zwischen Linth- und Sihl-Gletscher gebildet (LK 1132 Einsiedeln).

Würmzeitliche Mittelmoränen haben sich zwischen dem über die Sihl vorgedrungenen Linth-Gletscher und von der Höhrnonen-Kette zugeflossenen Eiszungen gebildet. Der zwischen Etzel und Höhrnonen von N ins obere Sihltal eingedrungene Linth/Rhein-Gletscher staute den Sihl-Gletscher am NW-Ende des Sihlsees zu mächtigen, gegen einander gestoßenen Stirnmoränen, eine Kollisionsmoräne. Diese ist kaum nur das Werk eines würmzeitlichen

Eisvorstosses zum Maximalstand, an ihrem Aufbau waren schon weit ältere Stände beteiligt. Nach Überwindung dieser Randlege vermochte Linth/Rhein-Eis in den grössten Kaltzeiten kurzfristig tiefer ins Sihltal einzudringen, was einzelne Verrucano-Blöcke belegen.

Neben der gestauten Stirnmoräne des Sihl-Gletschers haben sich zwischen Gross- und Sihl-Gletscher sowie zwischen diesem und dem bei Willerzell mündenden Miesegg-Gletscher von Büelhöchi (1425.1 m) und Rinderweidhorn (1316.8 m) mächtige Stauschuttmassen und Mittelmoränen gebildet (LK 1132 Einsiedeln, Tab. 1).

Im Minstertal hat N des Buëffengaden eine Mittelmoräne eingesetzt. Sie setzt sich ein Stück weit als linke Seitenmoräne des von der Mördergruebi zugeflossenen Parentalgletschers ins Chäsvaldtobel fort. Im hinteren Alptal verläuft unter der Brüschrainhöchi von P. 1362 ein breiter, fast horizontal verlaufender Schuttkörper zum Brüschrain. Dieser wurde über alle Kaltzeiten sukzessive höher geschüttet; er ist als persistente Mittelmoräne zwischen den beiden Gletschern vom Nätschboden-Brüschrainhöchi und Brüschrainhöchi-Grossbrechenstock zu deuten (Tab. 1).

6 Mittelmoränen-Endaufschüttungen

Die bisher vorgelegten Beispiele haben Strukturen an den Ansätzen von Mittelmoränen gezeigt. Diese bestehen aus Seitenmoränengut der beiden Parentalgletscher, das den Anschluss an die Mittelmoräne verpasst hat und an ihrem Ursprung auf festem Boden liegen blieb.

Die weiter zu betrachtenden Strukturen bestehen aus Moränengut, das von diesen Stellen auf dem Eis als Schutförderband, als Mittelmoräne, verfrachtet worden ist. Mittelmoränen können ihre Individualität über weite Fliessstrecken beibehalten, was bei heutigen alpinen Gletschersystemen zu beobachten ist. Irgendwo, seitlich an einem Nunatak, spätestens am Zungenende, erreichen sie den Eisrand und schütten dort charakteristische Ablagerungen, wie sie WAGNER (1997) typisiert hat. Dabei kann das Mittelmoränengut ganz oder teilweise durch Schmelzwässer und Starkniederschläge verschwemmt werden und zu eisrandnahen Schottern führen. Diese können je nach dem Eisrand in irgend einer Höhe liegen. Damit kann die Höhenlage von Moränen und Schottern – entgegen der bisherigen Auffassung – kein Kriterium für ihr Alter sein.

6.1 Mittelmoränen-Endaufschüttungen auf Molasse-Hochflächen (Tab. 2a)

Hochgelegene Endaufschüttungen von Mittelmoränen über verschwemmtem Mittelmoränengut setzen W des Höhronen auf Schurtannenweid-Brämerhöchi-Kloster Gubel zwischen Linth/Rhein- und Reuss-Eis ein (LK 1131 Zug). Je weiter die alpinen Gletscher ins Schweizer Mittelland vorstießen, umso stärker schuttbeladen traten sie in den Ablationsbereich. Dabei sind sie vielfach auf primären Molasse-Hochflächen auf Grund gelaufen. Vom Kloster Gubel ist bei hohen Eisständen zu verschiedenen Kaltzeiten eine Mittelmoräne zwischen Reuss- und Linth-Gletscher über die Baarburg (LK 1131), eine Kuppe von Oberer Süßwassermolasse mit aufgesetztem verkitteten Schot-

Tab. 2a: Mittelmoränen-Endaufschüttungen auf Molasse-Hochflächen im Schweizer Mittelland.

Tab. 2a: On Molasse Highplateaus agrounded medial moraines in the Swiss Lowland.

Landesk. 1:25000	Koo.-Feld/m	Ortsname	Parental-Gletscher		Bemerkungen, Literatur-Hinweise
			links	rechts	
1132 Einsiedeln	696/228/550	Studenbüel	Linth-Parental-Gl.	Linth/Rhein-Gl.	Pseudodrumlin
1132 Einsiedeln	698/229/410	Bäehau	Linth-Parental-Gl.	Linth/Rhein-Gl.	wohl präwürmz. K., AEPPLI 1894
1112 Stäfa	691/233/450	Halbinsel Au	Sihl-Gl.	Linth/Rhein-Gl.	verkittet, präwürmzeitl. K., AEPPLI 1894
1132 Einsiedeln	694/229/570	Alt Wädenswil	Sihl-Gl.	Linth/Rhein-Gl.	ältere K., HANTKE et al. 2000c
1131 Zug	684/228/683	Baarburg	Muota/Reuss-Gl.	Linth/Rhein-Gl.	Riss-K., OTTIGER et al. 1990
1111 Albis	683/233/910	Albishorn	Muota/Reuss-Gl.	Linth/Rhein-Gl.	ältere K. (als Höherer Deekenschotter)
1110 Hitzkirch	666/233/865	Lindenberg	Reuss-Gl.	Reuss-Gl.	ältere K., MÜHLBERG 1910

ter, zur Albis-Kette verlaufen. Natur und Alter des Baarburg-Schotter wurden über ein Jahrhundert diskutiert (AEPPLI 1894; FREI 1912; HEIM 1894, 1913, 1919; HANTKE 1961). Die Schotterkappe bekundet alten, verschwemmten Mittelmoränen-Schutt. Ebenso deuten die wallgekrönten verkitteten Schotter unter der Ruine Alt Wädenswil (LK 1132 Einsiedeln) auf präwürmzeitliches, verschwemmtes Mittelmoränengut. Die Deutung als verschwemmtes Mittelmoränengut ermöglicht eine neue Interpretation. Die Hypothese rückgesenkter Deckenschotter (HEIM 1894, AEPPLI 1894), sukzessive erosive Reliefeintiefung oder junge tektonische Verstellungen werden hinfällig.

Als Mittelmoräne zwischen Wägitaler- und Linth/Rhein-Gletscher ist der drumlinartige Obermoränenhügel des Studenbüel NW von Wollerau zu deuten (Tab. 2a). Ebenso deuten die Moränen- bzw. Schotter-Vorkommen der Halbinsel Bächau (LK 1132 Einsiedeln) sowie die verkitteten Schotter mit reichlich Verrucano-Gut der von Moräne mit Erratikern bedeckten Halbinsel Au (LK 1112 Stäfa) am linken Zürichsee-Ufer auf Mittelmoränen.

6.2 Stauschutt-Terrassen und Mittelmoränen-Endaufschüttungen in der Zentralschweiz (Tab. 2b)

Endaufschüttungen als vorgeschobene „Schuttfinger“ der einzelnen Mittelmoränenkämme nach ihrem langen Weg auf dem Eis finden sich im voralpinen Bereich in Hochlagen, so bei dem über den Pass von Rothenthurm übergeflossenen Arm des Muota/Reuss-Gletschers. Das in Abb. 5 wieder gegebene Kurvenbild entspricht genau dem von

WAGNER (1997, Abb. 14) für die Enden der Mittelmoränenfinger des Aaregletschers bei Bern festgehaltenen Bild.

Im äussersten würmzeitlichen Stand reichte der Rothenthurmer Arm des Muota/Reuss-Gletschers von SW bis an die Terrasse von Bennau. Davor lagerte er auf seiner Oberfläche mitgeführten Mittelmoränenstränge ab, die gegen das Zungenende fingerförmig auseinander strahlen (Abb. 1 und 5, Tab. 2b). Im entsprechenden Stand des zwischen Etzel und Höhrnonen eingedrungenen Linth/Rheingletschers floss Eis über den Sattel P. 911 E des Altbirg ins untere Alptal, durch dieses von der NE-Seite an die Stauterrasse von Bennau und weiter bis Biberbrugg, wo es kleine Wallreste hinterliess.

Tabelle 1 fasst die bedeutendsten in den Kartengebieten festgestellten Mittelmoränenansätze. Tabellen 2a und 2b fassen Stauterrassen und Endaufschüttungen zusammen.

Tab. 2b: Stauterrassen alpiner Randlagen und Mittelmoränen-Endaufschüttungen in der Zentralschweiz.

Tab. 2b: Barred terraces on alpine border positions and terminal of medial moraines in the Central Switzerland.

Landesk. 1:25000	Koo.-Feld/m	Ortsname	Parental-Gletscher		Bemerkungen, Literatur-Hinweise
			links	rechts	
1192 Schächental	694/192/740	Ämmerten	Reuss-Gletscher	Schächen-Gl.	Würm-Stauterrasse, BRÜCKNER et al.1987
1192 Schächental	695/192/780	Breitläbnet	Schächen-G	Holderbach-Gl.	W.-Stauterrasse, BRÜCKNER et al.1987
1192 Schächental	694/192/740	Ried	Holderbach-Gl.	Reuss-Gl.	W.-Stauterrasse, BRÜCKNER et al.1987
1132 Einsiedeln	696/222/850	Moos	Rothenth. Arm des	Muota/Reuss-Gl.	W.-Zungen-Ende, HANTKE et al. 2001c, Abb. 5

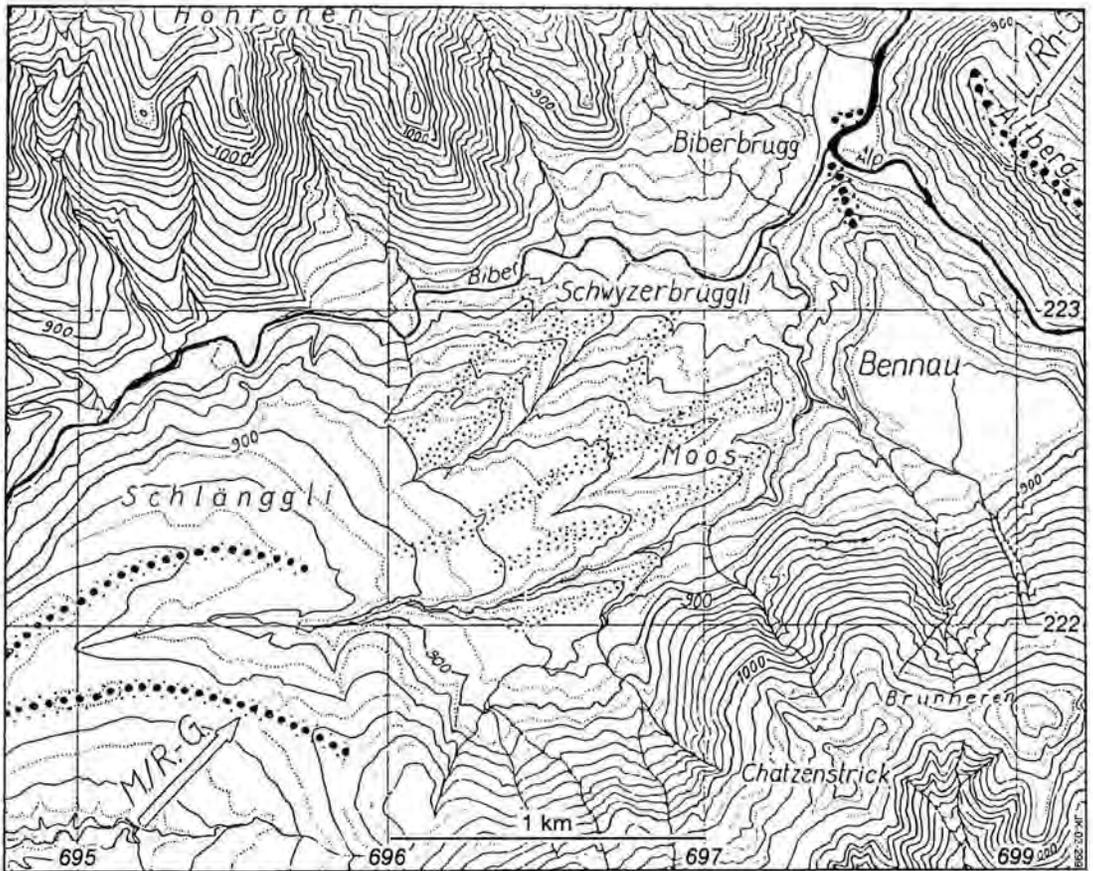


Abb. 5: Die Mittelmoränen-Endaufschüttungen des Rothenthürmer Armes des Muota/Reuss-Gletschers (punktiert) mit ihren Schuttfingern während des würmzeitlichen Maximalstandes; jüngerer Maximalstand mit dicken Punkten. LK 1132 Einsiedeln.

Fig. 5: The accumulations of terminal medial moraine of the Rothenthurm branch of the Muota/Reuss glacier: dotted; the younger maximum stages: heavy dotted.

7 Literatur und Karten

- AEPPLI, A. (1894): Erosionsterrassen und Glazialschotter in ihrer Beziehung zur Entstehung des Zürichsees mit Geologischer Karte des Gebietes zwischen Zürichsee und Zugersee 1: 25000. – Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F. 4.
- BRÜCKNER, W. (1938): Die Quartärbildungen im oberen Schächental, Kt. Uri. – *Eclogae geol. Helv.*, 30/2 (1937): 273–292.
- & ZBINDEN, P. (1987): Blatt 1192 Schächental. – *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000.* – Schweiz. geol. Komm.
- BUXTORF, A. (1910): Geologische Karte der Pilatus-Bürgenstock-Rigihochfluhkette, Blatt 2: Bürgenstock, 1: 25000, mit Erläuterungen. – *Geol. Spez.-Karte, 27b* – Schweiz. geol. Komm.
- , TOBLER, A., NIETHAMMER, G., BAUMBERGER, E., ARBENZ, P. & STAUB, W. (1916): Geologische Vierwaldstättersee-Karte 1: 50000. – *Geol. Spez.-Karte, 66a.* – Schweiz. geol. Komm.
- EUGSTER, H., FORRER, M., FRÖHLICHER, H., KEMPF, TH., SCHLATTER, L., BLASER, R., FUNK, H., LANGENEGGER, H., SPOERRI, M. & HABICHT, K. (1982): Blatt 1115 Säntis. – *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000.* – Schweiz. geol. Komm.
- FREI, R. (1912): Monographie des schweizerischen Deckenschotter mit Geologischer Karte des Lorzetobel-Sihlsprung-Gebietes (Kt. Zug) 1: 25000. – Beitr. geol. Karte Schweiz, NF. 37.
- FUNK, H., HABICHT, K., HANTKE, R., PFIFFNER, O. A., mit Beiträgen von KOBEL, M. (2000): Erläuterungen zu Blatt 1115 Säntis. – B.-A. Wasser u. Geologie, Bern.

- HANTKE, R. (1961): Zur Quartärgeologie im Grenzbereich zwischen Muota/Reuss- und Linth/Rheinsystem. – *Geogr. Helv.*, 16/4: 212-223.
- (1978, 1980, 1983): Eiszeitalter, 1, 2, 3. – Thun (Otr); 1992 Landsberg/Lech (ecomod).
- (2000a): Blatt 1172 Muotatal mit Ostrand von Blatt 1171 Beckenried. – *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000*, mit Erläuterungen, dep. Geol. Landesaufn., Bern.
- et al. (2000b): Blatt 1151 Rigi mit Nordteil von Blatt 1171 Beckenried. – *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000*, mit Erläuterungen, dep. Geol. Landesaufn., Bern; erscheint 2003 B.A. Wasser u. Geologie.
- et al. (2000c): Blatt 1132 Einsiedeln mit Anhängsel von Blatt 1112 Stäfa. – *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000*, mit Erläuterungen, dep. Geol. Landesaufn., Bern.
- et al. (2000d): Blatt 1173 Linthal mit Anhängsel von Blatt 1193 Tödi. – *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000*, mit Erläuterungen, dep. Geol. Landesaufn., Bern.
- et al. (2000e): Blatt 1153 Klöntal. *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000*, mit Erläuterungen, in Vorber.
- et al. (2000f): Blatt 1152 Ibergereg. – *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000*, mit Erläuterungen, in Vorber. *Geol. Landesaufn.*; Bern.
- (2003a): Eiszeitliche Mittelmoränen in der Zentralschweiz und in den westlichen Glarner Alpen – *Ber. schwyz. natf. Ges.*, 14.
- (2003b): Unterseische Moränen im Vierwaldstätter See. – *Ber. Schwyz. Natf. Ges.*, 14.
- & WAGNER, G. (2003): Mittelmoränen als Schuttlieferanten der Thurgauer Deckenschotter. – *Mitt. thurg. natf. Ges.*, im Druck.
- HEIM, A. (1894): Die Entstehung der alpinen Randseen. – *Vjschr. natf. Ges. Zürich*, 39/1: 66-84.
- (1913). Über die Rückläufigen Deckenschotter. – *Eclogae geol. Helv.*, 13/5: 682-683.
- (1919): *Geologie der Schweiz*, 1. – Tauchnitz, Leipzig.
- HERB, R. & DOLLFUS, S. (2003): Blatt 1134 Walensee. – *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000*. – Bodenanstalt Wasser u. Geologie, Bern.
- KOPP, J., BENDEL, L. & BUXTORF, A. (1955): Blatt Luzern. *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000*. – Schweiz. geol. Komm.
- mit Beiträgen von BUXTORF, A. (1962): Erläuterungen zu Blatt Luzern. – Schweiz. geol. Komm.
- MÜHLBERG, F. (1910): Geologische Karte der Umgebung des Hallwilersees und des obern Winen- und Surtales 1:25000. – *Geol. Spez.-Karte*, 54 – Schweiz. geol. Komm.
- OBERHOLZER, J. et al. (1942): Geologische Karte des Kantons Glarus 1: 50000. – *Geol. Spez.-Karte*, 117 – Schweiz. geol. Komm. (1984 unveränd. Neudr.).
- & HEIM, A. (1910): Geologische Karte der Glarneralpen 1: 50000. – *Geol. Spez.-Karte*, 50 – Schweiz. geol. Komm.
- OCHSNER, A. (1969, 1975): Blatt 1133 Linthebene. – *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000*, mit Erläuterungen. – Schweiz. geol. Komm.
- OTTIGER, R., FREIMOSER, M., JÄCKLI, H., KOPP, J. & MÜLLER, E. (1990): Blatt 1131 Zug. – *Geol. Atlas Schweiz 1: 25000* – *Landeshydrolog. u. -geol.* Bern.
- SCHIELLY, H.-P. (1981): Geologische Karte des westlichen Freiberges (Kt. Glarus), 1: 10000. – *Natf. Ges. Kt. Glarus*.
- WAGNER, G. (1986): Die eiszeitlichen Moränen von Aare- und Rhonegletscher im Gebiet des Worblentals bei Bern. – *Mitt. natf. Ges. Bern, N. F.* 43: 63-110.
- (1997): Eiszeitliche Mittelmoränen im Berner Mittelland. – *Mitt. natf. Ges. Bern, N. F.* 54: 91-137.
- (2001): Mittelmoränen eiszeitlicher Alpengletscher in der Schweiz. – *Eclogae geol. Helv.*, 94/2: 221-235.