

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Luzern

Band: 29 (1987)

Artikel: Der Karst in der Innerschweiz

Autor: Bögli, Alfred

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-523672>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der Karst in der Innerschweiz

ALFRED BÖGLI

Zusammenfassung

Die Innerschweizer Kalkalpen nehmen etwa einen Viertel des Querschnittes vom Gotthard zum nördlichen Alpenrand ein. Die Gebiete mit anstehendem reinem Kalk weisen Hochgebirgskarst auf, oberhalb 1600 ± 50 m meist als nackte Karrenfelder, darunter als Waldkarst. Unreiner Kalk verwittert unter Bildung von Böden, die bewachsen sind: Grünkarst.

Westlich des Vierwaldstättersees gibt es zahlreiche kleine Karstflächen und zwei grosse, die Schrattenfluh (8 km^2) und die Pilatuskette. Östlich des Urnersees liegen die grössten Karrenfelder der Schweiz, u. a. Silberen, Twärenen, Charetalp, Glattalp, dazu das Waldkarstgebiet des Bödmerenwaldes, total mit 79 km^2 Fläche. Dazu sind 28 km^2 Grünkarst zu zählen.

Unter dem Bödmerenwald befindet sich das Höolloch mit 150 km vermessenen Höhlengängen, von denen zurzeit 140 km EDV-bearbeitet sind.

Résumé

Les Alpes calcaires de la Suisse Centrale embrassent environ un quart du terrains entre le St. Gotthard et la limite des Alpes au nord. Les affleurements de calcaire pur montrent un karst de haute montagne en forme de lapiatz nus au-dessus de 1600 ± 50 m, du karst boisée en dessous. Sur les

calcaires impures se trouve le karst vert avec ses pâtrages.

A l'ouest du Lac des Quatre Cantons il y a de nombreux petits gisements de karst et deux grands, celui de la Schrattenfluh (8 km^2) et celui de la chaîne du Pilate. A l'est du Lac d'Uri se trouvent entre autres les plus grands lapiatz de la Suisse: Silberen, Twärenen, Charetalp, Glattalp et le karst boisé du Bödmerenwald, en tout 79 km^2 . Il s'ajoute 28 km^2 de karst vert.

En dessous du Bödmerenwald se trouve le Höolloch, une grotte de 150 km de galeries souterraines arpente, dont actuellement 140 km sont présentés dans la EDP.

Summary

The Limestone Alps of Central Switzerland cover one fourth of the region between St. Gotthard and the northern border of the Alps. Terrains in pure limestone show a high mountain karst with bare karren-fields above 1600 ± 50 m and below that wooded karst. Impure limestone is covered by soil and owing to this overgrown by plants: green karst.

To the west of the Lake of Lucerne there are numerous occurrences of karst and two large regions, the Schrattenfluh (8 km^2) and the ridge of

Mount Pilatus near Lucerne. East of the Lake of Uri (Lake of Lucerne) are situated the largest karren-fields of Switzerland. Among others there are the Silberen, Charetalp, Valley of Riemenstalden and the wooded karst in the Bödmeren-region, all told 79 km². Add to that 28 km² of

green karst. All things considered the karst east of the Lake of Uri embraces 107 km².

Below the region of the Bödmeren is located the Hölloch, one of the longest caves in the world. 150 km of passages have been measured, but at present only 140 km have been noted in EDP.

1. Einleitung

In den zentralschweizerischen Kalkalpen sind Karstlandschaften weit verbreitet und stellenweise sogar ideal ausgebildet. Der Karst ist definitionsgemäss eine Landschaft, die im reifen Stadium eine totale unterirdische Entwässerung durch anstehendes, wasserlösliches Gestein und an der Erdoberfläche durch ihm eigene Formen, u. a. durch Karren und/oder Dolinen, gekennzeichnet ist. In der Innerschweiz kommt von wenigen verkarstungsfähigen Gesteinen nur der Kalk vor. Zur Entwicklung zum vollen Karst muss der Kalk eine recht hohe Reinheit aufweisen. Die unlöslichen Beimengungen, Ton, Mergel, Quarzsande, dürfen 10% nicht überschreiten. Bei über 15% sind im allgemeinen Karren nicht mehr möglich, und auch Dolinen sind schlecht entwickelt oder nicht mehr erkennbar. Die Ausbildung der Karstformen wird dann durch die Bodenbildung und durch Kolmatieren – Verstopfen der unterirdischen Wasserwege – gehemmt oder verhindert.

Östlich des Urnersees sind die Karstlandschaften gut und in grossen Flächen ausgebildet; hier liegen die grössten Karrenfelder der Schweiz. Der Waldkarst des Bödmerenwaldes hat wegen seiner urtümlichen Waldbestände sogar das wissenschaftliche Interesse der ETH geweckt.

Im Westen des Vierwaldstättersees liegen zahlreiche kleinere Karstgebiete, die von geringer regionaler Bedeutung sind, aber im allgemeinen lokale Liebhaber anziehen. Eine Ausnahme bildet das über 8 km² grosse, ausgezeichnet entwickelte nackte Karrenfeld der Schrattenfluh, ein Musterbeispiel

einer Schichttreppenlandschaft, für Flachkarren und die in der Schweiz äusserst seltenen Spitzkarren am Hengst. Über die Karstlandschaften westlich des Vierwaldstättersees werde ich nicht näher eingehen, da sich daraus zu viele Wiederholungen ergäben.

Der Karst ist als Ganzes eine dreidimensionale Landschaft, bestehend aus dem Oberflächenkarst, dem *Exokarst*, einerseits, und dem unterirdischen, dem *Endokarst*, andererseits. Bis Anfang dieses Jahrhunderts war die wissenschaftliche Arbeit an die Oberfläche gebunden und befasste sich im wesentlichen mit Karren und Dolinen, wo für zahlreiche Dissertationen Zeugnis ablegen. Der Endokarst, die Höhlenwelt, lockte meist nur Laien an.

Österreich war im deutschen Sprachbereich Mittelpunkt der Karstmorphologie. F. KRAUS (1894) in Wien wurde durch seine «Höhlenkunde» ein Promotor der Speläologie, denn diese leitete den Übergang zur wissenschaftlichen Höhlenkunde ein. Für den Laien jedoch war die Meisterung der Schwierigkeiten der Höhlenbegehung und des Verarbeitens der vielen neuen Eindrücke Forschungsaufgabe genug: daher «Höhlenforscher». Sie sind auch heute noch die unentbehrlichen Helfer der Wissenschaftler und engagierte Planbearbeiter. Mit ihnen drangen schon früh Biologen in diese Welt ohne Licht ein, um die Höhlenfauna zu erforschen.

Zu jener Zeit war in der Zentralschweiz der Endokarst noch eine Terra incognita. Nur das Hölloch im Muotatal, das 1875 entdeckt wurde, machte da eine Ausnahme. Von 1889 bis 1907 wurde es von zahlreichen Wissenschaftlern besucht, doch ist davon

wenig übrig geblieben ausser einer Dissertation von PAUL EGLI (1904). Auf Anregung der Professoren A. HEIM und O. STOLL untersuchte er das «Loch» und vermass volle 4280 m, eine Zahl, die bis 1949 galt. 1907 sah das Ende dieser Forschungswelle, und das Höolloch sank in einen 42 Jahre dauernden Schlaf. Nur wenige Privatpersonen besuchten es, und die Sektion Uto SAC führte gelegentlich Exkursionen durch. Erst 1946 ging der lange Schlaf zu Ende (BÖGLI 1970).

In den Schweizer Alpen entwickelte sich im ersten Viertel des 20. Jahrhunderts die Karstforschung zu einer Teilwissenschaft der Geomorphologie, zur Karstologie. Anfangs der dreissiger Jahre veröffentlichte O. LEHMANN ETH (1931) eine Schrift über die Systematik der Dolinenformen und im nächsten Jahre (1932) ein Lehrbuch über die Hydrographie des Karstes, das für 40 Jahre das Handbuch der wissenschaftlichen Höhlenforscher, der Speläologen, wurde.

2. Die Innerschweizer Karsttypen

Die heutigen Karstgebiete waren ursprünglich ganz gewöhnliche Hügel- und Berglandschaften, von den Gewässern, von Gletschern und von der Denudation geprägt. Doch mit der Entblössung der Kalke von den undurchlässigen Deckschichten – Tonne, Mergel, Schiefer, Sandsteine – begann die Verkarstung. Die Oberfläche wurde korrodert (Korrosion = chemische Erosion durch CO₂-haltiges Wasser), und das Wasser erweiterte dadurch auch die Bruchfugen und sogar die Schichtfugen zu Höhlen (BÖGLI 1969b, 1978). Die alten Grossformen blieben erhalten: Täler blieben Täler, nur vertieften sie sich nicht mehr, weil das Wasser direkt den Weg in die Unterwelt fand, während jene ausserhalb der Karstgebiete durch die Flüsse immer mehr eingetieft wurden. Durch das Zusammenwirken der Entwicklungsgeschichte der Oberfläche, des Gesteins, des Klimas, des Gefälles und der Hydrographie entstanden auch in der Innerschweiz verschiedene Karsttypen:

Der *Hochgebirgskarst*, früher einfach Hochkarst geheissen, entstand aus dem Zusammenwirken pleistozäner – und auch rezenten – Gletschererosion und holozäner Korrasion. Auf Rundhöckern und andern eispolierten Flächen entstanden Karren und Karrenröhren, durch die Wasser in den Untergrund gelenkt wurde. In Höhenlagen über 1600 ± 50 m entstand der *nackte Karst*, die Karrenfelder. Dieser ist, wenn es die Höhe erlaubt, nach oben durch die Frostschutzzone begrenzt, die je nach den Bedingungen im Silberengebiet zwischen 2200 und 2450 m beginnt. Unterhalb der 1600-m-Grenze, an der natürlichen Waldgrenze, beginnt der *Waldkarst* mit Fichtenbeständen und viel Unterholz.

Der heutige Waldkarst durchlief zuerst das Stadium des nackten Karstes, der in den nachfolgenden Wärmeperioden vom Wald bedeckt wurde. Durch Wurzelatmung und das Vermodern des extrem humosen Bodens bildete sich reichlich biogenes CO₂, das die Geschwindigkeit der Verkarstung förderte (BÖGLI 1969a). Die zusätzliche Korrasion vertiefte die Karren, Kluftkarren wurden zu tiefen Spalten, Karrenlöcher zu Schächten, kleine Höhlen zu grossen Höhlensystemen (BÖGLI 1976). Alle diese Hohlräume werden häufig durch vermoderndes Fallholz kaschiert. Es ist deshalb ratsam, in dieser Zone die begangenen Pfade nicht zu verlassen und grosse Vorsicht walten zu lassen.

Der gesamte Hochgebirgskarst, der nackte wie der Waldkarst, ist von Karstformen lückenlos bedeckt. Ausser den Humuspoldern sind andere Bodenbildungen selten.

Der *Grünkarst* entsteht in unreinem Kalk, wo der Gehalt an Ton, Mergel und Quarzsand einen Boden zu bilden vermag. Unter dieser Decke entwickeln sich die schärfsten Karren aus der Zeit des nackten Karstes zu weichen, gerundeten Rundkarren. Hier bilden sich gute Rasen, die sich als Viehweide eignen. Wenn man im Bereiche des nackten Karstes Flächen mit nackten Rundkarren antrifft, so sind das Relikte aus der Zeit, als der Weidgang die alte Bodendecke zu zer-

stören begann (BÖGLI 1960). Die meist trichterförmigen Dolinen sind die dominante Karstform. Gelegentlich endet ein Bächlein nach einem Lauf von nur wenigen Metern in einem Ponor, also in einer Doline mit Wasserschluckstellen (BÖGLI 1978 und 1980).

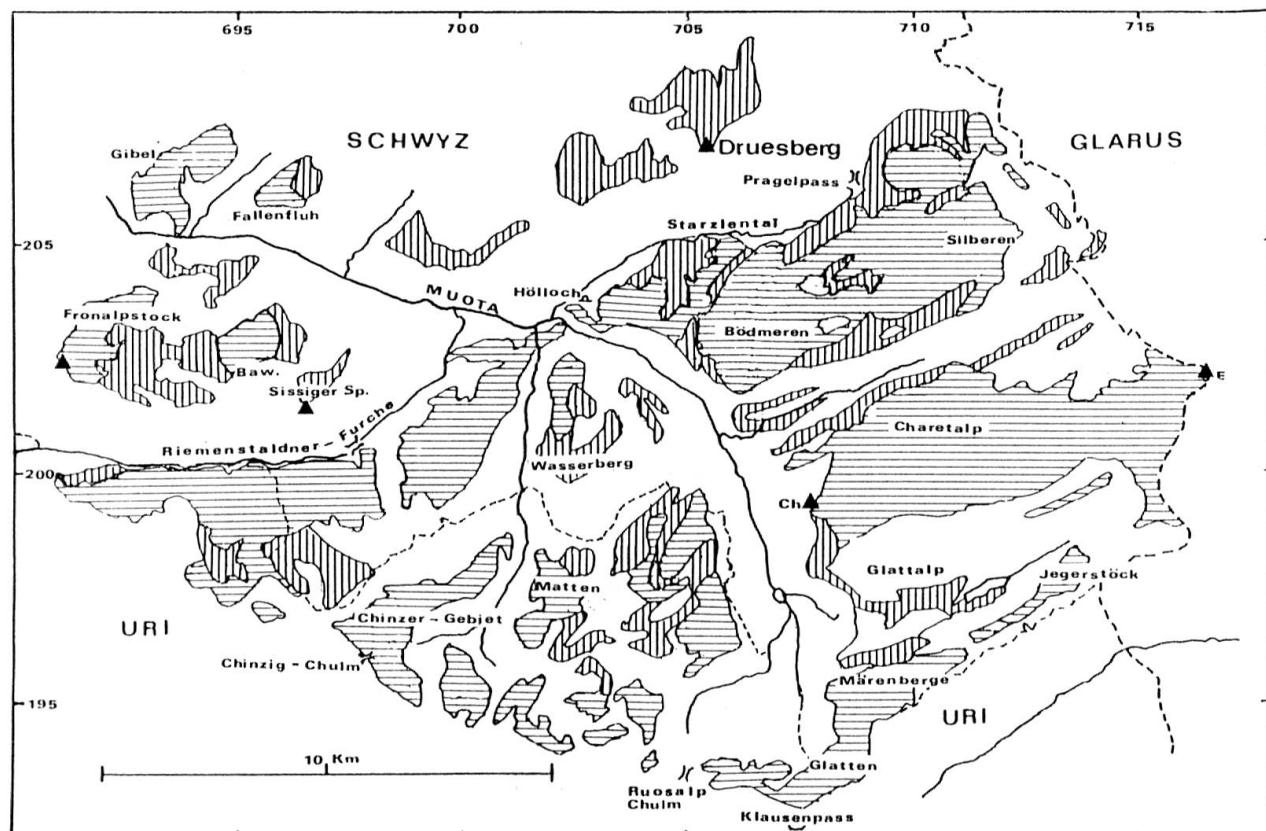
Grünkarst entsteht aber auch da, wo eine dünne, doch undurchlässige Gesteinsschicht aus Flysch oder Zementsteinschichten über dem Kalk liegt und von Verwerfungen durchschnitten wird. Mit deren Hilfe findet das Wasser den Weg zum Quintnerkalk. Im weichen Deckgestein entsteht ein Dolinentrichter. Diese reihen sich entlang den Verwerfungen zu langen Reihen und entwässern dadurch den Boden. Schnee verharrt in diesen Trichtern noch bis in den Juli oder gar August, halten den Kalk feucht und korrodieren ihn. Die Spalten sind in einem Meter Tiefe selten mehr als 10 cm breit, abgesehen

von den Röhren, die das Wasser weiter in die Tiefe führen.

Mischformen dieser drei Typen sind nicht häufig und meist geringflächig. Einzig der verkarstete Hang vom Goldplangg nach dem Muotatalboden hinunter bedeckt ein grösseres Areal. Man könnte diesen Bereich als degradierten Hochgebirgskarst bezeichnen.

3. Die Karstgebiete der Innerschweiz

Die wichtigsten Karstgebiete der Zentralschweiz mit den grössten Karrenfeldern unseres Landes liegen im Osten des Urnersees in der Axendecke, d. h. in den Einzugsgebieten der Muota und ihrer Nebenflüsse und im Riemenstaldnertal.



Der Karst in den Kalkalpen der Innerschweiz. – Horizontal schraffiert: Hochgebirgskarst HK (HK = NK + WK ev. + MK). Vertikal schraffiert: Grünkarst. Gestrichelte Linien: Kantongrenzen. (A. Bögli 76)

Tabelle 1: Die Karstgebiete der Axendecke rechts der Muota

HK: Hochgebirgskarst; NK: Nackter Karst; WK: Waldkarst; HK=NK+WK; MK: Mischkarst; GK: Grünkarst.

1. Glattalp s. l.: Quintnerkalk verkarstet; Zementsteinschichten nicht verkarstungsfähig.

Jegerstöcke	NK: 1,5 km ²	GK: 0,0 km ²
Glatten/Märenberge	NK: 5,5 km ²	GK: 0,0 km ²
Glattalp s. s.	NK: 0,6 km ²	GK: 2,4 km ²
Total:	NK: 7,6 km ²	GK: 2,4 km ²

10,0 km² Karst

2. Charetalp: Quintnerkalk (MK, NK); GK: Zementsteinschichten evtl. GK.

Bärentritt	MK: 0,3 km ²	GK: 0,0 km ²
Höch Turm	MK: 0,2 km ²	GK: 0,0 km ²
Charetalp	NK: 19,0 km ²	GK: 1,5 km ²
Total	NK: 19,5 km ²	GK: 1,5 km ²

21,0 km² Karst

3. Silberen Twärenen-Bödmerenwald: GK: Seewerkalk, Gault; NK: Schrattenkalk, Valanginienkalk, Oehrlilikalk.

NK-WK: 18,2 km² GK: 5,7 km² 23,9 km² Karst

(Vergleich: Schrattenfluh: NK: 7,3 km²; GK: 0,7 km²=8,0 km²)

3.1 Glattalp s.l.

Die Glattalp mit der südlich begrenzenden Bergkette umfasst drei Karstareale mit wichtigen Karstformen. Zwischen der Glattalp-Hütte SAC und dem Glattalpsee liegt eine glazial entstandene Hohlform mit zahlreichen Schlucklöchern, der Schaffärboden. Er erhielt durch die Alluvionen mehrerer Bäche und ein ausgedehntes Torfmoor den Charakter einer Grossdoline, in der viele Typen von Wasserschwinden zu finden sind: Dolinen, Ponore, Felsspalten und sonstige Schlucklöcher. Trotzdem genügt bei Schneeschmelze und bei der Grösse des Einzugsgebietes deren Zahl nicht, um alles Wasser zu schlucken. Es bildet sich ein Stausee mit einem erhöhten Wasserspiegel, der im benachbarten Karrenfeld neue Ponore in Betrieb setzt. Das Becken ist funktional als ein Kleinpolje zu werten.

Im Seeloch südöstlich des Schaffärbodens liegt eine weitere Hohlform, dort, wo der Quintnerkalk unter die Zementsteinschichten taucht. Der Boden ist von dünnen Lagen der Zementsteinsschichten bedeckt und daher von zahlreichen Dolinen durchlö-

chert. Gegen den Südrand hin steht eine grosse Platte Quintnerkalkes an, auf dem zahlreiche parallel laufende Mäanderkarren schief zum Fallen der Oberfläche verlaufen. Wahrscheinlich haben hier Gletscherschrammen die Richtung bestimmt. Heute findet man jedoch keine mehr, denn die Korrosion hat in der Nacheiszeit das Gestein 12 cm tief abgetragen und die Gletscherschrammen ausgelöscht; doch die ererbte Richtung hat sich behauptet.

Südlich der Senke steigt ein Schichtrippenkarst steil zu einem Karstrücken auf. Das ist der Schenkel einer flachen Antiklinale. Ihr Scheitel wurde durch Glazialerosion aufgebrochen und vom Gletscher abtransportiert (s. Märenberge). Dabei bildete sich ein Schichttreppenkarst. Hier liegt westlich des P. 1885 ein kleines Karrenparadies mit zahlreichen Karrenformen: Rillenkarren, Rinnenkarren, Trittkarren, Kluftkarren, Flachkarren, Hohlkarren, Korrosionshohlkehlen und Rundkarren (BÖGLI 1951 und 1976, S. 17 und 19, und 1978, 1980, Tafel 2 bis 5). Dazu kommen Dolinen, Karrenröhren und kleine Schächte. Der grosse Vorteil

dieser Fundstelle: sie ist von der Seilbahnstation Glattalp in 20 Minuten erreichbar.

Am Fusse der Nordseite der Märenberge hat Gehängeschutt die Kalkfläche zugeschüttet; hier verschwindet das Wasser aus den Hängen im Schutt und wird vom unterliegenden Kalk unterirdisch weitergeleitet. Also auch das eine Karsterscheinung, eine etwas ungewöhnliche Form des Grünkarstes, der westwärts die Fortsetzung bildet und mehrere Dolinen aufweist. Diese Mulde, die Mütschenalp, ist ebenfalls eine geschlossene Hohlform, aber unabhängig von der grossen Glattalpseedepression.

Der Glattalpsee ist das Zentrum der grössten Hohlform, die auch den Schaffärboden und das Seeloch, nicht aber die Mütschenalp umschliesst. Auf der Karte (LK 1173) ist der Seespiegel mit 1852 m Höhe angegeben. Das ist der Mittelwert für August. Im Februar müsste aber die Kote 1832 angegeben werden, denn dann ist der See leer, ist ausgelaufen – für einen Karstsee ein durchaus normales Verhalten. Im Gegensatz dazu liegt in nassen Jahren der Seespiegel im Juli bei ca. 1857 m. Der tiefste Punkt in der Umrahmung der Glattalpohlförm liegt jedoch 20 m höher, bei 1877 m. Diese Kote umreisst ein Gebiet von 3,5 km in der Längsachse und 950 m in der Breite.

Die hier behandelten Teile gehören zum Gebiet der Glattalp s. s. Diese Teile sind verkehrsgünstig gelegen und bieten auf kleinem Raum einen guten Einblick in die Innerschweizer Karstlandschaften. Deshalb wurden sie etwas eingehender besprochen.

Die *Jegerstöcke* weisen auf ihrer Nordseite in 2300 ± 70 m Höhe einen Hochgebirgskarst von einem sehr frühen Stadium auf. Ein Besuch verlangt etwas alpinistisches Können, was auch für die beiden nachfolgenden Beispiele zutrifft.

Die *Märenberge* und der *Glatten* sind die Originallandschaften zu den Begriffen Schichttreppenkarst und Schichtrippchenkarst (BÖGLI 1964). Hier liegt in einer Höhe von 2300 ± 100 m eine Hochfläche, die fast rundum von steilabfallenden Felswänden begrenzt ist. Die Kalkbänke wurden in den

Interglazialen durch subkutane Korrosion gelockert und durch die nachfolgenden eiszeitlichen Gletschervorstöße abgeschoben. Wegen der horizontalen Lage der Schichtflächen ergibt sich ein treppenförmiges Bild: Schichttreppenkarst. Bei geneigter Lage, etwa in Faltenschenkeln, bilden die Schichtköpfe Rippen: Schichtrippchenkarst, z. B. beim Seeloch. Wegen der schon erwähnten horizontalen Flächen rinnt der Regen nicht durch Rinnenkarren ab, sondern verbreitert sich über die ganze Fläche, die deshalb glatt bleibt und später aussieht wie das Original. Sie ist die «Projektion» der ursprünglichen Form auf die 12 cm tiefer liegende Fläche (BÖGLI 1964).

Beim Eisfreiwerden lagen auf der Schichtfläche grössere und kleinere Brocken von Kalk. Die kleinen wurden durch Korrosion aufgelöst, die grossen schützen ihre Unterkante vor der Auflösung, so dass sie sich heute als 12 cm hohe Säule darstellen und mit dem Block darauf einen Karrentisch bildet (BÖGLI 1961). Diese 12 cm sind ein Mittelwert aus den gemessenen Extremen von 10 und 14 cm.

3.2 Charetalp s.l.

Die Charetalp s.s. ist gemessen an den $19,5 \text{ km}^2$ nackten Karstes nur ein kleines Areal, hat aber diesem Karrenfeld den Namen gegeben. Aus den Schutthalde des Glattalpfirstes fliessen im Frühsommer zahlreiche Bäche zum Karrenfeld hin, wo viele davon in einem schmalen Streifen Grünkarst in Dolinen versickern. Hier beginnt das grosse Karrenfeld mit all dem Karreninventar und den Dolinen, die einem nackten Karst zukommen.

Das Karrenfeld reicht vom Eggstock und dem Bösen Fulen im Osten bis zum Chupferberg im Westen. Das sind 8,5 km bei einer Breite von 3 km. Im NW-Winkel liegt eine ca. 30 m tiefe Hohlform von 500 m Breite, das Robutzli, ein tektonisches Fenster, das durch den ganzen Malm bis in den Dogger hinunter reicht. Bei der grossen Verwerfung im Usser Wändli steht oberster Quintnerkalk an. Er ist über 300 m mächtig. Daraus

lässt sich schliessen, dass der Abtrag der Zementsteinschichten hier erst anfangs Pleistozän bis auf den Kalk erfolgt war. Die Gletscher sorgten dann für die flächenhafte Abtragung. In dieser Zone der Karrenalp sind auch die Höhlen rar, was auf die gleiche Ursache zurückgeführt werden kann. Dagegen ist der Rücken vom Pfannenstock zum Chli Chupferberg mit zahlreichen Schächten bis über hundert Meter Tiefe versehen, vermutlich die Folge einer pliozänen Entblösung.

Die Charetalp und die Glattalp sind durch den Glattalpfirst orographisch scharf getrennt. Nun ist aber der First ein Synklinalkamm. In der Synklinale taucht der Quintnerkalk unter dem First durch und erreicht beim westlichen Glattalpseende wieder die Oberfläche. Das ist eine hydrologische Verbindung beider Gebiete. Das wurde dadurch bestätigt, dass sowohl das Wasser aus dem Glattalpsee wie von einer Höhle westlich des Pfannenstocks in der Seebergquelle nachgewiesen werden konnte. Zudem stammt ein Teil seines Wassers auch von Galtenebnet auf der linken Muotaseite (NLK, Blatt 1172).

Am südlichen Hang des Rätschtales tauchten die Quintnerkalke und die Zementsteinschichten steil unter den Talboden ab. Jenseits des Tales stehen die Oehrlikalke sogar senkrecht und bilden den Chräzerengrat und seine Fortsetzung gegen Westen. Er ist beim Torloch durch eine Verwerfung zerschnitten und aneinander vorbeigeschoben worden.

3.3 Silberen–Twärenen–Bödmerenwald
Jenseits des Chräzerengrates liegt das grosse Karstgebiet, das vom Rosmattroatal im Kanton Glarus über die Silberen, Twärenen und den Bödmerenwald bis zur Einmündung des Starzlenbaches in die Muota reicht. Das Gebiet wird im Süden durch das Rätschtal und das untere Bisital, im Norden vom Starzlental, gemeinhin als Pragelpass bezeichnet, begrenzt. Die Länge beträgt 12 km, die Breite ca. 3,6 km bei 18,2 km² Hochgebirgskarst.

Sowohl der Waldkarst wie der nackte Karst sind sehr gut entwickelt. Zu ihm kann noch der Grünkarst hinzugezählt werden, der mit seinen vielen Varianten das Bild vervollständigt. Das sind weitere 5,7 km², so dass das verkarstete Areal auf 23,9 km² Fläche kommt.

Das Karstgebiet ist vom Nordrand her durch die Pragelpassstrasse erschlossen. Von ihr führen mehrere Alp- und Forststrassen tiefer in den Waldkarst hinein. Sie sind jedoch mit einem Fahrverbot belegt. Eine Fahrerlaubnis kann bei der Oberallmeindgenossenschaft in Schwyz beantragt werden.

Der Schrattenkalk ist der Hauptträger des Exokarstes, weil er nicht nur rein ist – bis 99% CaCO₃ – sondern auch verwitterungsbeständig, abgesehen von der relativ hohen Wasserlöslichkeit. Daher die gute Ausbildung der Formen. Der Seewerkalk, dazu die Echinodermenbreccien des Gault, sind nicht so rein wie der Schrattenkalk und werden daher meist von Algen und Flechten überzogen, gelegentlich auch von Moosen. Manchmal kommt es sogar zu einer Verkrautung. Die Folge sind Zurundungen und Rundkarren. Je nach deren Dichte kann Grünkarst daraus werden. Schmale Grünkarstbestände sind im nackten Karst häufig und werden einfach in diesen einbezogen. Grössere Grünkarstflächen dagegen heben sich durch ihre betonte Andersartigkeit ab und werden gesondert erfasst. Sie werden von zahlreichen kleinen Dolinen von wenigen Metern Durchmesser und von einigen Grossdolinen bis zu 300 m Durchmesser durchlöchert. Das gilt auch für jene nordöstlich des «Tor». Dieser Hohlraum scheint durch das Zusammenwachsen einiger kleiner Dolinen entstanden zu sein und muss daher als Uvala bezeichnet werden. Dazu kommen einige Schächte, so der Butzenschacht mit 99 m Tiefe.

Das grösste Problem dieser Region ist jedoch der Endokarst mit seinen Höhlen. Im Höolloch, der bekanntesten davon, hat BÖGLI 1946 die wissenschaftliche Forschung im Besucherteil wieder aufgenommen bei der seit 1904 bekannten Länge von 4280 m. 1949 ging

H. NÜNLIST mit einigen jungen Kameraden von der SAC-Sektion Pilatus auf ihre Bitten ins Höolloch, um neue Gänge zum Plan von P. EGLI (1904) zu finden und zu vermessen. Kurz zuvor jedoch hatte eine welsche Gruppe die gleiche Idee und stiess in die Gänge um 900 m Höhe vor. Nach wenig Jahren mit guten Erfolgen zogen sie sich aber wieder zurück. Die Gruppe NÜNLIST erforschte ab 1954 allein das Höolloch und nennt sich seit 1959 Arbeitsgemeinschaft Höollochforschung, AGH. Die wissenschaftliche Leitung lag von 1953 bis 1985 in den Händen von A. BÖGLI (1986). Bis heute haben sich Jahr für Jahr bis zu 80 Aktive für die Erforschung des Höloches eingesetzt. Das Vermessungsmaterial ist EDV-gespeichert und weist 140 km Höhlengänge auf. Die Zahl liegt heute etwa bei 150 km, weil im EDV-Archiv bis jetzt noch nicht alle einst vermessenen Gänge enthalten sind. Die Höhendifferenz zwischen dem tiefsten und dem höchsten Punkt des Höhlenplanes beträgt 876 m (BÖGLI 1986).

Neben dem Höolloch gibt es noch zahlreiche weitere Höhlen, die aus ihrer Lage oder durch Tracer erwiesene Verbindungen zueinander und mit dem Höolloch haben. Bis her haben wir aber zwischen ihnen keine begehbarer Gänge gefunden, was eine Addition der Kilometerzahlen vorläufig ausschliesst (s. Tab. 2).

Zum Wesen der Karstlandschaft gehört auch die Karsthydrographie, das unterirdische Gewässernetz. Das Twärenen–Bödmeren-Gebiet ist unter diesem Gesichtspunkt die bestuntersuchte Region der Zen-

tralschweiz. Die speläologischen Untersuchungen der AGH haben viele Input-/Output-Verbindungen im Höolloch und im Schwyzerschacht geklärt. Zu einer wesentlichen Vertiefung der Ergebnisse kamen wir durch die Internationale Arbeitsgruppe zur Anwendung von Tracermethoden. Sie führte am 31.7.79 einen Multitracingversuch durch, wo in acht Eingabestellen (Schlucklöcher) zwischen 11.00 Uhr und 12.00 Uhr 14 Tracer gleichzeitig eingesetzt und 31 Quellen im Bisistal und 10 im Hürital beprobt wurden. In den verschiedenen Universitäts-Laboratorien wurden die Proben mit den modernsten Mitteln untersucht. Genaueres ist in den «*Steirischen Beiträgen zur Hydrogeologie*» in Graz erschienen (BEHRENS, BÖGLI et al. 1981).

4. Die links der Muota liegenden Karstgebiete der Axendecke

Die links der Muota befindlichen Karstgebiete sind sowohl nach ihrem Umfang wie nach den Formen und der Hydrographie bei weitem nicht so gut ausgebildet wie jene rechts davon. Das Notwendigste ist in der Tabelle 3 enthalten.

Im Chinzergebiet gibt es einige hydrologisch bemerkenswerte Lokalitäten. So gibt es im nördlich benachbarten Galtenebnet in der obersten Verflachung ein Schluckloch, das als Eingabestelle für Tracer diente. Die zwei eingegebenen Tracer erschienen in den Karstquellen von Hinterseeberg und in Balm-Fugglen, im Gebiete der Höollochquel-

Tabelle 2: Die Höhlen des hydrographischen Höollochsystems (EDV-Werte)

Name	Eingangshöhe in m	Länge in km	Höhendifferenz in m
Höolloch	735	140,000	876
Schwyzerschacht	1674	13,400	448
Igluschacht	1984	5,500	323
Höllenschacht	1639	2,300	231
Discoschacht	2080	1,300	261
Belmondoschacht	2011	0,130	97

*Tabelle 3: Karstgebiete in der Axendecke links der Muota**4. Von der Schächentaler Windgälle zum Wasserberg*

HK: 3,5 km² in 6 Arealen
 GK: 3,8 km² in 4 Arealen Total: 7,3 km² in 10 Arealen

5. Wasserberg

HK: 0,9 km²
 GK: 1,5 km² Total: 2,4 km²

6. Chinzerveget

Frut-Chinzerberg	Chinzertal-Süd	Matten(-Stock)	Total
NK: 3,7 km ²	NK: 1,0 km ²	NK: 1,6 km ²	NK: 6,3 km ² Karst
GK: 0,0 km ²	GK: 0,0 km ²	GK: 1,0 km ²	GK: 1,0 km ² Karst
<u>NK: 3,7 km²</u>	<u>NK: 1,0 km²</u>	<u>Karst: 2,6 km²</u>	<u>7,3 km² Karst</u>

len (Schlichende Brünnen). In den Matten hat ein grösseres Schluckloch, in dem ein Bach verschwindet, als Eingabestelle gedient. Das hier verwendete Amidorhodamin kam zum grössten Teil im Abstande von 1,4 km und 500 m tiefer am rechtsseitigen Hang des Hüritales wieder zum Vorschein. Der Rest fand sich in den Quellen von Balm-Fugglen wieder. Der Abfluss des Seenalpseelis (Chinzerberg) wurde mit Uranin gefärbt. Die benachbarten, tiefer gelegenen Hüritalquellen reagierten negativ. Dafür war das Wasser der Guggershürlikarstquelle sehr intensiv uranin-grün gefärbt (s. auch das Ende des vorigen Kapitels).

Die zahlreichen Quellen vom Balm-Fugglen sind eines Besuches wert. Da sind Karstquellen, die als Felsquellen direkt aus Felspalten fliessen, z. B. am Guggershürli. Die Schlichenden Brünnen sind teils falsche Vauclusequellen, teils fliessen sie aus dem Hangschutt (verdeckte Karstquellen), zum Teil sind die Karstquellen unter den Talschottern verborgen und haben mit dem Fliessen nach oben das Feinmaterial ausgeschwemmt und als flachen Kegel rund um die Quellöffnung abgelagert. Es gibt sogar eine kleine Quelle, die aus einem lokalen Einzugsgebiet gespiesen wird und einen ganz andern Chemismus zeigt als die Karstquellen. Dazu kommen in der Muota zwischen den zwei Strassenbrücken, einige hundert Meter weiter oben, zahlreiche Grundwasseraufstösse. Eine Quelle am linken

Muotaufser, 130 m oberhalb der Zwingsbrügg, hat sogar einen Tracer aus dem Höllloch enthalten (BEHRENS, BÖGLI et al.: 1981).

5. Der Karst der Axendecke in der Riemenstaldner Furche

Die Riemenstaldner Furche entstand durch das Untertauchen der Axendecke unter die Druesbergdecke, deren Valanginienmergel den rechten untern Talhang bilden, überdeckt von Kieselkalk. Die Südseite wird dominiert vom Karst des Schrattenkalkes und von Kieselkalk, der ausser den höchsten Schichten nicht verkarstungsfähig ist. Oberhalb Sisikon gibt es auf den Nummulitenkalke des Flysch einige kleine Grünkarstflächen.

*Tabelle 4: Der Karst der Riemenstaldner Furche**7a: Vom Muotatal zum Goldplangg*

NK: 3,7 km²
 GK: 2,0 km²
 Total: 5,7 km² Karst

7b: Vom Goldplangg zum Urnersee

NK: 12,8 km²
 GK: 3,5 km²
 Total: 16,3 km² Karst
 Total Riemenstaldner-Furche: 22,0 km² Karst

Die Karstzone umfasst die beiden Teile 7a und 7b. Der östliche, gegen das Muotatal

gerichtete Teil, ist ein Hochgebirgskarst, der in der unteren Hälfte stellenweise kaum mehr als solcher erkannt werden kann: ein degraderter Hochkarst. Im höheren Teil gibt es jedoch den nackten Karst. Als Besonderheit findet man in der Gipfelregion des Misthaufens die bei uns sehr seltenen Spitzkarren (s. auch Schrattenfluh).

7b, der Westteil, weist beide Hochgebirgskarsttypen auf, den nackten Karst und den Waldkarst, in stellenweise typischer Ausbildung. Die im Kieselkalk sehr gut ausgebildeten Kare greifen auf die Karstlandschaft des Schrattenkalks über und beeinflussen dessen Oberflächenform nachhaltig. Das zeigen die oberirdisch abflusslosen Karseen.

6. Der Karst in der Druesbergdecke des Muotatales

Dem Karst der Muotataler Druesbergdecke fehlen die wichtigsten Karstträger der Axendecke, zur Gänze der Quinterkalk, zum Teil der Schrattenkalk, der südlich der Linie Chlingenstock–Schachen–First fehlt. Dafür ist die Echinodermenbreccie des Gault besser entwickelt, dazu kommt der Nummulitenkalk des Flysch, der ebenfalls verkarstet. Der Karst der Druesbergdecke ist, verglichen mit jenem der Axendecke, wenig sehenswert.

6.1 Der Karst südlich der Muota

Südlich der Muota tritt Karst nur nördlich der Linie Fronalpstock–Sissiger Spitz–Schachen auf. Es gibt nur zwei Areale, in welchen der Hochgebirgskarst vorliegt, nämlich im Fronalpstockgebiet und beim Bawängli. Das Fronalpstockgebiet liegt auf Schrattenkalk und auf den Echinodermenbreccien des Gault. Es weist bewachsene

Karrenfelder und das oberirdisch abflusslose Becken des Frontales mit einem Schluckloch am Nordende auf. Das Bawängli und seine bewaldete Umgebung (Chruteren- und Trölicher Wald) ist ein Waldkarst auf dem Nummulitenkalk, der wenige Meter mächtig ist. Die dazugehörige Karstquelle befindet sich 100 m tiefer im Tobel des Trölicher Baches. Zwischen beiden Arealen liegt ein ausgedehnter, wenig entwickelter Grünkarst, dessen Dolinen und Schlucklöcher ihn als Karst ausweisen.

6.2 Der Karst nördlich der Muota

Die beiden Areale mit Schrattenkalk, der Gibel und die Fallenfluh, weisen einen gut entwickelten Waldkarst auf. Der erstere kann am besten von der Ibergereggstrasse aus besucht werden, letzterer von Ried im Muotatalboden aus via Seilbahn Ried–Illgau–Oberberg.

An der Basis der Fallenfluh liegt das Lauiloch, von dem mehrere Kilometer erforscht worden sind. In ähnlicher Lage befindet sich eine zweite, kleinere Höhle etwas westlich davon.

Tabelle 5: Der Karst in der Druesbergdecke

<i>8. Fronalp–Chlingenstock</i>
HK: 3,4 km ²
GK: 3,2 km ²
Karst: 6,6 km ²

9. Gibel, Fallenfluh

HK: 3,0 km ²
GK: 0,3 km ²
Karst: 3,3 km ²

10. Illgau

HK: 0,0 km ²
GK: 1,1 km ²
Karst: 1,1 km ²

LITERATURVERZEICHNIS

- BEHRENS, H., BÖGLI A. et al. (1981): *Hydrogeologische Untersuchungen im Karst des hintern Muotatales*. Steirische Beitr. Hydrogeol. Graz.
- BÖGLI, A. (1951): *Probleme der Karrenbildung*. Geogr. Helv., Zürich H. 3, 191–204.
- BÖGLI, A. (1960): *Kalklösung und Karrenbildung*. Z. Geomorph. Suppl. 2, 4–21.
- BÖGLI, A. (1961): *Karrentische*. Z. Geomorph. 185–197.
- BÖGLI, A. (1964): *Le Schichttreppenkarst, un exemple de complexe glacio-karstique*. Rev. Belge. Géogr. 1/2 64–82
- BÖGLI, A. (1969a): *CO₂-Gehalte der Luft in alpinen Karstböden und Höhlen*. 5. Int. Kongr. Speläol., Stuttgart, Bd. 2.
- BÖGLI, A. (1969b): *Neue Anschauungen über die Rolle von Schichtfugen und Klüften in der karsthydrographischen Entwicklung*. Geol. Rundsch. 58, Bd. 2, 395–408.
- BÖGLI, A. (1970): *Le Höllloch et son karst. Das Höllloch und sein Karst*. Ed. La Baconnière, Neuchâtel. Deutsche und französische Fassung.
- BÖGLI, A. (1976): *Zauber der Höhlen*. Silva Verlag, Zürich.
- BÖGLI, A. (1978) (1980): *Karsthydrographie und physische Speläologie*. Deutsche und engl. Fassung. Springer Verlag, Heidelberg, New York.
- EGLI P. (1904): *Beitrag zur Kenntnis der Höhlen in der Schweiz*. Diss. Phl. II, Uni Zürich
- HANTKE R. (1961): *Tektonik der helvetischen Kalkalpen zwischen Obwalden und dem St. Galler Rheintal*. Viert. J. Schrift der Naturforschenden Ges. Zürich.
- KRAUS F. (1894): *Höhlenkunde*. Carl Gerold's Sohn, Wien.
- LEHMANN O. (1931): *Über die Karstdolinen*. Mitt. Geogr.-Ethnogr. Ges. Zürich, 31, 43–71.
- LEHMANN O. (1932): *Die Hydrographie des Karstes*. Franz Deutike, Wien.
- OBERHOLZER J. (1933): *Geologie der Glarner Alpen*. Beitr. geol. Karte Schweiz (NF) 28.
- OBERHOLZER J., HEIM ALB. (1910): *Geologische Karte der Glarner Alpen*. Spezialkarte Nr. 50, Schweiz. Geol. Kommission.

