

Zeitschrift: Heimatkunde Wiggertal
Herausgeber: Heimatvereinigung Wiggertal
Band: 61 (2003)

Artikel: Willisau zur Eiszeit : aus den jüngsten Kapiteln der Erdgeschichte
Autor: Bieri, Bruno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-718489>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 24.05.2025

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



Willisau zur Eiszeit

Aus den jüngsten Kapiteln der Erdgeschichte

Bruno Bieri

Nachrichten über Wetterkapriolen und Umweltveränderungen beunruhigen uns tagtäglich. Klimaänderungen, die zu Eiszeiten oder heute eher zu wärmeren Zeiten führen, beschäftigen verständlicherweise einen Grossteil der Menschheit.

Heute wissen wir, dass mehrere Eiszeiten in den letzten zwei Millionen Jahren nicht nur unsere Region, sondern die ganze Schweiz, ja sogar ganze Kontinente geprägt haben. Die Eiszeitforschung war früher eine ausgesprochen historische Wissenschaft, bei der das Studium und die Veränderungen der Gletscher im Vordergrund standen. Heute zeigen uns die aktuellen Ergebnisse und Prognosen der laufenden Klimaforschungsprogramme, dass gerade die neuen Ergebnisse der Eiszeitforschung globale und interdisziplinäre Dimensionen angenommen haben. Genaue Kenntnisse über den Klimaverlauf und dessen Steuerungsmechanismen anfangs und während des Eiszeitalters sind heute sehr wertvoll.

Die Eiszeitforschung hat heute globale Bedeutung! Bei der erdgeschichtlichen Beschreibung der Landschaft rund um Willisau stösst man unweigerlich auf den Begriff «Eiszeit». Wie aber hat diese Eiszeit auf unsere Region eingewirkt oder besser gesagt, welche eiszeitlichen Spuren hat sie hinterlassen und was hat sie an unserem Landschaftsbild verändert. Dieser Frage wollen wir in dieser Arbeit nachgehen.

Beginn der Gletscherkunde

Es waren Schweizer, die als erste am Ende des 18. Jahrhunderts in der Geschichte der Eiszeitforschung die Entdeckung machten, dass die Gletscher zuweilen von den Bergen ins Vorland vorstiessen und die grossen Findlinge oder erratischen Blöcke aus den Alpen zurückliessen. Diese zum Teil gewaltigen Blöcke ermöglichen es, die Verbreitung und die Herkunft der eiszeitlichen Gletscher zu rekonstruieren.

Schon im 16. und 17. Jahrhundert gab es vereinzelt einfache Beschreibungen über Art und Wesen der damals im Volk noch völlig unbekannten Gletscher in den Schweizer Alpen. Zu erwähnen wären folgende Chronisten und Naturforscher der ersten Stunde: Tschudi, Münster, Stumpf, Gessner, Simmler, Räbmann, Zeiller und Wagner. Das Wissen über Gletscher blieb aber bis weit ins 18. Jahrhundert hinein sehr beschränkt.

Erst mit zunehmendem Interesse an den Naturphänomenen ungefähr ab der Zeit des zu Ende gehenden 18. Jahrhunderts wurden die Informationen über Gletscher genauer und vielfältiger. Man suchte Erklärungen über deren Entstehung und Bewegung. Grosse Fortschritte brachten die Abhandlungen von Bernhard Friedrich Kuhn, einem begnadeten Naturbeobachter aus Grindelwald. Bekannte Namen wie Scheuchzer, Gruner und de Saussure traten in Erscheinung. Anfang des 19. Jahrhunderts wurde die

Glazialtheorie erstmals von Venetz vertreten, dem bald Charpentier und Agassiz folgten. Nur mit Mühe setzte sich die Auffassung durch, dass die Findlinge durch Gletscher transportiert worden seien. Eine derartige Ansicht stand im Widerspruch zu der von den Gelehrten jener Zeit postulierten Flut- oder Drifttheorie. Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgte der endgültige Durchbruch der neuen Theorie, erweitert nur durch die Hypothesen eines mehrmaligen Vorstossens der Gletscher. Es war vor allem Louis Agassiz, ursprünglich ein berühmter Fischforscher, der mit seinem Werk «Etudes sur les glaciers» 1840 dazu beitrug, dass sich die Eiszeittheorie langsam international durchzusetzen begann.

Was ist eine Eiszeit?

Mit Eiszeit oder Kaltzeit bezeichnet man eine geologische Zeitspanne, in der die durchschnittlichen Temperaturen weltweit nur um etwa vier bis fünf Grad Celsius niedriger liegen als heute. Bei uns in der gemässigten Zone ist es bis zu zwölf Grad kälter; zudem sind die Winter viel kälter als heute. Dadurch treten in Gebirgen und in den höheren Breiten der Nord- und Südhalbkugel ausgedehnte Vergletscherungen auf. Gegenwärtig bedecken in Gebirgen und an Nord- und Südpol etwa 40 Millionen Kubikkilometer Eis eine Fläche von 15 Millionen Quadratkilometern. Während

der grössten Eisausdehnung in der Eiszeit (Pleistozän) waren dagegen rund 44 Millionen Quadratkilometer vergletschert. Diese Fläche entspricht rund 32 Prozent der Landoberfläche der Erde. Heute sind es noch zehn Prozent.

Gletscher nehmen ihren Ausgang meist vom Zentrum hochragender Gebirge. Zur Gletscherbildung müssen jedoch mehr Niederschläge in Form von Schnee auf die Gletscher niedergehen, als an ihrem Ende Eis abtaut. Durch rasches Wachstum und Mächtigkeiten bis 3000 Meter geraten die Gletscher in eine Fließbewegung, die minimal 30 Meter pro Jahr und maximal rund 7500 Meter pro Jahr betragen kann. Im Laufe der Zeit bedecken sie so riesige Teile der Flachländer oder Meere. Angrenzende, nicht vergletscherte Gebiete bilden Kältesteppe oder Tundren. Da die Eisschilde ungeheure Wassermengen binden, sinkt der Meeresspiegel weltweit um bis zu 120 Meter. Kaltzeiten hatten stets massgebenden Einfluss auf die Entwicklung und Verbreitung von Tieren und Pflanzen, zuletzt auch auf den Menschen. Ferner prägten sie die nach-eiszeitlichen Landschaftsformen.

Schon viel früher gab es Eiszeiten

Die am besten erforschten Klimaänderungen sind die Eiszeiten oder Kaltzeiten. In der fast fünf Milliarden Jahre al-

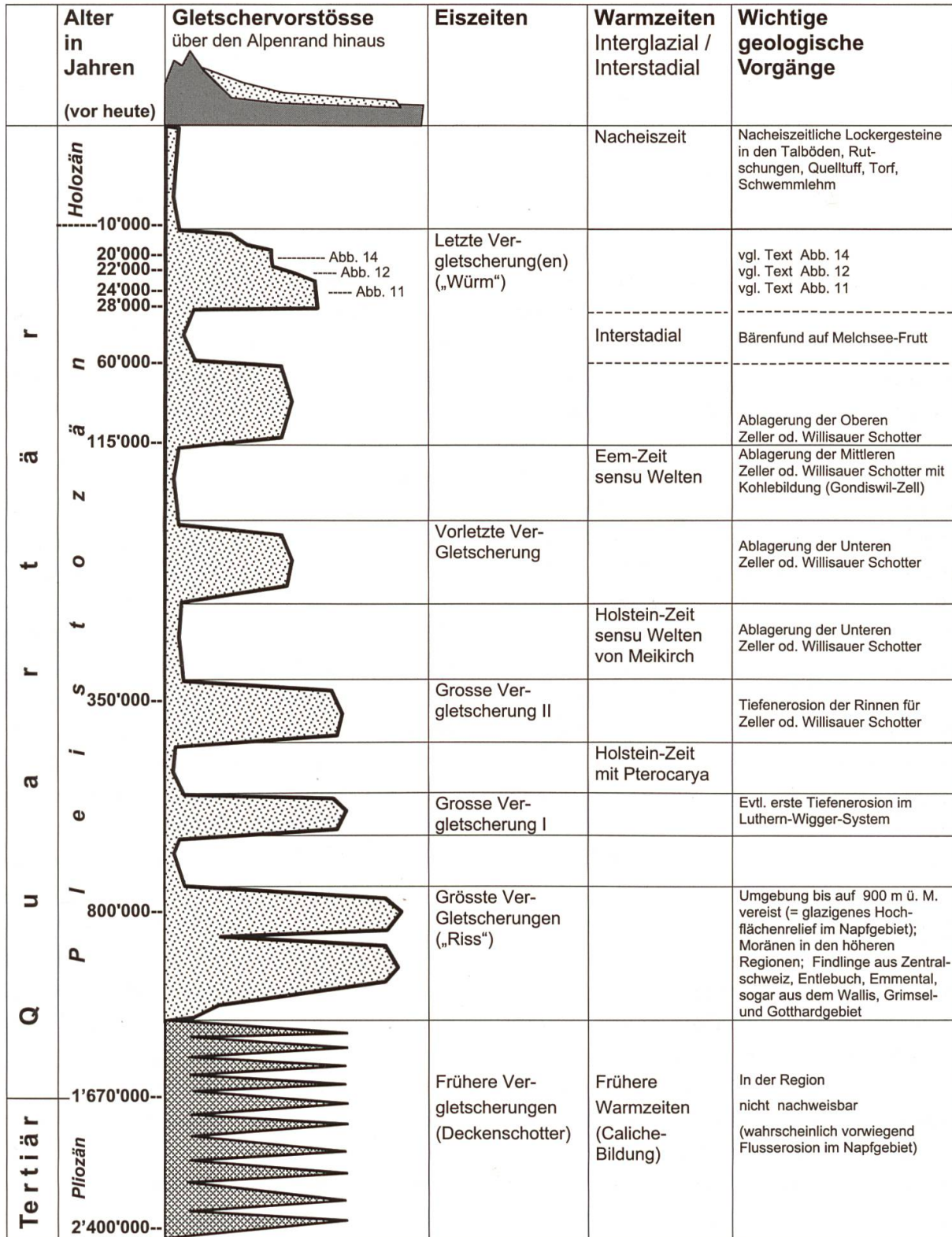


Abbildung 1: Abschnitt aus der jüngeren Erdgeschichte, in dem die eiszeitlichen Erscheinungen und Ablagerungen von Willisau (Willisau-Stadt und Willisau-Land) auftreten. Nach Müller & Schlüchter (1997) und eigenen Angaben.

ten Erdgeschichte gibt es fünf Epochen, in denen sichere Anzeichen für Vereisungen gefunden worden sind. Die einzigen Phasen grosser Vereisungen in der geologischen Urzeit, die heute noch nachgewiesen werden können, fanden vor zirka 2,5 Milliarden Jahren und zwischen 900 und 600 Millionen Jahren statt. Im Erdaltertum entdeckte man ebenfalls zwei grosse Eiszeiten im Ordovizium-Silur vor 450 Millionen Jahren und im Perm-Karbon vor rund 300 Millionen Jahren. Die wärmsten Phasen der Erdgeschichte, eine längere Epoche ohne Eiszeiten, ereigneten sich am Ende des Erdmittelalters in der Kreidezeit, als das Meer seinen Höchststand erreichte und der Einschlag eines grossen Meteorits oder Kometen ein gewaltiges Massensterben verursachte und somit das Klima wahrscheinlich massgeblich beeinflusste.

Bleibt noch das fünfte und letzte Eiszeitalter, das vor gut zwei Millionen Jahren begann und vor ungefähr zehntausend Jahren zu Ende ging. In der Umgebung von Willisau findet man lediglich geologische Phänomene dieses letzten Eiszeitalters (Abb. 1).

Warum gibt es Eiszeiten?

Um es vorwegzunehmen: Es gibt momentan keine schlüssige Erklärung, warum es zu diesen Eiszeitaltern der Vorgeschichte gekommen ist. Forscher haben

bis heute jede Menge von möglichen Ursachen herausgefunden. Um sich an diese komplexe Frage heranzuwagen, wollen wir in der Folge die drei Hauptursachenbereiche herauskristallisieren:

Astronomische Einwirkungen

Schon vor gut 70 Jahren hat der serbische Mathematiker Milutin Milankovic die Unregelmässigkeiten der Erdbahn um die Sonne berechnet. Die wechselnde Neigung der Erdachse zwischen 21,8 Grad und 24,5 Grad (heute 23,5 Grad) bewirkt erstens alle 41 000 Jahre eine unterschiedlich starke Sonneneinstrahlung auf der Erde. Die elliptische Erdumlaufbahn verändert sich zweitens zwischen 0,5 Prozent und 6 Prozent in einem Zyklus von 100 000 Jahren. Dadurch steht die Erde der Sonne einmal näher (Perihel) und einmal ferner (Aphel). Ist ein bis jetzt unbekannt gebliebener Himmelskörper dafür verantwortlich? Drittens führt die Erdachse innerhalb von 26 000 Jahren eine Kreiselbewegung durch. Diese so genannte Präzession bewirkt die Verschiebung von Perihel und Aphel. Zurzeit liegt das Perihel im Winter der Nordhalbkugel. Die Milankovic-Theorie hat gezeigt, dass sich die Auswirkung der ständig schwankenden Erdbahnelemente in gewissen Zeiten gegenseitig abschwächt, aber zu anderen Zeiten ganz erheblich verstärkt. Heute sieht man in diesen Schwankungen der Sonneneinstrahlung die haupt-

sächliche Ursache für die Schwankungen innerhalb eines Eiszeitalters.

Zur Wärmestrahlung kommt aber auch noch der Sonnenwind, der das Magnetfeld der Erde und damit unsere Atmosphäre und das Klima beeinflusst. Sein Einfluss ist noch weitgehend unklar!

Die Folgen der Kontinentalwanderung (Plattentektonik)

Verschieben sich Kontinente mit Hochgebirgen infolge plattentektonischer Vorgänge in die Polregionen, kann sich dort Schnee ansammeln. Die weisse Oberfläche strahlt die einfallenden Sonnenstrahlen verstärkt zurück und führt zu einem weiteren Wärmeverlust (= Albedoeffekt). Bei genügendem Niederschlag sind dann Gletscherbildungen die Folge.

Es ist auffallend, dass sich in Zeiten der grossen Vergletscherungen jeweils ein Kontinent in Pollage befunden zu haben scheint. Die entsprechenden Eiszeitspuren des Erdaltertums zeigen an, dass mal Australien und mal Afrika am Südpol gelegen haben müssen. Im quartären Eiszeitalter, zu dem auch die geologische Gegenwart zu zählen ist, liegt die Antarktis auf dem Südpol und ist mit mächtigen Eispanzern bedeckt. Besonders wichtig für den Klimahaushalt der Erde ist das System der Meeresströmungen, die abhängig ist von der momentanen Lage der Kontinente auf der Erdkugel. Heute kann sich das Was-

ser der polaren und subpolaren Breiten mit dem des Äquatorbereichs vermischen. Lägen die Kontinente anders, könnte es zu einer weltumrundenden Hauptströmung in der Äquatorregion kommen, was sicherlich zu klimaverändernden Auswirkungen führen würde. Da die Kontinentalwanderungen sehr langsam ablaufen, sind die Folgen dementsprechend stets langfristig. Sind sie schliesslich verantwortlich für das Zustandekommen einer Eiszeit?

Katastrophale Ereignisse wie Vulkanausbrüche und Kometeneinschläge

Vulkanausbrüche des 20. Jahrhunderts haben gezeigt, dass sie das Klima für einige Jahre beeinträchtigen können. Der Pinatubo auf den Philippinen schleuderte beim grössten Vulkanausbruch des 20. Jahrhunderts im Juni 1991 Unmengen von Vulkanasche in die Atmosphäre. Diese feinsten Ascheteilchen, die gewaltige Staubwolken verursachten, änderten die kurz- und langwellige Strahlungsbilanz der Atmosphäre. Wenn man bedenkt, dass in der Erdgeschichte noch viel verheerendere Vulkankatastrophen (Supervulkane) stattgefunden haben, können die Folgen sogar das Weltklima abgekühlt und möglicherweise zu Eiszeiten geführt haben. Noch katastrophaler wirkten sich grössere Kometen- und Meteoriteneinschläge aus. Die Möglichkeit eines Einschlages ist durchaus realistisch, der Zeitpunkt zum

Glück rein hypothetisch. Die Auswirkungen eines solchen Einschlages, die gänzlich von der Grösse des Himmelskörpers abhängen, sind in Bezug auf eine nahende Eiszeit weitgehend noch unbekannt.

Dem Autor ist klar, dass die hier vorgestellten Ursachenbereiche im Rahmen dieser Arbeit nicht vollständig sein können. Aus diesem Grund wurden die Ursachenbereiche mit erwärmenden Auswirkungen, wie zum Beispiel die Treibhausgase, einfachheitshalber weggelassen. Abschliessend sei erwähnt: Man vermutet, dass die einzelnen Ursachen für sich allein oder im Zusammenspiel mit anderen zu einer Eiszeit führen könnten. Die Hauptursache aber ist noch unbekannt!

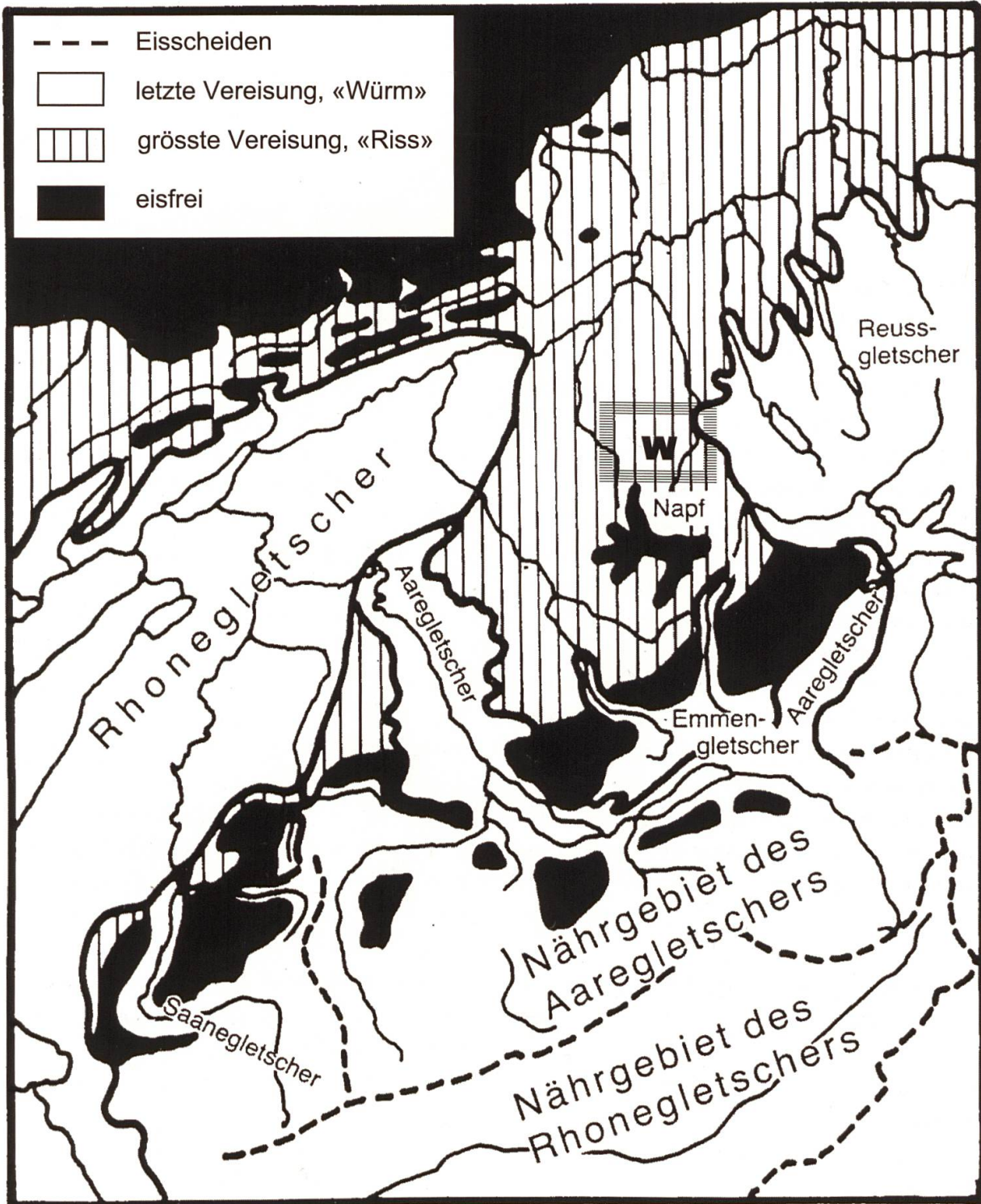
Das quartäre Eiszeitalter – die Sintflut wird abgelöst

Der jüngste Abschnitt der Erdgeschichte, das Quartär, wird allgemein als das Eiszeitalter bezeichnet und setzt sich aus zwei geologischen Perioden, dem Pleistozän und dem Holozän, zusammen. Der ältere Name für das Pleistozän ist «Diluvium» und erinnert an die Sintflut, die in historischen Zeiten regelmässig für unerklärbare Naturkatastrophen verantwortlich sein musste. Die Gliederung des Pleistozäns ist wegen diversen Lücken an Informationen noch unvollständig und wird in der kommen-

den Zeit dank Fortschritten in den Erdwissenschaften noch etliche Korrekturen erfahren. Das verfügbare Wissen und damit die Genauigkeit nimmt auch für die jeweiligen Zeitabschnitte mit höherem Alter ab. Das Quartär umfasst die letzten knapp zwei Millionen Jahre und war von bedeutenden Klimaschwankungen gekennzeichnet. Dabei schwankte die mittlere Jahrestemperatur zwischen Eiszeit und Warmzeit in den massgeblichen Regionen um rund sieben bis zwölf Grad Celsius. Während dieser Periode kam es zu einem mehrmaligen Vorstossen der Alpengletscher bis weit ins Mittelland hinaus. Drastische Änderungen der geologischen Vorgänge und entsprechende Veränderungen in der Pflanzen- und Tierwelt waren die Folge. Diese einschneidenden Umweltveränderungen fanden nach neusten Erkenntnissen mindestens 10- bis 15-mal statt. Die ersten klimatischen Schwankungen begannen zwar, wie in Abbildung 1 dargestellt ist, schon im Jungtertiär (Pliozän).

Strukturen im Feld verraten die Eiszeit

Der Geologe versucht einerseits über Kartierungen von eiszeitlichen Landschaftsformen, wie Moränenwällen, Findlingen, Schotterfeldern, Kiesterrassen, Drumlins und Rundhöckern, andererseits über geologische Analysen in Lockerge-



Willisau

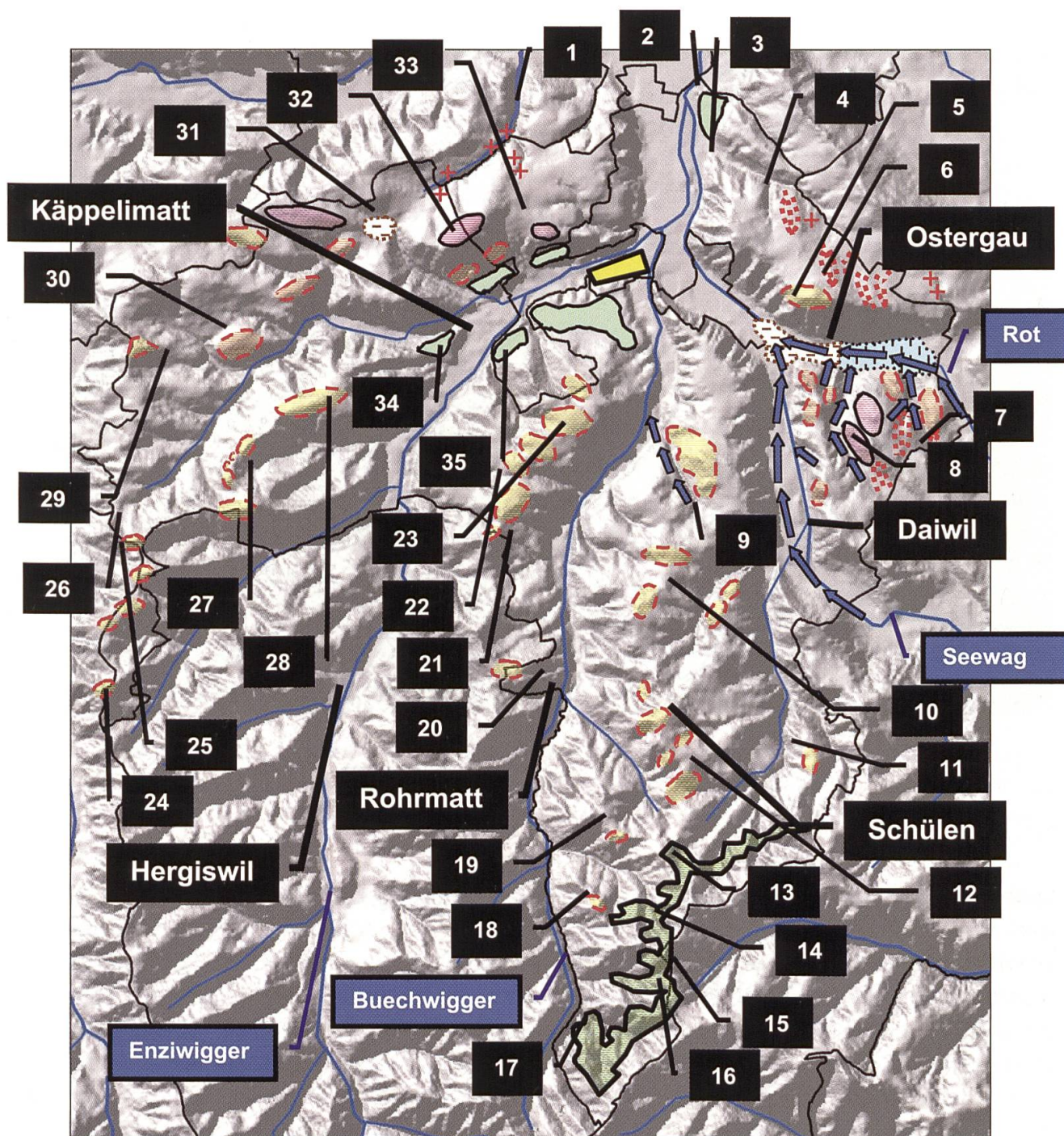
Abbildung 2: Die geologischen Verhältnisse der weiteren Umgebung zur Zeit der letzten («Würm») und der grössten Vergletscherungen («Riss»). Willisau befindet sich zur Zeit der grössten Vergletscherungen vor rund 800 000 Jahren im Übergangsbereich des Rhone- und Reussgletschers.

Abbildung 3: Geographische und geologische Übersicht der eiszeitlichen Erscheinungen in Willisau (Willisau-Stadt und Willisau-Land).

steinsaufschlüssen, vor allem in Kiesgruben, das Eiszeitalter zu rekonstruieren. Insbesondere Kiesgruben spielen für die Eiszeitgeschichte eine zentrale Rolle. Hier sieht man wie in einem dreidimensionalen Guckfenster die Abfolge der verschiedenen Grundmoränen, die Schotterlagen der damaligen Schmelzwasserflüsse, die feinkörnigen Seeablagerungen und die Horizonte der Verwitterungsböden. Die Grundmoränen sind für die Rekonstruktion der eiszeitlichen Vorgänge von besonderer Bedeutung, da sie dokumentieren, wie weit die Gletschervorstösse mindestens gereicht haben. Allgemein muss erwähnt werden, dass die Ablagerungen des Eiszeitalters sehr kompliziert aufgebaut und meistens nur lückenhaft erhalten sind, da die häufigen Gletschervorstösse nicht nur neue Sedimente bilden, sondern auch bereits vorhandene ganz oder teilweise wieder wegerodieren respektive zerstören.

Wie weit reichte die Vereisung im schweizerischen Mittelland? Hier markieren die Endmoränen sämtlicher Alpengletscher die ehemalige Ausdehnung. In unserer Region sind vor allem die Endmoränen des Rottales (Grosswangen) und des Wauwilermooses (Hoostris) bekannt. Im Alpenraum wird die Eismächtigkeit durch die Schliftgrenze bestimmt. Im Mittelland unterscheidet man grob zwischen den Gletscherauseinandersetzungen der letzten («Würmeiszeit» im klassischen Sinn) und der

1. Ruessgraben
2. Wydenmühle
3. Gunterswil
4. Chellewald
5. Chlämphöchi
6. Grosswellbrig
7. Chessental
8. Schwandberg
9. Ägerten
10. Oberberg
11. Flue
12. Lachenweid
13. Chabis
14. Rassleren
15. Buechensagi
16. Petsch
17. Ober-Alpetli
18. Rotenegglen
19. Mittsenegglen
20. Neumatt
21. Mettenberg
22. Neuenegg
23. Vorberg
24. Fluegütsch
25. Birchbüel
26. Bösegg
27. Hinteregg
28. Honegg
29. Gesserswil
30. Hofstetten
31. Olisrüti
32. Schwändlenhöchi
33. Willbrigwald
34. Lütenberg
35. Hirseren



Geländemodell reproduziert mit Bewilligung der GIS-Koordinationsstelle des Kantons Luzern

- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | <i>Eiszeitliche Schmelzwasserrinne</i> |  | <i>Moränen (Wallmoränen)</i> |
|  | <i>Erratiker (erratische Blöcke, Findlinge)</i> |  | <i>Schwemmlehm in Talböden, Gebängelehm</i> |
|  | <i>drumlinartiger Hügel</i> |  | <i>Torfmoor</i> |
|  | <i>Rundhöcker aus Oberer Süsswassermolasse</i> |  | <i>Nunataker (stets eisfreie Gebiete)</i> |
|  | <i>Rundhöcker aus Oberer Meeresmolasse</i> |  | <i>Willisauer Städtchen</i> |
|  | <i>Zeller Schotter / Willisauer Schotter</i> | | |



Abbildung 4: Blick vom Mettenberg in Richtung Menzberg zu den höchstgelegenen Partien von Chabis – Hütteweid – Rassleren – Buechensagi – Petsch – Guetenegg – Schattebüel – Ober-Alpetli-Gustiberg oberhalb 900 Meter. Diese waren nie mit Eis bedeckt und werden Nunataker genannt.

grössten Eiszeit («Risseiszeit» im klassischen Sinn). Viele Gletschervorstösse erreichten aber Ausdehnungen dazwischen (vorletzte Vergletscherung, grosse Vergletscherung II und grosse Vergletscherung I) und sind noch nicht im Detail rekonstruiert. Eine Zusammenfassung des heutigen Wissens ist in Abbildung 1 versucht worden.

Millionen Jahre alter Untergrund

Als Unterlage sämtlicher eiszeitlicher Erscheinungen dienen im Luzerner Hinterland, aber auch im gesamten Luzerner Mittelland, die Molassegesteine. Die Form und Verteilung der Hügel und Täler, also der gesamte Charakter dieser Umgebung, wird geprägt durch Aufbau

und Lagerung dieser Gesteine. Vor gut 25 Millionen Jahren, im mittleren Tertiär (Oligozän), begannen sich die Alpen verstärkt zu falten und zu heben. Das sich auftürmende Gebirge wurde fortlaufend erodiert. Der Abtragungsschutt wurde durch mächtige Flüsse – im Fall des Napfgebietes war es die Uraare – in das schweizerische Mittelland verfrachtet, wo er in riesigen flachen Meeresbecken und auf terrestrischen Schuttfächern liegenblieb und später zu festem Gestein zementierte. Dieser Abtragungsschutt der Alpen im Vorland wird als Molasse bezeichnet. Einerseits handelt es sich bei uns um die Obere Meeresmolasse, die aus gutgebankten flachmeeresischen Sandsteinen, Tonen und Mergeln mit versteinerten Schnecken, Muscheln und Haifischzähnen bestehen.



Abbildung 5: Der Fluegütsch, ein markanter Rundböcker unweit der Chrüzstigen, hat einen Kern aus Oberer Meeresmolasse (meistens Nagelfluh).

Die darüber liegende Süsswassermolasse besteht andererseits aus kontinentalen, grobkörnigen Überschwemmungssedimenten (Nagelfluh), aus sandgefüllten Rinnen (Sandstein) sowie aus See-, Teich- und Sumpfablagerungen. An einigen Orten wandelten sie sich zu Braun-, Schieferkohle und Torf um. Die gesamte Molasseschüttung fand unter subtropischen Bedingungen statt. Tier- und Pflanzenwelt waren dementsprechend anders als heute.

Das Klima wird kälter

Am Ende der Tertiärzeit, im Pliozän (vgl. Abb. 1), kühlte sich das Klima allmählich ab. Zu dieser Zeit dürften die ersten Flusstäler bereits existiert haben. Das

heutige Aussehen mit ausgeprägtem Relief erhielt die Landschaft jedoch erst im Quartär, als die Wirkung von Wasser und Eis ihre Spuren hinterliess. Man nimmt an, dass die Schweiz im Verlaufe der letzten ungefähr zwei Millionen Jahre mindestens zehn Eiszeiten und Zwischeneiszeiten über sich ergehen lassen musste. In der Region Willisau findet man noch Ablagerungen, die der grössten Vereisung, der Eem-Warmzeit, und verschiedenen Phasen der letzten Vergletscherungen zugeordnet werden können.

Die Wirkung des Gletschereises war von zweifacher Art und Weise: Erstens wurde durch die Gletscher und deren Schmelzwässer unter dem Eisstrom das feste Gestein des Untergrundes abgetragen. Die bereits am Ende des Tertiärs



Abbildung 6: Blick vom Charberg über die scharfen Eggen des Nollentales bis zum auf-fallenden Rundböcker mit Linde südlich von Hinteregg.

angelegten Täler des äusseren Napfgebietes wurden ausgehobelt und ausgewaschen, die Flanken des Napfs (Eggen) und die kleineren Hügel überfahren und rundgeschliffen. Zweitens haben die gleichen eiszeitlichen Naturphänomene grosse Teile unserer Region mit Ablagerungen verschiedenster Art zugedeckt. In der Kartierung (Abb. 3) findet man eine Zusammenfassung dieser Eiszeitformen von Willisau.

Zur Zeit der grössten Vergletscherungen («Risseiszeit»)

Nunataker bilden den Südrand

Vor rund 800 000 Jahren, während der grössten Vergletscherungen, war die Gegend von Willisau fast vollständig von

Eismassen des Rhone-/Aare-/Emme-Gletschers und des Reuss-/Aare-Gletschers bedeckt. Einzig die Höhenzüge in Richtung Menzberg oberhalb von ungefähr 900 Metern (Chabis – Hütteweid – Rassleren – Buechensagi – Petsch – Guetenegg – Schattebüel – Ober-Alpetli – Gustiberg) blieben stets eisfrei. Diese eisfreien, unberührten Gipfelzonen nennt man Nunataker (Abb. 3 und 4).

Rundhöcker, Moränen und drumlin-artige Hügel

Überbleibsel respektive sichtbare Produkte dieser grössten Vergletscherungen sind die recht zahlreichen, eisüberprägten Kuppen und Kreten, von denen die markantesten als Rundhöcker in der Kartierung (Abb. 3) eingezeichnet sind. In den oberen Partien, die sich über 700



Abbildung 7: Die Chlämphöchi präsentiert sich vom Grosswanger Wellbrigg aus als lang gezogener, sanfter Rundhöcker.

Meter über Meer befinden, besteht ihr Kern aus Sedimentgesteinen der Oberen Süsswassermolasse, weiter unten aus der älteren Oberen Meeresmolasse. Die Ersteren können ungefähr wie folgt gruppiert werden: Eine Gruppe zu fünf auf der Westgrenze Willisaus südlich Bösegg (Abb. 5), eine Gruppe bei Honegg–Hinteregg (Abb. 6), eine Sechsergruppe zwischen Vorberg und Mettenberg, ein grössere weiter auseinanderliegende Gruppe von Ägerten bis Roteneggen sowie drei bis vier Einzalgänger, von denen die Chlämphöchi (Abb. 7) auffällig den höchsten Punkt des Wellbriggs einnimmt. Die Letzteren aus Oberer Meeresmolasse sind in unserem Untersuchungsgebiet weit weniger vertreten. Die eine Hälfte befindet sich im norwestlichen Kartierungsgebiet, die andere Hälfte südlich des Ostergaus.

Während diese Gruppe vom Rottalarm des Reuss-/Aare-Gletschers bearbeitet wurde, war die andere Hälfte zur gleichen Zeit vom Rhone-/Aare-/Emme-Gletscher heimgesucht worden. Willisau dürfte ziemlich genau im Zusammenflussgebiet dieser beiden gewaltigen Eismassen zur Zeit der grössten Vergletscherung (Abb. 2) gelegen sein. Aufgefundene Findlinge in der weiteren Umgebung belegen diese Annahme. Von den eher Flächen einnehmenden Grundmoränen der grössten Vergletscherungen, in der der Rhonegletscher bis um den Napf in unsere Region vorgedrungen ist, sind in Willisau nur noch wenige Relikte vorhanden. Sie sind gezwungenermassen in den höheren Lagen anzutreffen, sind aber kaum mehr eindeutig identifizierbar. Sie wurden deshalb in der Kartierung (Abb. 3) weg-

gelassen. Hingegen fallen in der Landschaft markante, vom Gletscher überfahrene Hügel aus Schotter- oder Moränenmaterial auf, die in der Literatur als Drumlins bezeichnet werden. Nach Christian Schlüchter, Institut für Geologie der Universität Bern, handelt es sich häufig nicht um echte Drumlins, denn diese müssten immer einen elliptischen Grundriss und eine Längsachse in Fliessrichtung des Gletschers aufweisen. Drei dieser «drumlinartigen Hügel», wie ich sie in der Kartierung nenne, befinden sich bei Mittmisrüti, bei der Schwändlenhöchi und südlich des Gulphüttli (Willbrigwald). Weitere zwei befinden sich ganz im Osten von Willisau auf dem Schwandberg, der zwischen Ostergau und Daiwil liegt. Die von Südosten nach Nordwesten fast parallel lagernden drumlinartigen Hügel weisen unbeeinträchtigte, freie Kuppen auf. Den einen nördlich von Ober-Schwand (Abb. 8) entdeckt man auf dem Weg zur Brüscheid.

Erratiker oder Findlinge

Von den Erratikern (erratischen Blöcken oder Findlingen), die vom Rhonegletscher aus den Walliser Alpen oder aus dem Mont-Blanc-Massiv über den Genfersee, Fribourg, Bern bis zu uns transportiert wurden, sind noch einige recht markante, mehrere Tonnen schwere Brocken übrig geblieben. Fast alle befinden sich im Bachbett des Ruessgrabens oder einem seiner kleinen Seitentäler

(Abb. 3). Auf einer markanten Terrasse über dem Ruessgraben, auf der linken Seite des Wanderweges von der neuen Jägerhütte zum Ruessgraben, findet man zwei grössere Erratiker, die mit ihrer Unterlage abgerutscht und versackt sind. Dabei handelt es sich um granodioritische Gneise, die auf einer Höhe von zirka 615 Metern über Meer liegen. Einer davon (Abb. 9) liegt heute noch einigermaßen frei, der andere ist fast völlig im Hang eingebettet oder versackt. Beide können in Bezug auf Grösse nur geschätzt werden. Das Gewicht beträgt bei beiden bestimmt aber mehrere Tonnen. Auf der Ostseite, im Einzugsgebiet des Reuss-/Aare-Gletschers, befindet sich auf Willisauer Boden lediglich noch der Findling aus helvetischem Kieselkalk im Chellenwald (Abb. 10), der dort auf 630 Meter über Meer beim Bau einer Waldstrasse ein wenig versetzt wurde. Er ist von der Strasse, welche von Gunterswil auf den Wellbrig führt, gut beobachtbar.

Zwischen der grössten und der letzten Eiszeit («Eem-Warmzeit»)

Neue Gliederung der Eiszeiten

Bei der Deutung der Geologie in Willisau ist in der Zeit zwischen der grössten («Riss» im klassischen Sinn) und der letzten Eiszeit («Würm» im klassischen Sinn) noch einiges im Unklaren! Einerseits fehlen genaue Studien, andererseits sind



Abbildung 8: Drumlinartiger Hügel nördlich von Ober-Schwand.

die Aufschlussverhältnisse wesentlich schlechter als im benachbarten Luthertal.

Neuere sedimentologische Untersuchungen und Bearbeitungen an Aufschlüssen und Bohrungen im Raum Luthertal und Wolhusen erlauben eine neue Interpretation der geologischen Verhältnisse im nördlichen Napfgebiet (Abb. 1). Nach Müller & Schlüchter (1997) kann nachgewiesen werden, dass zwischen der grössten Vergletscherung, als das nördliche Napfgebiet zum letzten Mal vom Eis überflossen worden ist, und der warmzeitlichen Eem-Zeit mindestens drei weitere Erosionsphasen zur heutigen komplexen Talform geführt haben. Zwei dieser erosiven Phasen entsprachen zwei Gletschervorstössen (grosse Vergletscherung I, grosse Vergletscherung II), die in Bezug auf Ausdehnung

ungefähr dem letzteiszeitlichen Maximum entsprachen. Aus diesen Befunden lässt sich ableiten, dass zwischen der grössten Gletscherausdehnung («Riss» im klassischen Sinn) und der letzten Eiszeit («Würm» im klassischen Sinn) vermutlich drei weitere Gletschervorstösse stattgefunden haben müssen. Die klassisch definierte «Riss» kann also nicht die vorletzte Vereisung unmittelbar vor dem Eem sein. Sie ist um vieles älter (Abb. 1).

Die lukrativen Zeller oder Willisauer Schotter

Die um Willisau auftretenden Zeller oder Willisauer Schotter (vgl. Abb. 3) dürften nach Müller & Schlüchter (1997) im jüngeren Teil dieser Zeitepoche, also ungefähr vor 100 000 bis 200 000 Jahren, abgelagert worden sein. Ein Teil der

Abbildung 9 (links): «Risseiszeitlicher» Findling aus granodioritischem Gneis beim Wanderweg in den Ruessgraben. Die Herkunft des vom Rhonegletscher transportierten Erratikers ist ungewiss.

Abbildung 10 (rechts): Findling aus helvetischem Kieselkalk im Chellenwald. Er dürfte über einen Seitenarm des Reuss-/Aaregletschers aus der Zentralschweiz zu uns gelangt sein.

Schüttung fällt wahrscheinlich sogar in die zweitletzte Zwischeneiszeit (Holstein-Zeit sensu Welten von Meikirch), ein Teil in die vorletzte Eiszeit, ein weiterer Teil in die letzte Zwischeneiszeit (Eem-Zeit sensu Welten) und ein letzter Teil sogar in die beginnende letzte Eiszeit (Abb. 1) vor 115 000 Jahren.

Die Zeller oder Willisauer Schotter sind ein 20 bis 50 Meter mächtiger Schotterkomplex ohne Moränenbedeckung, der stellenweise eine Horizontalschichtung aufweist. Häufig sind die Schichten nur durch stärker verkittete Bänke angedeutet. Die Schotter kommen in der Umgebung lediglich in den «risszeitlich» bedeutenden Entwässerungsrinnen Huttwil–Gettnau und Hergiswil–Willisau vor. Die Geröllzusammensetzung entspricht der «Napf-Nagelfluh». Die Gerölle sind mit Ausnahme der eher kantigen Molas-sesandstein-Platten gut gerundet und haben Durchmesser von zwei bis sechs Zentimeter, maximal 30 Zentimeter. In Willisau lagern die Zeller oder Willisauer Schotter auf den markanten Terrassen von Lütenberg, Schwändlen, Gulp, Hirseren, Geissburg, Schlossfeld, Chalcharen und Widenmühle (Abb. 3).

Vom Mammut zum Waldelefant

In der Zwischeneiszeit oder dem Interglazial des Eem (Abb. 1) haben sich in ganz Mitteleuropa Fauna und Flora auf Grund eines wärmeren Klimas stark verändert. Die Gletscher haben sich wie

heute in die Hochgebirge zurückgezogen. Vor allem das Ansteigen des Meeresspiegels bis zu einem Stand, der ungefähr dem heutigen entspricht, führte zu einem markanten Wechsel in der Vegetation und der Tierwelt. Der Wald entwickelte sich in langsamen Schritten zu einem fast reinen Laubwald. Das gesamte Eem-Interglazial lief in etwa 10 000 bis 12 000 Jahren ab, war um zwei bis drei Grad wärmer als die heutige Warmzeit (Holozän oder Nacheiszeit) und ging ohne zwischengeschaltete Klimazone in die letzte Eiszeit über. Die Mammut-Fauna der Kaltzeiten ging in der Eemzeit in die Waldelefantenfauna über. Diese war bei den grossen Pflanzenfressern bedeutend reicher als heute, denn zu ihr gehörten der Waldelefant, das Waldnashorn, das seltenere Steppennashorn und der Damhirsch.

Zur Zeit der letzten Vergletscherungen («Würmeiszeit»)

Artenreicherer Wald als heute

Heute weiss man auf Grund von Pollenanalysen und durch Einbezug der Sauerstoffisotopenanalyse, dass selbst mitten in der letzten Vergletscherung («Würm») das Klima so stark schwankte, dass sich zeitweise die Gletscher bis in die Alpentäler zurückzogen und sich im schweizerischen Mittelland Wald ausbreitete. Übrigens weiss man aus den



gleichen Untersuchungen, dass vermutlich die Wälder bei uns aus einer reicheren und mannigfaltigeren Baumvegetation bestanden. Nur anpassungsfähige Pflanzen und Tierarten überlebten die Temperaturstörungen jener Zeit. Viele Tierarten starben oder wanderten am Ende des Tertiärs aus. Neue Arten eroberten unser Gebiet.

Kaltzeiten dominieren

Gegenüber den Warmzeiten dauerten die Kaltzeiten wesentlich länger und waren klimatisch stärker gegliedert. Man unterscheidet kalte Phasen mit Eisvorstössen und wärmere Abschnitte, die auch Interstadiale genannt werden. Trotz dieser Schwankungen kam in den kälteren und wärmeren Phasen eine typi-

sche kaltzeitliche Fauna vor. Die Bildung der grossen Gletscher auf den Kontinenten führte zu einer Absenkung des Meeresspiegels um 120 Meter. Vor allem in Europa, das geprägt ist von vielen kleinen und flachen Rand- und Binnenmeeren, wirkte sich das stark aus. Das Klima Mitteleuropas war in den Kaltzeiten ausgesprochen kontinental, in den Warmzeiten relativ maritim. Die Landschaft entsprach in Gletschernähe etwa der einer baumlosen Tundra, wie sie heute in Skandinavien, Sibirien, Alaska und Kanada vorkommt. Neu eroberte das Mammut die kahlen vegetationsarmen Flächen. Seine grösseren Begleiter waren das Wollnashorn, das Pferd, der Riesenhirsch, der Rothirsch, der Steppenbison und das Rentier. Moschusochsen und Saiga-Antilopen ka-

men nur zu bestimmten Zeiten vor. Das damalige Ökosystem mit so vielen Pflanzenfressern wird abgerundet mit einer Raubtierfauna aus Hölenbär, Höhlenlöwe, Höhlenhyäne, Vielfrass, Wolf, Eisfuchs und diversen Raubvögeln. Viele der aufgezählten Tierarten sind zwar nicht in Willisau selber, aber doch im benachbarten Lutherntal belegt. Einer dieser Funde ist besonderes berühmt geworden: In den würmeiszeitlichen Schottern wurde 1577 in Reiden gewaltige Knochen ausgegraben. Der Basler Anatom Felix Platter wies sie einem über fünf Meter grossen Riesen zu. Die Theorie Platters blieb lange unangefochten. Erst Anfang des 19. Jahrhunderts berichtigten die Naturforscher Blumenbach und Dolomieu den Irrtum. Aus dem menschlichen Riesen wurde ein Mammut. Der Fund ist «als Riese von Reiden» – übrigens zu bewundern als erste Abbildung im Bilderzyklus der Kapellbrücke in Luzern – in die Geschichte eingegangen. Weitere regionale Mammutfunde, insbesondere Knochen, Stoss- und Backenzähne, sind aus Zell, Hüswil, Ufhusen und Gondiswil bekannt.

Gletschertor im Ostergau und Stausee im Städtchen (Abb. 11)

Jedermann kennt das berühmte Bild «Luzern zur Eiszeit», das man im Museum des Gletschergartens bestaunen kann. Auf eindruckliche Art und Weise hat es

der Maler Ernst Hodel nach den Ideen des Gletschergartenbesitzers Josef Wilhelm Amrein und des berühmten Geologen Albert Heim verstanden, das mögliche Landschaftsbild vor ungefähr 20 000 bis 30 000 Jahren mit einer beeindruckenden Realität wiederzugeben. Der abgebildete Reussgletscher, der zwischen dem Pilatus und dem Stanserhorn hindurch vom Brünigarm des Aaregletschers auch Moränenmaterial und Findlinge aus dem Grimselgebiet abbekam, erreichte als einziger das Luzerner Hinterland. Lediglich im letzteiszeitlichen Maximum vor rund 26 000 bis 28 000 Jahren (Abb. 11) erstreckte sich der Rottalarm, der auf der Höhe von Buttisholz über Hetzligen, Stätenbach, Blochwil und Wüschiswil einen Lappen nach Westen aussendete, nur knapp im Ostergau und auf dem Willisauer Wellbrig auf das Areal von Willisau. Die Stirn des Gletschers befand sich ungefähr beim heutigen Zusammenfluss von Seewag und Rot, wo sich aus einem imposanten Gletschertor die trüben mit feinem Grundmoränenstaub angereicherten Fluten des Gletscherflusses ergossen. Diese Gletschermilch vermengte sich mit dem Wasser der Seewag beziehungsweise der Kleinen Emme, der Buech- und Enziwigger. Diese grosse Wassermenge staute sich zwischen Gunterswil und Widenmühle zu einem ansehnlichen Gletscherstausee, weil der vom Suhrental über Mauensee und Wauwilermoos abgezweigte Wauwilermoos-

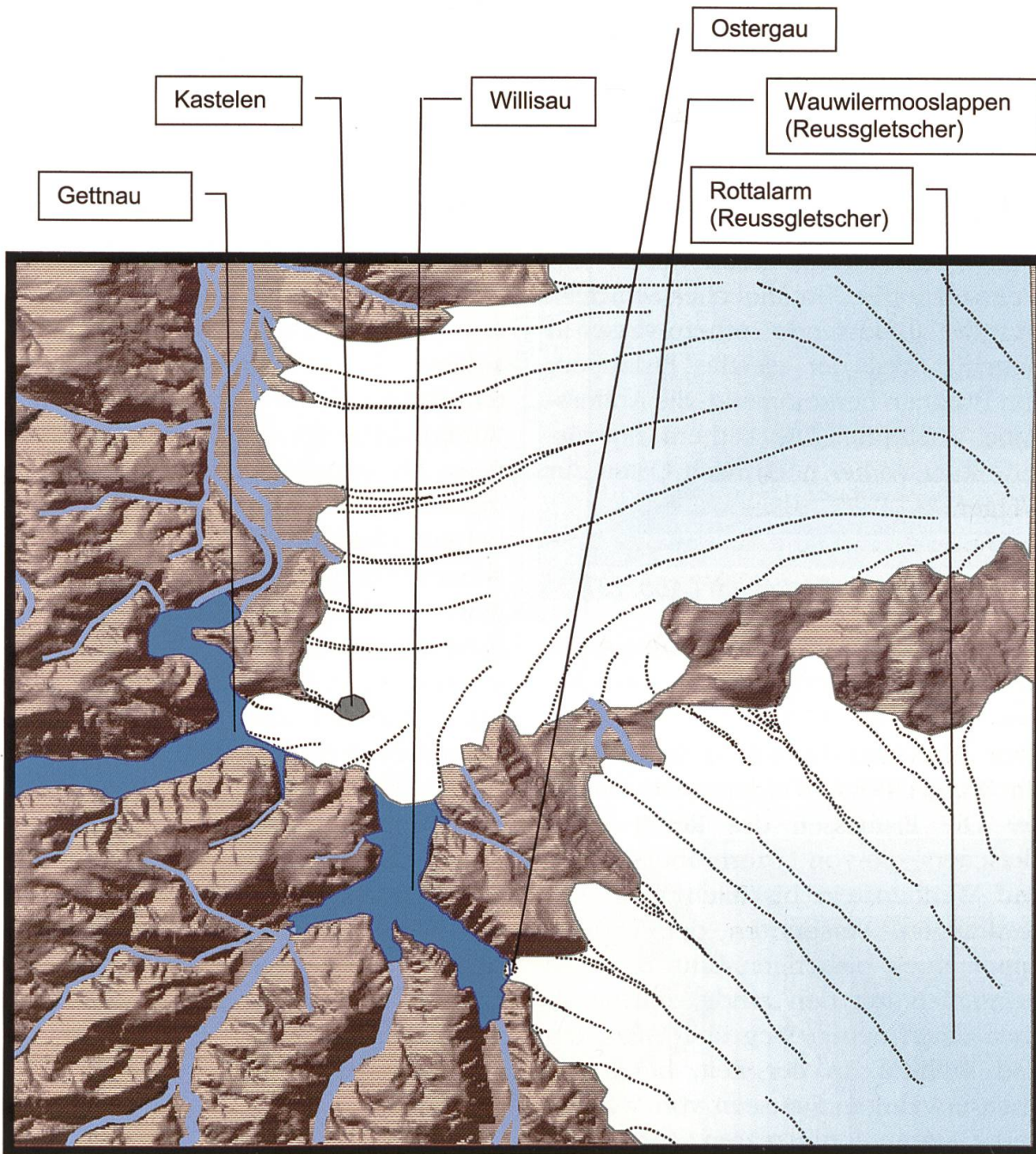


Abbildung 11: Rekonstruktion der Verhältnisse des letzteiszeitlichen Gletschermaximums vor ungefähr 24 000 bis 28 000 Jahren. Der gewaltige Wauwilermooslappen des Reussgletschers staute zwei grössere Gletscherrandseen in Willisau und Gettnau auf. Im Ostergau, das vom Rottallappen des Reussgletschers erreicht wurde, quoll aus einem Gletschertor trübe Gletschermilch. Als Besonderheit ist zu erwähnen, dass die Spitze des Kastelenhügels in jenen Tagen einsam aus den Eismassen herausguckte.

Lappen dem abfliessenden Wasser den Weg verspernte. Ein ähnliches Schicksal erlitt das abfliessende Luthernwasser in Gettnau, weil der gleiche Eislappen, von Burgrain herkommend, die Abflussrinne verstopfte. Die Luthern entwässerte kurz vorher noch nach Osten zur Wigger.

Wasser aus dem Entlebuch (Abb. 12)

Ein anderes interessantes, geologisches Detail aus jener Zeit war die Tatsache, dass die Kleine Emme, von Wolhusen über Menznau–Daiwil herkommend, zur Wigger floss. Wie kam das zustande? Die Eismassen des Reuss-/Aaregletschers, die von Luzern über Malters und Werthenstein bis nach Wolhusen vordrangen, versperrten der Kleinen Emme ihren bisherigen Lauf. Sie fand zusammen mit den randglazialen Bächen einen neuen Weg über Menznau und Willisau. In der Zeit, bevor die oben erwähnten Stauseen von Willisau und Gettnau fertig waren, oder auch nach dem allmählichen Verschwinden der Seen (ca. vor 22 000 Jahren), flossen die plötzlich angeschwollenen Wassermassen des Kleinen-Emme-Wigger-Systems sogar über Gettnau–Niederwil (Ohmstal) nach Schötz. Dabei frassen sie sich sehr rasch in die weiche, verwitterte Molasse ein. Der Talboden wurde für eine gewisse Zeit tiefer gelegt und die Zeller Schotter östlich von Gettnau fast vollständig ausgeräumt. Man

nimmt an, dass dieselbe Konstellation mit der umgeleiteten Kleinen Emme bereits in der grossen Vergletscherung II zirka vor 350 000 Jahren und der vorletzten Vergletscherung rund vor 200 000 Jahren (Abb. 1) zustande gekommen war. Als dann später der Wauwilermooslappen allmählich zurückschmolz, befreite dies nun plötzlich die alte Entwässerungsrinne über Alberswil und Ettiswil. Das Kleine-Emme-Wigger-System floss nun nicht mehr über Niederwil (Ohmstal), sondern kehrte in seinen alten Lauf zurück. Die Luthern allerdings behielt ihren neuen Lauf über Niederwil bei. Sie fliesst heute noch auf demselben Weg nach Norden. Später zogen sich auch die Gletscher bei Wolhusen in Richtung Luzern zurück. Der wesentlich niedrigere Wasserstand im Wiggersystem hatte zur Folge, dass das Tal von Gettnau östlich der Luthern langsam verlandete.

Wenige Moränen sind übrig geblieben

Da die Eismassen der letzten Vereisung die Gemeindeareale von Willisau nur im Maximalstadium, und erst noch knapp, im Ostergau (Abb. 13) und auf dem Wellbrig erreichten, ist logischerweise mit nur wenigen Moränenwällen und wenigen Findlingen zu rechnen. In der Tat sind, wie aus der Kartierung (Abb. 3) hervorgeht, nur einige wenige Objekte anzutreffen. Von den Findlingen ist überhaupt nichts übrig geblieben.

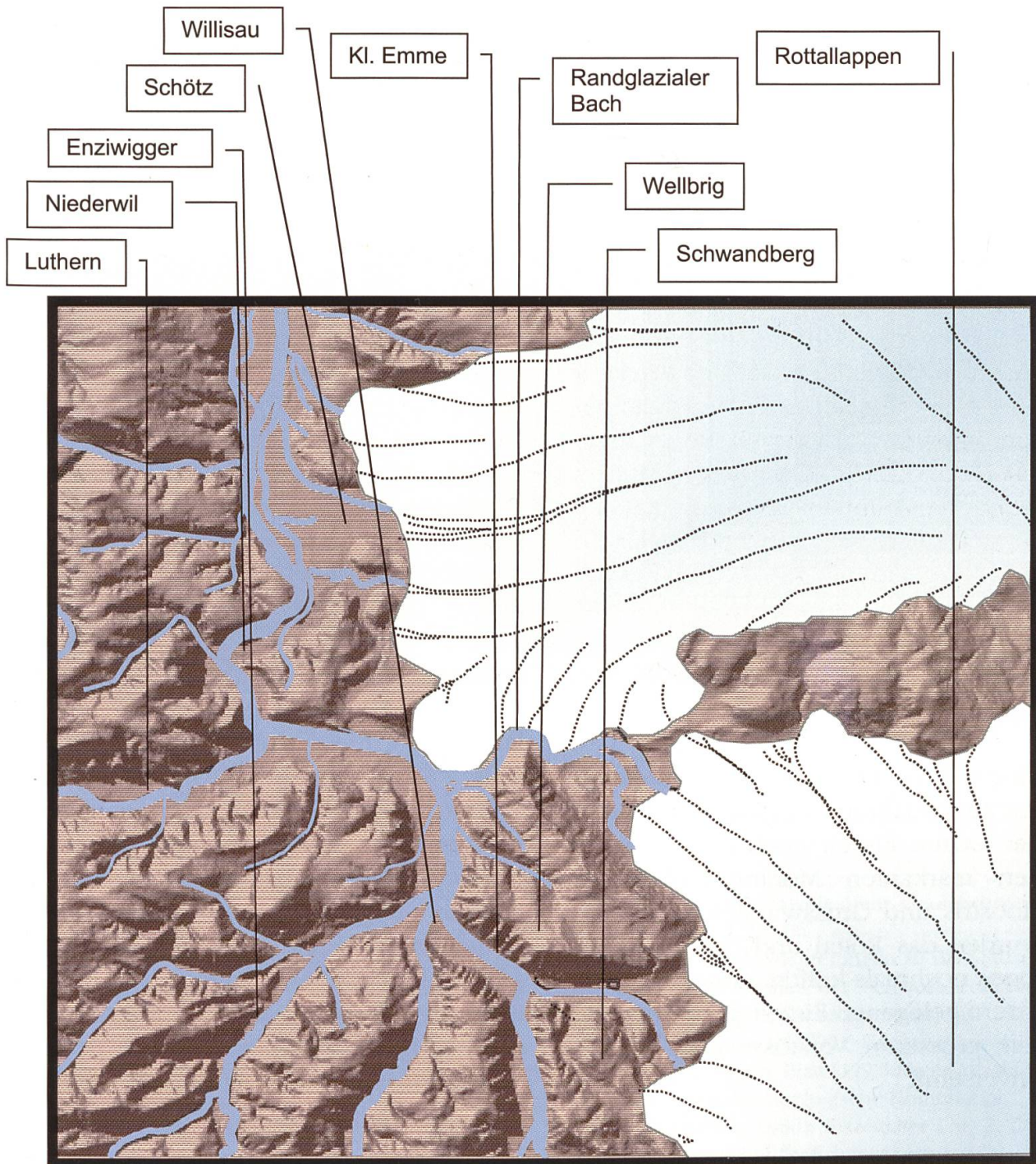


Abbildung 12: Rekonstruktion der Verhältnisse in der ersten Rückzugsphase des letzteiszeitlichen Gletschermaximums vor ungefähr 21 000 bis 22 000 Jahren. Die in Wolhusen umgeleitete Kleine Emme floss über Menznau zur Wigger in Willisau. Die gemeinsamen Fluten stauten sich unterhalb von Willisau und vereinigten sich in Gettnau mit dem Luthernwasser. Zusammen bahnten sie sich einen Weg über Niederwil nach Schötz und Nebikon.

ben. Wie wir aus historischen Quellen wissen, waren in früheren Jahrhunderten die Findlinge der letzten Eiszeit in sehr grosser Anzahl über die Felder verstreut gewesen. Heute existieren regional nur noch einzelne dieser «stolzen, bemoosten Häupter». Entweder hat man sie zu Bauzwecken verwendet oder einfach weggesprengt, um die Bewirtschaftung der Felder zu vereinfachen.

*Letztes Vorrücken des Reussgletschers
(Abb. 14)*

Einige tausend Jahre später, ungefähr vor 20 000 Jahren, stiessen die Gletscher der letzten Eiszeit noch einmal bis zu den markanten Moränenwällen von Hoostriß und Grosswangen vor. Dabei wurden das Rottal und das Wauwilermoos nochmals kräftig ausgeräumt. Die extern gelegenen Eiszeit Spuren der älteren, grösseren Vorstösse aber blieben unversehrt.

Eiszeit/Nacheiszeit – der Mensch taucht auf!

In diesem Zeitraum, vor dem Ende der letzten Eiszeit, taucht im Wauwilermoos auch bereits der moderne Mensch, *Homo sapiens sapiens*, auf. Die ältesten bis heute gefundenen archäologischen Relikte (Silexartefakte der eiszeitlichen Rentierjäger) im Wauwilermoos sind um die 15 000 Jahre alt und gehören damit in

die jüngste Altsteinzeit (Paläolithikum), als das Wauwilermoos bereits begrünt war. Im Willisauer Ostergau lässt der Streufund einer jungsteinzeitlichen Silexklinge für das Einwandern des modernen Menschen keine vernünftige Datierung zu. Es ist anzunehmen, dass sich auch bei uns die «Urwillisauer» bereits kurz nach dem Rückzug des Reussgletschers niederliessen.

In der Nacheiszeit hat sich dann die Landschaft um Willisau nicht mehr viel verändert. Allmählich verlanden die vielen kleinen Seen und Tümpel. Quell-tuffe, Schwemmlerme, Sumpf- und Torfmoorgebiete haben sich gebildet. In sämtlichen Taleinschnitten werden Bachschuttkegel gebildet. An vielen Talflanken ereignen sich zahlreiche Rutschungen und Sackungen. Das Entwässerungssystem nimmt langsam sein heutiges Aussehen an. Die Aufschotterung der heutigen Talböden und eine neue Vegetation, die sich langsam zur heutigen entwickelt, beherrschen das Landschaftsbild.



Abbildung 13: Blick vom Willisauer Wellbrig hinunter auf das Ostergau mit den eiszeitlichen Schmelzwasserrinnen (vgl. Abb. 3) und dem gegenüberliegenden Schwandberg mit den zwei drumlinartigen Hügeln.

Literatur

- Bieri B. (1979): Das Naturlehrgebiet Ettiswil aus der Sicht des Geologen. In: Heimatkunde des Wiggertals, Heft 37, Heimatvereinigung Wiggertal.
- Bieri B. (1980): Als der Rhonegletscher bei uns zu Gast war. In: Heimatkunde des Wiggertals, Heft 38, Heimatvereinigung Wiggertal.
- Bieri B. (1985): Geologie des Kantons Luzern. In: Flora des Kantons Luzern, Naturforschende Gesellschaft Luzern, 606 S.
- Bieri B. / Schlüchter Chr. (1998): Kies und Kohle. Die Zeller Schotter – Die Schieferkohlen von Gondiswil–Ufhusen–Zell. In: Kultur- und Landschaftsführer. IG Grenzpfad Napfbergland.
- Bieri B. (1998): Kies und Kohle – Nagelfluh und Gold. Geologisches am Grenzpfad Napf. In: Heimatkunde des Wiggertals, Band 56, Heimatvereinigung Wiggertal.
- Bieri B. (2001): Geologie. In: Ohmstal (Dorfgeschichte). Gemeinde Ohmstal.
- Gerber E. (1923): Die diluvialen Schieferkohlen (Torflager) von Gondiswil–Zell. In: Die diluvialen

Schieferkohlen der Schweiz. Beitr. Geol. Schweiz, geotechn. Serie 8, 30–66.

Gerber M. E. (1994): Erläuterungen zu Blatt Sursee des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000. Schweizerische Geologische Kommission.

Gerber M. E. / Kopp J. (1990): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000. Blatt 1129 Sursee (Atlasblatt 84). Schweizerische Geologische Kommission.

Hantke R. (1978 u. 1980): Eiszeitalter 1 u. 2. Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. Band 1 u. 2. Ott Verlag, Thun.

Koenigswald W. v. (2002): Lebendige Eiszeit. Klima und Tierwelt im Wandel. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart.

Küttel M. (1989): Züge der jungpleistozänen Vegetations- und Landschaftsgeschichte der Zentralschweiz. Revue de Paléobiologie. Vol. 8, No 2. Genève.

Lang R. (1991): Die Geologie zwischen Briseck und Ettiswil (LU). Molasse und Quartär. Diplomarbeit ETH Zürich.

Müller B. U. (1988): Zur Geologie des unteren Luthertales (LU). Diplomarbeit Universität Zürich.

Müller B. U./Schlächter Chr. (1997): Zur Stellung der Zeller Schotter in der alpinen Eiszeiten-Chronologie und ihre stratigraphische Beziehung zu den Schieferkohlen von Gondiswil. *Eclogae geol. Helv.* 90, 211–227.

Oeschger H. (1987): Die Ursachen der Eiszeiten und die Möglichkeit der Klimabeeinflussung durch den Menschen. Naturforschende Gesellschaft Luzern. Band 29.

Rytz W. (1923): Die Pflanzenwelt der Schieferkohlen von Gondiswil–Zell. In: Die diluvialen Schieferkohlen der Schweiz. Beitr. Geol. Schweiz, geotechn. Serie 8, 79–101.

Schlächter Chr. & Röthlisberger Ch. (1995): 100 000 Jahre Gleschergeschichte. In: Gletscher in ständigem Wandel, Jubiläums-Symposium der Schweiz. Gletscherkommission 1993 Verbier (VS). Publ. SANW, Nr. 6, Bern.

Schlächter Chr. & Müller-Dick K.A. (1996): Das Eiszeitalter in der Schweiz. Publ. IGCP-378, Geol. Inst. Univ. Bern.

Speck J. (1987): Spätglaziale und frühpostglaziale Überreste von Grosssäugetieren im Bereich des Reussgletschers. Naturforschende Gesellschaft Luzern. Band 29.

Studer Th. (1923): Die Tierreste aus den Kohleflözen von Gondiswil. Die diluvialen Schieferkohlen der Schweiz. Beitr. Geol. Schweiz, geotechn. Serie 8, 67–78.

Vögele A.-E. (1987): Die Anfänge der Gletscherforschung und Glazialtheorie. Naturforschende Gesellschaft Luzern. Band 29.

Vogel A. (1991): Geologisch-geomorphologisches Inventar der Gemeinden Willisau-Stadt und Willisau-Land. Kapitel 4.3 des Lebensrauminventars.

Wegmüller S. (1985): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Schieferkohlegebiet von Gondiswil/Ufhusen. In: Jahrbuch des Obergeraargaus. Merkur AG, Langenthal, 13–30.

Wegmüller S. (1996): Palynostratigraphische Untersuchungen an Ligniten der im nördlichen Napfvorland gelegenen Zeller Schotter (Schweizerisches Mittelland). *Eclogae geol. Helv.* 89, 789–810.

Dank

Der Autor dankt für die Unterstützung und Beratung folgenden Personen und Institutionen:

Herrn Prof. Christian Schlächter, Geol. Institut der Universität Bern, für die Durchsicht des Manuskripts;

Herrn Andreas Heini, Ingenieurgruppe Heini + Meyer, Ruswil/Willisau, der dem Autor die kartographischen Unterlagen vorbereitete;

dem Amt für Natur- und Landschaftsschutz des Kantons Luzern, das dem Verfasser Berichte über die Gemeinden Willisau-Stadt und Willisau-Land zur Verfügung stellte;

der GIS-Koordinationsstelle des Kantons Luzern für das Copyright der Geländemodelle.

Adresse des Autors:

Dr. geol. Bruno Bieri

Grundmühle 5

6130 Willisau

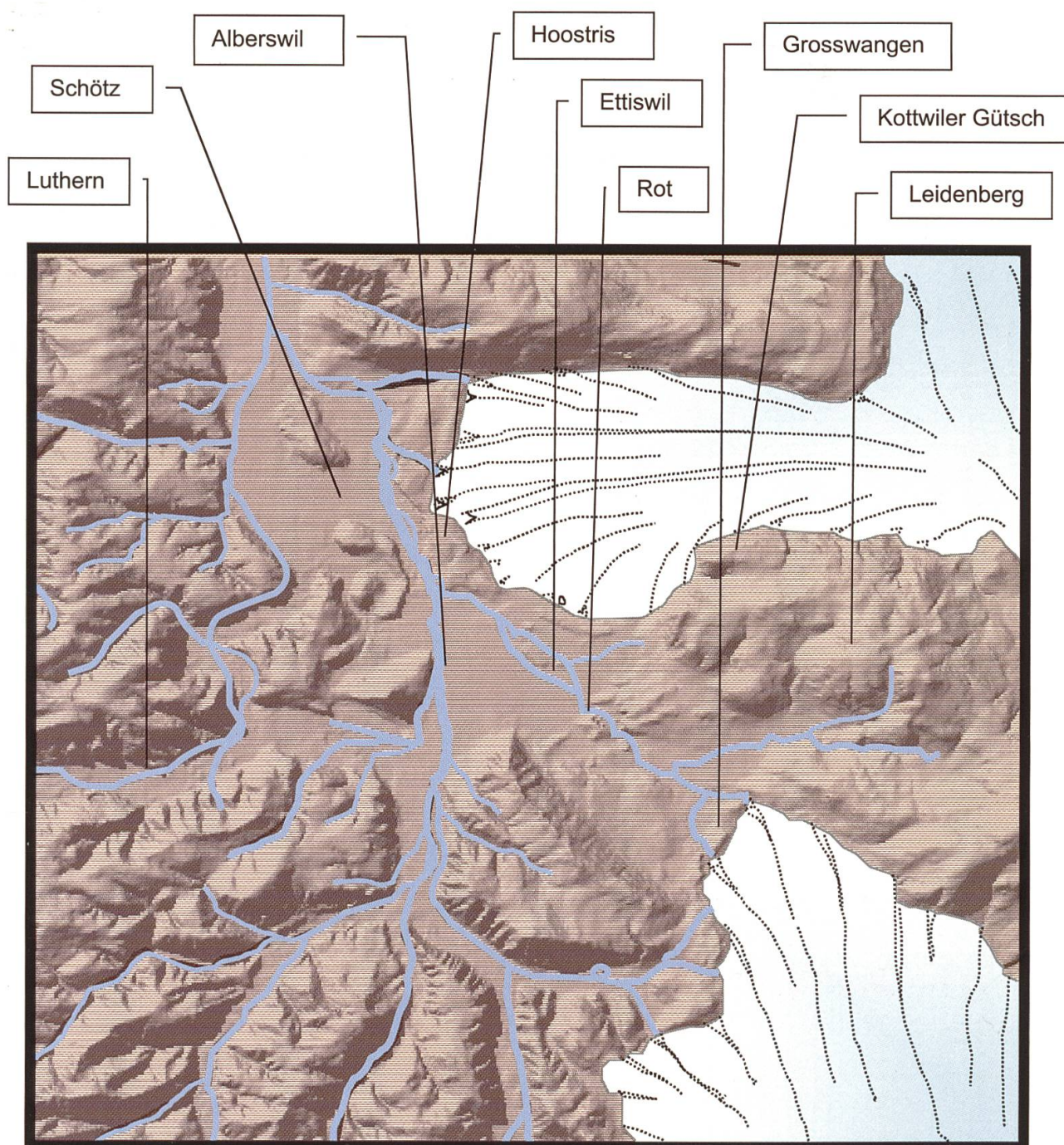


Abbildung 14: Rekonstruktion der Verhältnisse vor ungefähr 20 000 Jahren. Der Reuss-gletscher stiess ein letztes Mal in grossem Ausmass vor. Der Wauwilermoos- und der Rottal-lappen lagerten die markanten Moränenwälle von Hoostris und von Grosswangen ab. Die Eismassen erreichten nur bei der Schwand und bei Chessental noch knapp das Areal von Willisau. Die Bäche und Flüsse legten allmählich ihre heutigen Bette an.