

S7 Auf der Endmoräne bei Asberg

1. Ausblick vom Standort

Ausgehend vom äußersten Endmoränenwall, der während des Würmmaximums gebildet wurde, erstrecken sich Richtung Norden die würmzeitlichen Schmelzwasserschotter. Diese wurden während der Hauptrandlage der Tölzer Gletscherzunge abgelagert („W1-Stadium“). Sie durchschneiden im weiteren Verlauf Altmoränen, die in einem breiten Gürtel vor dem Würmmaximum liegen, bevor sie die Münchner Schotterebene erreichen (Abb. 1).

Der Abschmelzprozess des Tölzer Lobus verlief nicht kontinuierlich, sondern wurde immer wieder von mehr oder weniger langen Stillstandsphasen unterbrochen.

Während dieser Phasen bildeten sich jeweils erneut Endmoränen am Eisrand. Die Abb. 2 zeigt die Situation während des „W4-Stillstandsstadiums“. In diesem Stadium bedeckte der Tölzer Lobus nur noch das Becken um den Kirchsee. Die in den vorausgegangenen Stillstandsphasen („W1- bis W3-Stadium“) abgelagerten Endmoränenwälle kennzeichnen jeweils die Lage des ehemaligen Eisrands.

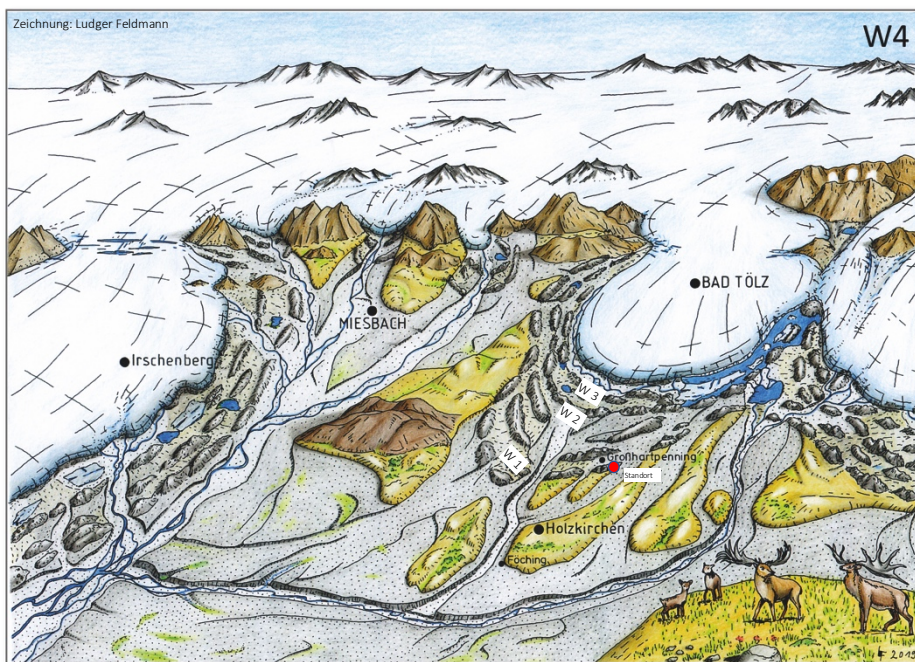


Abb. 2: Situation nach dem Abschmelzen der Tölzer Gletscherzunge bis zum „W4-Stadium“. Im Vorfeld sind die Rückzugsendmoränen der vorangegangenen Stillstandsstadien von W1 bis W3 erkennbar.

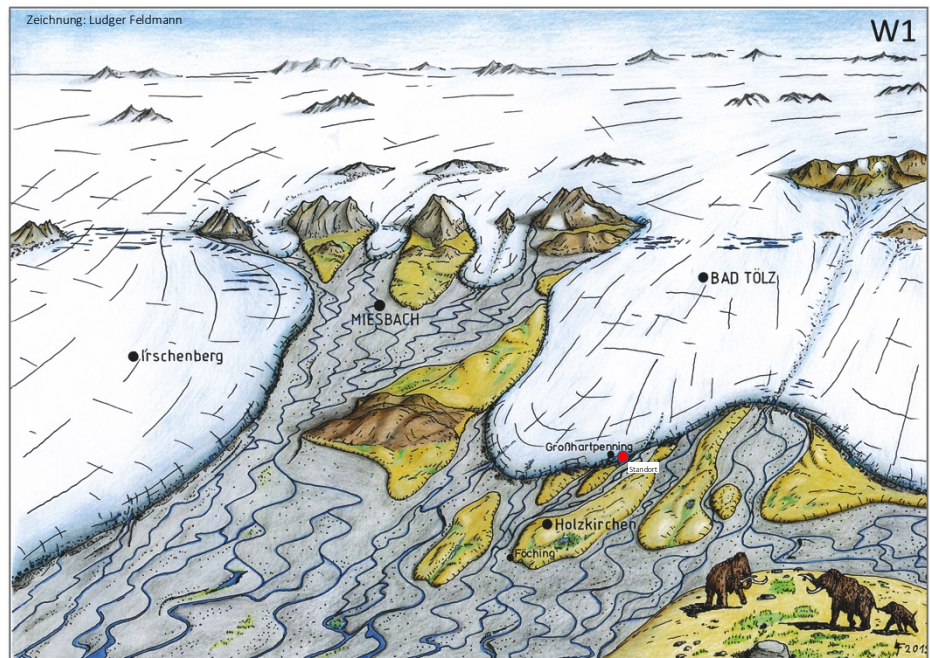


Abb. 1: Situation während der maximalen Ausdehnung der Vorlandgletscher zum Höhepunkt der Würm-Kaltzeit („W1-Stadium“). Diese äußerste Eisrandlage wird als Hauptrandlage bezeichnet.

abgelagerten Endmoränenwälle kennzeichnen jeweils die Lage des ehemaligen Eisrands.

Vom Schmelzwasser abgelagerte Schotter und von Gletschern aufgeschüttete Moränen sind Grundelemente der eiszeitlich geformten Voralpenlandschaft. Deren typische Anordnung findet sich auch in anderen Gebieten mit einstmaliger Vorlandvereisung.

S7 Auf der Endmoräne bei Asberg

2. Glaziale Serie

Heute lassen sich im Idealfall in Gebieten ehemaliger Vorlandgletscher vom eisfreien zum früher vergletscherten Bereich in charakteristischer Abfolge folgende drei Oberflächenformen unterscheiden: Schotterfelder¹ ⇒ Endmoränenwälle ⇒ Grundmoränen mit Zungenbecken und Zungenbeckensee. Diese idealtypische räumliche Anordnung wird auf Albrecht Penck (1858 - 1945) zurückgehend als „Glaziale Serie“ bezeichnet² (Abb. 3).

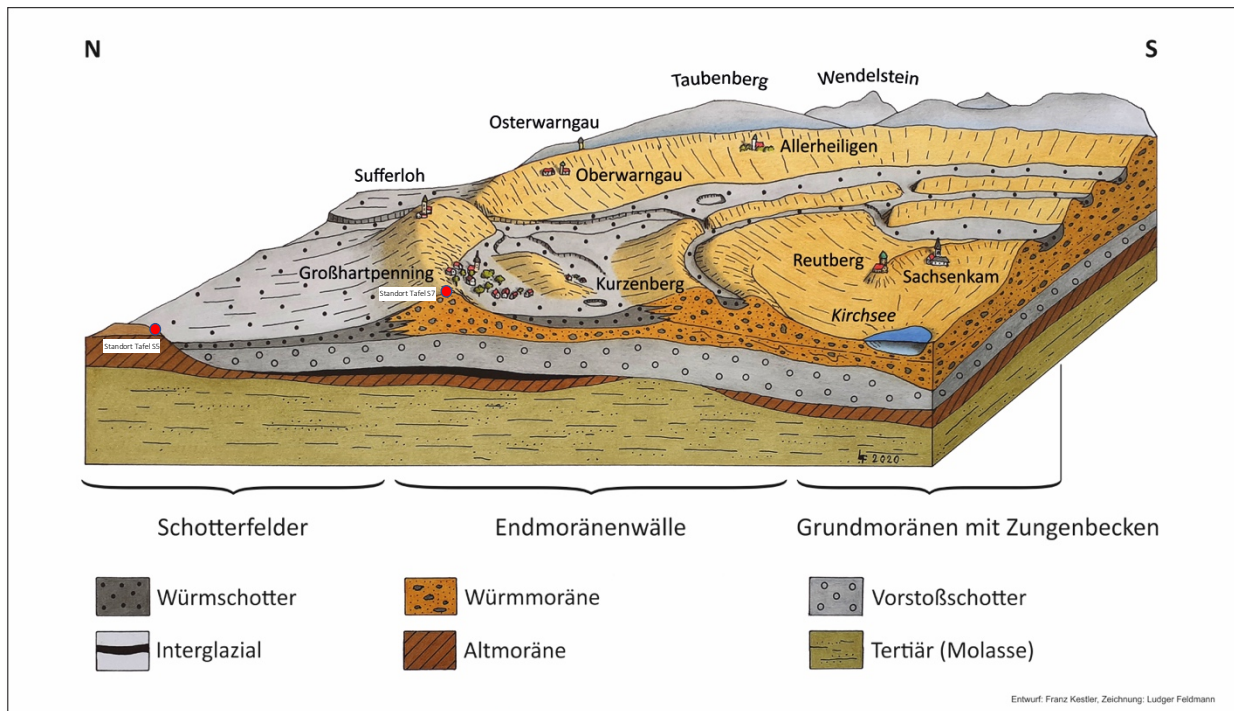


Abb. 3: Die im Blockbild dargestellten Sedimentschichten beginnen unten mit den Molasseablagerungen aus der Phase der Alpenentstehung³. Darüber liegt Altmoränenmaterial, soweit es nicht während nachfolgender Eiszeiten ausgeräumt wurde. An der Oberfläche sind Altmoränen nur nördlich der maximalen würmzeitlichen Gletscherausdehnung erhalten⁴. Auf den Altmoränen fand im Interglazial (Warmzeit) Bodenbildung statt, die hier durch die schwarze Signatur dargestellt ist. Darüber befinden sich Schotterablagerungen, die von Schmelzwässern der vorstoßenden würmzeitlichen Gletscher stammen.

Erst darüber befinden sich die Ablagerungen, die an der Oberfläche die drei Hauptelemente der „Glazialen Serie“ bilden:

1. Schotterfelder nördlich und zwischen den Endmoränenwällen⁵,
2. Mehrere Endmoränenwälle mit lebhaftem Relief⁵,
3. Grundmoränen meist mit ausgeglichenem Relief im Zungenbecken und Zungenbeckensee.

Die lokale Ausprägung der „Glazialen Serie“ durch die Tölzer Gletscherzunge ist im Blockbild mit Blickrichtung nach Osten dargestellt.

Vom Standort aus sind die Schotterfelder im Norden sowie zumindest im Ansatz die bogenförmige Fortsetzung des Endmoränenwalls nach Osten über Sufferloh und Warngau erkennbar. Für Großhartpenning ergibt sich eine von Westen und Norden durch den äußersten würmzeitlichen Endmoränenwall geschützte Ortslage. Das typische Querprofil von Endmoränenwällen mit steiler Innenseite und flacherer Außenseite ist hier stellenweise noch gut erhalten⁶. Dies lässt sich gut beobachten, wenn man auf dem Weg von der Tafel S7 zur Tafel S8 auf der Innenseite der Endmoräne nach Großhartpenning runterfährt bzw. -geht.

¹ In Norddeutschland sind dies die „Sander“, da die Ablagerungen der Schmelzwässer dort durch den längeren Transportweg stärker zerkleinert wurden.

² Inzwischen wird der Begriff auf alle glazialen Formen vom Gletscherursprung im Kar bis zu den Schotterablagerungen der Schmelzwasserflüsse im Vorland ausgedehnt.

³ Zur Alpenentstehung und zu den tertiären Molasseablagerungen vgl. auch die Zusatzinformationen zu Tafel N11 „Geothermie Holzkirchen“

⁴ Die Altmoränen stammen hier ausschließlich aus der Riß-Kaltzeit, in der die Gletscher weiter nach Norden vorgestoßen sind als in der Würm-Kaltzeit. Auf einer Erhebung der Altmoränen befindet sich beispielsweise die Tafel S5 „Rückzugsort mit Aussicht“. Der Standort dieser Tafel ist auch oben im Blockbild oben markiert.

⁵ Da sich der Abschmelzvorgang des Tölzer Lobus schrittweise – unterbrochen von Stillstandsphasen – vollzog, bildeten sich mehrere Endmoränenwälle hintereinander.

⁶ Da die Innenseite der Endmoräne bei ihrer Bildung oft noch durch den Eisrand gestützt wurde, entstand hier ein steilerer Hang als auf der Außenseite.

S7 Auf der Endmoräne bei Asberg

Vom Standort aus nicht mehr sichtbar ist im Süden der Übergang von den Endmoränenwällen zur dritten Reliefeinheit der „glazialen Serie“, nämlich zum Zungenbecken um den Kirchsee mit der ihn umgebenden Grundmoränenlandschaft (Abb. 4).

Das Zungenbecken wurde durch den mächtigsten Teil der Gletscherzunge ausgeschürft wurde. Die Hauptvertiefung entstand auf der Westseite des Tölzer Lobus, da er durch den westlich angrenzenden Wolfratshausener Lobus abgedrängt wurde. Man darf davon ausgehen, dass es im Umfeld der Nahtstelle beider Loben aufgrund des Platzmangels zu einem gewissen Eisstau und entsprechender Eismächtigkeit gekommen ist. Die höhere Eismächtigkeit im Westteil der Tölzer Lobus dürfte der Grund sein für die dort mächtigen Endmoränen (Schindelberg) und die stärkere Tiefenerosion. Begünstigt wurde die „Westlastigkeit“ des zentralen Zungenbeckens wohl durch eine Tiefenlinie, die in der darunter liegenden Tertiäroberfläche zwischen Kirchbichl und Kirchsee existiert⁷.



Abb. 4: Der Kirchsee als Zungenbeckensee des Tölzer Lobus. Im Hintergrund die Schindelberg-Tannrieder Wallgruppe, die hier an der Schnittstelle zum benachbarten Wolfratshausener Lobus liegt, so dass sie als Mittelmoräne von beiden Seiten aufgebaut wurde. Es ist die als höchste Moränenerhebung östlich der Ammer. Eine Besonderheit sind auch die mächtigen Granitfindlinge auf dem Schindelberg⁸.

Nach dem Abschmelzen des Isar-Loisach-Gletschers entstanden entsprechend der vier Teilloben zunächst Moränenstauseen und schließlich vier Zungenbeckenseen: Kirchsee, Wolfratshausener See, Starnberger See und Ammersee⁹.

Die Zungenbeckenseen waren und sind postglazialen sedimentären, mineralogischen und biogenen Verlandungsprozessen unterworfen. Der Verlandungsprozess verläuft umso schneller, je größer die Sedimentfracht der Zuflüsse und je stärker die Zerschneidung der vorgelagerten Endmoränenwälle ist. So ist der Wolfratshausener See durch die Sedimentfracht der Isar, aber auch infolge der Zerschneidung des Endmoränenwalls durch die Isar bei Hohenschäftlarn bereits vollständig verlandet, während Kirchsee, Starnberger See und Ammersee noch als Gewässer existieren, wenn auch mittlerweile in verkleinerter Form. Im Zungenbecken des Tölzer Lobus, das heute von Kirchsee und den Kirchsee-Filzen eingenommen wird, blieb während des „W4- und W5-Stadiums“ ein Moränenstausee mit einer kompakten Masse aus Beckentoteis zurück. Dieses verhinderte die rasche Auffüllung des Seebeckens¹⁰.

⁷ GROTTENTHALER 1985 - Geologische Karte von Bayern 1:250000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 8036 Otterfing und zum Blatt Nr. 8136 Holzkirchen. Beilage 6

⁸ Vgl. mit den Zusatzinformationen zu *Tafel S9 „Moränenwall Sufferloh“*, S. 3.

⁹ Der Abschmelzprozess innerhalb des Kirchseebeckens ist durch flächenhaftes Abschmelzen in vertikaler Richtung und exzessiven Eiszerfall gekennzeichnet. Dieser rasche, nahezu katastrophale Einbruch der Eismassen tritt dann gehäuft auf, wenn die Gletschermächtigkeit einen Mindestwert unterschreitet. Verstärkt wurde die Tendenz dadurch, dass durch das Einsinken der Eisoberfläche auch im Inntal der Eisnachschub über die Transfluenzpässe (Seefelder Sattel, Achenpass) deutlich abnahm oder ganz ausblieb. Eine Folge des flächenhaften Niederschmelzens war die Abtrennung ganzer Gletscherzungen als Toteismassen.

¹⁰ Nach GAREIS 1978 - Die Toteisfluren des Bayerischen Alpenvorlandes

S7 Auf der Endmoräne bei Asberg

Im Zungenbecken ist die Umgebung um den Kirchsee und die Kirchseefilzen¹¹ eine Grundmoränenlandschaft. Diese entsteht durch Ablagerung des an der Gletschersohle (am „Grunde“ des Gletschers) abgeschürften und mitgeführten Gesteinsmaterials. Im Gegensatz zur Endmoräne ist die Grundmoräne durch die Überlagerung von Gletschereis verdichtet worden. Die Grundmoränenlandschaft ist durch ein flachwelliges Relief mit Kuppen und meist abflusslosen Senken gekennzeichnet¹² (Abb. 5).



Abb. 5: Grundmoränenlandschaft westlich von Kloster Reutberg mit einem verlandeten Toteisloch im Vordergrund. Blickrichtung ONO.

Typisch für würmzeitliche Grundmoränenlandschaften und Eiszerfallslandschaften sind Toteislöcher¹³. Sie entstehen durch Eisblöcke, die beim Abschmelzvorgang vom „lebenden“ bewegten Gletscher abgetrennt wurden. Das nunmehr bewegungslose Eis („Toteis“) wurde meist rasch von Schmelzwassersedimenten überdeckt. Nach dem Schmelzen des Eisblocks sackte das darüber liegende Material nach, so dass kesselartige Hohlformen entstanden. Je nach Durchlässigkeit des Untergrunds bildeten sich trockene Kessel oder vermoorte und wassergefüllte Hohlformen („Sölle“¹⁴). Toteisreste können unter einer Überdeckung mehr als tausend Jahre überdauern, bevor sie völlig ausschmelzen.



Abb. 6: Der Kogler Weiher (Koglweiher) ist ein dauerhaft mit Wasser gefülltes Toteisloch, man spricht von einem Toteisse¹⁵.



Abb. 7: Ein Soll etwa 10 bis 20 m westlich des Kogler Weihers. Es ist hier im trockenen Sommer 2022 fast verlandet.

¹¹ In der Umgangssprache werden in Altbayern Niedermoore als Moos und Hochmoore als Filz bezeichnet.

¹² Südlich des Kirchsees weisen die Grundmoränen auch ausgedehnte ebene Bereiche auf.

¹³ Als weitere typische Sonderformen von würmzeitlichen Eiszerfallslandschaften treten Drumlins (stromlinienförmige Hügel, als vom Gletscher überfahrene Grundmoränen) und Oser (wallartige Rücken aus Schmelzwasserkies) auf. So sind am südlichen Rand des Kirchsee-Zungenbeckens fächerförmig 15 Drumlins angeordnet. Sie weisen eine mittlere Länge von 490 m und eine mittlere Breite von 200 m auf, wobei die Höhen zwischen 2 m und 12 m schwanken. Als zweite Sonderform treten südlich von Reichersbeuern oserartige Wälle auf (KALLENBACH 1964).

¹⁴ Soll (Pl. Sölle) ist Plattdeutsch für Wasserloch oder Suhle. „Soll“ wird zuweilen nur für (saisonal) nasse Hohlformen verwendet, oft aber auch generell für Toteislöcher.

¹⁵ Während in den äußeren, vorwiegend sandig- und schluffig-kiesigen (durchlässigen) Endmoränen trockene Toteislöcher überwiegen, sind nasse Hohlformen eher in den schluffreicheren (weniger durchlässigen) Grundmoränenlandschaften der Zungenbecken zu finden.

S7 Auf der Endmoräne bei Asberg

3. Eiszeitgeprägtes Voralpenland

Drei Viertel der Oberflächenformen im Alpenvorland wurden im Pleistozän (Eiszeitalter) geschaffen. Sie bestehen aus den glazialen Serien der süddeutschen Vorlandgletscher.

Von jeder Kaltzeit (Eiszeit) sind an der Oberfläche nur noch diejenigen Moränen und Schotterflächen sichtbar, die jeweils während des Maximalstands und den nachfolgenden Rückzugsstadien der Gletscher abgelagert wurden. Mit jeder Kaltzeit wurden die Ablagerungen der vorangegangenen Kaltzeiten in weiten Teilen abgetragen oder überdeckt. Verschont davon blieben nur ältere Ablagerungen aus Kaltzeiten, in denen die Gletscher weiter nach Norden vorgestoßen sind. So hatte etwa der Isar-Loisach-Gletscher während der Riß-Kaltzeit seine größte Ausdehnung (Abb. 8).



Datenquelle: Geologische Karte von Bayern 1: 500.000. Bayerisches Landesamt für Umwelt.

Abb. 8: Ausbreitung von eiszeitlichen Ablagerungen aus der Würm-Kaltzeit (Moränen hellgrün, Schotter hellgelb mit grünen Punkten) und aus älteren Kaltzeiten (Moränen grau, Schotter hellgelb oder hellbraun mit braunen Punkten) im südlichen Voralpenland¹⁶

Vom Alpenrand bis zu den äußersten würmzeitlichen Endmoränen bestehen deshalb die Oberflächenformen fast ausschließlich aus späten hochwürmzeitlichen Ablagerungen (20.000 bis 15.000 Jahre vor heute). Diese verkörpern somit nur einen kurzen Abschnitt des gesamten Pleistozäns, das bereits vor 2,6 Mio. Jahren begann.

Erst nördlich der würmzeitlichen Jungmoränen werden auch mittel- und altpleistozäne Bildungen landschaftsprägend. Dabei handelt es sich um Altmoränen und präwürmzeitliche Schotterablagerungen, soweit sie nicht von würmzeitlichen Schmelzwässern abgetragen wurden. In und um Holzkirchen bestehen diese älteren Ablagerungen meist aus Altmoränen und Hochterrassen aus der Riß-Kaltzeit.

Das Pleistozän bildet zusammen mit dem darauffolgenden Holozän das Quartär, die kürzeste und jüngste Periode der geologischen Zeitrechnung¹⁷. Das ganze südliche Bayern ist an der Oberfläche von Quartärablagerungen geprägt (Abb. 9).



Quelle: Geologisches Museum der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Abb. 9: Ablagerungen aus dem Quartär (gelbe Signatur) in einer Reliefdarstellung von Bayern.

Stand: Januar 2023

Franz Kestler

¹⁶ Signaturen auf weißem Grund markieren holozäne, also postglaziale (nacheiszeitlich) Ablagerungen.

¹⁷ Vgl. mit den Zusatzinformationen zu Tafel S4 „Blick auf die Endmoräne“, insbesondere zur geologischen Chronologie auf S. 4.