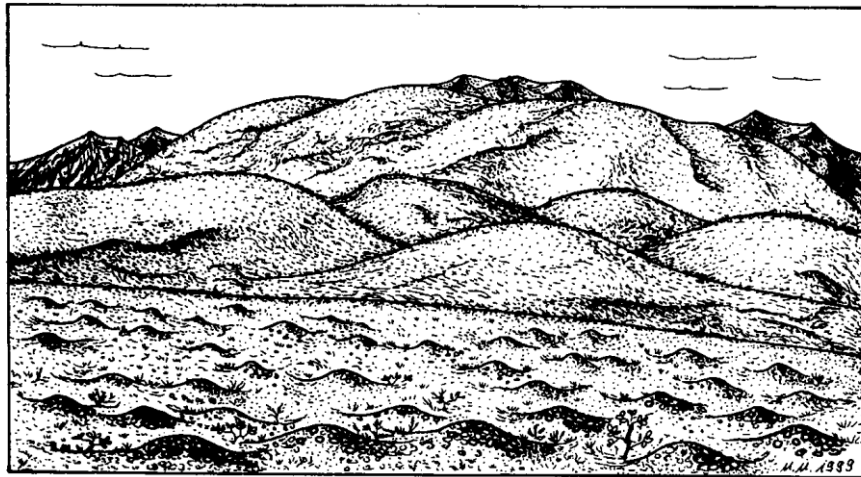


Undine Uhlig

**Erd- und Landschaftsgeschichte
im Isar-Loisachtal**



Geologie - Routen - Aufschlüsse - Botanik

Undine Uhlig

**Erd- und Landschaftsgeschichte
im Isar-Loisachtal**

Geologie - Routen - Aufschlüsse - Botanik

36 Seiten
33 Abbildungen
3 Tabellen

Dritte, neu bearbeitete Auflage

Geretsried 1999 - Im Selbstverlag

Druck: Kreiter - Druckservice GmbH
Wolfratshausen

© by Undine Uhlig, D-82538 Geretsried

Vorwort

Diese Broschüre soll einen breiten Leserkreis über die erdgeschichtliche Entwicklung im Isar-Loisachtal informieren. Der Text ist allgemein verständlich gehalten, auf eine Häufung von Fremdwörtern wurde bewußt verzichtet.

Danken möchte ich Herrn Heinz Kapfelsperger, Herrn Gerhard Weich und Herrn Dr. Otto Rothe für ihre moralische Unterstützung. Herr Prof. Dr. Herrmann Jerz, Bayerisches Geologisches Landesamt München, und Frau Dr. Berta von Böventer sahen das Manuskript durch. Für ihre wertvollen Hinweise sei ihnen an dieser Stelle herzlich gedankt.

Ein liebes Dankeschön geht auch an meinen Mann, Jens Uhlig, und an Frau Ursula Döcker. Beide waren mir beim Schreiben und bei der Fertigstellung dieser Broschüre eine große Hilfe.

Inhaltsverzeichnis

1.	Das Quartär - „jüngstes Kind“ der Erdgeschichte.....	1
2.	Die vorläufig letzte Eiszeit - Das Pleistozän.....	2
2. 1.	Eiszeiten in der Erdgeschichte.....	2
2. 2.	Wie kommt es eigentlich zu Eiszeiten?.....	2
2. 3.	Ein Eiszeitalter - Sechs Kaltzeiten.....	3
2. 4.	Was passiert während einer Kaltzeit?.....	3
2. 4. 1.	Das Vorrücken der Gletscher (Frühglazial).....	3
2. 4. 2.	Der „Stillstand“ der Gletscher (Hochglazial).....	4
2. 4. 3.	Das Rückschmelzen der Gletscher (Spätglazial).....	4
2. 5.	Die Würm-Kaltzeit im Isar-Loisachtal.....	6
2. 5. 1.	Woher kamen die Gletscher?.....	6
2. 5. 2.	Wolfratshausen und Geretsried unter Eis.....	7
2. 5. 3.	Endlich schmilzt das Eis - Wohin mit den Wassermassen?.....	8
2. 5. 4.	Was nicht abfließt, wird aufgestaut - Der Wolfratshauer See.....	9
2. 5. 5.	Das „Jahrtausendereignis“.....	11
2. 5. 6.	Eine bayerische Tundra.....	12
3.	Die Nacheiszeit (Holozän).....	13
3. 1.	Die Isar-Terrassen entstehen.....	13
3. 2.	Moore - Die letzten Zeugen des Wolfratshauer Sees.....	14
3. 3.	Ein Baustein der Altvorderen - Kalktuff.....	16
4.	Und noch einmal alle Ereignisse im Überblick.....	17
5.	Exkursionen im Isar-Loisachtal.....	18
5. 1.	Route südlich Wolfratshausen.....	18
5. 2.	Route nördlich Wolfratshausen.....	27
6.	Literaturhinweise.....	36

1. Das Quartär - "jüngstes Kind" der Erdgeschichte

In der näheren Umgebung von Geretsried und Wolfratshausen breitet sich eine recht reizvolle Voralpenlandschaft aus. Sanfte Hügelketten, unterbrochen von sumpfigen Niederungen und Mooren, bestimmen das Bild. Im Osten fließt die Isar, hier noch ein klarer, mitunter reißender Gebirgsfluß; westlich umschließt die Loisach mit ihren zahlreichen Mäandern dieses Gebiet (Abb. 1).

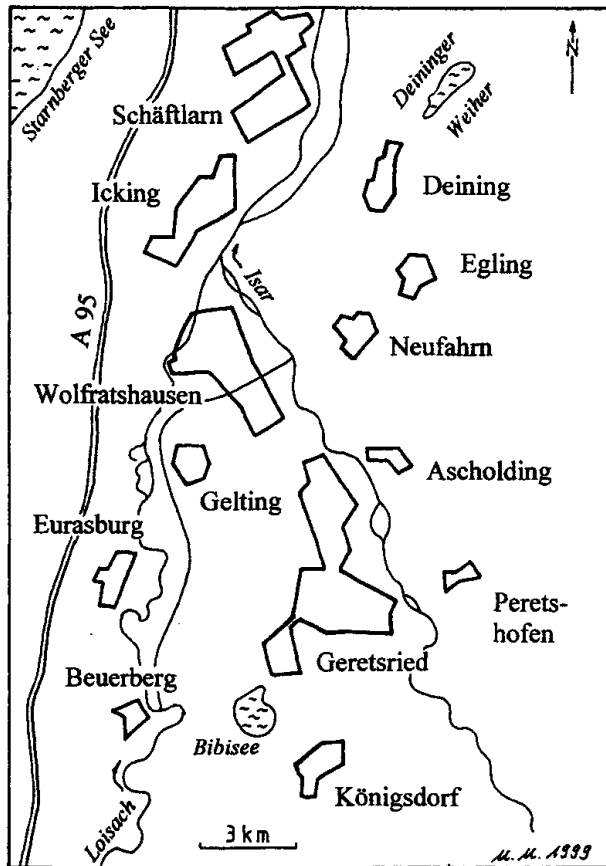


Abb. 1: Das Isar-Loisachtal mit den wichtigsten Ortschaften, Flüssen und der Autobahn A 95 München - Garmisch

Verantwortlich für die natürliche Schönheit dieser Landschaft ist das „jüngste Kind“ der Erdgeschichte - das Quartär.

Dieser Zeitabschnitt begann vor etwa 2,5 Millionen Jahren und dauert bis heute an. Das Quartär wird in das ältere Pleistozän und in das jüngere Holozän unterteilt (Tab. 1).

Tab. 1: Die Gliederung des Quartärs

Quartär	Holozän („Alluvium“)	Beginn: 10 000 Jahr vor heute
	Pleistozän („Diluvium“)	Beginn: vor etwa 2,5 Mio. Jahren

2. Die vorläufig letzte Eiszeit - das Pleistozän

2.1. Eiszeiten in der Erdgeschichte

In der Geschichte unserer Erde gab es bereits mehrere Eiszeiten. Das Pleistozän ist nicht die erste und wahrscheinlich auch nicht die letzte Eiszeit. So kam es schon im Ordovizium (vor etwa 500 Mio. Jahren) und an der Wende vom Karbon zum Perm (vor etwa 290 Mio. Jahren) zu Vereisungen.

2.2. Wie kommt es eigentlich zu Eiszeiten ?

Der normale Klimazustand der Erde scheint tropisch bis subtropisch zu sein. Die Vereisungen, die jeweils "nur" zehn Millionen Jahre andauerten, stellen eher eine Ausnahme dar.

Über die Ursachen dieses Temperaturabfalls gibt es eine Vielzahl von Vermutungen, wie z. B. Änderungen der Erdbahn, Änderungen im Energieausstoß der Sonne oder Wanderung des Sonnensystems durch eine Wolke interstellaren Gases.

Dem Verhältnis von großen Landgebieten zu den Ozeanen als gewaltige Wärmespeicher scheint eine besondere Bedeutung zuzukommen. Es läßt sich nachweisen, daß große Eiszeiten mit Kontinenteraushebung und Gebirgsbildung zusammenfallen. Durch die Drift der Kontinente wurde der Nordpol von den warmen Meeresströmungen abgeschnitten; der Südpol ist durch seine Lage im Zentrum der Antarktis ebenfalls isoliert. Die Temperatur an den Polen wird daher nur von der Sonneneinstrahlung bestimmt, die dort sehr gering ist. Die starke Abkühlung führte schließlich zur Gletscherbildung.

Nicht zu unterschätzen ist in diesem Zusammenhang auch der Selbstverstärkungseffekt bei beginnender Vergletscherung, denn Eis wirft den größten Teil der einfallenden Sonnenstrahlung zurück.

In den Vereisungsperioden war niemals die gesamte Erde mit Gletschern überzogen. Im Pleistozän waren z. B. in Europa nur Skandinavien, Großbritannien, Norddeutschland und die Alpenregion vereist (Abb. 2).

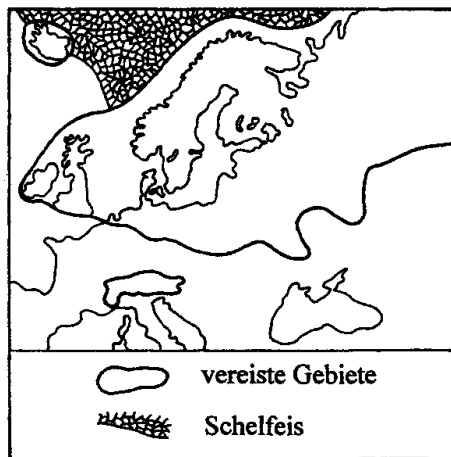


Abb. 2: Die größte Ausdehnung der pleistozänen Vereisung in Europa (nach HOHL et al. 1981)

2.3. Ein Eiszeitalter- Sechs Kaltzeiten

Im Pleistozän kam es zu insgesamt sechs großen Eisvorstößen, die als Kaltzeiten bezeichnet werden. Zwischen diesen Kaltzeiten gab es Warmzeiten, in denen das Klima zum Teil wärmer war als heute.

Die sechs Kaltzeiten sind nach Flüssen im Alpenvorland benannt und alphabetisch geordnet, so daß man sie sich recht gut merken kann: Biber, Donau, Günz, Mindel, Riß und Würm (Tab. 2).

Die Gletscher der Riß-Kaltzeit stießen am weitesten nach Norden vor - und zwar bis in ein Gebiet, in welchem sich heute die südliche Stadtgrenze von München befindet. Die Vergletscherung der Würm-Kaltzeit reichte nicht ganz so weit nach Norden; sie prägte jedoch unsere Landschaft ganz besonders.

Kaltzeiten des Pleistozäns:	Beginn vor:
Würm	115 000 Jahren
Riß	250 000 Jahren
Mindel	450 000 Jahren
Günz	750 000 Jahren
Donau	1 Mio. Jahren
Biber	2,5 Mio. Jahren

Tab. 2:
Die sechs
Kaltzeiten
des Pleisto-
zäns

2.4. Was passiert während einer Kaltzeit ?

2.4.1. Das Vorrücken der Gletscher (Frühglazial)

In den hochgelegenen Gebirgsregionen liegt oberhalb der Firngrenze eine immerwährende Schneedecke, die sogar im Hochsommer nie schmilzt. Diese Firngrenze liegt heute in den Alpen zwischen 2500-3000 m ü. NN. Im Laufe einer Kaltzeit konnte sie bis auf 1000 m ü. NN absinken.

Oberhalb der Firngrenze vermehrt sich der Schnee Jahr für Jahr. Die unteren Schichten verfestigen sich aufgrund des Schneegewichts zu hartem, blau schimmernden Eis. Unter Druck ist Eis zähplastisch; deshalb beginnt dieses Eis bergab zu fließen und bildet einen Gletscher. Der Gletscherabschnitt oberhalb der Firngrenze heißt Nährgebiet, der Abschnitt unterhalb Zehrgebiet (Abb. 3).

Im Eis eingefrorener Schutt gelangt an den Gletscherboden und zermahlt das Gestein, über das er geschoben wird. Dieses Gesteinsmehl mit einem hohen Anteil an gekritzten Geschieben bildet die Grundmoräne.

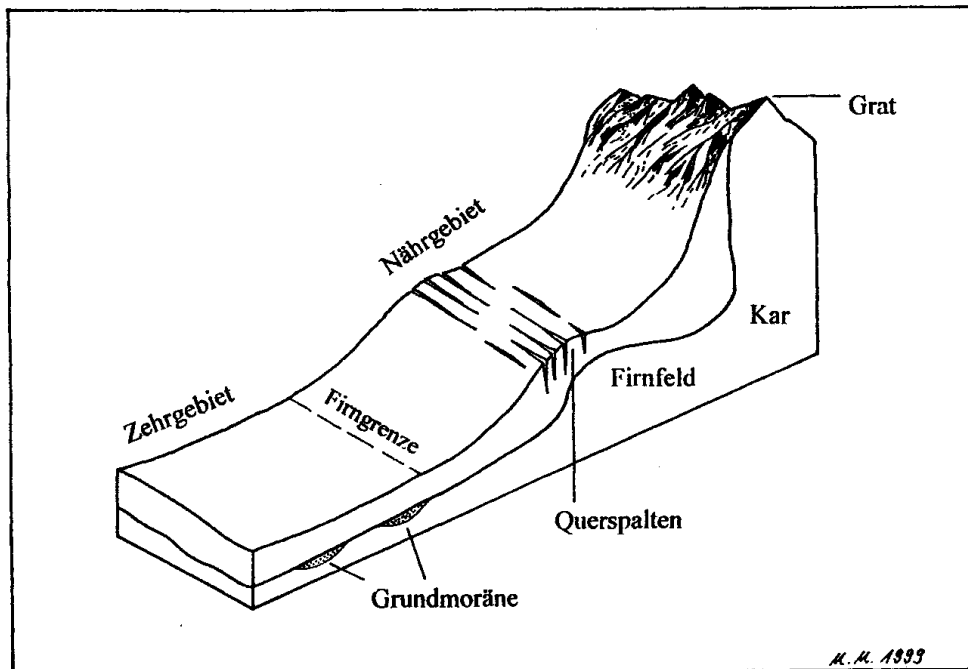


Abb. 3: Blockbild eines vorrückenden Gletschers

2.4.2. Der "Stillstand" der Gletscher (Hochglazial)

Wenn der Rand eines Gletschers bei einem Gleichgewicht von Nachschub und Abschmelzen längere Zeit im gleichen Bereich verbleibt, schmilzt an dieser Stelle Schutt aus dem Eis heraus. Dieser bildet mit der Zeit einen sichelförmigen Wall am Ende des Gletschers - die Endmoräne.

Im Sommer entsteht auf der Oberfläche des Eises Schmelzwasser, welches in Gletscherspalten stürzt und unter dem Eis dem Gletscherrand zufließt. Aus zahlreichen Gletschertoren ergießen sich dann die Wassermassen über den Endmoränenwall und setzen sogleich einen Teil ihrer Geröllfracht ab. Dadurch entsteht mit der Zeit am Fuß der Endmoräne eine schräge Schotterrampe, die als Übergangскеgel bezeichnet wird (Abb. 4).

2.4.3. Das Rückschmelzen der Gletscher (Spätglazial)

Schmilzt das Eis schneller ab, als es Nachschub aus dem Nährgebiet erhält, kommt es zu einem allmählichen Rückzug des Gletschers. Zuweilen schmilzt aber das Eis so schnell, daß einzelne Teile den Zusammenhang mit dem Gletscher verlieren. Unter Schottern geschützt, können diese sogenannten Toteisblöcke auch noch eine Zeitlang überdauern. Schmelzen sie schließlich ab, bleiben an ihrer Stelle abflußlose Senken zurück - die Toteislöcher.

Zahlreiche Toteislöcher kann man noch heute im Bereich der würmzeitlichen Endmoränen beobachten (z. B. in Hohenschäftlarn). Südlich der Endmoränen bildeten sich ausgedehnte Endmoränenstauseen (Gletscherseen) (Abb. 5).

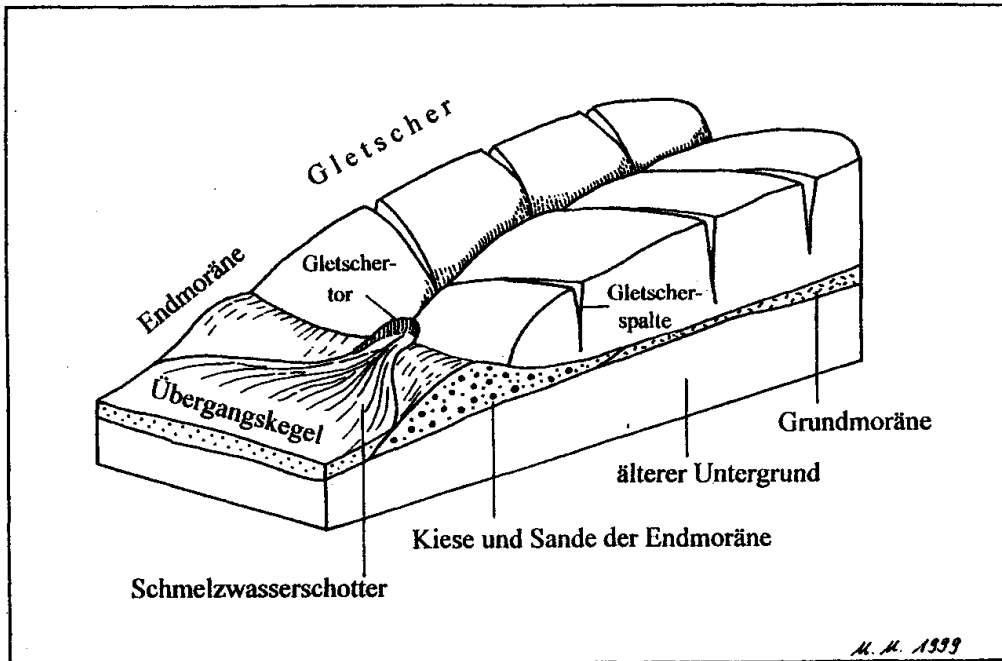


Abb. 4: Blockbild eines Vorlandgletschers während einer "Stillstandsphase"

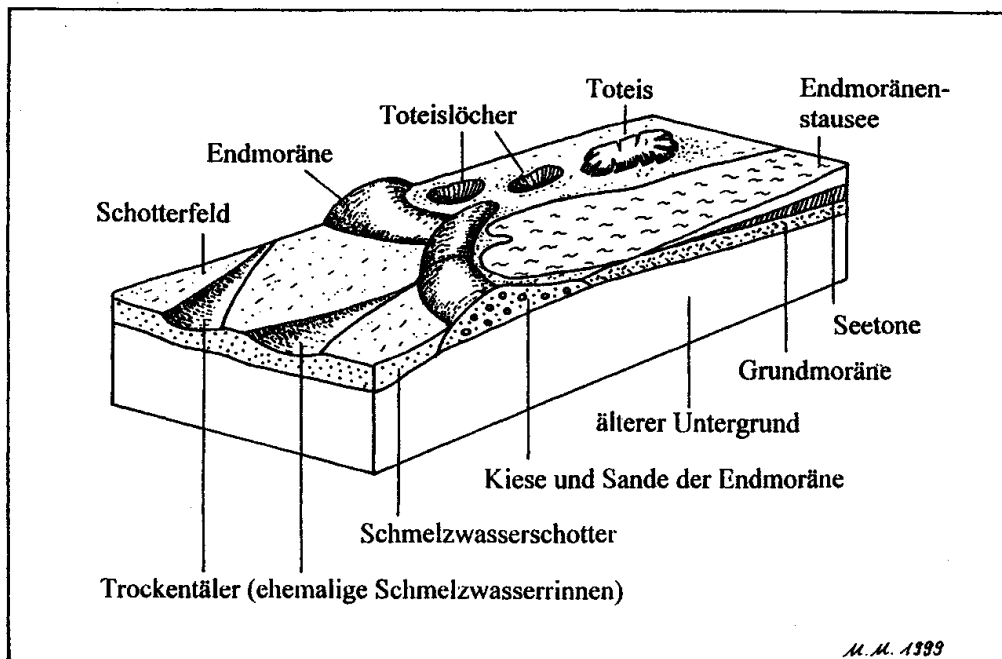


Abb. 5: Formenvielfalt einer Landschaft nach Abschmelzen des Gletschereises

2.5. Die Würm-Kaltzeit im Isar - Loisachtal

2.5.1. Woher kamen die Gletscher?

Der Entstehungsort der Gletscher ist in den Zentralalpen zu suchen. Von dort aus glitt das Eis mit Beginn der Kaltzeit allmählich nach Norden ins Inntal. Mit der Zeit schwoll im Inntal ein riesiger Gletscherstrom an, dessen Höhe mehr als 1000 m betrug. Aber auch in den Kalkalpen, vor allen Dingen im Karwendel- und Wettersteingebirge, kam es zu ausgedehnten Vereisungen.

Im Inntal bewegten sich die Eismassen Richtung Nordost, in den Tälern der Kalkalpen direkt nach Norden ins Alpenvorland.

Zum Höhepunkt der Würmkaltzeit waren also die gesamten Alpen von Eis bedeckt, nur einzelne Felsgrate (Nunataks) schauten heraus (Abb. 6).

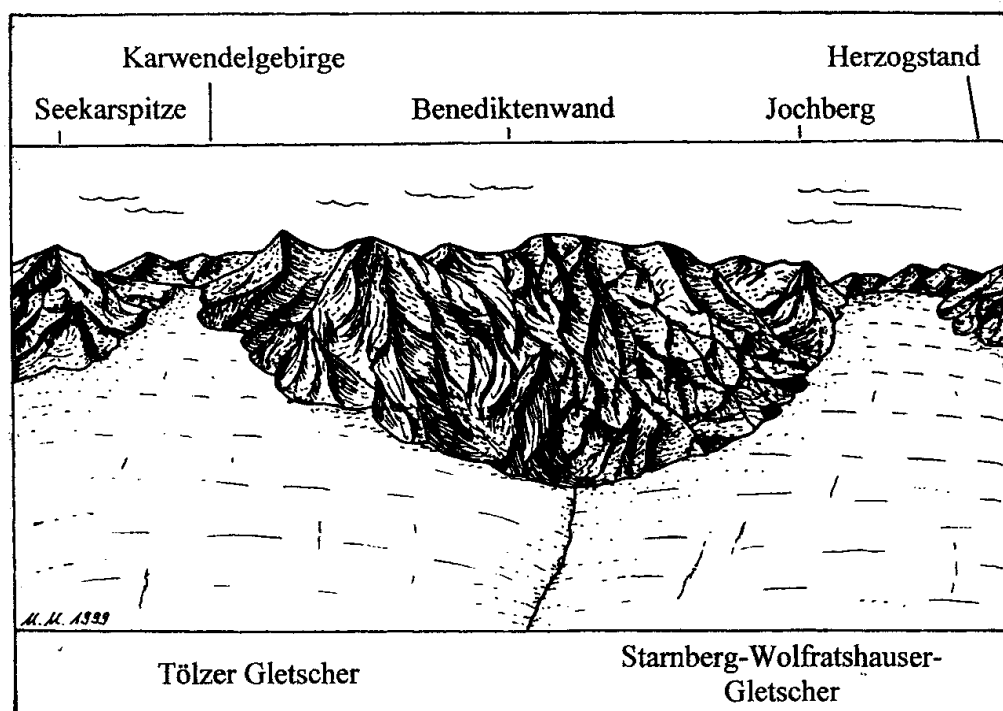


Abb. 6: Die bayerischen Alpen unter Eis -
Rekonstruktion der Landschaft zum Höhepunkt der Würm-Kaltzeit (Blick von Nord)

Die Wege der Eisströme über die Kalkalpen lassen sich gut rekonstruieren. So floß über den Fernpaß, Garmisch und anschließend Richtung Murnau der Ammersee-Gletscher.

Über Scharnitz, Krün, Walchensee, Kochelsee, Richtung Penzberg schob sich der Starnberg-Wolfratshausener Gletscher. Dieser Gletscher wurde am Münsinger Höhenrücken in eine Starnberger und in eine Wolfratshausener Gletscherzunge gespalten.

Über Achensee, Lenggries, Richtung Bad Tölz kam der Tölzer Gletscher (Abb. 7). Diese drei Gletscherströme verschmolzen nördlich der Kalkalpen zum Isar-Loisach-Vorlandgletscher.

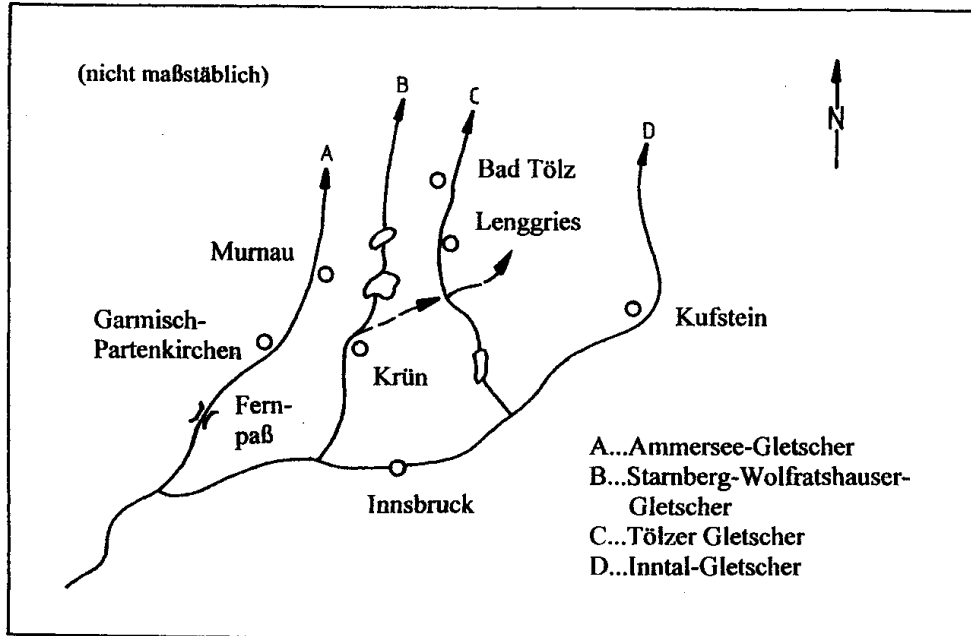


Abb. 7: Die Wege der Eisströme zur Würm-Kaltzeit (nach VOIGTLÄNDER 1984)
(Heutige Städte und Seen sind nur zur Orientierung eingetragen!)

2.5.2. Wolfratshausen und Geretsried unter Eis

Der Isar-Loisach-Vorlandgletscher nahm ein Areal von ca. 2500 km² ein. Er reichte im Westen fast bis an den Lech, im Norden bis Fürstenfeldbruck, Starnberg und Hohenschäftlarn, im Osten bis Holzkirchen (Abb. 8).

Seine Mächtigkeit betrug in der Nähe des Gebirgsaustrittes 600 - 700 m, nach Norden flachte der Gletscher allmählich ab. Bei Wolfratshausen war das Eis nur noch 200 - 300 m dick.

Der Gletscher trat vor etwa 25 000 Jahren aus dem Gebirge heraus und zog sich vor etwa 16 000 Jahren wieder zurück. In dieser Zeit begrub das Eis alles unter sich: Hügel wurden in Eisrichtung umgefeilt, harter Untergrund abgeschürft, kleine Bäche verschüttet, vorhandene Täler noch stärker eingetieft.

In der Stillstandsphase (Hochglazial) bildeten sich unmittelbar vor dem Gletscher Endmoränen.

Allmählich begann das Eis zu schmelzen, der Gletscher zog sich zurück. In dieser Phase kam es jedoch noch mehrmals zu "Zwischenhalten", in denen sich wiederum vor dem Gletscher Endmoränen abgelagerten. So entstanden im Laufe der Zeit zwei bis vier Endmoränenbögen. Diese Höhenzüge lassen sich zum größten Teil auch noch heute in der Landschaft beobachten (Abb. 9).

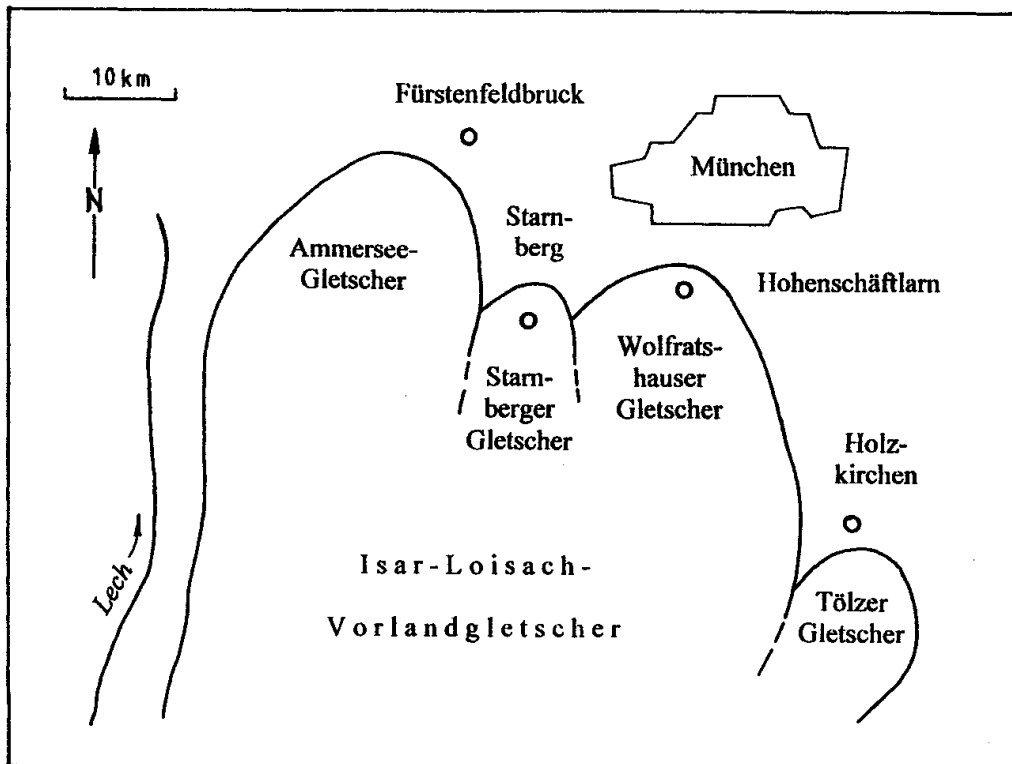


Abb. 8: Der Isar-Loisach-Vorlandgletscher zur Zeit seiner größten Ausdehnung (vor ca. 20 000 Jahren)

2.5.3. Endlich schmilzt das Eis - Wohin mit den Wassermassen?

Mit zunehmender Klimaverbesserung begann das Eis schneller abzutauen. Aus zahlreichen Gletschertoren strömten eiskalte Wasserfluten Richtung Norden.

Diese Gletscherflüsse durchbrachen die Endmoränenzüge, legten neue Täler und Gräben an. Gletscherflüsse, welche die Endmoränenbögen nicht durchbrechen konnten, strömten parallel dazu, bis sie einen Ausweg nach Norden fanden.

Nachdem der Gletscher abgeschmolzen war, fielen diese Schmelzwasserrinnen zumeist trocken. Derartige Trockentäler sind in unserer näheren Umgebung heute noch zu finden, zum Beispiel:

- Gleissental nördlich Deining (Im Bereich des heutigen Deininger Weihers befand sich ein Gletschertor der Wolfratshausener Eiszunge.)
- Reichertshausener Tal bei Egling
- Teufelsgraben bei Holzkirchen (Abb. 10)

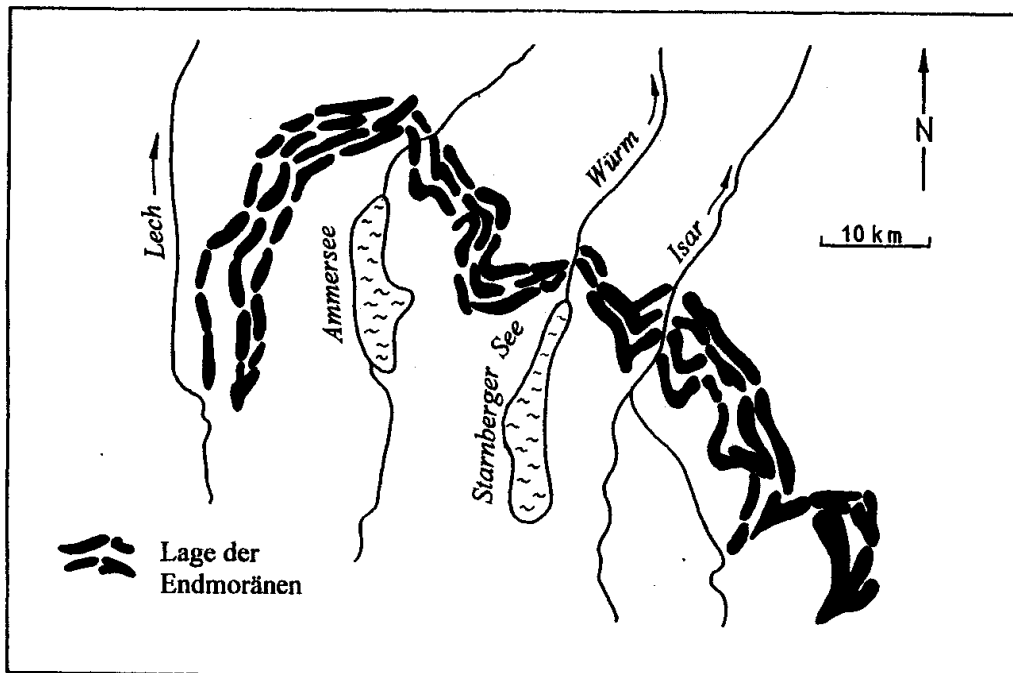


Abb. 9: Die Endmoränenbögen des Isar-Loisach-Vorlandgletschers
(nach SCHUMACHER 1981)

2.5.4. Was nicht abfließt, wird aufgestaut - Der Wolfratshausener See

Nach und nach zog sich der Wolfratshausener Gletscher von den umliegenden Höhenrücken (Münsinger und Neufahrner Höhenrücken, Peretshofer Höhe) ins Tal zurück. Wie ein großer Kuchen lag er in dieser Senke und taute allmählich ab.

Die Schmelzwässer konnten nun nicht mehr nach Norden abfließen, da die Entwässerungsrinnen 60 - 90 m weiter oberhalb auf den Höhenrücken begannen. So staute sich das Wasser im Tal. Dieser natürliche Stausee wird als Wolfratshausener See bezeichnet (Abb. 11).

Dieser See war vermutlich kristallklar, aber sehr kalt, so daß weder Pflanzen noch Tiere in ihm leben konnten. Auf dem Seeboden (in etwa 20 m, stellenweise auch 100 m Tiefe) setzten sich im Laufe der Zeit graue, gebänderte Tone ab, sogenannte Bändertone oder auch Seetone.

Die Bänderung wurde durch eine jahreszeitliche Schwankung des Sedimenteintrages hervorgerufen. So brachten Schmelzwasserbäche im Frühjahr und Sommer auch Feinsand in den See ein - Am Seeboden lagerte sich eine hellere, etwas sandigere Tonschicht ab.

Im Winter gab es kaum Zuflüsse und so sank vor allen Dingen feines Material auf den Grund und bildete eine dunkelgraue Tonschicht.

Eine solche zusammengehörige Doppelschicht von meist einigen mm Dicke wird Warve genannt.

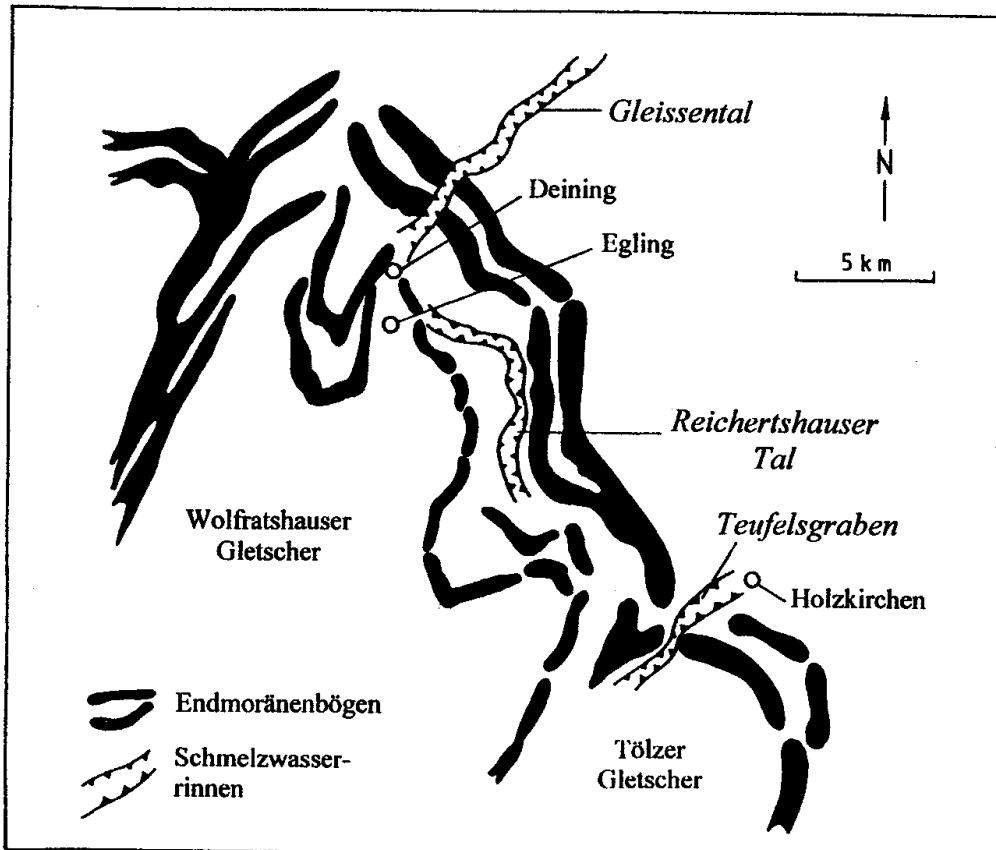


Abb. 10: Einige Schmelzwasserrinnen des Wolfratshauer und Tölzer Gletschers am Ende der Würm-Kaltzeit (nach SCHUMACHER 1981)

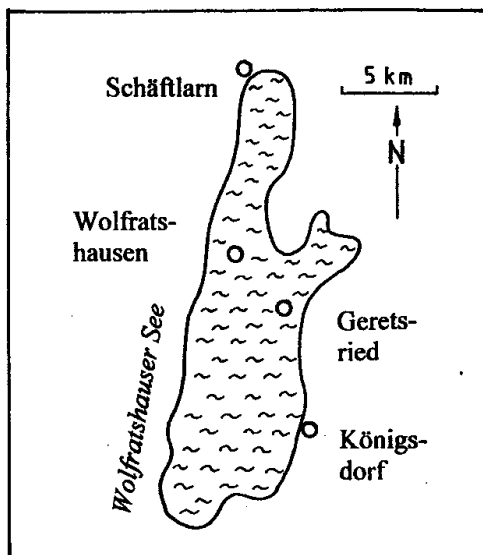


Abb. 11: Die Ausdehnung des Wolfratshauer Sees vor ca. 16000-15000 Jahren (nach VOIGTLÄNDER 1984) (Heutige Städte sind nur zur Orientierung eingetragen!)

Der Wolfratshauer See besaß drei Inseln: bei Königsdorf, bei Herrnhäusern und bei Mooseurach. Es handelte sich bei diesen Inseln um Drumlins (Abb. 12).

Die Entstehungsgeschichte dieser Hügel ist noch nicht eindeutig geklärt. Zum überwiegenden Teil handelt es sich dabei wohl um Endmoränen einer früheren Kaltzeit; während eines nachfolgenden Eisvorstoßes wurden sie dann überfahren und in Nord-Süd-Richtung umgearbeitet.

Die Drumlins sind bis heute erhalten geblieben. Sie bilden bei Herrnhäusern und Königsdorf wunderschöne Hügelketten. Mooseurach liegt direkt auf einem einzelnen Drumlin.

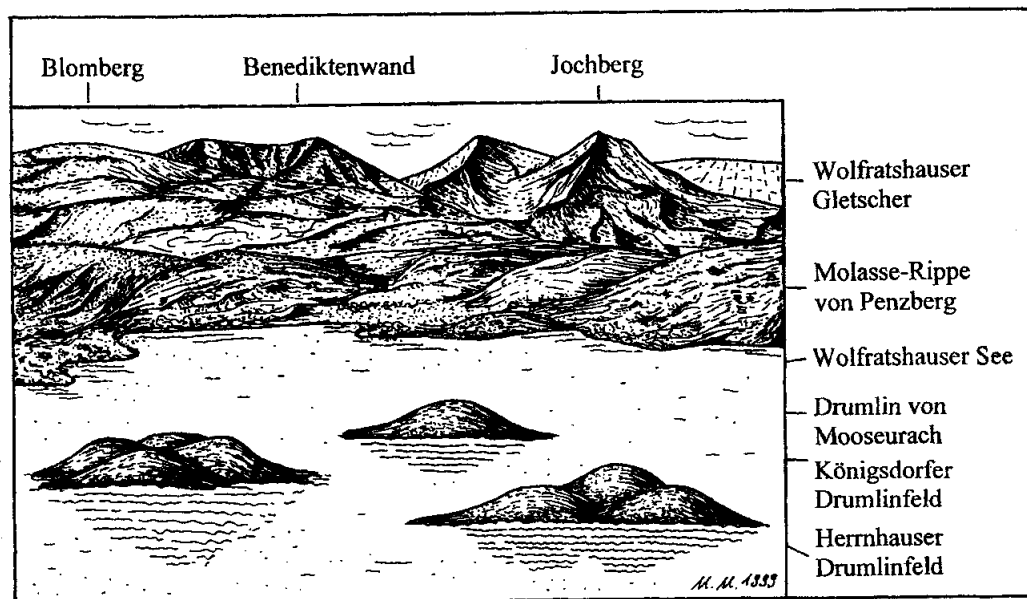


Abb. 12: Rekonstruktion des Wolfratshauer Sees mit den "Insel-Drumlins" (Blick von Nord)

2.5.5. "Das Jahrtausendereignis"

Den Wolfratshauer See gibt es heute nicht mehr. "Schuld" daran ist die Isar. Sie brachte vor ca. 15 000 Jahren den Wolfratshauer See zum Auslaufen!

Die Isar floß vor der Würm-Kaltzeit von Gaißbach über Reichersbeuern nach Schäftlarn. Nach dem Rückzug der würmzeitlichen Gletscher fand sie ihr altes Flußbett nicht mehr, durchbrach die Moränenzüge, die der Wolfratshauer Gletscher hinterlassen hatte und mündete in den Wolfratshauer See.

Die Wassermassen, welche sich von nun an in den Wolfratshauer See ergossen, erhöhten allmählich den Wasserspiegel. Östlich Hohenschäftlarn begann der See über die Endmoränenzüge zu schwappen. Der Ausfluß schnitt sich immer tiefer in den natürlichen Staudamm ein. So entstand schließlich das heutige canonartige Isartal zwischen Schäftlarn und Pullach.

Die vollständige Verlandung des Wolfratshauer Sees vollzog sich in zwei Etappen: In der ersten Etappe schüttete die Isar an ihrer Mündung bei Königsdorf-Wiesen ein Delta aus Kies und Sand auf. Dadurch verlandete allmählich der Südteil des Sees. Anschließend grub sich der Fluß in seine eigenen Deltasedimente ein und mündete nun bei Gelting in den verbliebenen See.

In der zweiten Etappe schüttete die Isar wiederum ein Delta aus Kies und Sand auf, diesmal bei Gelting. Somit verlandete auch der restliche, nördliche Teil des Sees (Abb. 13).

Nach dem Auslaufen des Wolfratshauer Sees breiteten sich zwischen den Deltakiesen nasse, teilweise noch wassererfüllte Senken aus. Die Vegetation begann erst allmählich das neue Festland zu erobern.

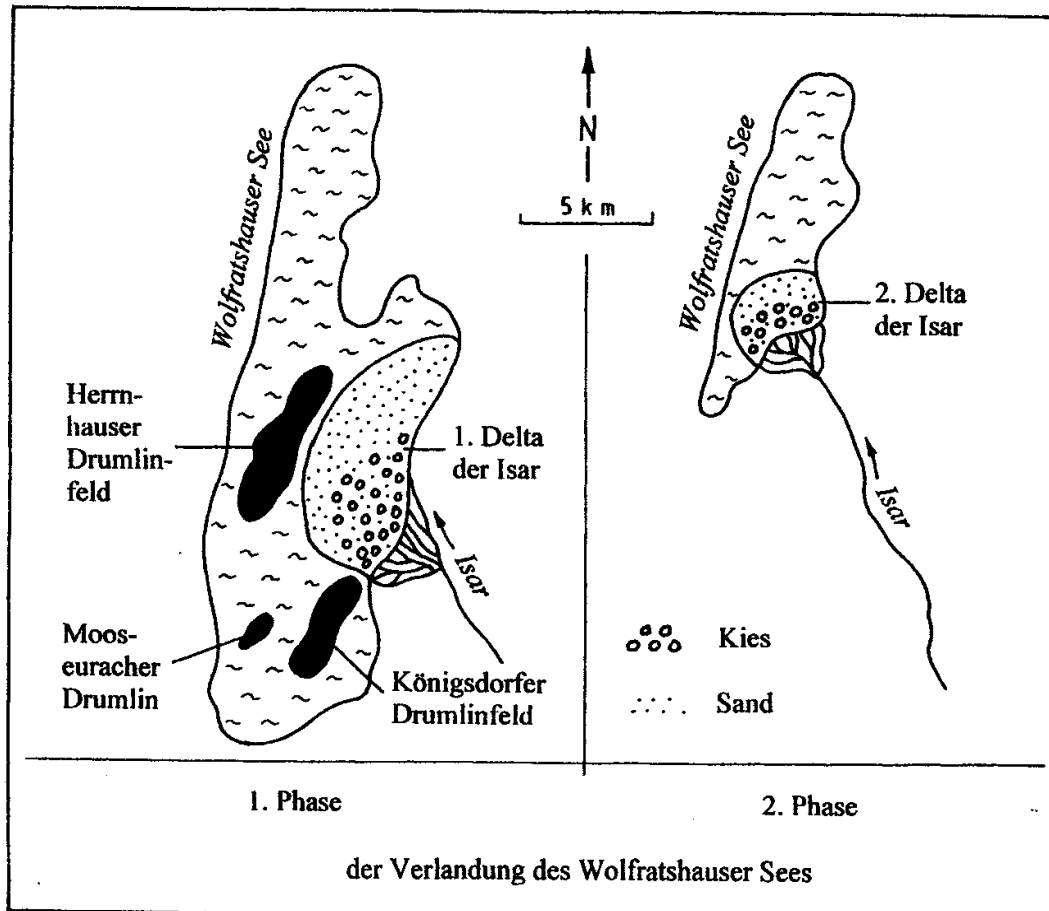


Abb. 13: Rekonstruktion der zwei Verlandungsphasen des Wolfratshauer Sees (nach SCHUMACHER 1981)

2.5.6. Eine bayerische Tundra

Am Ende der Würm-Kaltzeit kam es vor ca. 10 800 - 10 000 Jahren nochmals zu einer Klimaverschlechterung. Die mittleren Jahrestemperaturen sanken unter 0°C , so daß der Boden bis in mehrere Zehnermeter Tiefe gefror. Es entstand ein Dauerfrostboden. Nur im Sommer tauten kurzzeitig oberflächennahe Bereiche bis in ca. ein Meter Tiefe auf.

Sanken am Ende des Sommers die Temperaturen wieder unter 0°C , gefror das Bodenwasser, dehnte sich aus und drückte unter Ausbildung eines Eiskeilnetzes die obersten Bodenschichten nach oben. An einigen Stellen bildeten sich somit kleine kiesige Erhebungen. In den Senken dazwischen reicherte sich feineres Material an, das im Sommer von den Erhebungen abgeschwemmt wurde.

Dieser Vorgang wiederholte sich Jahr für Jahr. Nach und nach wuchsen die Erhebungen zu Buckeln heran, die eine Höhe bis zu einem Meter erreichen konnten.

Zwischen den Schneefeldern, die vermutlich die meiste Zeit des Jahres den Boden bedeckten, entwickelten sich Moose und Flechten, stellenweise vielleicht auch einige Zwerggehölze, wie z.B. Birken und Weiden (Abb. 15).

Diese Landschaft ist am besten mit der heutigen, baumlosen Kältsteppe (Tundra) zu vergleichen, die sich nördlich der arktischen Baumgrenze rund um das Nordpolarmeer erstreckt.

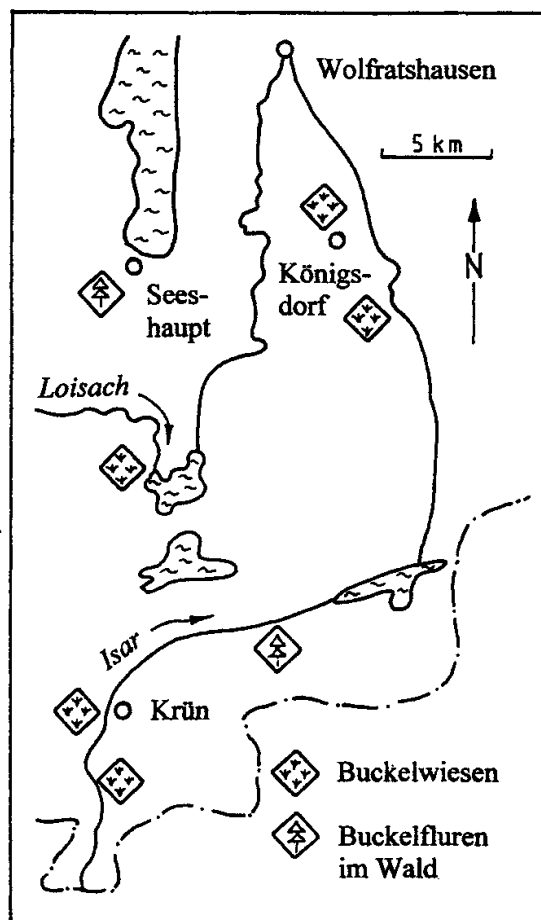


Abb. 14: Die Verbreitung von Buckelwiesen und -fluren im Alpenvorland zwischen Wolfratshausen und Krün (nach ENGEL-SCHALK 1971)

Aus jener Zeit haben sich bis heute lediglich die Strukturböden erhalten. Sie werden heute als Buckelwiesen bzw. -fluren bezeichnet und sind nur noch an wenigen Stellen im Alpenvorland zu finden, so z. B. die Buckelwiese bei Königsdorf (Königsdorfer Alm). Diese Buckelwiese gehört zu den nördlichsten Vorkommen dieser Art im Alpenvorland (Abb. 14). Sie wurde 1993 unter Landschaftsschutz gestellt.

3. Die Nacheiszeit (Holozän)

3.1. Die Isar-Terrassen entstehen

Mit Beginn der Nacheiszeit vor ca. 10 000 Jahren wurde es allmählich wärmer, und die Jahresmitteltemperatur stieg auf über 0°C an. Nach und nach taute der Dauerfrostboden auf, und auch die Vegetation begann sich üppiger zu entfalten.

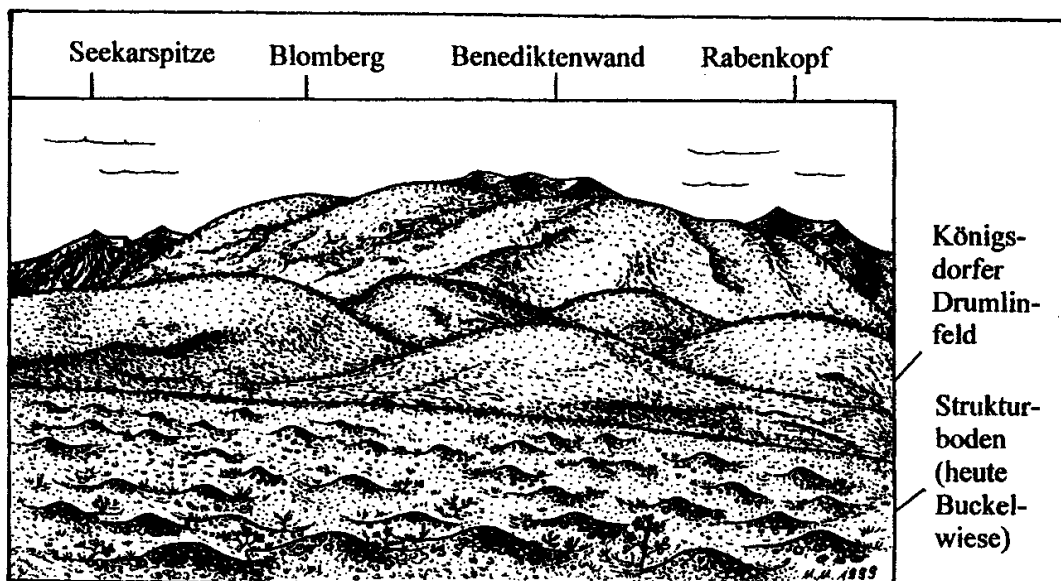


Abb. 15: So mag es im Alpenvorland nach dem Rückzug der Gletscher vor ca. 10 000 Jahren ausgesehen haben (Blick von Nord)

Zu den Birken und Weiden der recht eintönigen Tundralandschaft gesellten sich zunächst Kiefern und Haselnußbäume, später auch Eichen und Buchen.

Die Isar besaß zu Anfang des Holozäns ein bis zu zwei Kilometer breites Flußbett. Im Laufe der Zeit schnitt sie sich jedoch immer tiefer in ihre eigenen Flußsedimente ein. Beim stetigen Tieferlegen des Flußbettes blieben die alten Prallhänge vielfach als ausgeprägte Steilstufen (Terrassenkanten) stehen. Die Verebnungsflächen zwischen den Steilstufen werden Terrassen genannt (Abb. 16).

Die große Ebenheit zwischen Gartenberg und Wolfratshausen-Waldram ist so eine Isar-Terrasse. Eine markante Terrassenkante befindet sich heute unmittelbar unterhalb des "Isardammes" in Geretsried, zwischen der Firma Böhme und dem Eisstadion.

3.2. Moore - Die letzten Zeugen des Wolfratshausener Sees

Zeitgleich mit der Tiefenerosion der Isar lagerten sich in den vernähten Senken des ehemaligen Wolfratshausener Sees Schlammablagerungen (Mudden) ab, die durch ihr Eigengewicht stark zusammengedrückt wurden. Mit weiterer klimatischer Erwärmung verstärkte sich der Pflanzenwuchs, und die Pflanzen des Ufers drangen immer mehr zur Mitte der Teiche und Tümpel vor. Dabei wurde Röhricht (Schilf) mit zunehmender Verlandung von Seggen (Riedgras) verdrängt. Nach Verschwinden der freien Wasseroberfläche wuchsen dann auch Schwarzerlen und Weiden. Dieses Stadium wird als Niedermoor bezeichnet.

Als die Pflanzendecke über den Grundwasserspiegel gewachsen war, bezog die Vegetation nur noch Wasser aus den Niederschlägen. Somit konnten sich Kiefern und Birken ansiedeln. Man spricht in diesem Fall von Übergangsmoor.

Hochmoore begannen sich vor ca. 3000 Jahren zu bilden, als in Mitteleuropa ein sehr feuchtes Klima herrschte. Diese Umstände führten zu einem üppigen Wachstum der Torfmoose (*Sphagnum*).

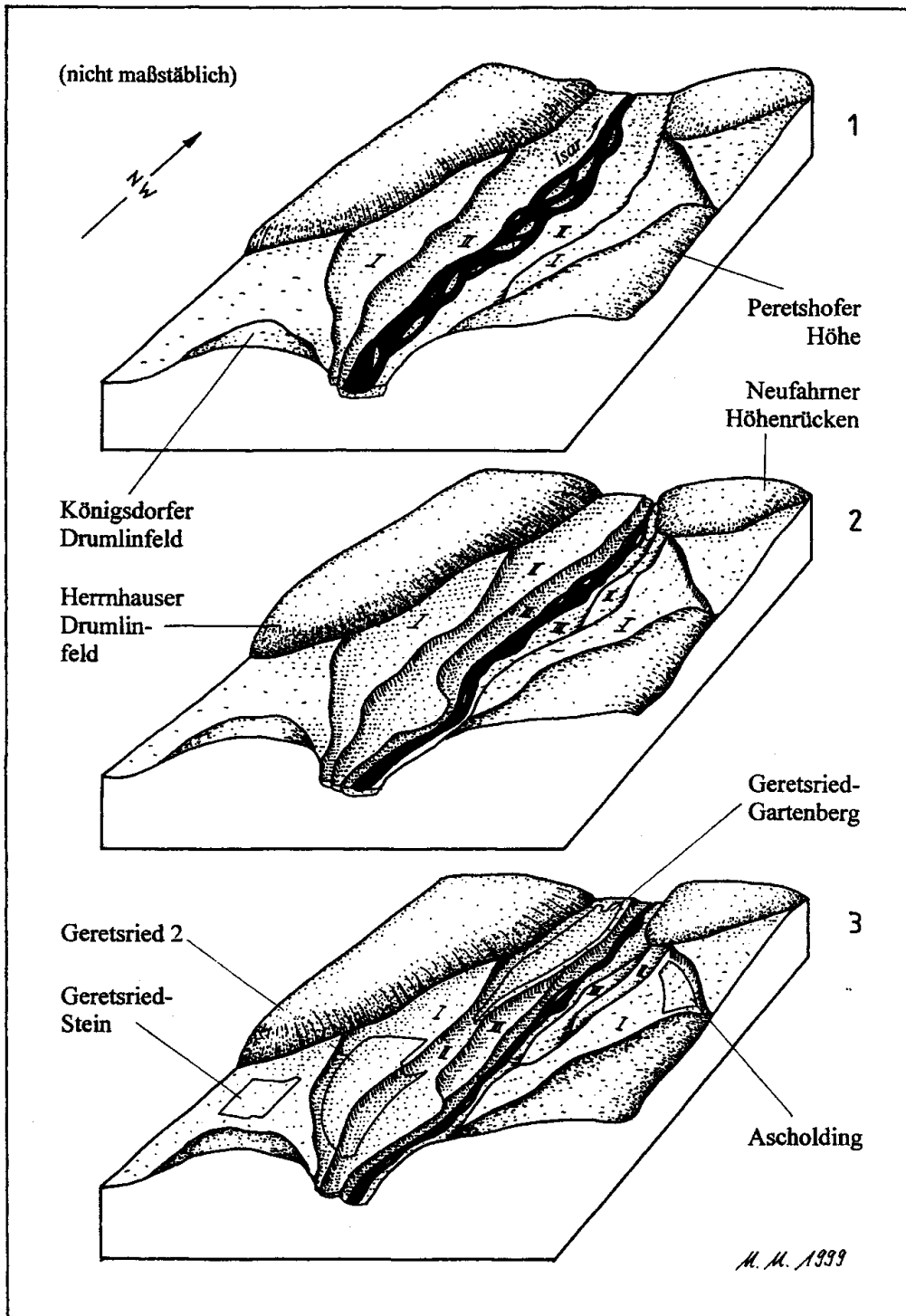


Abb. 16: Die Entstehung der Isar-Terrassen bei Geretsried
 1: Flußtal vor ca. 8000 Jahren; 2: Flußtal vor ca. 5000 Jahren; 3: Flußtal heute
 I, II und III: wichtigste Isar-Terrassen

Torfmoose können sehr viel Wasser aufsaugen und in ihren Zellen speichern. Sie bilden große, geschlossene Polster, die ständig höher wachsen. Untere Pflanzenteile sterben ab und werden zu Torf. Im Laufe der Zeit erhebt sich solch ein Hochmoor uhrglasförmig über die Umgebung (Abb. 17).

Leider gibt es in unserer näheren Umgebung nur noch sehr wenige Hochmoore. Der größte Teil fiel dem Torfabbau und der Grünlandgewinnung zum Opfer.

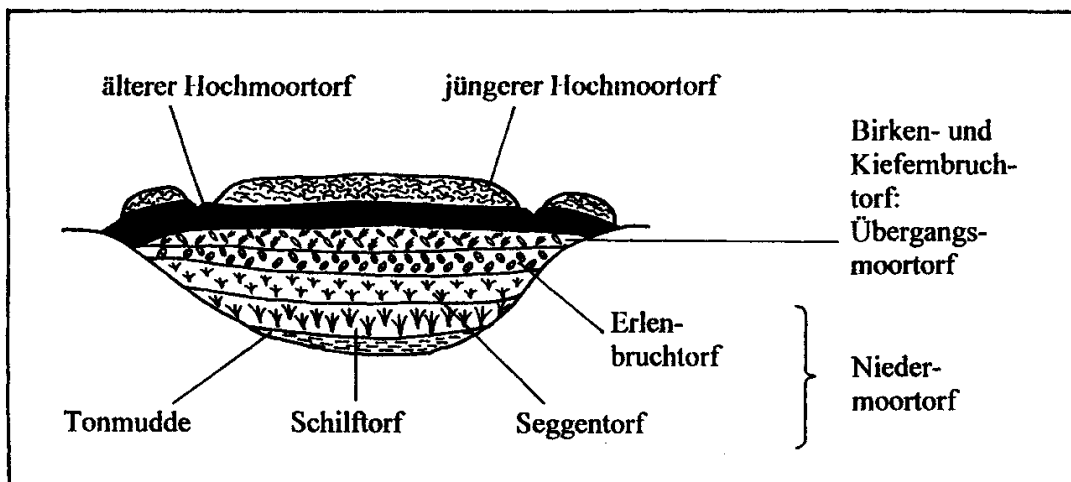


Abb. 17: Aufbau eines Hochmoores (nach BROCKHAUS Enzyklopädie 1991)

3.3. Ein Baustein der Altvorderen - Kalktuff

Kalktuff ist ein weißes, meist poröses Gestein, welches zu ca. 98% aus Kalk besteht (Abb. 18). Dieses Sediment bildet sich hauptsächlich an Quellaustritten von stark kalkhaltigem Wasser. Vermutlich sind an der Kalkausfällung auch Pflanzen, in erster Linie Moose beteiligt, die dem Wasser Kohlendioxid (CO_2) entziehen und damit die Kalkausfällung begünstigen.

Die Kalktuffbildung erreichte vor etwa 7000 - 4000 Jahren ihren Höhepunkt. Kalktuffe aus diesem Zeitabschnitt liegen heute sehr stark verfestigt vor. Früher wurde dieses Gestein in drei Königsdorfer Steinbrüchen abgebaut.



Abb. 18: Kalktuff mit Abdrücken von Buchenblättern (*Fagus sylvatica* L.), ca. ein Drittel verkleinert

4. Und noch einmal alle Ereignisse im Überblick

Tab. 3: Die erdgeschichtlichen Ereignisse des Quartärs im Isar-Loisachtal

Geologisches Ereignis	Vor wieviel Jahren?	Was ist davon heute noch zu sehen?
Beginn der Eiszeit (Pleistozän)	2,5 Mio	
6 Kaltzeiten		
Biber	1,5 Mio	} Schotter (nur im } Großraum Augsburg) Schotter Schotter Schotter, Endmoränen s. u.
Donau	1 Mio	
Günz	750 000	
Mindel	450 000	
Riß	250 000	
Würm	115 000	
Würm-Kaltzeit	115 000 - 10 000	
Gletscher-Vorstoß	25 000 - 20 000	Steile Felsgrate in den Alpen, Entstehung breiter U-förmiger Täler, Drumlins, Vorstoßschotter
Gletscher-Stillstand	20 000 - 18 000	Endmoränen
Rückschmelzen der Gletscher	18 000 - 15 000	Wolfratshauer See entsteht (heute nur noch Seetone)
Die Isar tritt in den See ein	ca. 15 000	Deltaschotter der ehemaligen Flußmündungen, z.B. bei Wiesen und Gelting
Verlandung des Wolfratshauer Sees	ca. 15 000 - 10 800	Nasse, wassererfüllte Senken zwischen den Deltakiesen (heute zumeist Moore)
Dauerfrostboden	10 800 - 10 000	Buckelwiesen
Nacheiszeit (Holozän)	10 000 - heute	s. u.
Die Isar schneidet sich tiefer ein	10 000 - heute	Isar-Terrassen
Vegetation breitet sich auf dem ehemaligen Seeboden aus	10 000 - heute	Entstehung der Hochmoore (heute nur noch Reliktareale)
Kalkhaltiges Wasser tritt an Quellen aus	7 000 - heute	Kalktuffe lagern sich ab

5. Exkursionen im Isar-Loisachtal (als "Radl-Touren" empfohlen)

5.1. Route südlich Wolfratshausen

(Streckenlänge: ca. 25 km, Haltepunkte: siehe Abb. 19)

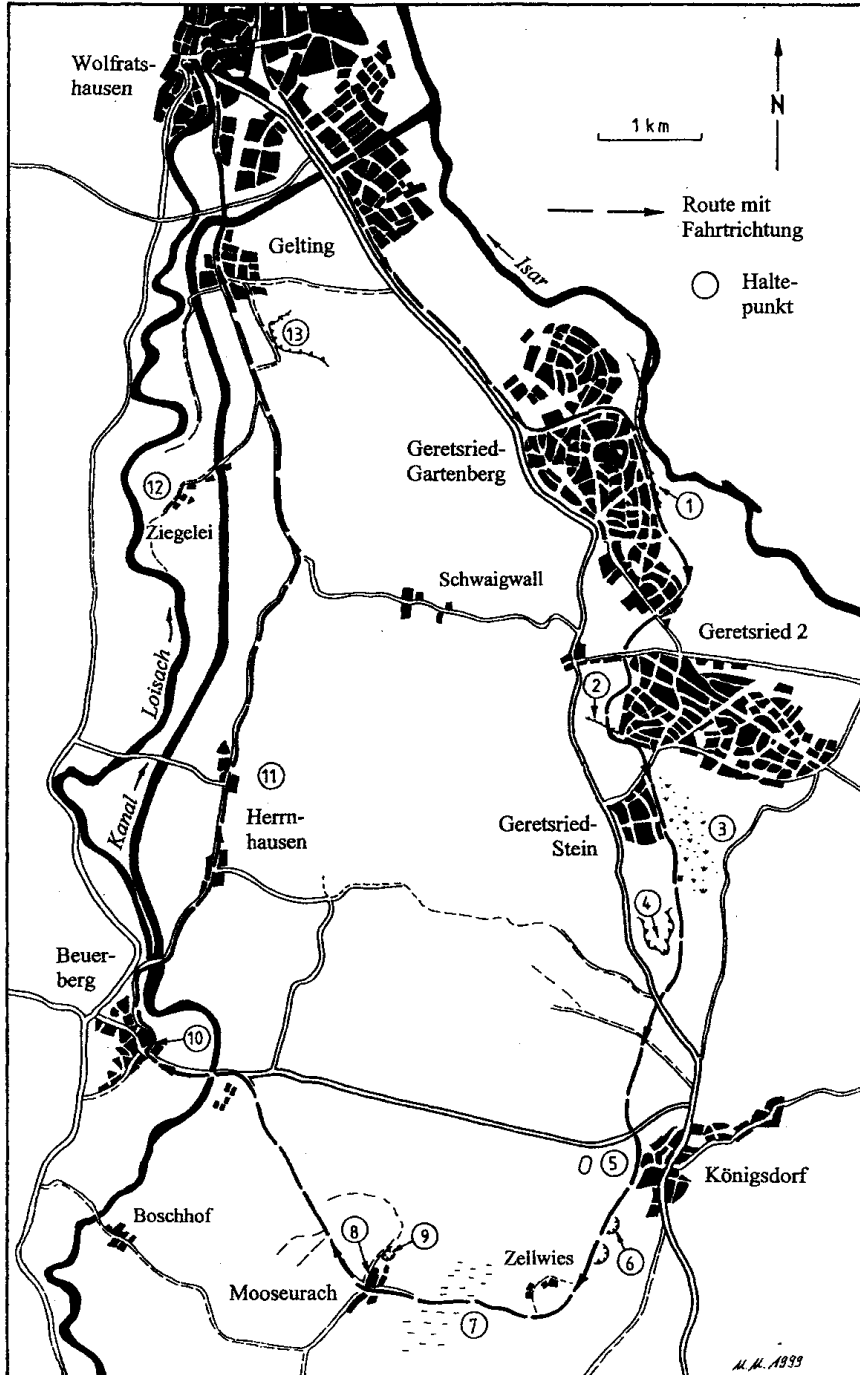


Abb. 19: Streckenverlauf und Haltepunkte der Exkursion südlich Wolfratshausen

5.1.1. Isar-Terrasse in Geretsried

(vom Bahnhof Wolfratshausen führt ein Radlweg nach Geretsried an der B 11 entlang, in Geretsried die Elbestraße weiter bis zum „Isardamm“)

Die Straße "Isardamm" befindet sich auf einer ehemaligen Flußau der Isar (heute: Isar-Terrasse). Auf der linken (östlichen) Seite der Straße fällt das Gelände ca. vier bis fünf Meter steil ab. Diese Steilstufe kann man entlang des Isardammes auf einer Streckenlänge von ca. einem Kilometer verfolgen. Es handelt sich hier um einen ehemaligen Prallhang der Isar (heute: Terrassenkante).

Die genaue Entstehung der Isar-Terrassen kann im Kapitel 3.1. nachgelesen werden. Auf Abb. 16 entspricht die Terrassenkante am Isardamm dem Übergang von Terrasse II zu Terrasse III.

5.1.2. Terrassenkante in Geretsried

(am Radlweg von Geretsried 2 nach Geretsried-Stein)

Diese Terrassenkante stellt den ältesten Prallhang der Isar in der näheren Umgebung von Geretsried dar. Die drei bis vier Meter hohe Steilstufe zieht in östlicher Richtung weiter bis zur Jeschenstraße. Auf Abb. 16 entspricht diese Terrassenkante dem Übergang vom obersten Niveau zu Terrasse I.

(Die Steilstufe von Terrasse I zu Terrasse II wurde in Geretsried zum größten Teil eingeebnet oder verbaut. Ein kleiner Rest dieser Terrassenkante ist noch östlich des ehemaligen Parkhotels am Stern, heute Zivildienstschule, zu sehen.)

5.1.3. Buckelwiese nördlich Königsdorf

(ca. 500 m südlich Geretsried-Stein, liegt direkt am Radlweg nach Königsdorf)

Diese Buckelwiese gehört mit zu den nördlichsten Vorkommen dieser Art im Alpenvorland (vergleiche Abb. 14).

Was diese Wiese so reizvoll macht, sind die zahlreichen, bis zu 80 cm hohen Buckel. Sie sind entweder länglich gestreckt oder besitzen eine rundliche bis eiförmige Form. Bis zu 600 dieser "Minihügel" befinden sich hier auf einem Hektar. Entstanden sind diese Buckel vor 10800 bis 10000 Jahren, als sich die Gletscher bereits in die höheren Alpentäler zurückgezogen hatten, der Boden im Vorland aber noch tief gefroren war (siehe auch Kap. 2.5.6.).

Bemerkenswert ist neben den geologischen Gesichtspunkten auch der Pflanzenreichtum dieser Buckelwiese. So blühen auf den Buckeln typische Vertreter der Mager- und Trockenrasenflora, wie z. B.:

- Gewöhnlicher Thymian (*Thymus pulegioides*), Lippenblütengewächse
- Schopfige Kreuzblume (*Polygala comosa*), Kreuzblumengewächse
- Große Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*), Orchidee, Geschützt!
- Silberdistel (*Carlina acaulis*), Korbblütengewächse, Geschützt! (Abb. 20)
- Frühlingsenzian (Schusternagel) (*Gentiana verna*), Enziangewächse, Geschützt! (Abb. 20)
- Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*), Kreuzblütengewächse, Geschützt! (Abb. 20)
- Wundklee (*Anthyllis vulneraria*), Schmetterlingsblütengewächse
- Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*), Wolfsmilchgewächse
- Zittergras (*Briza media*), Süßgräser

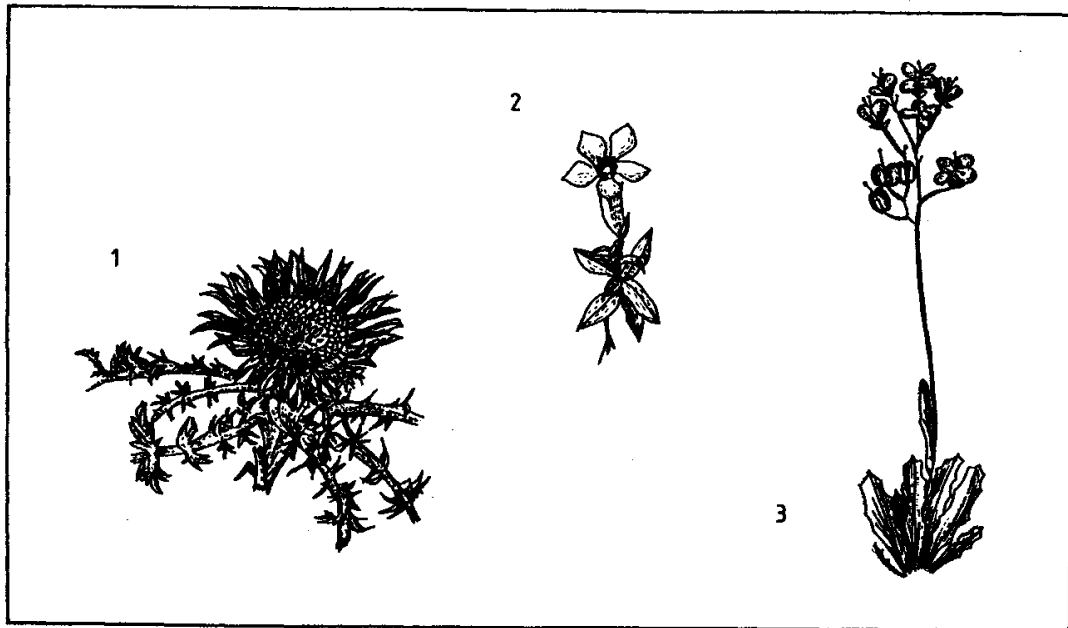


Abb. 20: Eine Auswahl an geschützten Pflanzen, die auf der Königsdorfer Alm wachsen
 1: Silberdistel (*Carlina acaulis*); 2: Frühlingsenzian (*Gentiana verna*);
 3: Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*)

5.1.4. Schotterablagerungen der Späten Würm-Kaltzeit in der Kiesgrube Köngisdorf - Wiesen

(Die Kiesgrube befindet sich rechter Hand vom Radlweg nach Königsdorf. Das Kiesgrubengelände darf nicht betreten werden. Man gewinnt jedoch vom Radlweg aus einen kleinen Eindruck.)

Im Kapitel 2.5.5. war von einem "Jahrtausendereignis" die Rede: Der Eintritt der Isar in den Wolfratshauer See vor ca. 15 000 Jahren. In der Folgezeit schüttete dann die Isar im Mündungsbereich bei Königsdorf-Wiesen ein Delta auf.

Zur Bildung dieses Deltas kam es folgendermaßen: Im Mündungsbereich verlor der Fluß schlagartig seine Schleppkraft und lagerte das gesamte mitgeführte Material ab. Gerölle, Sandkörner und tonige Partikel behinderten die Isar oft in ihrem Lauf; sie mußte ihr Flußbett mehrmals verlegen und verzweigen. Dadurch verbreiterte sie immer mehr ihren Mündungsbereich - es entstand ein typisches Flußdelta.

Dabei entstand eine charakteristische Schichtung. Tonige Trübe wurden am weitesten verfrachtet und bildete eine flache Basisschicht; sandiges Material wurde in ansteigenden, keilförmigen Schichten abgesetzt; vor dem Übergang Isar - Wolfratshauer See kam es zur Ablagerung von Geröllen (Kiesen). Sie bildeten die Deltadachschichten (siehe Abb. 21).

Diese Kiese werden heute bei Wiesen abgebaut. Die Mächtigkeit der Ablagerungen kann hier bis zu zwölf Meter betragen, in randlichen Deltabereichen, so z. B. unter dem Königsdorfer Moor oder bei Ascholding sind die Kiese nur noch drei bis fünf Meter mächtig.

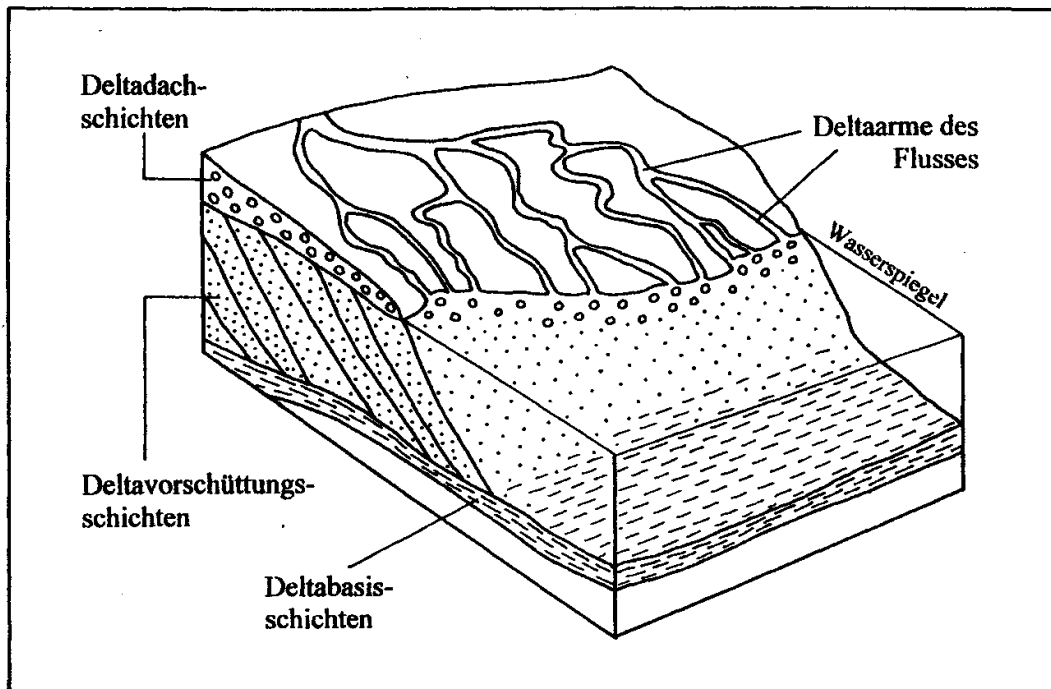


Abb. 21: Blockbild eines Deltas mit seiner charakteristischen Schichtung

5.1.5. Kalktuffe bei Königsdorf

Verfestigte, harte Kalktuffe wurden früher in drei Steinbrüchen am westlichen Ortsrand von Königsdorf abgebaut. Diese Tuffbrüche sind heute jedoch alle verfüllt und bebaut. Nur der Weg „Am Steinbruch“ erinnert noch an den ehemaligen Abbau.

Als Bausteine wurden die Königsdorfer Tuffsteine früher in der näheren Umgebung häufig verwendet, so sind z. B. die Königsdorfer Kirche, die Friedhofsmauer und eine Reihe älterer Königsdorfer Häuser aus diesem Gestein erbaut.



In der Nähe des Königsdorfer Sportplatzes kommen unterhalb einer 20-30 cm mächtigen Bodenschicht Kalktuffssande vor (Abb. 22). Diese können allerdings nur bei Erdaushüben beobachtet werden.

Bei den Kalktuffssanden handelt es sich um ein lockeres, wenig verfestigtes Tuffmaterial, welches durch oberirdisch abfließendes Wasser verschwemmt wurde.

Abb. 22: Kalktuffsand in der Nähe des Königsdorfer Sportplatzes. Der Aufschluß befand sich 1993 im Kelleraushub für ein Einfamilienhaus; Maßstab 1 m.

Feinkörnige, weiße Kalktuffe entstehen noch heute in kleinen Rinnsalen und Tümpeln im Königsdorfer Moor. Sie sind allerdings noch recht locker und kaum verfestigt.

5.1.6. Schotterablagerungen aus dem frühen Würm-Hochglazial in einer Kiesgrube bei Königsdorf

(Die Kiesgrube liegt linker Hand an der Straße Königsdorf-Mooseurach, ca. 200 m südlich des Ortsausganges von Königsdorf.)

Als frühes Hochglazial wird jener Zeitabschnitt bezeichnet, in welchem die Gletscher im "Vormarsch" waren, etwa zwischen 25 000 und 20 000 Jahren vor heute. Während dieser Zeit wurden im eisfreien Vorland sogenannte Vorstoßschotter abgelagert. Diese Schotter wurden wohl in den Sommermonaten bei Schneeschmelze aus dem Gebirge heraus in das Vorland verfrachtet.

Vorstoßschotter sind im Isar-Loisachtal nur noch an wenigen Stellen erhalten geblieben, da sie der Isar-Loisach-Gletscher zum größten Teil wieder ausräumte. Die Schotter südlich Königsdorf waren vermutlich durch das Königsdorfer Drumlinfeld vor der Abtragung geschützt.

Schaut man sich die Aufschlußwand in der Grube genauer an, so stellt man fest, daß die oberen Kiespartien stark verbacken sind und stellenweise als "Stotzen" aus der Wand herausragen (Abb. 23).



Verbackene Kiese oder auch Gerölle werden als Konglomerate bezeichnet. Im Alpenraum gibt es dafür den Begriff „Nagelfluh“. Verantwortlich für die Verkittung der Gerölle zu Nagelfluh sind kalkhaltige Wässer, die alle Porenräume des Sediments durchdringen und Kalk ausscheiden. Die Kalkausscheidungen bewirken dann diese Verbackungen.

Die Mächtigkeit der Schotter beträgt in dieser Kiesgrube zehn bis zwölf Meter.

Abb. 23: Vorstoßschotter mit „Nagelfluh-Stotzen“ aus dem frühen Würm-Hochglazial in einer Kiesgrube südlich Königsdorf

5.1.7. Das Königsdorfer Moor

Vor 15 000 - 10 000 Jahren verlandete der Wolfratshauer See. Zwischen den Deltakiesen breiteten sich weite vernäßte Senken mit Teichen und Tümpeln aus, da der eiszeitliche, gebänderte Seeton im Untergrund den Wasserabfluß behinderte.

Dieses Bild hat wohl noch mehrere hundert Jahre nach Abtauen der Gletscher die Landschaft bestimmt. Erst allmählich, mit Beginn der Nacheiszeit (Holozän) vor ca. 10000 Jahren, begann sich die Vegetation am Boden des ehemaligen Wolfratshäuser Sees auszubreiten. Dabei bildeten sich anfangs Niedermoore, später Übergangsmoore und anschließend Hochmoore (vergleiche auch Kapitel 3.2.)

Auch das Königsdorfer Moor war solch ein Hochmoor. Es ist jedoch von den Gütern des Boschhofes bis auf kleinste Restflächen kultiviert und in Wiesen und Weideland umgewandelt worden. Nach der Aufteilung und dem Verkauf des Boschhofes wurde die Viehwirtschaft stark eingeschränkt und große Flächen mit Fichte und Kiefer aufgeforstet.

An der Straße Königsdorf-Beuerberg wurden von 1940-1950 weite Areale maschinell abgetorft. Die Mächtigkeit des Torfes betrug hier drei bis vier Meter.

Heute gibt es bei Zellwies noch einige kleine Hochmoorreliktareale. Auf einer Wiese links der Straße Königsdorf-Mooseurach, ca. 250 m südlich Zellwies, blühen im April/Mai Mehlprimel, im Juni Wollgras, Händelwurz und Gekielter Lauch (Abb. 24).

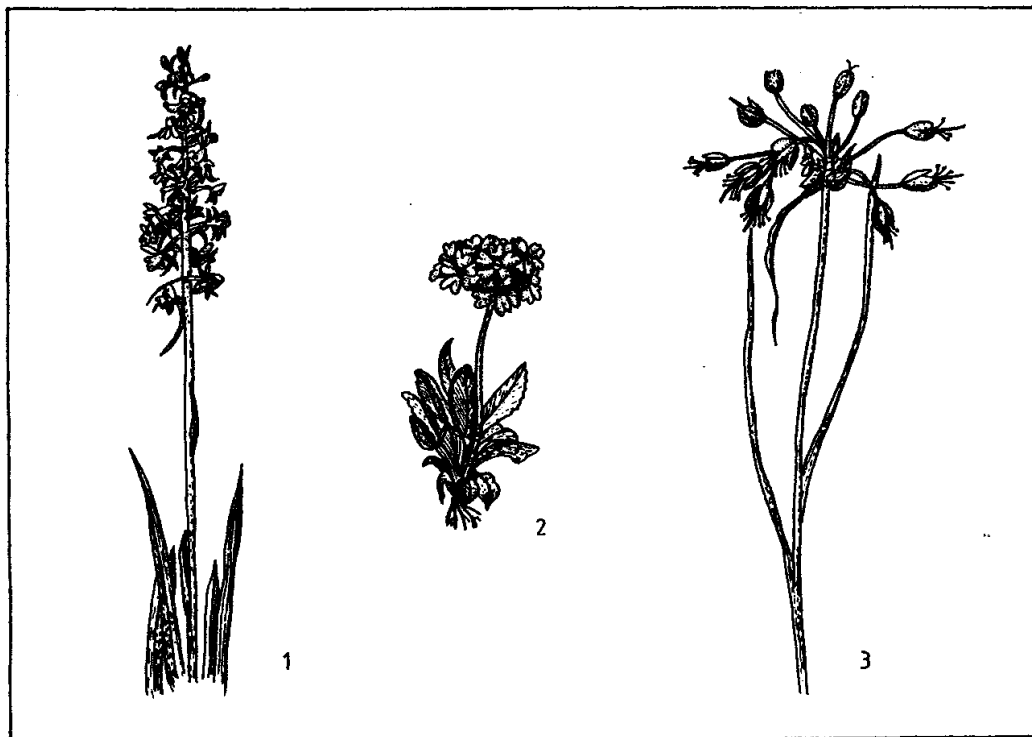


Abb. 24: Eine Auswahl an geschützten Pflanzen, die im Königsdorfer Moor wachsen.

- 1: Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*), Orchidee
 - 2: Mehlprimel (*Primula farinosa*), Primelgewächse
 - 3 Gekielter Lauch (*Allium carinatum*), Liliengewächse
- (nach SCHAUER & CASPARI 1990)

5.1.8. Das Mooseuracher Drumlin

Der Hügel, auf dem Mooseurach liegt, erhebt sich ca. 30 m über das Königsdorfer Moor. Seine Längserstreckung beträgt ca. 750 m, seine Breite ca. 300 m.

Im Kern besteht dieser Hügel aus älterem Schottermaterial der Rib-Kaltzeit, welches stark verbacken und verfestigt ist. Aus diesem Grund konnten diese Schotterablagerungen vom würmzeitlichen Isar-Loisach-Gletscher nicht ausgeräumt werden. Sie blieben als Härtling bestehen und wurden vom Gletschereis lediglich "zurechtgeschliffen": drumlinisiert. Interessant ist dabei, daß die Längsachse des Mooseuracher Drumlins genau die Richtung der Eisbewegung anzeigt, nämlich Nordnordost.

In Mooseurach liegen am Wegesrand mehrere große Findlingsblöcke, welche teilweise die typische Kritzung eiszeitlicher Geschiebe aufweisen.

5.1.9. Sand- und Kiesablagerungen aus dem frühen Würm-Hochglazial in einer kleinen Kiesgrube nördlich Mooseurach

(Die Kiesgrube befindet sich am Nordende des Mooseuracher Drumlins. Von Mooseurach führt ein kleiner Feldweg in nördlicher Richtung direkt dahin.)

Auch in dieser Kiesgrube stehen Ablagerungen aus dem frühen Würm-Hochglazial an (ähnlich Haltepunkt 6: Kiesgrube nördlich Königsdorf). Wir haben es aber hier mit feinkörnigeren und zum größten Teil unverfestigten Sedimenten zu tun. Die unteren Partien der ca. 5 m hohen Abbauwand bestehen aus feinsandigen Tonen. Im mittleren Abschnitt herrschen sandige Ablagerungen vor, welche dann allmählich nach oben in Fein- bis Mittelkies übergehen.

Diese Sedimente wurden vermutlich in träge dahinströmenden Flüssen oder Bächen abgelagert. In Frage kommen hierfür z. B. mäandrierende Flüsse, die an ihren Gleithängen zumeist sandiges Material aufschütten. Werden Flußschlingen abgeschnitten, lagern sich in diesen "Altarmen" Feinsande und Tone ab.

Weitere Aussagen zur Rekonstruktion der frühwürmzeitlichen Landschaft sind kaum möglich, da nachfolgende Gletscher die Vorstoßsedimente zum größten Teil wieder ausräumten. Die Ablagerungen in dieser Kiesgrube sind uns wohl nur deshalb bis heute erhalten geblieben, weil sie sich im Schutz des Mooseuracher Härtlingsrückens, sozusagen in seinem "Windschatten" befanden.

5.1.10. Molassekonglomerate in Beuerberg

(Feldweg von Mooseurach zum Golfplatz Beuerberg, Landstraße weiter Richtung Ortsmitte, in Beuerberg die erste Straße nach rechts einbiegen (Loisachweg), an der linken Seite mehrere Aufschlüsse durch Straßeneinschnitte)

Bei diesem Aufschluß ist es nötig, das Zeitrad weit zurückzudrehen. Wir befinden uns hier nicht mehr in der Eiszeit, die vor etwa 2,5 Mio. Jahren begann, sondern im wesentlich älteren Tertiär. Die hier an der Straße aufgeschlossenen Sedimente sind bereits 15 Mio. Jahre alt. Zu diesem Zeitpunkt war es in Mitteleuropa noch warm; es herrschte ein subtropisches Klima.

Im Voralpengebiet dominierte eine üppige, dichte Vegetation. An Seen und Teichen lebten urtümliche Nashörner, kleine Hirsche und dreihufige Pferde. Die Alpen im Süden, gerade "frisch entstanden", befanden sich noch im Aufsteigen. Mit der Entstehung des Gebirges setzte aber sofort die Abtragung ein. So transportierten die Gebirgsbäche und Vorlandflüsse neben Sandpartikelchen und feiner, toniger Trübe auch grobe Schotter. Stück für Stück wurde der Abtragungsschutt ins Tal gerollt, scharfe Kanten abgerundet.

Bei Hochwasser änderten die verzweigten Flußsysteme ihren Lauf. Gerölle und Sand blieben liegen. So häufte sich Jahr für Jahr der Abtragungsschutt der Alpen im Vorland. Diese Sedimente werden als Molasse bezeichnet. Kiese, die im Laufe von Jahrmillionen stark verbacken wurden, liegen heute als Konglomerate vor.

Im Aufschluß können nun solche Molassekonglomerate beobachtet werden. Auffällig ist der Durchmesser der Gerölle. Er kann bis zu 40 cm betragen. Die Gerölle sind nicht schön rund sondern nur kantengerundet. Wahrscheinlich war der Transportweg dieser Gerölle für eine "ordentliche Abrundung" zu kurz.

Bemerkenswert ist auch die rostbraune Farbe fast aller Gerölle. Es handelt sich hierbei jedoch nur um einen Verwitterungseffekt. Schlägt man die Gerölle auf, findet man im Inneren meist grauen, harten Sandstein.

Die Mächtigkeit der Molassekonglomerate beträgt hier im Aufschluß ca. drei Meter. Die Molasse insgesamt ist im Alpenvorland mehrere tausend Meter mächtig. Molassekonglomerate sind im Isar-Loisachtal nur an wenigen Stellen aufgeschlossen. Meist sind sie von mächtigen quartären Sedimenten überdeckt.

5.1.11. Das Herrnhäuser Drumlinfeld

(vom Molasseaufschluß die Straße bergab ins Loisachtal, den Fluß überqueren und weiter auf der Straße nach Herrnhäusen)

Auf der rechten Straßenseite kann man mehrere Hügel beobachten, sogenannte Drumlins. Die Drumlins sind meist 30-40 m hoch, 300-600 m lang und 150-200 m breit. Die Längsachse dieser Hügel zeigt in die Hauptrichtung der Eisbewegung nach Nord und Nordnordost.

Bei diesem Drumlinfeld handelt es sich vermutlich um eine überfahrene Endmoräne einer älteren Kaltzeit (vergleiche Kapitel 2.5.4.). Das Gegenstück zu den morphologisch herausragenden Drumlinrücken bilden etwa Nord-Süd verlaufende Senken, die mit Grundmoräne ausgekleidet sind, und in denen sich heute zum größten Teil Moore befinden.

5.1.12. Die ehemaligen Ziegeleigruben südlich Gelting

(Auf der Straße von Herrnhäusen nach Gelting geht es weiter bis zum Schmidtgraben. Von da führt linker Hand eine kleine Straße Richtung Ziegelei weg. Die Ziegelei gibt es heute nicht mehr und auch die Lehmgruben sind verschüttet. Deshalb wird dieser Haltepunkt nur für Radler empfohlen, die nach reichlich 20 km immer noch "gut bei Kräften" sind!)

In den Ziegeleigruben südlich Gelting wurden von 1918 - 1927 Bändertone des ehemaligen Wolfratshäuser Sees abgebaut (Abb. 25). Der Tongehalt war bemerkenswert hoch; er betrug bis zu 63 Gewichtsprozent. Die Abbautiefe lag zwischen 0,8 und 1,2 m.

Im Gegensatz zu heutigen Seeablagerungen, die meist eine bräunliche Farbe besitzen, ist dieser eiszeitliche Seeton hellgrau gefärbt. Dies hängt mit der niedrigen Wassertemperatur (wenig über 0° C) dieses Sees zusammen. So gab es vermutlich weder im Wasser noch auf dem Boden des Sees Lebewesen. Für die Braunfärbung heutiger Seeablagerungen ist die Humusbildung der Pflanzenwelt verantwortlich.

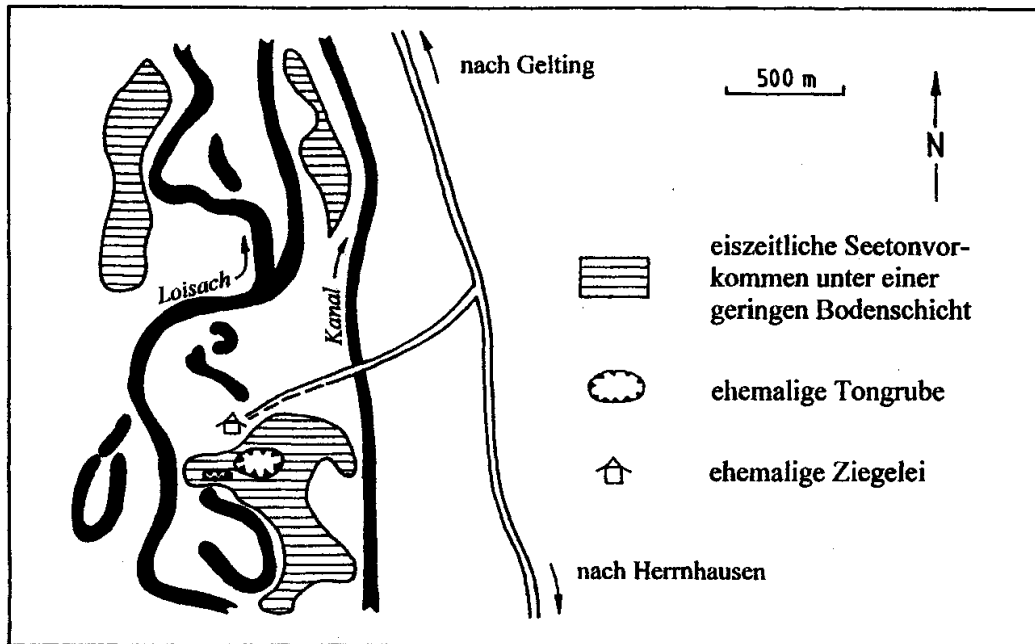


Abb. 25: Die Verbreitung des eiszeitlichen Seetons im Loisachtal und die Lage der ehemaligen Tongruben (nach JERZ 1969)

5.1.13. Schotterablagerungen der späten Würm-Kaltzeit in den Kiesgruben bei Gelting

(In einer Kiesgrube, die allerdings vom Weg aus nicht zu sehen ist, wird noch abgebaut. Eine alte Kiesgrube, heute Pferdekoppel, befindet sich ca. 300 m südlich Gelting.)

In den Kiesgruben bei Gelting werden Deltaschotter der Isar abgebaut (ähnlich Haltepunkt 4: Kiesgrube bei Wiesen). Allerdings handelt es sich hier um das zweite, und damit jüngere Delta der Isar (vergleiche Abb. 13). Die Mächtigkeit der Schotter bei Gelting kann bis zu zwölf Metern betragen.

(Die Kiesgrube ist der letzte Haltepunkt dieser Exkursion. Der Weg zum Bahnhof Wolfratshausen ist von Gelting ab ausgeschildert.)

5.2. Route nördlich Wolfratshausen

(Streckenlänge: ca. 25 km, Haltepunkte: siehe Abb. 26)

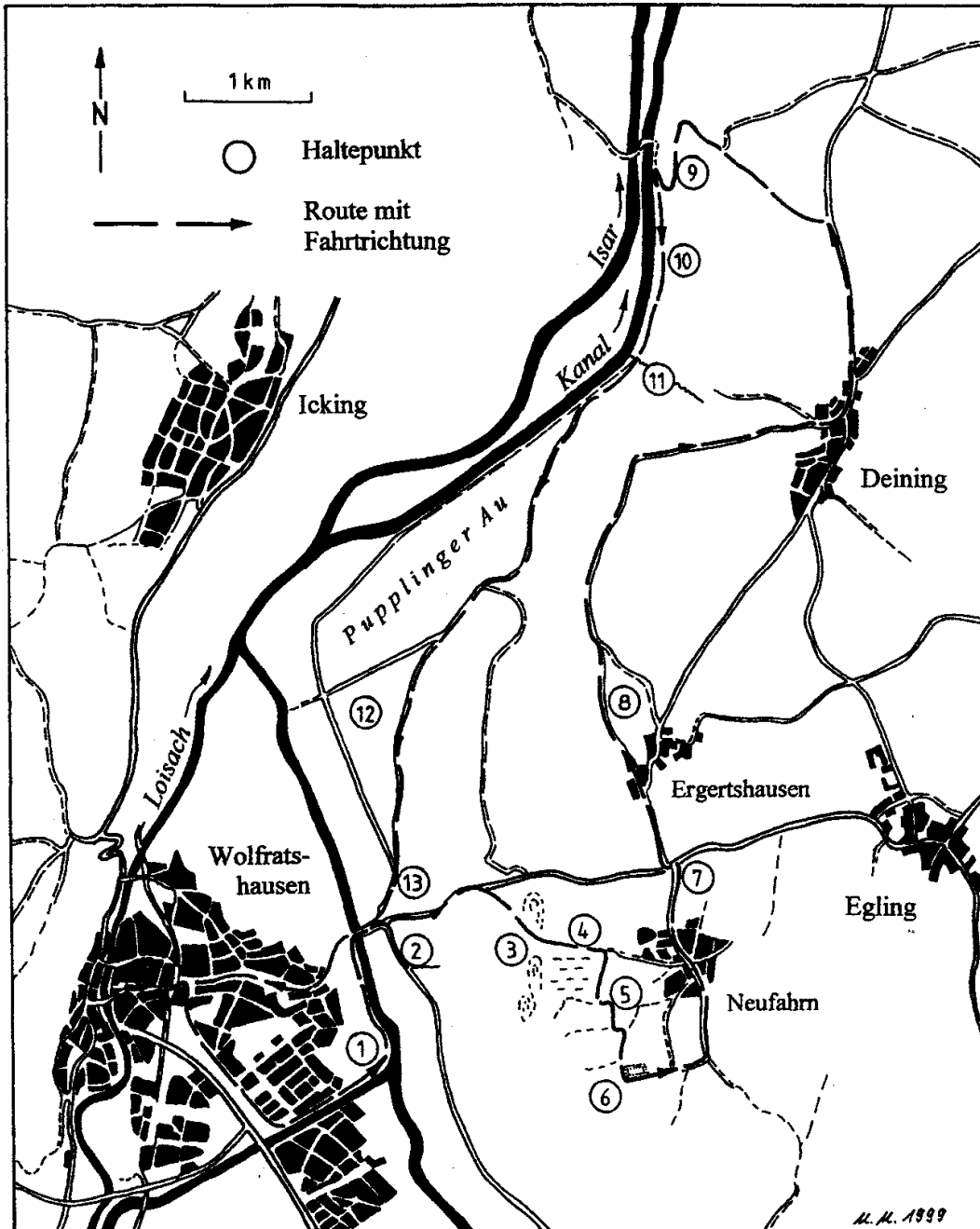
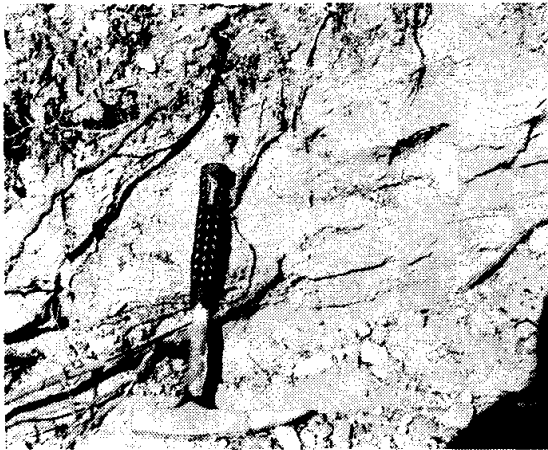


Abb. 26: Streckenverlauf und Haltepunkte der Exkursion nördlich Wolfratshausen

5.2.1. Seetone am Zusammenfluß von Isar und Loisachkanal

(vom Bahnhof Wolfratshausen ab der Beschilderung zur Mehrzweckhalle Farchet folgen, am Kanal führt ein Radweg entlang bis zur Isar)

Auf der rechten (westlichen) Seite der Mündung des Loisachkanals in die Isar stehen graue, gebänderte Tone an. Es handelt sich um eiszeitliche Seetone, die am Boden des Wolfratshausener Sees abgelagert wurden (Abb. 27).



Erkennbar ist hier die Bänderung im mm-Bereich und die hellgraue Farbe der Tone. Die Seetone fühlen sich in der Hand weich und plastisch an.

Im Aufschluß beträgt die Mächtigkeit der Bändertone etwa zwei Meter. Insgesamt sind die Seetone unter den Isarschottern ungefähr zwanzig Meter mächtig.

Abb. 27: Gebänderte, eiszeitliche Seetone am Zusammenfluß von Isar und Loisachkanal

5.2.2. Kalktuffe an der Straße von Puppling nach Ascholding

(flußabwärts an der Isar entlang; die Marienbrücke überqueren; die Straße nach rechts, Richtung Ascholding, nehmen; nach ca. 350 m stehen linker Hand die Kalktuffe in einem kleinen Bach an)

Im Bachbett haben sich hier kaskadenartig weiße, stark poröse und kaum verfestigte Kalktuffe abgesetzt (Abb. 28). Sie umkrusten Moos, Laub und kleine Zweige. Die Entstehung der Kalktuffe wurde im Kap. 3.3. erläutert.

In der Umgebung von Puppling gibt es eine ganze Reihe von Kalktuffvorkommen, die früher z.T. für Düngekalk und Scheuersand abgebaut wurden. Die kleinen Gruben sind jedoch heute alle verfüllt und verwachsen.

Abb. 28: Kalktuffabsätze in einem kleinen Bach bei Puppling

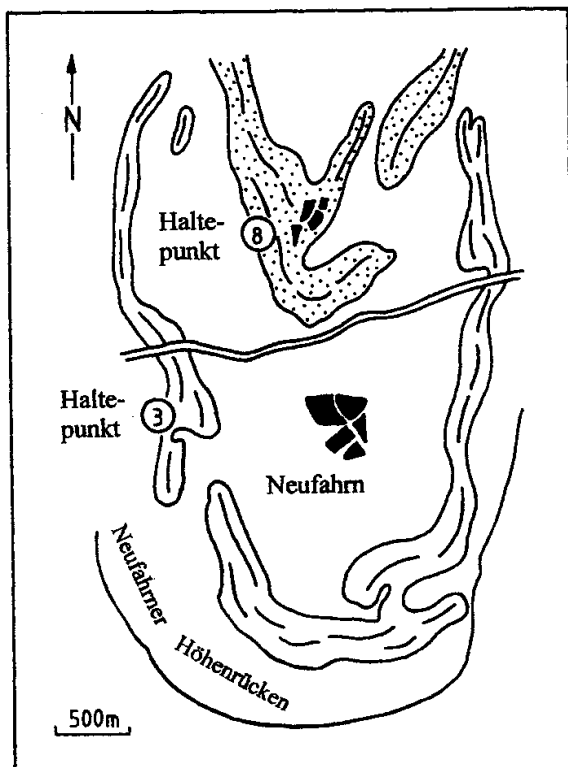


5.2.3. Endmoränenwall westlich Neufahrn

(nach Puppling zurück, die Straße Richtung Sauerlach weiter, ca. 200 m nach der Siedlung am Kreuzacker zweigt rechter Hand ein Forstweg ab, nach etwa 500 m sind die Wallrücken rechts und links des Weges im Wald gut erkennbar)



Als die Ausdehnung des Isar-Loisach-Gletschers ihren Höhepunkt erreicht hatte, entstanden unmittelbar vor den Gletscherzungen girlandenförmige Endmoränenwälle. Diese äußersten und auch ältesten Endmoränen bilden heute bei Hohenschäftlarn markante Höhenrücken.

Die Gletscher legten jedoch während ihres allmählichen Rückzuges "Zwischenstops" ein, in denen sich vor den Gletschern wiederholt Endmoränenwälle bildeten. So entstanden im Laufe der Zeit zwei bis vier nahezu parallel verlaufende Endmoränenbögen (siehe Abb. 9).



Die Moränenwälle auf dem Neufahrner Höhenrücken stellen Stillstandsphasen des Wolfratshauser Gletschers dar. Der Moränenwall dieses Haltepunktes gehört zur jüngsten Stillstandsphase. Er zieht noch weiter nach Süden bis zum äußersten Rand des Neufahrner Höhenrückens und biegt dann an dieser Stelle nach Norden um (Abb. 29).

Abb. 29: Endmoränenbögen des Wolfratshauser Gletschers auf dem Neufahrner Höhenrücken (nach JERZ 1987)

-  jüngste Stillstandsphase
-  ältere Stillstandsphase

5.2.4. Das Moorkommen westlich Neufahrn

(auf dem Forstweg ca. 250 m weiter, das Moor befindet sich auf der rechten Wegseite)

Dieses, bis auf schmale Rücken ausgetorfte, ehemalige Hochmoor liegt in einer Senke zwischen zwei Moränenwällen. An einigen Stellen dieses Moores hat sich eine Übergangsmoorvegetation erhalten. So kommen z. B. vor:

- Scheidiges Wollgras (*Eriophorum vaginatum*), Riedgrasgewächse
- Seggen (*Carex filiformis* und *Carex flava*), Riedgrasgewächse
- Torfmoose (*Sphagnum*, fünf Arten)

5.2.5. Schotterablagerungen der Günz (?) - Kaltzeit südwestlich Neufahrn

(Wegverlauf wie auf Abb. 26 eingezeichnet. Die Schotter sind unterhalb einer Baumgruppe aufgeschlossen.)

Wie im Kapitel 2.3. erläutert, gab es in der letzten Eiszeit, dem Pleistozän, sechs Kaltzeiten, die nach Flüssen im Alpenvorland bezeichnet sind: Biber, Donau, Günz, Mindel, Riß und Würm. An diesem fünften Haltepunkt müssen wir uns etwas näher mit der Günz - Kaltzeit beschäftigen. Diese Kaltzeit begann vor ca. 750 000 Jahren und endete vor ca. 600 000 Jahren.

Was ist aber nun aus dieser Zeit erhalten geblieben? Die Endmoränen dieses Gletschervorstößes sind längst eingeebnet. Wenn es Seetone gegeben hat, so wurden auch sie von nachfolgenden Gletschern ausgeräumt oder liegen unter jüngeren Sedimentpaketen begraben. Einzig und allein einige verbackene Schotterreste künden heute von jener Zeit.

Der nur zwei mal zwei Meter große Aufschluß am Haltepunkt 5 gehört zu den wenigen Vorkommen dieser Art im Isar-Loisachtal. Die zeitliche Einordnung der Schotter ist jedoch nicht eindeutig gesichert. Deshalb das „?“ hinter Günz in der Überschrift!

In diesem grobkörnigen Sediment gibt es einerseits keine Fossilien, die für eine Altersbestimmung hilfreich sein könnten, andererseits ist auch die radiometrische Altersdatierung nicht anwendbar, da es sich um ein Sedimentgestein handelt, in welchem radioaktive Substanzen fehlen. Für die Alterseinstufung gibt es lediglich zwei Hinweise:

- 1.) die Höhenlage der Schotter und
- 2.) die Sedimentausbildung

zu 1.) die Höhenlage der Schotter:

Die Schotter befinden sich 650 m ü. NN. Sie wurden demzufolge von Flüssen aufgeschüttet, die während der Günz-Kaltzeit in einer Höhe von 650 m ü. NN flossen! (Zum Vergleich: Die Isar fließt heute bei Wolfratshausen auf 590 m ü. NN.) Das Schottervorkommen südwestlich Neufahrn ist vermutlich der Rest einer ehemals zusammenhängenden, von Süd nach Nord abdachenden Schotterdecke. Deshalb werden diese Ablagerungen auch als "Ältere Deckenschotter" bezeichnet. Zeitlich jüngere Flüsse gruben sich immer tiefer in diese Schotterplatte ein und schufen deutlich tieferliegende Schotterdecken (Abb. 30).

zu 2.) die Sedimentausbildung:

An der Zusammensetzung dieser Schotter sind vorwiegend kalkalpine Gesteine, vor allem Kalke und Dolomite beteiligt. Kristalline Gesteine aus den Zentralalpen, wie z. B. Gneise oder auch Amphibolite fehlen gänzlich. Die Gerölle sind gut gerundet und enthalten nur wenig grobes Material. Desweiteren sind diese Schotter sehr stark verbacken. Die Mehrzahl der Quartärgeologen nimmt derzeit an, daß diese Merkmale typisch für günzzeitliche Schotter sind.

5.2.6. Die Keltenschanze südlich Neufahrn

Die Kelten waren eine indoeuropäische Völkergruppe, die von 500 bis 10 Jahren vor unserer Zeitrechnung besonders in Süd- und Mitteldeutschland und in Nordostfrankreich sesshaft war.

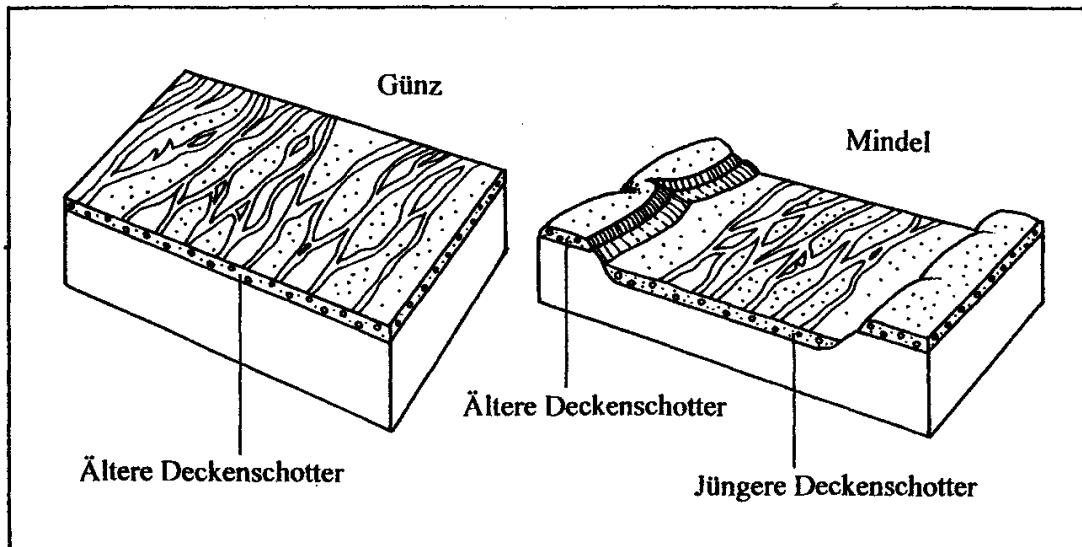


Abb. 30: Die Entstehung der Schotterdecken in der Günz- und Mindel-Kaltzeit
(nach SCHOLZ & SCHOLZ 1981)

Keltenschanzen kündeten von der Zunahme des Einflusses der Priesterkaste (Druiden). In Bayern sind heute mehr als 200 derartiger Schanzen erhalten geblieben. Die Kelten legten sie als umwallte Kultbezirke an. In ihnen gab es hölzerne Tempel, aber auch tiefe Kultschächte für Blut- und Fleischopfer. Nach welchen Gesichtspunkten diese Viereckschanzen angelegt wurden, ist unklar. Sie häufen sich allerdings in schwach oder unbesiedelten Gegenden.

Von der Keltenschanze südlich Neufahrn sind nur noch die etwa zwei bis vier Meter hohen Erdwälle, der rechteckige Grundriß und die nach Nordnordwest zeigende Einfahrt zu erkennen. Die Seitenabmessungen betragen 150 m x 100 m.

5.2.7. Toteisloch nördlich Neufahrn

(ca. 500 m nördlich Neufahrn, rechter Hand der Straße nach Ergertshausen)

Wie im Kapitel 2.4.3. beschrieben, kommt es bei dem Rückzug eines Gletschers vor, daß einzelne Teile den Zusammenhang mit dem Eis verlieren. Diese Toteisblöcke bleiben liegen und werden im Laufe der Zeit von Schottern "begraben". Beim Abtauen der Toteisblöcke sacken dann allerdings die darüberliegenden Lockermassen nach. Es kommt zur Bildung von Hohlformen bzw. Senken, den Toteislöchern (siehe auch Abb. 5).

Ein kleines Toteisloch mit einem Durchmesser von ca. 50 m und einer Tiefe von ca. 10 m befindet sich nördlich Neufahrn. Es ist allerdings heute völlig ausgetrocknet und dient als Grünland.

5.2.8. Endmoränenwall westlich Ergertshausen

(Der Hochleitenweg führt direkt auf dem Wall entlang.)

Dieser Endmoränenwall ist deutlich als nahezu Nord-Süd verlaufender Höhenrücken in der Landschaft zu erkennen. Südlich Ergertshausen biegt er ziemlich abrupt nach Nordost um (vergleiche Abb. 29). Er ist älter als der Moränenwall westlich Neufahrn, der am Haltepunkt 3 betrachtet werden konnte.

5.2.9. Schotterablagerungen der Mindel (?) - Kaltzeit westlich Beigarten

(Steinbrüche unmittelbar an der Straße Beigarten-Bruckfischer, ca. 250 m östlich der Isar)

In diesen Steinbrüchen sind nun Schotter der Mindel (?) - Kaltzeit aufgeschlossen (Abb. 31). (Am Haltepunkt 5 südwestlich Neufahrn standen Schotter der Günz (?) Kaltzeit an.)

Die Mindel-Kaltzeit ist die "vorvorletzte" Kaltzeit. Sie begann vor 450 000 Jahren und endete vor 350 000 Jahren. Auch in dieser Kaltzeit transportierten Schmelzwasserflüsse Schotter ins Vorland. Die Schotter sind jedoch heute nur noch an einigen Stellen erhalten geblieben.

Die Höhenlage dieser Schotter beträgt ca. 610 - 630 m ü. NN. An der Geröllzusammensetzung sind vorwiegend Kalke und Dolomite beteiligt. Der Kristallinanteil bleibt meist deutlich unter 1%. Die Gerölle sind gut gerundet und zu Nagelfluh verbacken.

Von diesen "Mindel-Schottern" gibt es an den Flanken des Isartales noch weitere Aufschlüsse. Die Vorkommen gehörten wohl in der Mindel-Kaltzeit zu einer großen zusammenhängenden Schotterplatte, den „Jüngeren Deckenschottern“ (siehe Abb. 30).

Die Altersdatierung bleibt jedoch auch bei diesen „Jüngeren Deckenschottern“ fraglich. (Deshalb also ebenfalls hier ein „?“ hinter Mindel in der Überschrift!)



Abb. 31: Nagelfluh aus der Mindel (?) - Kaltzeit an der Straße Beigarten-Bruckfischer

5.2.10. Blockschutt am östlichen Isarufer zwischen Bruckfischer und Aumühle

Als Blockschutt werden Verwitterungsprodukte bezeichnet, die ein block- bzw. quaderförmiges Aussehen haben. Die Kantenlänge der Blöcke kann hier am Haltepunkt 10 bis zu drei Metern betragen, das Volumen demzufolge bis zu 27 m³.

Derartige Blöcke liegen am östlichen Hangfuß des Isartales zwischen Bruckfischer und Aumühle im Wald verstreut. Dieser Blockschutt sieht auf den ersten Blick aus wie anstehendes Gestein, da ein Großteil der Blöcke mit feinkörnigem Verwitterungsschutt, Bodenmaterial und Vegetation bedeckt ist.

Schlägt man jedoch etwas bemoostes Gesteinsmaterial ab, kommen stark verbackene, gut gerundete Kalk- und Dolomitgerölle zum Vorschein. Die Gesteinsausbildung gleicht den "Mindel-Schottern", die am Haltepunkt 9 anstehen.

Die "Mindel-Schotter" ziehen sich als "Nagelfluh-Steilwand" an der östlichen Flanke des Isartales bis zur Aumühle entlang. Nach dem Rückzug der würmzeitlichen Gletscher brachen durch Verwitterungsvorgänge, wie z. B. Frostsprengung, große Blöcke aus dieser Steilwand heraus. Sie fielen, rutschten und rollten die abschüssige Talflanke hinunter, bis sie am Hangfuß liegen blieben.

Diese Verwitterungs- und Abtragungsvorgänge laufen auch heute noch ab. Allerdings langsamer, da der ehemalige steile Isarhang im Laufe der Nacheiszeit mit Schutt aufgefüllt und damit abgeflacht wurde.

5.2.11. Molassemergel nordöstlich der Aumühle

(Prallhänge eines kleinen Baches, ca. 500 m nordöstlich der Aumühle)

Auf der Exkursion südlich Wolfratshausen haben wir uns am Haltepunkt 10 Molassekonglomerate angeschaut. Hier stehen nun Molassemergel an. Diese Mergel wurden ebenfalls im Tertiär vor etwa 15 Millionen Jahren abgelagert.

Anders ist hier nun die Sedimentbeschaffenheit. Die Gerölle wurden in Flüssen mit starker Strömung in Gebirgsnähe abgelagert und im Laufe von Jahrtausenden zu Konglomeraten verbacken. Weiter im Vorland jedoch wurden die Flüsse "ruhiger". Sie begannen zu mäandrieren. In abgeschnürten Altwasserarmen setzten sich tonige Sedimente mit einem relativ hohen Kalk- und Feinsandgehalt ab: es entstanden Mergel.

Wie hier am Haltepunkt 11 beobachtet werden kann, haben die Mergel eine grüngraue bis bräunlichgraue Farbe. Auffällig ist der hohe Glimmergehalt in diesen Sedimenten. Deshalb werden sie auch als "Flinzmergel" bezeichnet. Der Begriff "Flinz" leitet sich von "flinseln", "flimmern" ab.

5.2.12. Die Pupplinger Au

Die Pupplinger Au ist ein Naturschutzgebiet, das sich am östlichen Isarufer von Ascholding über Puppling bis zur Aumühle erstreckt. Geologisch gesehen ist diese Auenlandschaft an drei Terrassen gebunden, ähnlich wie das Isartal bei Geretsried (vergleiche Abb. 16).

In einem engen Zusammenhang mit dem Niveau der Terrassen steht die Vegetation der Pupplinger Au. Generell werden drei Pflanzengesellschaften unterschieden:

- 1.) Gehölzfreie Pioniergesellschaften (Inseln und jetzige Flußbaue)
- 2.) Weiden- und Grauerlenaue (jetzige Flußbaue und unterste Terrasse)
- 3.) Schneehaide-Kiefernwald (mittlere und obere Terrassen)

zu 1.) Gehölzfreie Pioniergesellschaften (Inseln und jetzige Flußbaue):

Die offenen Kies- und Sandflächen sind kaum vollständig bewachsen. Es herrschen Vertreter der charakteristischen Schwemmlingsfluren vor, wie z. B.:

- Steintäschel (*Aethionema saxatile*), Kreuzblütengewächse
- Gemskresse (*Hutchinsia alpina*), Kreuzblütengewächse
- Blaugrüner Steinbrech (*Saxifraga caesia*), Steinbrechgewächse, Geschützt!
- Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*), Nelkengewächse (Abb. 32)

Allerdings sind weite Flächen der Kies- und Sandinseln auch mit sogenannten Schlammponieren überzogen, deren Wachstum in letzter Zeit durch erhöhte Nährstofffrachten gefördert wurde:

- Echtes Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*), Kreuzblütengewächse (Abb. 32)
- Rotes Straußgras (*Agrostis tenuis*), Süßgräser (Abb. 32)

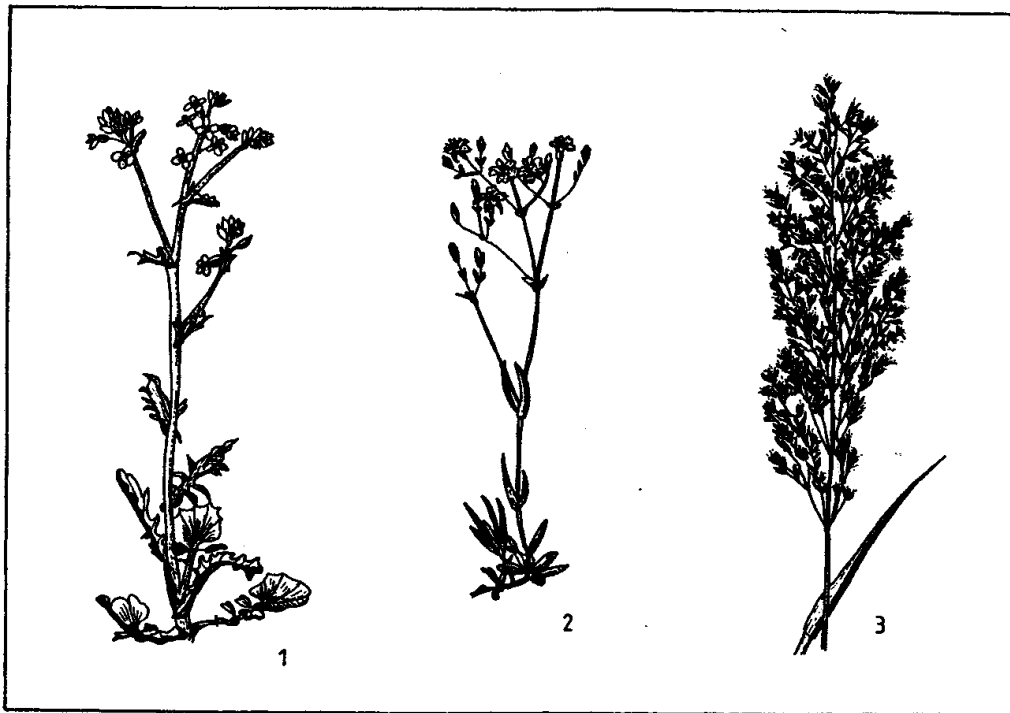


Abb. 32: Drei Vertreter der Gehölzfreien Pioniergesellschaften in der Pupplinger Au
 1: Echtes Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*), 2: Kriechendes Gipskraut
 (*Gypsophila repens*), 3: Rotes Straußgras (*Agrostis tenuis*),
 nach SCHAUER & CASPARI 1990)

zu 2.) Weiden- und Grauerlenaue (jetzige Flußbaue und unterste Terrasse):

In den Bereichen, die nach dem Bau des Sylvensteinstausees nur noch sporadisch von Hochwasser erreicht wurden, stellte sich nach wenigen Jahren ein Gehölzanflug ein. Auf den kies- und schotterreichen Standorten dominiert die Strauchweide, an Stellen mit starker Schlickanlandung die Grauerle (Abb. 33)

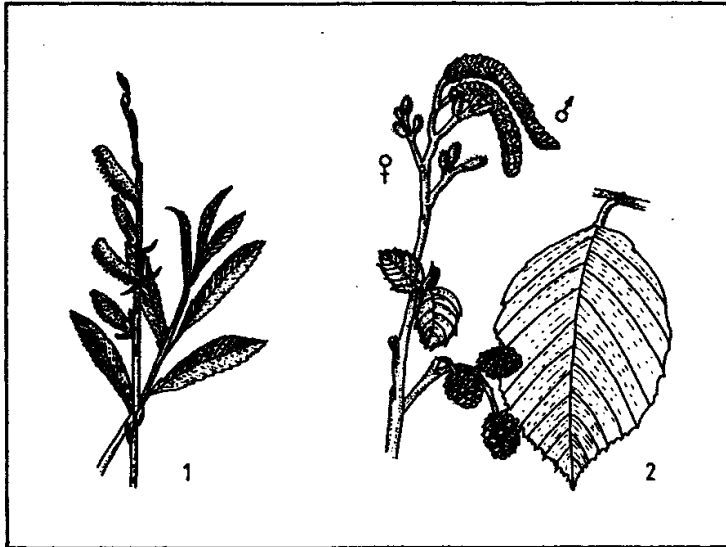


Abb. 33: Zwei Vertreter der Weiden- und Grauerlenaue in der Pupplinger Au

1: Purpur-Weide (*Salix purpurea*), Weidengewächse

2: Grauerle (*Alnus incana*), Birkenengewächse

(nach SCHAUER & CASPARI 1990)

zu 3.) Schneeheide-Kiefernwald (mittlere und obere Terrassen):

Die mittleren und oberen Isar-Terrassen sind mit einem lockeren Kiefernwald überzogen. Zwischen den Föhren wächst Schneeheide (*Erica herbacea*). Große Attraktivität besitzen diese lockeren Wälder durch eine Anzahl seltener Orchideen, wie z. B.:

- Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*), Geschützt!
- Brandblütiges Knabenkraut (*Orchis ustulata*), Geschützt!
- Fliegen-Ragwurz (*Ophrys insectifera*), Geschützt!
- Weiße Waldhyazinthe (*Platanthera bifolia*), Geschützt!

5.2.13. Terrassenkante am Aujäger

Als sich die Isar im Bereich der heutigen Pupplinger Au im Laufe der Nacheiszeit eintiefte, blieben ehemalige Prallhänge oftmals als ausgeprägte Geländestufen stehen. Die Steilstufe oberhalb der Wirtschaft "Aujäger" ist solch ein ehemaliger Prallhang der Isar. Sein Höhengsprung beträgt drei bis vier Meter.

(Die Terrassenkante ist der letzte Haltepunkt dieser Exkursion. Der Weg zum Bahnhof Wolfratshausen zurück führt über die Marienbrücke und dann weiter auf der Sauerlacher Straße.)

Literaturhinweise

- BEELEY, B. et al. (1984): Die Erde - Ursprung, Aufbau, Gestalt: 159 S.; Bertelsmann, München.
- EHLERS, J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie; Enke, Stuttgart.
- ENGELSCHALK, W. (1971): Alpine Buckelfluren - Untersuchungen zur Frage der Buckelwiesen im Bereich des eiszeitlichen Isargletschers. Regensburger Geographische Schriften, 1: 159 S., 31 Abb., 1 Beil.; Regensburg.
- GARBSCH, J. et al. (1982): Archäologie in Bayern - Vor- und Frühgeschichte, Ausgrabungen und Funde: 278 S; Prähistorische Staatssammlung, München.
- HOHL, R. et al. (1981): Die Entwicklungsgeschichte der Erde - Brockhaus Nachschlagewerk Geologie: 703 S., 48 Taf.; F. A. Brockhaus Verlag, Leipzig.
- JERZ, H. (1969): Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern, Blatt Königsdorf (8134) 1:25000: 173 S., 19 Abb.; Bayerisches Geologisches Landesamt, München.
- JERZ, H. (1987): Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern, Blatt Starnberg Süd (8034) 1:25000: 173 S., 14 Abb.; Bayerisches Geologisches Landesamt, München.
- JERZ, H. (1993): Das Eiszeitalter in Bayern: 243 S., 74 Abb., 17 Tab.; Schweizerbart, Stuttgart.
- RINGLER, A. et al (1982): Schutz von Trockenbiotopen: Buckelfluren. Laufener Seminarbeiträge, 6/82: 61 S.; Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach.
- SCHAUER, T. & CASPARI, C. (1990): Der farbige BLV Pflanzenführer: 224 Seiten; BLV Verlagsgesellschaft mbH, München.
- SCHOLZ, H. & SCHOLZ, U. (1981): Das Werden der Allgäuer Landschaft - Eine kleine Erdgeschichte des Allgäus: 153 S., 66 Abb.; Verlag für Heimatpflege, Kempten.
- SCHREINER, A. (1992): Einführung in die Quartärgeologie; Schweizerbart, Stuttgart.
- SCHUMACHER, R. (1981): Untersuchungen zur Entwicklung des Gewässernetzes seit dem Würmmaximum im Bereich des Isar-LoisachVorlandgletschers. Dissertation, LMU München: 204 S., 38 Abb., 7 Taf.; München.
- VOIGTLÄNDER, W. (1984): Schotter, Moore und Moränen: 24 S., 10 Abb., Selbstverlag, Olching.