

151.

Klimageschichte der letzten 20.000 Jahre

von Heinz Fischer

Inhaltsübersicht

Seite 3

Die Hoch-Eiszeit 18.000 - 12.000

Hohenfurch 18.000	Seite 10
Burggen 15.900	Seite 15
Litzau 12.800	Seite 15
Butzau 12.350	Seite 15
Illasberg 11.720	Seite 16

Die Spät-Eiszeit 12.000 - 8.000

Ia Steinach-Vorstoß (Älteste Dryas) 11.070	Seite 19
Ib Bolling-Interstadial 10.750 - 9.930	Seite 19
Ic Die Ältere Dryaszeit 9.930 - 9.750	Seite 20
II Alleröd-Interstadial 9.750 - 8.940	Seite 20
III Die Jüngere Dryas-Zeit 8.940 - 8.000	Seite 21

Die Nach-Eiszeit 8.000 bis heute

IV Präboreal 8.000 - 6.800	Seite 23
V Boreal 6.800 - 5.500	Seite 27
VI+VII Atlantikum 5.500 - 2.700	Seite 29
VIII Subboreal 2.700 - 600	Seite 35
IX Älteres Subatlantikum 600 v. - 600 n.	Seite 48
X Jüngeres Subatlantikum 600 - heute	Seite 56

Einleitung

Die Reihenfolge der einzelnen Abschnitte in dieser Untersuchung wurde durch die Natur selbst bestimmt. Sie hat den zeitlichen Ablauf festgelegt und dafür gesorgt, daß jeder Abschnitt die Voraussetzungen für den folgenden schuf. Erst wenn ein Abschnitt in seiner eigenen Entwicklung einen gewissen Stand erreicht hatte, konnte der nächste einsetzen.

Um in Sichtweite des Menschen zu bleiben, beginnen wir unser suchen beim letzten Hochstand der Würmeiszeit vor 20.000 Jahren. Mit dem Begriff "Eiszeit" ist schon ausgedrückt, daß das Klima die erste Rolle spielt. Die unmittelbar erste Auswirkung des Klimas zeigt sich in seiner Gestaltungskraft auf den Boden.

Beide, Klima und Boden zusammen, schufen die Voraussetzung, auf der sich nach und nach eine Pflanzendecke ausbreiten konnte. Im Klima mußte ein ausreichender Wärmegrad und im Boden ein Mindestmaß der Verwitterungsschicht erreicht sein. Erst als die Pflanzendecke sich zu einer gewissen Dichte geschlossen hatte, folgten die Tiere; auch diese nach und nach, so wie sie ihre Lebensansprüche erfüllt sahen.

Als letzter kam der Mensch, anfänglich in seiner Lebensweise kaum von einem höheren Tier zu unterscheiden, dann aber mit mehr und mehr Gefolge, mit Nutzpflanzen, Haustieren und allerlei Gerät, mit dem er sein Dasein erleichterte.

Alle sieben (Klima, Boden, Pflanze, Tier, Mensch, Nutzpflanzen und Haustiere) haben die Erdoberfläche mitgestaltet, das heißt die Landschaft, die der einzelne Mensch jeweils in seinem Gesichtskreis miterlebte.

Wir wollen diesen herrlichen Fleck der Natur, die der Landkreis Augsburg umfaßt und zu dem wir gehören, schnell noch aufnehmen und schildern, bevor er in den endlosen Dreckhaufen, mit denen der heutige Mensch sein Dasein umgibt, versinkt. Darauf hinzuweisen ist die Absicht dieser Schrift; den Schaden, den der Mensch der Natur täglich in zunehmendem Maße antut, zu bremsen, ist der Wunsch und, die Erkenntnis zu vermitteln, daß jede Schädigung der Natur auf den Menschen zurückfällt, ist eine zwingende Pflicht.

Klimageschichte der letzten 20.000 Jahre

Der Zeitraum ist zu groß, als das wir ihn mit einem Blicke überschauen könnten; wir müssen ihn in kleinere Abschnitte unterteilen. Außerdem ist der Verlauf des Klimas zu unstet, zu mannigfaltig und an keine Regel gebunden, sodaß wir die Abschnitte so klein wählen müssen, bis sie eine gewisse Einheitlichkeit zeigen. Auch der Begriff Klima ist zusammengesetzt aus einer Fülle von Teilbegriffen. Wir halten uns an die zwei stärksten und am besten bekannten, Temperatur und Niederschläge. Wo viel Wasser ist, gleich in welcher Form, können weder tiefe noch hohe Temperaturen auftreten, wo wenig Wasser ist, weichen die Tiefst- und Höchstwerte der Temperatur weit auseinander. Das ist das Wertepaar, das in unsere Absicht paßt, ein einfaches entweder-oder, das eine glatte Folge gibt, in der jeweils das eine das andere ablöst.

Die Wassermasse der Meere nimmt nur sehr schwer und langsam die von der Sonne gebotene Wärme auf, die Landmasse läßt sich dagegen leicht und schnell aufheizen. See- und Landklima zeigen diesen Gegensatz. Unser Landkreis Augsburg liegt nun gerade so, daß er dem Seeklima von Westen her etwa ebenso stark ausgesetzt ist wie dem Landklima von Osten. Westwetterlage bedeutet Wolken, Regen und mittlere Temperaturen mit geringen Schwankungen; Ostwetterlage bringt Trockenheit, Sonne und starke Temperaturschwankungen. Gerade weil unser Landkreis auf dem 50 :50-Streifen liegt, genügt oft nur eine geringfügige Änderung und das Wetter schlägt nach der anderen Seite um.

In langen Zeiträumen kommen Verschiebungen im Verhältnis der Land- und Wassermassen, der Festländer und Meere hinzu. Im selben Maße schwanken die Klimaverhältnisse mit. Es gibt Zeiten mit vorherrschend kontinentalem (Land-) Klima, das ist trocken-warm und solche mit überwiegend atlantischem (See-) Klima, feucht-kühl. Mit diesen beiden entgegengesetzten Werten kommen wir dem schwierigen Begriff Klima fürs erste bei; in der stetig aufeinanderfolgenden Verdrängung des einen durch das andere haben wir ein geeignetes Mittel die unübersehbar lange Zeit von 20.000 Jahren in handlichere Teile aufzugliedern.

Heute helfen uns eine Menge ausgeklügelter Instrumente das Klima aufzuzeichnen, aber erst seit rund hundert Jahren. Wie es vorher war, hat die Natur selbst aufgezeichnet, in Moränenwällen, in Schotterfeldern, in Schlammabsätzen der Seen, im Torf der Moore, und in zahlreichen anderen Spuren. Sie zu lesen macht Spaß, die Vergangenheit und das Wirken der Natur kennen zu lernen ist der Lohn.

Die Eiszeit

Zu ihren Entdeckern muß Göthe (1749-1832) gerechnet werden. Er schrieb im November 1829: "Zu dem vielen Eis brauchen wir Kälte. Ich habe eine Vermutung, daß eine Epoche großer Kälte wenigstens über Europa gegangen sei". Der englische Geologe Charles Lyell (1797-1875) führte 1830 als erster das Wort Pleistozän für die Eiszeit ein. Karl Schimper (1803-1867) gebrauchte 1837 als erster das Wort Eiszeit.

Die Bildung der großen Eismengen, die zu Gletschervorstößen führen, fällt zusammen mit einer Erhöhung der Niederschläge bei gleichzeitiger Erniedrigung der Sommertemperatur. Es ist eine feucht-kühle Zeit unter atlantischem Klimaeinfluß. Umgekehrt führt ein nachlassen der Niederschläge bei ansteigender Sommertemperatur zum Rückzug der Gletscher; das sind trocken-warme Einflüsse.

Ob irgendein Ort den starken Gegensätzen eines kontinentalen Klimas unterworfen ist oder dem mildernden Einfluß des Meeres, hängt von dem Verlauf der Strömungen und Winde und dem Relief der Kontinente ab.

Der äußerste Rand der letzten Gletscher ist im Alpenvorland gut gezeichnet durch die großen Schuttwälle, die das Gletschereis angeschoben hat. Alles, was das Eis an seinem Unter- und Seitenrand abgeschürft und auf seine Oberfläche durch Muren und Bergstürze gefallen war, hat es mitgeschleppt, bis ihm in tieferen Lagen ein wärmeres Klima Halt gebot. Dort häuften sich Felsbrocken, Gesteinstrümmer aller Größen bis zu feinst zerriebenem Lehm und Ton in den Moränen, wie diese Schuttwälle genannt werden. Ihre Lagen, Größen und Formen bilden die Zeitmarken, aus denen wir ihre Geschichte ablesen können. Der letzte Hochstand des Gletschers am Lech, zwischen Kinsau und Hohenfurch, ragte bis 56 km südlich von Augsburg ins Alpenvorland mit einer Eismauer von 50 m Höhe. Das war vor 20.000 Jahren, im Jahre 18.000 vor unserer Zeitrechnung.

Wärmere Zeitabschnitte brachten viel Eis zum schmelzen. Je stärker die Schmelzwasser anschwellen, umso höher wurde ihre Schleppkraft; sie schoben und schleiften, rollten und wälzten die Gesteinsmenge weit ins Vorland hinaus. Solange die Hochwasser stiegen, rissen sie tiefe und breite Flußbette ins Gelände; sobald aber die Wärme wieder nachließ, weniger Eis schmolz und die Wasser fielen, erlahmte auch die Schleppkraft und ließ das Flußgeschiebe liegen, zuerst die großen, dann die kleinen Kiesel, dann den Sand und den Schlamm, sorgfältig sortiert.

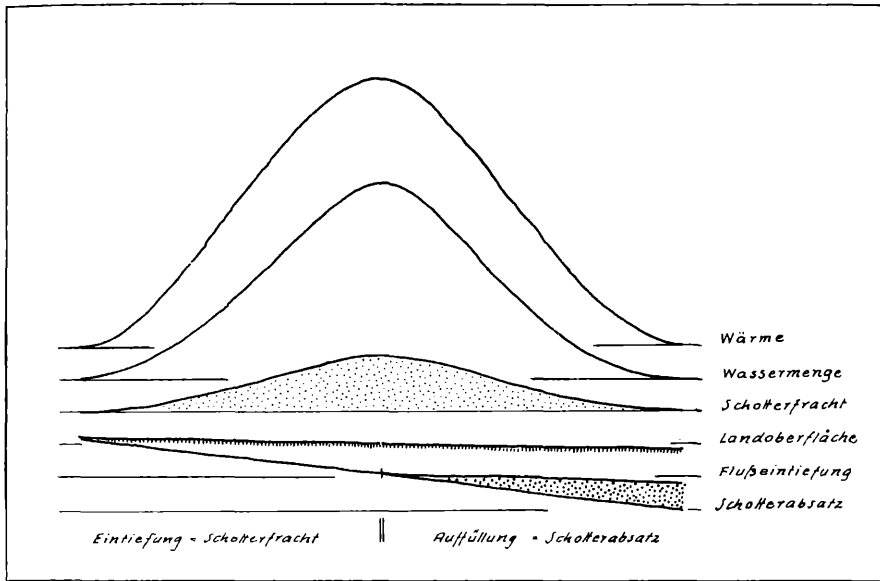


Abb.1: Wärme, Wassermenge, Schleppkraft, Schotterfeld

Beim nächsten Klimatiefstand waren die Wasser wieder verlaufen und alles Geschiebe lag jetzt trocken im Flußbett als breites Schotterfeld, als langgezogener Schuttkegel. (Vergleiche Abb.1)

In der Zahl der Schotterfelder, ihren Größen, Höhenlagen, Mächtigkeiten und Erstreckungen gewinnen wir weitere Zeitmarken zur jüngsten Erdgeschichte. Mit ihnen können wir den ersten Zeitraum von den folgenden abtrennen und auch in sich untergliedern. Es ist die Hoch-Eiszeit, von 18.000 bis 12.000 v.Ztr. Ihr folgen bis heute zwei weitere Abschnitte: die Spät-Eiszeit, von 12.000-8.000 und die Nach-Eiszeit, von 8.000 v.Ztr. bis heute.

Die Hoch-Eiszeit (18.000 - 12.000 v.Ztr.)

In diesem Zeitraum von 6.000 Jahren weicht das Eis - am Lech gemessen - 28 km zurück, vom äußersten Rand nördlich von Hohenfurch bis zur Südseite des Illasberges. Es zerfällt nicht gleichlaufend in einem Zuge, sondern bleibt in vier stärkeren Kälteruckschlägen immer wieder stehen und baut neue Moränenzüge auf. Die Zahlenwerte in der folgen-

den Übersicht der Moränenstände (K) und Wärmezeiten (W) sind die Jahre nach Mörner (1970), berechnet für Süd-Skandinavien. Die 1.Zahl steht für den Übergang von der vorhergehenden Zeitstufe, die 2. für den Scheitel oder Wendepunkt, die 3. für den Übergang zur folgenden Zeitstufe. (K) steht für Kaltabschnitt und bedeutet zugleich Moränenstand, (W) steht für Warmabschnitt. Die 4.Zahl ist die niederste, die 5. die höchste Gradzahl der Juli-Mittel-Temperatur (Augsburg heute 17°).

Hohenfurch	(K)	27.000 - 18.000 - 16.700	5.0°	
Dordogne	(W)	16.700 - 16.350 - 16.100		6.5°
Burggen	(K)	16.100 - 15.900 - 15.400	5.5°	
Lascaux	(W)	15.400 - 13.500 - 13.050		8.8°
Litzau	(K)	13.050 - 12.800 - 12.650	6.4°	
ä.Daniglazial	(W)	12.650 - 12.500 - 12.450		9.4°
Butzau	(K)	12.450 - 12.350 - 12.250	7.2°	
j.Daniglazial	(W)	12.250 - 12.200 - 12.150		9.2°
Urspring	(K)	12.150 - 12.070 - 11.950	7.7°	
ä.Präbölling	(W)	11.950 - 11.850 - 11.800		10.0°
Illasberg	(K)	11.800 - 11.720 - 11.600	8.2°	

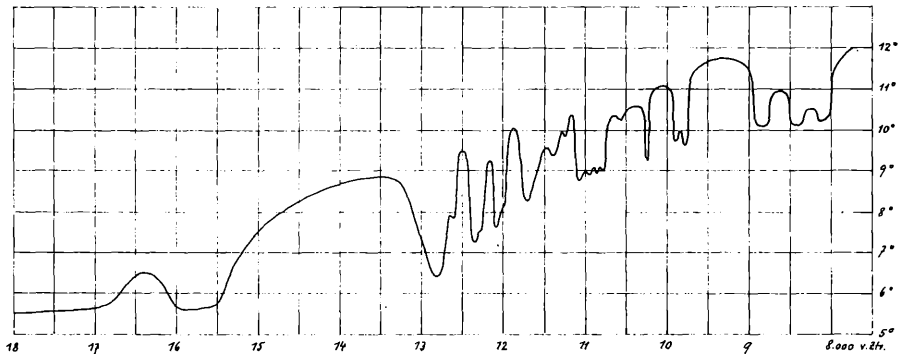


Abb.2: Klimakurve nach Mörner 1970, berechnet für Süd-Skandinavien

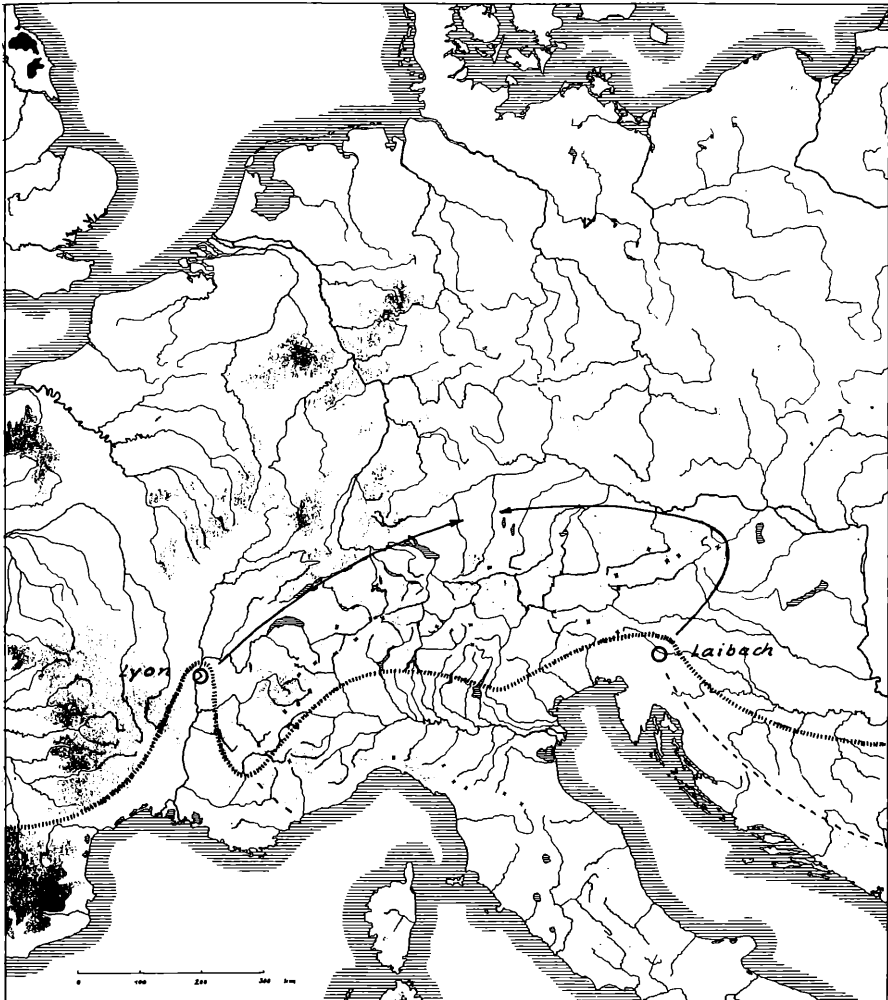


Abb.3: Die Waldgrenze um 18.000 v.Ztr.

Von Augsburg aus war es um 18.000 v.Ztr. zu den nächsten Waldbäumen über 600 km weit, sowohl nach Westen, um die Alpen herum, bis etwa Lyon, als auch nach Osten, um die Alpen herum, bis gegen Laibach. Bei uns herrschten arktische und subarktische Verhältnisse. Mammut und Ren gelangten bis nach Spanien und Italien und die flugunfähige Lumme erreichte schwimmend die Südspitze der Apenninenhalbinsel.

Das Ende der Hoch-Eiszeit ist dort, wo ein Wärmeabschnitt zum erstenmal 10° Juli-Mitteltemperatur erreicht. Erst wenn dieser Schwellenwert überschritten ist, können Bäume bei uns Fuß fassen. Bis dahin aber vergehen noch sechstausend Jahre. Die Grenze ist auch dort, wo die Bismassen sich vom letzten Stand im Vorland, den Moränen am Illasberg abzusetzen beginnen um sich ins Alpeninnere zurückzuziehen; das war um 11.720 v.Ztr. Wir finden die Grenze auch dort, wo die vierte Schotterstufe, die Schongauer (Diez 5) aus den verlaufenden Lechwassern auftaucht. Das ist dieselbe Zeit 11.720 des Illasberg-Moränenstandes. Die Grenze ist auch dort, wo im Alpenvorland die Seen ihre höchste Zahl und ihre größten Ausdehnungen erreicht haben. Es sind die Schmelzwasserlachen, die an den Stellen der alten Gletscher große mit Lehm und Ton abgedichtete Becken fanden. Am Ende bestand die Landschaft aus nacktem wellig-hügeligem Boden mit viel Wasserflächen.

18.000 v.Ztr. Höchststand des Lechgletschers nördlich Hohenfurch; entspricht in Norddeutschland dem Brandenburger und am Rhein dem Schaffhausener Stadium. Die mittlere Juli-Temperatur bleibt unter 5° (Augsburg heute 17°). Die Schneegrenze liegt 1200 m tiefer als heute (für Hohenfurch heute 2500 m). Für höhere Pflanzen gibt es keinerlei Fortkommen. Die Moräne am Eisrand des Lechgletschers zieht von Mauerstetten über Sachsenried-Schwabsoien nach Hohenfurch. Zwischen Säuling und Edelsberg trat ein 15 km breiter Eisstrom mit 1500 m Oberflächenhöhe ins Vorland. Das Füssener Gebiet deckten 700 m Eis. Der Querriegel des Falkenstein-Schwarzenbergzuges lag 100 m unter Eis. Während der Säuling heute Füssen um 1250 m überragt, waren es um 18.000 nur etwa 550 m. Am Südhang des Auerberges lag der Eisrand in nahezu 1000 m Höhe. Die Gletscherstirn bei Hohenfurch war 50 m hoch. Die Neigung der Gletscheroberfläche betrug von Füssen (1500 m) bis Hohenfurch auf 38 km 17 %.

18.000 - 16.350: zunehmende Wärme, erster Abschnitt der Dordogne-Zeit. Zögernd besserte sich das Klima, die Wärme nahm wirksam zu, doch nach einiger Zeit, etwa 1000 Jahren, machte das zurückweichende Eis wieder Halt und baute knapp 500 m hinter dem äußersten Moränenwall einen zweiten auf. Er weist in seiner Stärke auf längere Dauer. Dann aber zerfällt von dem starken Eispanzer eine Schicht um die andere. Bis zum Jahre 16.350 war das Lechbett um fast 9 km weiter nach Süden gewachsen und die Eisdecke über dem Platz, wo heute Füssen liegt, um 250 m dünner geworden - er war immer noch 400 m stark. Gewaltige Schmelzwassermassen rissen Rinnen in das Land; das Lechbett wurde

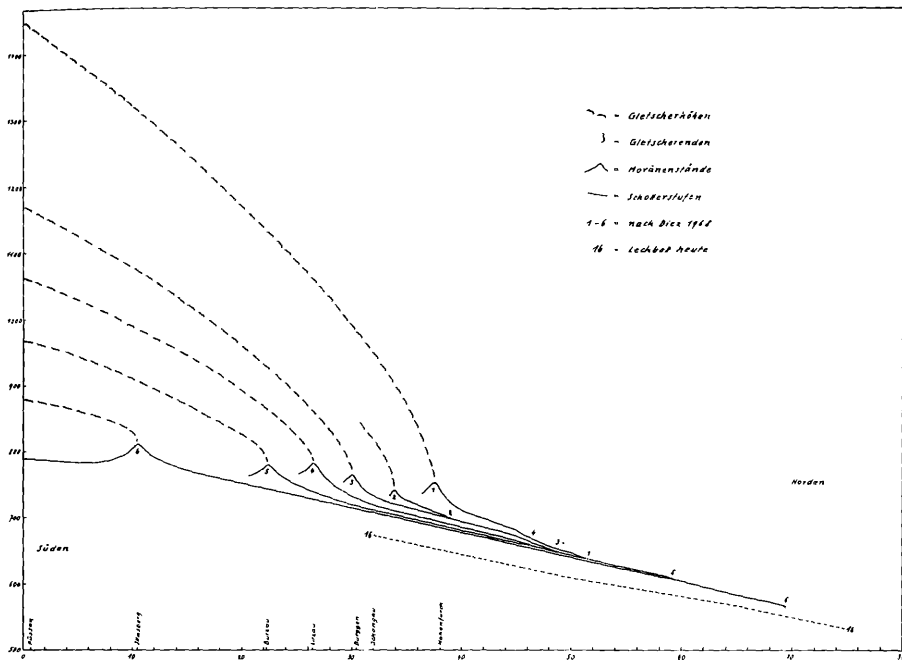


Abb.4: Gletscherrücken und Moränen im Vorland nördlich von Füssen

mehrere Kilometer breit, sammelte die Fluten und schleppte die Gesteins-trümmer weiter, die im Eise verpackt, aus den Alpen verfrachtet worden waren. Viele Jahrhunderte hielt das an, bis zum Höhepunkt der Dordogne-Zeit um 16.350. Die Julimitteltemperatur erreichte etwa 6°.

16.350 - 15.900: fallende Temperatur, nachlassen der Schmelzwasser-menge und damit der Gesteinsfracht bis zum erneuten Gletscherstill-stand mit Ausbildung der 1.Rückzugsmoräne nördlich Burggen um 15.900. Zugleich erfolgt die vollkommene Absetzung allen Geschiebes, das nun den großen Schotterkegel der Hauptniederterrasse bildet, das Denklin-ger Feld. Seine Wurzel liegt zwischen Hohenfurch und Kinsau, sein En-de (heute) etwa 250 m oberhalb Dornstetten (13 - 14 km lang, bis zu 3 km breit = Stufe 1 nach Diez 1968).

Innerhalb dieses Zeitraumes, um 16.300, wird auch ein kleines Schotter-feld abgesetzt, das, zwischen Schongau und Kinsau, keine Verbindung mit dem Denkliner Feld findet. Es stammt aus einer Eisrandlage am Berlach-Berg, erreicht keine 6 km Länge und wird von Diez als Stufe 2 oder Stufe von St.Ursula benannt.

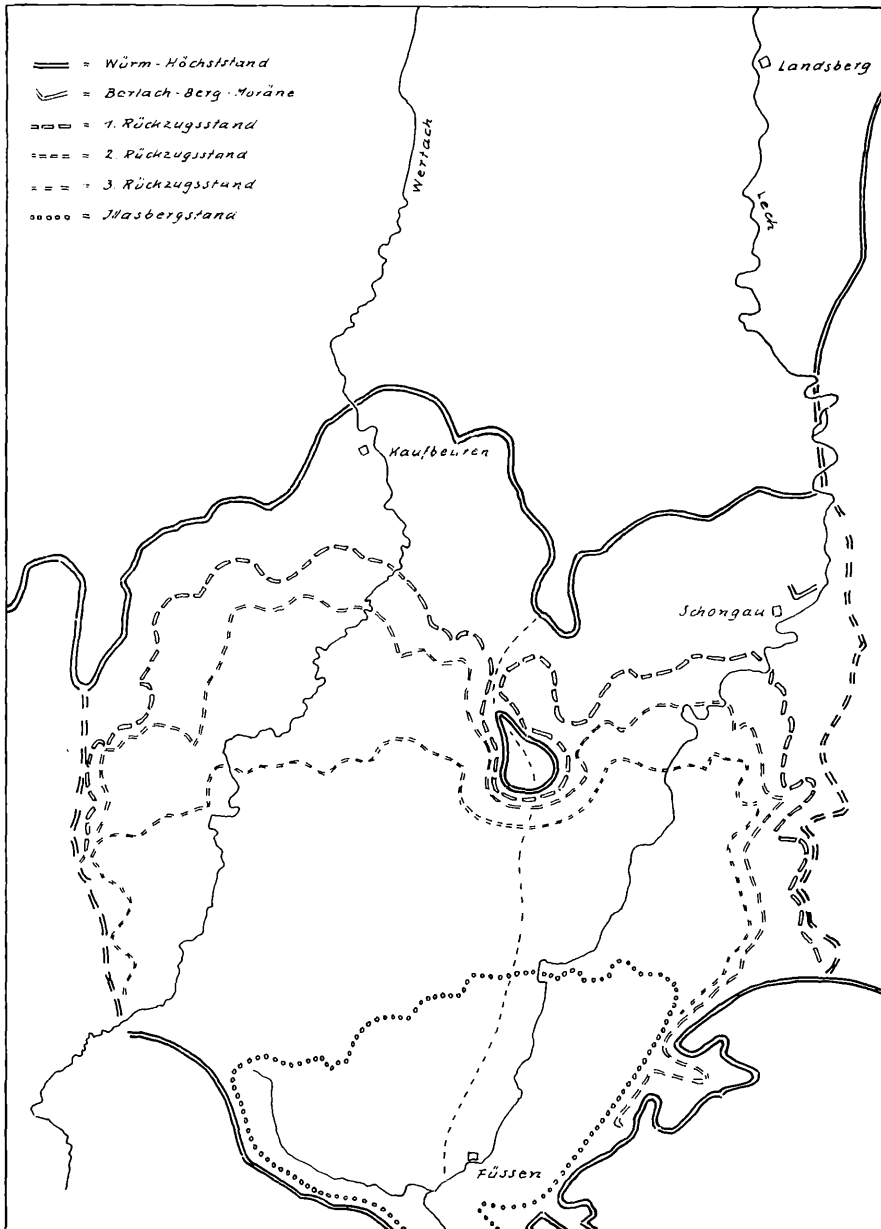


Abb.5: Rückzugsräume und Moränenstände des Lechgletschers

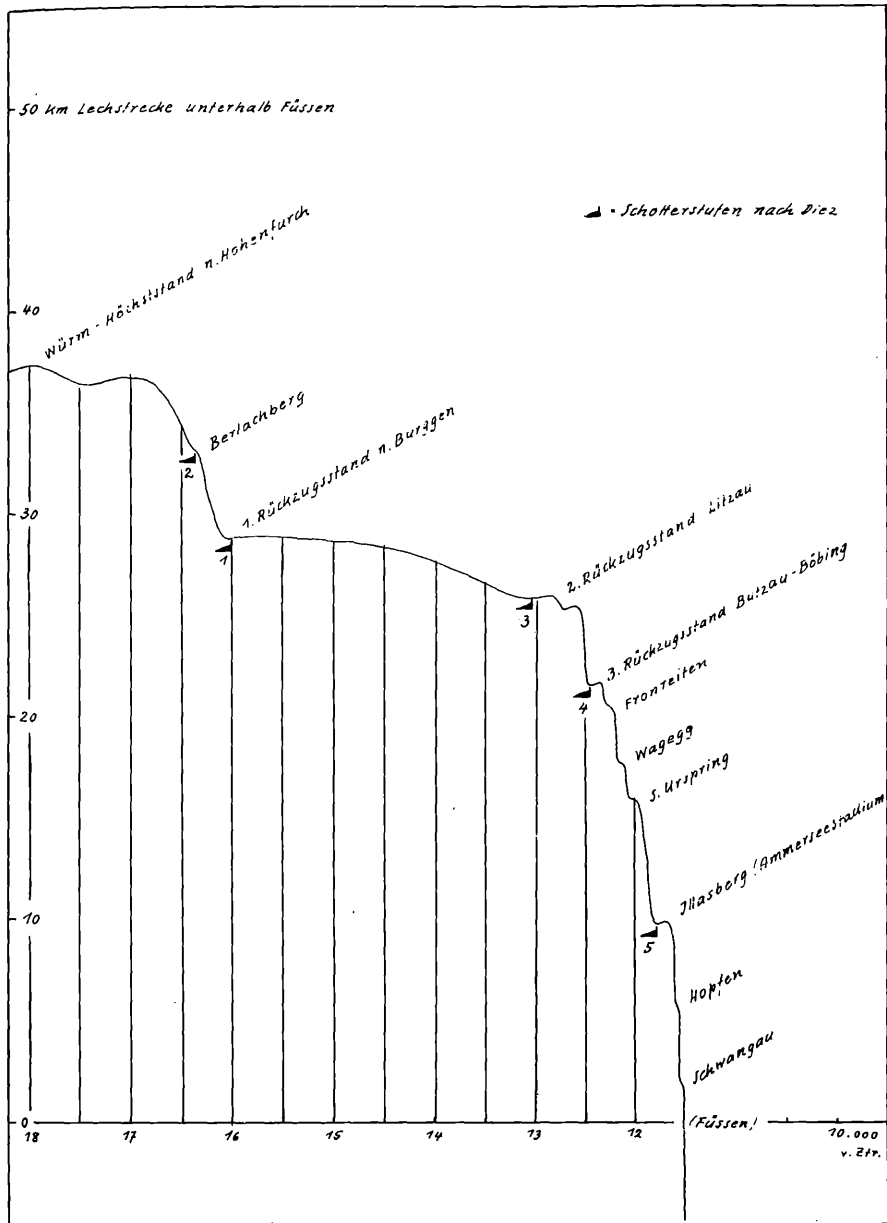


Abb.6: Schotterstufen, Rückzugsstrecken und -zeiten des Lechgletschers

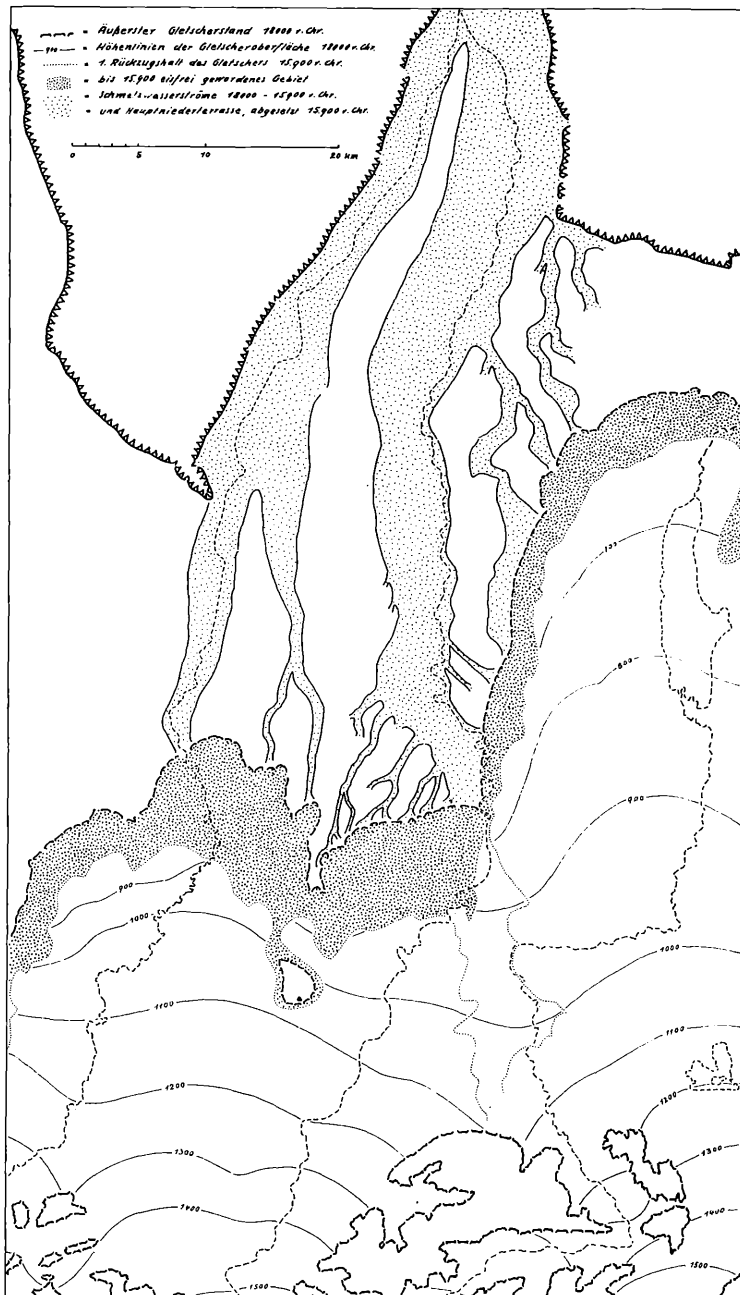


Abb.7: 15.900, nach dem 1.Eisrückzug und 1.Schotterstufe

15.900: Die Moräne des 1.Rückzugsstillstandes zieht von Tannenberg nördlich an Burggen vorbei zum Lech 2.5 km südlich von Schongau und trug zwischen Peiting und dem Lech die Burg Weilfs VI. Dieser Stand ist in Abb.7 gezeichnet. Das frei gewordene Gelände ist grob gepunktet, die von den Schmelzwässern verfrachtete Gesteinsmenge fein gepunktet.

15.900 - 13.500: Steigende Temperatur, wachsende Hochwasser, zunehmende Gesteinsfracht, aufreißen eines neuen Lechbettes in der vorhergehenden Schotterstufe, dem Denklinger Feld. Höhepunkt dieser warmen Zeit um 13.500, die nach dem Fundort in Südfrankreich die Lascaux-Zeit heißt. Dauer dieser Warmzeit etwa 15.400 - 13.100.

13.500 - 12.800: Fallende Temperatur, Rückgang der Schmelzwassermengen und Absatz des Stein-Geschiebes, von den größten zu den kleinsten Einheiten sortiert, aus dem 3 km breiten Streifen von Burggen bis Litzau, der vom Gletscher freigegeben wurde. Das neue Schotterfeld, die Stufe 3 nach Diez oder Römerastufe, bei Kinsau 15 m tief eingeschnitten, verliert sich nördlich von Asch beim Bahnhof Unterdießen.

12.800: Die Moräne des 2.Rückzugsstillstandes zieht am Lech von Litzau zum Ödenhof. Sie fällt zeitlich mit dem Absatz der Römerastufe (Diez 3) zusammen.

12.800 - 12.500: Steigende Temperatur, wachsende Hochwasser, zunehmende Gesteinsfracht, aufreißen eines neuen Lechbettes im Schotterfeld der Römerastufe, tiefer als diese. Nach den Beobachtungen in Dänemark heißt diese Warmzeit das ältere Daniglazial; sie dauert von 12.650 - 12.450.

12.500 - 12.350: Fallende Temperatur, nachlassende Hochwasser, zunehmender Absatz des Kiesgeschiebes mit Ausbildung einer neuen Schotterstufe am Ende (12.350) dieser Zeit: Es ist die Stufe 4 nach Diez, die Stufe von Hohenfurch nach Troll (1954). Die Rückzugsstrecke, am Lech gemessen, betrug 4.25 km, von Litzau bis Butzau-Böbing. Die Schotterstufe endet etwa 15 km unterhalb Schongau, oberhalb Lechblick.

12.350: Die Moräne des 3.Rückzugsstillstandes, im Lechgebiet bei Butzau-Böbing-Gruiwang, entspricht im Norden dem Odden- oder Belt-Vorstoß. Zu gleicher Zeit erfolgt der endgültige Absatz der Schotterstufe 4. Die weiträumigen Lößablagerungen lassen stark nach und hören schließlich ganz auf. Ihr Ausbleiben kündigt das Ende der Hoch-Eiszeit an.

12.070: Die Moränenstufe südlich Urspring, die noch zum 3. Rückzugsabschnitt zu rechnen ist, entspricht im Norden dem Langlandvorstoß.

12.070 - 11.850: Steigende Temperatur, erneute Umlagerung und weiter-Verfrachtung des Gesteinsschuttes der vorausgehenden Warmzeit. Die neue Warmzeit, von 11.950 - 11.800 heißt das ältere Präbölling.

11.850 - 11.720: Fallende Temperatur führt zum Angelholm-Tiefstand, dessen Moränen an der Südseite des Illasberges zum Bühl- oder Ammerseestadium gehören. Es ist der letzte Gletscherstand außerhalb des nördlichen Alpenrandes. Er hat sich nach einem Rückzug von 12 km neu gebildet. Dauer der Angelholm-Kaltzeit von 11.800 bis 11.600. Die neue Schotterstufe, die nun (11.720) zur Ruhe gekommen ist, ist die von Schongau-Peiting (Diez 5). Diese Stufe 5 endet 28 km unterhalb Schongau auf der Höhe von Landsberg.

Im vergangenen Zeitraum von 6000 Jahren finden wir von Pflanzen kaum eine Spur, wenn wir von den niedersten absehen; kein Kraut, keine Staude, kein Strauch, kein Baum. Bis jetzt haben uns Moränenwälle die Zeitmarken geliefert. Schotterstufen helfen uns auch weiterhin bei der Suche nach Entwicklungsständen der Landschaft. Neue Daten bieten von nun an die Schlamm- und Kalkschichten, die sich in den Seen absetzen; bald sind in ihnen mikroskopisch kleine Pflanzen und Tiere nachweisbar, bald helfen uns erhaltene Blütenstaubkörner höherer Pflanzen zur Datierung der Geschehnisse weiter. Die Hoch-Eiszeit ist zu Ende, die Spät-Eiszeit beginnt.

Die Spät-Eiszeit (12.000 - 8.000 v.Ztr.)

Renjager an der Schussenquelle um und nach 12.000.

Fast 100 km westlich von Augsburg, an der Schussenquelle, wurden die Spuren des ersten Menschen in unserem Gesichtskreis gefunden. Es war um das Jahr 12.000. Der Gletscher war von der äußeren Endmoräne schon vor 6.000 Jahren zurück gewichen und stand jetzt etwa 60 km weiter südlich. Der Bodensee wurde gerade eisfrei. Am Lech reichte die Gletscherzunge noch zum Illasberg. Das Klima in der Umgebung der Schussenquelle war kalt und im Sommer trocken. Die Juli-Mitteltemperatur bewegte sich um 9°, die Schussenquelle setzte im Sommer aus. Von Norden her war arktische baumlose Tundra in großem Abstand dem Gletscher gefolgt. Überreste von Samen beerentragender Arten fehlen völlig. Brennholz lieferten nur Sanddorn, vielleicht auch Zwergbirken und Legföhren.

Außer Ren-Rudeln kamen noch Eisfuchs, Vielfraß, wahrscheinlich auch der Moschusochse vor. In den kümmerlichen Pflanzenflecken war auch der dornige Moosfarn (*Selaginella selaginoides*) beteiligt. Mit dem erhaltenen Blütenstaub kann von jetzt an mit der Aufeinanderfolge der verschiedenen Baumarten die Zeit in einzelne Stufen eingeteilt werden. Am Anfang steht die Pollenzone Ia, die älteste Tundren- oder Dryaszeit.

Mammut und Wollhaarnashorn waren dem zurückweichenden Eis gefolgt und bei uns verschwunden. Im Sommer weideten Rentierherden in der Tundra, von Jägern verfolgt. Das Ren lieferte die Hauptnahrung und wertvolle Rohstoffe: Gedärm, Fell, Knochen, Geweih. Nebenbei wurde das Wildpferd, gelegentlich Bär und Elch, verschiedene Kleintiere und Vögel gejagt. Die ältesten Fundstücke stammen ausschließlich aus dem späten Magdalenien, der Endstufe der Altsteinzeit.

Die Jäger blieben aus, sobald die Quelle das ganze Jahr hindurch schütete und die Mulde keinen trockenen Lagerplatz mehr bot. Über dem unteren Moos des Lagers setzte sich Tuff ab. Die Gletscher haben den Gebirgsrand erreicht. Sanddorn und Baumbirken nehmen jetzt mehr am Landschaftsbild teil, Vorboten der Böllingzeit.

Die jüngere Prabölling- oder Vintapper-Zeit, 11.600 - 11.100

Der Lechgletscher hatte am Illasberg noch einen letzten Stand im Alpenvorland behauptet; es ist das Ammerseestadium (Troll 1925) mit dem Scheitel um 11.720. Sein Ende wurde weniger durch einen geringen Temperaturanstieg bewirkt, als durch ungewöhnliche Trockenheit. Schneller als bisher zog sich das Eis zurück. Waren es bei den ersten vier Rückzugsschritten 4.35 m/Jahr, 1.2, 9.4 und 18.6 m/Jahr, so wurden es nun im Jahr 50 m und mehr.

Rechnerisch ließe sich das Jahr 11.550 ermitteln, in dem das Eis vor dem Alpentor bei Füssen zerfiel, um sich als schmales Band im Lechtal zurückzuziehen. Das brachte eine Umstellung in den Wetterlagen mit sich. Der milde Westwettereinfluß drang jetzt am Alpenrand ungehindert weiter nach Osten, denn das Eis im Alpeninnern war nicht mehr steuernd und verstärkend beteiligt.

Eine sehr lockere, karge Pioniervegetation von Zwergsträuchern und Kräutern vermochte zu gedeihen. Auch in den riesigen Wasserlachen und Seen zeigte sich das erste Leben. Die baumlose kontinentale Steppen-

tundra reichte bereits aus um den genügsamen Rentieren Futter zu bieten. Den Rentieren folgte der Magdalenien-Mensch und lebte von dem was ihm die Rentierjagd lieferte. Die Pflanzendecke bestand aus Gräsern, Moosen, Flechten, Silberwurz, Zwergstrauchern und Zwergbäumen. Der kontinentale Zug des Pflanzenwuchses wird durch Funde von Ephedra strobilacea unterstrichen, einer Meertraubchenart, die heute nur noch im Raume des Aral- und Kaspisee vorkommt. In dem ausgesprochen trockenen und kalten Klima fällt der Neuenburger See von 433 m auf 430.5 m.

Mit diesem Klimaabschnitt wurde die Tundren- oder Dryaszeit (12.000 - 8.000) eingeleitet, aus der erhaltene Pflanzenreste, vornehmlich Blütenstaubkörner eine feinere Unterteilung der Zeitstufen gestatten.

Die Dryaszeit umfaßt fünf Pollenstufen:

Stufe:	Zeit:	Zoller 1968:	Mörner 1969:
Ia	Alteste Dryas	12.000 - 11.300	11.100 - 10.750
Ib	Bolling	11.300 - 10.400	10.750 - 9.930
Ic	Ältere Dryas	10.400 - 10.000	9.930 - 9.750
II	Allerod	10.000 - 8.800	9.750 - 8.940
III	Jüngere Dryas	8.800 - 8.200	8.940 - 7.912

Die Dryas- oder Spät-Eiszeit ist eine Zeit mit starken Klimaschwankungen; in ihr spielt die Juli-Mitteltemperatur eine große Rolle. Sie muß 10° überschreiten, um die Lebensansprüche der Waldbäume zu erfüllen; bleibt sie darunter, sterben die Bäume wieder. Das wiederholt sich mehrmals. Bäume, die schon das Landschaftsbild wesentlich verändert hatten, mußten wieder verschwinden. Damit erhalten wir die Grenzen der Dryaszeit: Sie beginnt, als die Juli-Mitteltemperatur zum erstenmal 10° überschreitet und endet, als 10° nicht mehr unterschritten werden. Das ist der Fall um 12.000 und 8.000. Erst von 8.000 ab können wir von einer Waldzeit sprechen.

Der Balderschwanger Bergsturz, um 10.300

Als das Eis sich ins Alpeninnere zurück zog, gab es auch das Balderschwanger Tal frei. Die Hauptmasse des Bergsturzes ging wohl bald nieder, als der Gegendruck des Eises wegfiel und der starke Wechsel von gefrieren und tauen grobe Sprengarbeit leistete. Bändertone und darüber lagernde Sande und Kiese lassen die Zeit berechnen; sie liegt nahe bei 10.300.

Die Schotterstufe von Unter-Igling (Diez 6), Scheitel um 11.070

Die Vintapper-Wärmezeit hatte um 11.150 ihren Scheitel überschritten; Der folgende Tierstand um 11.070 zeigte sich im Absatz der Schotterstufe, die zwischen Unterdießen und Ellighofen als neu auftretende, 2 m tief in die Schongau-Peittinger Stufe eingeschnittene Terrasse. Auf ihr liegt Unter-Igling. Sie zieht mit 5 km Breite bis Hurlach, wo sie von jüngeren Ablagerungen überdeckt wird. Sie beginnt am Illasberg. Brunnacker (1959) nennt die obere Epifachstufe (Stufe I)

Der Steinach-Vorstoß, Scheitel um 11.070 (Älteste Dryas, Ia)

Steinach, am Ausgang des Gschnitztales, wo diese Vorrückungsphase zum erstenmal erkannt wurde, liegt 1050 m hoch. In der gleichen Höhe kommen wir im Lechtal in die Gegend zwischen Obergiblen und Bühel südlich Elbigenalp, 55 km oberhalb vom Illasberg. Wenn der Lechgletscher hier seinen neuen Halt gefunden haben sollte, dann hätte er die Strecke in 650 Jahren zurückgelegt, also 85 m je Jahr. Die entsprechenden Moränen des Stubaigletschers stauten sich bei Wieders in 950 m Höhe. In derselben Höhe finden wir den Lech zwischen Stanzach und Vorder-Hornbach, 40 km oberhalb des Illasberges. Der Rückzug hatte bis dorthin 62 m je Jahr geschafft. Schon diese zwei Rechnungen zeigen, daß mit ihnen nur ein grober Annäherungswert zu gewinnen ist. Der wirkliche Gletscherstand ist im Gelände sehr schwer zu finden.

Das Klima war kühl und sehr trocken, die Juli-Mitteltemperatur erreichte 9°, es war die älteste Dryas-Zeit. Die Schneegrenze lag 600 bis 700 Meter tiefer als heute. Der vorgefundene Blütenstaub stammte von Zwergbirken, Kriechweiden und Legföhren. Es war eine Steppentundra mit arktisch-alpinen und kontinentalen Arten unter starker Beteiligung von Wermut und Meerträubchen in lückigen Rasengesellschaften.

Das Bölling-Interstadial, 10.750 - 9.930 (Ib)

Das Bölling-Interstadial wurde 1942 von Iversen im ehemaligen Böllingsee in Nordjütland entdeckt. Im Seeabsatz fanden sich die ersten Kieselalgen und Blütenstaub von Baumbirken. Nach Morner (1969) wird die Böllingzeit von der kalten Fjåras-Zwischenstufe unterbrochen.

Die wärmere Agard-Vorstufe dauert von	10.750 - 10.270	mit	10.5°	Juli-T.
Die kältere Fjåras-Zwischenstufe	" 10.270 - 10.220	"	9.2°	"
Die wärmere Bölling-Stufe	" 10.220 - 9.930	"	11.0°	"

Die Sedimentfolge Ton - Tonmudde - tonreiche Kalkmudde weist auf Temperaturerhöhung hin. Es ist die erste deutlich faßbare Klimaverbesserung des Spätglazials. Der erste vordringende Schub von Strauch- und lockerem Baumbestand mit Baumbirken wird eingeleitet von Wacholder-, Sanddorn- und Weiden-Gebüsch. Auch die ersten Waldkiefern gesellen sich dazu. Die Pionierpflanzen treten zurück (*Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum* usw.).

Die ältere Dryas-Zeit, 9.930 - 9.750 (Ic)

Ein Kalteruckschlag. Der Ötztalgletscher des Gschnitzstadiums wuchs wieder auf 65 km Länge. In allen nördlichen Alpentälern gab es noch bedeutende Gletscherströme; der Rheingletscher reichte wenigstens bis Ilanz oder Chur. Der namensgebende Endmoränenbogen im Gschnitztal (Fenck-Brückner 1909) liegt bei Trins nur etwa 4 km innerhalb der Steinachmoränen, in 1200 m Höhe. Diesem Vorstoß werden Endmoränen im Stubaital bei Neustift-Neder in etwa 1000 m Höhe zugeordnet. Die Schneegrenzsenkung beträgt 600 m gegenüber heute. Die Juli-Mitteltemperatur sinkt mit 9.7° zum letztenmal unter 10°. Das Klima ist kühl und feucht, die Baumausbreitung geht wieder zurück, wie aus den Pollendiagrammen deutlich hervorgeht. Große Flächen bleiben ohne Pflanzenwuchs, andere tragen Gräser, Moose, Flechten, Silberwurz, vereinzelt auch Wacholder, Zwergbirke und Sanddorn. Die Silberwurz ist eine gute Leitpflanze. Sie taucht erst spät in der letzten Eiszeit auf und breitete sich am Ende einer langen Kälteperiode, deren kalt-trockenes Klima nur Tundravegetation zuließ, rasch aus.

Die obere Friedheim-Schotterstufe (Diez 7), 9.850

Unmittelbar nach dem Prallhang beim Lechblick beginnen unterhalb der Schongau-Feitinger Stufe zwei ausgeprägte Terrassen. Die obere (7) besitzt sehr starkes Gefälle (7‰) und verschwindet bereits 1 km unter der unteren Stufe (8). Sie ist gegenüber der Stufe von Unter-Igling (6) deutlich schwächer.

Das Allerod-Interstadial, 9.750 - 8.940 (II)

Erster klimatischer Höhepunkt der Späteiszeit, warm und trocken, Scheitel bei 9.300. Die Juli-Mitteltemperatur (in der älteren Dryaszeit noch 9.6°) erreicht beim Allerodscheitel 11.8° und fällt in der fol-

genden jüngeren Dryaszeit nicht mehr unter 10° zurück. Die Alpen werden bis über 2000 m Höhe eisfrei. Die Stauseen des Alpenrandes und der Alpentäler haben vielfach bis in die Allerödzeit bestanden und sind erst in der jüngeren Tundrenzeit verschüttet oder zum auslaufen gebracht worden. Die Weiden finden in den Pollenkurven ihr Ende. Die Birken gehen auf einen Tiefstand zurück, während die Kiefer mit etwa 90 % allein herrscht. Der lichte Föhrenwald hat offenbar jeden zur Verfügung stehenden Raum besetzt.

Im oberen Lechtal (Reutte - Stanzach) dürfte die Waldgrenze bereits 1400 m überschritten haben. Sie liegt heute bei 1800 m (Reutte) bis 1860 m (Stanzach). Noch im Alleröd und in der jüngeren Dryaszeit fehlen bei uns die Heidelbeere, Moorbeere und Rauschbeere, aber auch die Alpenrose und das Heidekraut völlig. Das späte Magdalenien geht im Alleröd zu Ende. In manchen Mooren der Schweiz findet sich gegen Ende der Allerödzeit (etwa 8.900) eine dünne Schicht Bimstuff aus dem Laacher Vulkangebiet.

Seit der ältesten Dryaszeit überwiegen die wärmeren Abschnitte; zu einer deutlichen Vorrückungsphase der Gletscher ist es seitdem nicht mehr gekommen.

Die jüngere Dryaszeit, 8.940 - 8.000

Der letzte Kalt-Abschnitt mit den letzten Gletschervorstößen im Alpeninnern, die aber über das Ausmaß der heutigen Gletscher nur wenig hinausgehen. Zudem bringen zwei Wärmeeinbrüche deutliche Milderungen:

Jüngere Dryas 1	=	Daun	8.940 - 8.850 - 8.750	10.1°	Juli-T.
Warmphase 1/2			8.750 - 8.650 - 8.500	11.0°	"
Jüngere Dryas 2	=	Egesen 1	8.500 - 8.400 - 8.330	10.1°	"
Warmphase 2/3			8.330 - 8.250 - 8.170	10.5°	"
Jüngere Dryas 3	=	Egesen 2	8.170 - 8.120 - 8.000	10.2°	"

Das Daunstadium wurde 1909 von Penck-Brückner benannt. Die Original-Daun-Moränen liegen etwas oberhalb der 1500 m-Linie, 1.2 bis 1.8 km südlich Ranalt im Rutzbachtal. Die 1500 m-Linie verläuft etwa 5.5 km unterhalb der Gletscherstirn von 1896. Die Schneegrenzsenkung gegenüber heute betrug 400 m; die Juli-Mitteltemperatur fiel auf 10.1° zurück. In der kalten Zeit zeigt die Birke wieder einen Hochstand mit 28 % (in Oberschwaben), die Föhre geht auf 68 % zurück; das bedeutet ein feucht-kühles Klima.

In den Alpen lag die Vergletscherungsgrenze im Mittel um 2000 m. Der 1362 m hohe Brenne war schon in der jüngeren Dryas eisfrei. Dem Egesenstadium entspricht ein Herabrücken der Schneegrenze um 100 - 200 m gegenüber dem Stand um 1850.

Das älteste aus Flußschottern gefundene Holz stammt aus einer Kies-schicht von Krumbach; sein Alter wurde auf 8.490 ± 150 v.Ztr. bestimmt. Es wurde von einem Hochwasser in der Egesenzeit mitgeführt, gleichzeitig zum Hochwasser des Lech, das zum Absatz der unteren Friedheimstufe (Diez 8) führte.

Das älteste Treibholz (Föhre) wurde in Reischenhart zwischen Rosenheim und Kufstein im Inn-Gletschergebiet 4 m unter der Oberfläche unterhalb von zwei durch eine Seetonlage getrennten Torfschichten gefunden und auf 8.252 ± 210 v.Ztr. datiert.

Eine Torfkohle von Dietmering (Gde.Steinhöring, Lkr.Ebersberg) der jüngeren Tundrenzeit konnte auf 8.280 ± 95 v.Ztr. datiert werden. Der Boden zeigte letztmals eiszeitliche Klimaverhältnisse mit Dauerfrostboden und Eiskeilbildung.

Der Egesen-2-Gletschervorstoß, 8.170 - (8.000) 7.912 ist der letzte der Vorwärmezeit, der in seinem Ausmaße über die neuzeitlichen Hochstände hinausging. Die Stauseebildungen des Alpenrandes und der Alpentäler haben vielfach bis in die Allerödzeit bestanden und sind erst in der jüngeren Tundrenzeit verschüttet oder zum auslaufen gebracht worden.

Mit Egesen 2 ist der letzte eiszeitliche Kälterückfall vergangen; mit ihm ist auch der große Klimaabschnitt der Späteiszeit vorbei, der durch den starken Wechsel von Wärmeeinbrüchen und Kälterückfällen gekennzeichnet war. Er begann, als die Juli-Mittel-Temperatur 10° erreichte und endete, als diese 10° nicht mehr unterschritt.

Die untere Friedheim-Stufe, 8.120 (Diez 8)

Sie fällt mit dem Scheitel von Egesen 2 zusammen. Ihr Beginn liegt unmittelbar nach dem Prallhang beim Lechblick und erstreckt sich fast lückenlos bis Kaufering. Bis Landsberg läuft die Bundesstraße 17 auf ihr. Es ist die letzte Stufe im Spätglazial, die letzte, die aus einem Endmoränenstand entspringt, der weit im Alpeninnern liegt. Nach ihrer Ablagerung beginnt ein neuer, durch Erosion gekennzeichnete Abschnitt in der Talgeschichte der Flüsse.

Die Nach-Eiszeit oder Wärmezeit, 8.000 v.Ztr. bis heute

Die Zeit um 8.000 erscheint in allen Forschungszweigen als der große Schnitt. Die Kälteruckschläge in den Ausmaßen der Eiszeiten bleiben aus, das Klima bringt mit rasch zunehmender, kaum mehr unterbrochener Erwärmung die Voraussetzungen für den Einzug aller Teile der Pflanzen- decke, die unsere Heimat so schön ausgestattet haben. Wir stehen an der Wende Späteiszeit/Nacheiszeit, wobei es sich zweckmäßiger erweist, von Wärmezeit, statt von Nacheiszeit zu reden. Diese Wärmezeit, der dritte Zeitabschnitt der letzten 20.000 Jahre, dauert von 8.000 v.Ztr. bis heute. Die Untergliederung in sieben Stufen wurde vornehmlich nach der Waldentwicklung getroffen:

8.000 v. - 6.800 v.Ztr.	= Vorwärmezeit	= Präboreal	= IV
6.800 v. - 5.500 v.Ztr.	= Frühe Wärmezeit	= Boreal	= V
5.500 v. - 4.000 v.Ztr.	= Mittl. Wärmezeit	= ält. Atlantikum	= VI
4.000 v. - 2.700 v.Ztr.	= " "	= jüng. Atlantikum	= VII
2.700 v. - 600 v.Ztr.	= Späte Wärmezeit	= Subboreal	= VIII
600 v. - 600 n.Ztr.	= Ält. Nachwärmez.	= ält. Subatlantik.	= IX
600 - heute	= Jüngere "	= jüngerer "	= X

IV. Die Vorwärmezeit oder das Präboreal, 8.000 - 6.800

Eine kräftige Klimabesserung leitet diese Zeit ein. Eine zweimalige Verzögerung durch geringe Gletscherschwankungen kann sie nicht mehr aufhalten. In der Schweiz wurde die Piottino-Schwankung um 8.000 bis 7.700 und die Frisal-Goschenen-Schwankung um 7.200 bis 6.800 beobachtet. Bereits um 7.500, vermutlich schon etwas früher, erreichten die klimatischen Verhältnisse im Alpenraum gegenwärtige Werte und diese pendeln seither nur in engen Grenzen.

Das Klima war rasch zunehmend warm und sehr trocken. See- und Grundwasserspiegel sanken auf tiefe Stände. Flußläufe waren nur noch spärliche Rinnsale. Der Federsee hatte seinen Tiefstand von 580.0 m weiter unterschritten. Das war seit seinem Bestehen nur dreimal der Fall:

1. nach dem ersten Rückzug des Gletschers, in der Lascaux-Zeit, um 13.600 v.Ztr.
2. in der Baumbirkenzeit (Ib) = Böllingzeit, um 10.100 v.Ztr.
3. im Präboreal (IV) = Vorwärmezeit, um 7.200 v.Ztr.

Seekreide

Die starke Verdunstung des Wassers hat das Ausfällen des hohen Kalkgehaltes zur Folge. Wir finden am damaligen Grund der Seen ganze Schichten von Seekreide oder richtiger Kalkmudde, die in der Hauptsache aus kohlensaurem Kalk besteht. Zu seiner Bildung ist hohe Temperatur und eine Seetiefe von etwa 3-4 m nötig.

Seeverlandung

Mit dem Präboreal begann die Vermoorung der seichten Seeufer und geeigneter Talbereiche. In der Reischenau setzt die Vermoorung des Mödishofener Sees in der Kiefernzeit (IV) ein. Die Tätigkeit der Pflanzengürtel wirkte als dritte Kraft, die zur Verkleinerung der Wasserflächen beitrug, außer der schürfenden Tätigkeit des Wassers, die Abflußrinnen eintiefte und der Sonnenwärme, die die Verdunstung förderte. Die Seenzeit war im Rückgang. Die Vergletscherungsgrenze lag in den Alpen im Durchschnitt oberhalb 2000 m.

Der erste Torf

Die Verlandung der Wasserflächen führte zum Aufbau von Torflagern. Jahr für Jahr wuchs eine dünne Schicht von Pflanzenteilen hinzu, die im Wasser unter Luftabschluß nicht verrotten konnte. Humussäure und das entkalkte Wasser halfen Pflanzenteile zu erhalten. Daß dabei auch der auf das Moor gewehrte Blütenstaub der Bäume der Umgebung mit erhalten blieb, erlaubt uns heute, aus ihm die wechselnde Zusammensetzung der Wälder aller Zeiten zu bestimmen. Das geschieht mit der Pollenanalyse. Ihre Ergebnisse sind für die vorliegende Geschichte der Natur der Nacheiszeit mit ausgewertet. Die römischen Ziffern bedeuten die Pollenzonen nach Firbas:

- IV = Birken- und Kiefernzeit: 8.000 - 6.800
- V = Haselreiche Kiefern- und Eichenmischwaldzeit: 6.800 - 5.500
- VI/VII = Eichenmischwaldzeit: 5.500 - 2.700
- VIII = Eichenmischwald-Buchenzeit: 2.700 - 600 v.Ztr.
- IX = Buchenzeit : 600 v. - 600 n.Ztr.
- X = Waldbauzeit seit 600 n.Ztr.

Kalktuff

In der zweiten Hälfte des Präboreals setzte die Kalktuff- (und Alm-) bildung ein. Sie dauert im wesentlichen bis Ende VIII (600 v.Ztr.). In den Tuffablagerungen sind größere Klimaschwankungen aufgezeichnet und kurzfristige Trockenzeiten. H.J.Seitz hat das aus den Profilen von Wittislingen abgelesen.

Schotterstufen - Lechterrassen

Im Präboreal scheint keine Schotterstufe am Lech abgesetzt worden zu sein. Die untere Friedheimstufe (Diez 8) ist wahrscheinlich noch vor 8000 zur Ruhe gekommen, die Stufe von Kaufering-Bahnhof (Diez 9) offenbar erst um 5.600 v.Ztr. Die älteren Lechterrassen (1-8) sind alle sehr klar gegeneinander abgesetzt und ohne Schwierigkeiten über längere Strecken zu verfolgen. Demgegenüber ist die Abgrenzung der jüngeren Terrassen infolge der starken Zerstückelung, der geringen Höhenunterschiede und der weniger ausgeglichenen Oberfläche wesentlich schwieriger. Zahlreiche gut ausgebildete Stufenkanten erstrecken sich häufig nur über wenige hundert Meter, um ebenso allmählich, wie sie begonnen haben, wieder zu verschwinden.

Schwemmholzer - Kiesbaumstämme

Viele Kiesbänke verwahren in ihrem Innern, was frühere Hochwasserfluten an den Ufern abgerissen haben. Aus dem Autobahnsee bei Lechhausen wurden bis zu 7 m Tiefe große Bäume gefunden, die bis jetzt noch nicht datiert werden konnten. Dagegen liegen aus dem Donaubeet schon eine Reihe von Radiokarbondaten vor:

7.695 v.Ztr. Neustift im Felde (Tulln), 6 m tief

7.690 v.Ztr. " " " " " "

7.640 v.Ztr. Burlafingen

7.510 v.Ztr. Stratzdorf bei Krems, 7 m tief

7.215 v.Ztr. Neustift im Felde (Tulln), 6 m tief

Sie gehören zu den ältesten bisher geborgenen mitteleuropäischen Schotterbaumstämmen (Kiefern).

Ton-Schichten

Zur gleichen Zeit wo im Hauptstrom ganze Bäume eingekiest wurden, sind

im Überschwemmbereich aus stehendem Wasser Schlammschichten abgesetzt worden. Wir können diese datieren, wenn sie in einem Moor die Torfbildung unterbrochen haben. Wir haben zwei gleichlautende Daten - 6.800 - aus dem Bannwaldsee, untere Schicht, 370 - 390 cm (Paul-Ruoff 1932) und Buching-Berghof, untere Schicht, bei 840 cm (German-Filzer 1964).

Wald

Lichte Kiefern- und Birkenbestände spielen jetzt im Landschaftsbild eine Rolle. Es mag um 7.600 v.Ztr. gewesen sein, als die erste Kiefer von Osten und die erste Birke von Westen zur selben Zeit in der Reischenau Fuß faßten. Gegen Ende der Präborealzeit (gegen 6.800 v.Ztr.) tauchen auch schon Hasel, Eichen, Linden und Ulmen auf.

Pflanzendecke

In wenigen Jahrhunderten wurde Europa mit einer Pflanzendecke überzogen, wie sie für die gemäßigte Zone eigentümlich ist.

Jagdwild

Mit den von Süden her einwandernden hochwuchsigem Hölzern breitete sich die nacheiszeitliche Tierwelt aus. Das Ren war nach Norden abgezogen und seine Asungsgebiete wurden von Ur, Elch, Hirsch, Reh, Wildschwein, Biber, Rotfuchs, Fischotter und anderen Tieren besetzt.

Kulturstufen

Die Renjäger waren den Rentierherden nach Norden gefolgt. Ob und wieviele von den alten Magdaleniern bei uns geblieben sind, wissen wir nicht. Mit der neuen Kulturstufe der Mittelsteinzeit sind neue Menschengruppen zugewandert. Sie kamen von Südwesten und Westen.

Aus dem seit der Altsteinzeit ständig besiedelten Oberschwaben, aus dem Gebiet des Federsees, sind Fischer, Jäger und Sammler zu Beginn der zweiten Stufe der mittleren Steinzeit - ähnlich wie am Bodensee - in das untere Allgäu gelangt. Sie haben die Uferterrassen entlang der Aitrach und die Seen des Unter-Allgäus besiedelt. Andere sind vielleicht an Iller und Lech den Fischzügen gefolgt, bis Oberstdorf und ins Füssener Land, bis in Höhen von 1400 m. Dort haben A.u.J. Schröppel ihre Spuren verfolgt, in der Reischenau ist A. Schorer an der Schmutter dem "Alten Dullbacher" begegnet.

V. Die Frühe Wärmezeit = Boreal: 6.800 - 5.500 v.Ztr.:

Die lichte Hasel besetzt das Land in einer Dichte wie nie zuvor und nie nachher. Der steile Wärmeanstieg aus der Präborealzeit setzt sich fort bis zu einem Stand, der weit über dem heutigen liegt. Es treten nur noch unbedeutende Gletschervorstöße auf, die aber außerhalb der Alpen kaum in Erscheinung treten. Die Juli-Mitteltemperatur (bezogen auf Augsburg heute = 17°) überschreitet im Wärmeanstieg um 6.800 14.0° , um 6.000 19.0° und erreicht um 5.500 einen ersten Gipfel mit 19.4° . Es herrscht insgesamt ein warm-kontinentaler Zeitabschnitt. Die Waldgrenze lag 100 m höher als heute. Die Niederschläge waren um 6.800 etwa gleich den heutigen, sanken von 6.800 bis 6.000 auf einen Tiefstand ab, um dann wieder stetig anzusteigen bis zu einem Höchststand um 4.600, den sie seitdem nie mehr erreicht haben.

Gletscherstände

Eineinhalb Kilometer vor den neuzeitlichen Moränen von 1950 des Dammagletschers bei der Göschener Alp im Gotthardgebiet wurde ein Stück Holz aus der Zeit um 6.850 v.Ztr. gefunden, das seitdem vom Eise nicht mehr erreicht wurde (Zoller 1966).

Zweihundert Meter vor den neuzeitlichen Moränen von 1850 des Simonygletschers in der Venedigergruppe wurde ein Stück Holz gefunden aus der Zeit um 6.770, das der Gletscher seitdem nicht mehr erreichte (Heuberger 1968).

Zweieinhalb Kilometer vor den Moränen von 1850 des Frisalglatschers im Vorderrheintal wurde ein Stück Holz der Zeit um 6.570 gefunden; auch bis zu diesem drang der Gletscher nicht mehr vor (Zoller 1966).

Diese drei Daten stimmen darin überein, daß seitdem die Schwankungen der Gletscher sich innerhalb dieser Marken bewegten und kein größeres Ausmaß mehr annahmen. Zu diesen gehört die Venediger Schwankung zwischen 6.750 und 6.000 in den Hohen Tauern mit der wohl ein gewaltiges Hochwasser zusammenhängt mit einem Eichenstamm aus dem Donauschotter von Rutzendorf bei Wien aus der Zeit um 6.530.

Eine andere Gletscherschwankung fällt in diese Zeit, die in der Südschweiz durch eine Waldauflichtung im Pollendiagramm festgestellte 1. Misox-Kaltphase zwischen 5.800 und 5.600, die der Larstigschwankung (Heuberger 1954) und Ständen des Dorferglatschers im Venedigergebiet um 5.620 (Patzelt 1967) entspricht.

Schotterstufen

Die Stufe von Kaufering-Bahnhof (Diez 9) erscheint erstmals auf der Höhe von Mundraching; die höchstgelegenen Häuser von Seestall liegen noch auf ihr, ebenso die westliche Neustadt von Landsberg. Ihr Gefälle beträgt 3.1 ‰. Sie wurde wahrscheinlich in der Zeit um 5.600 abgesetzt. Erstmals tritt auf ihr eine Flußmergeldecke mit 10 bis 20 cm Stärke auf.

Seespiegelstände - Seeablagerungen - Verlandung

Der Spiegel des Neuenburger Sees sinkt gleichmäßig ab: um 6.800 430.2, um 5.500 429.6 m, Tierstand um 5.400. Die Seeablagerungen bestehen vorwiegend aus Kalkmudde, wie im Gebiet westlich von Agathazell, womit ein See bis ins frühe Boreal nachweisbar ist. Die Verlandung schreitet nur langsam fort.

Kalktuff und Tropistein

Die Kalktuffbildung ist in vollem Gang. Die Bänke an der Egau bei Wittislingen wachsen von 440 m (6.800) auf 442.3 m (5.500) um 2.3 m. Die Tropisteine in der Bärenhöhle bei Erpfingen haben mit dem Anfang des Boreals um 6.800 zu wachsen begonnen (Ende des Wachstums um 2.500).

Waldbäume

Die Hasel hält ihren Hochstand. Unsere Heimat gleicht einer offenen Parklandschaft mit lichten Birken- und Kiefernbeständen, später Bäumen des Eichenmischwaldes. Die Haselkurve steigt rasch an, daneben nimmt der Eichenmischwald zu, vor allem Eiche, Ulme, Linde. Kiefer und Birke gehen zurück. Die Erle ist regelmäßig vorhanden. Im Memminger Pollendiagramm erreicht die Hasel nur 28 %, im Dinkelscherbener dagegen 44 %; ihre Beteiligung verringert sich von Nord nach Süd. Die heutige Höchstgrenze der Hasel in Vorarlberg liegt bei 1350 bis 1400 m. Firbas fand Pollen der Haselzeit bei Dalaas in 1850 m Höhe. Das sind 400-500 m Unterschied und bedeutet für heute eine Wärmeabnahme von 2.0 bis 2.5°.

Pflanzendecke

In diese Zeit fällt die Haupteinwanderung der Trockenheits- und Wärme-

liebenden Pflanzen. Da im Boreal pflanzliche Nahrung, vor allem Haselnüsse, im Überfluß vorhanden war, muß in der Mittelsteinzeit besonders auffallen, daß Fossilien bisher nicht gefunden worden sind, die auf pflanzliche Ernährung hinweisen, wie Haselnußschalen, Steine von Wildkirschen, Fruchthüllen von Himbeeren, Brombeeren oder Heckenrosen. Es scheint doch recht wahrscheinlich, daß dem Mittelsteinzeit-Menschen das planmäßige Sammeln und Aufbewahren pflanzlicher Nahrungsmittel wenigstens in unserem Gebiet (Alpenvorland) noch nicht geläufig war.

Kulturstufe

Ältere mesolithische Kulturen, Azilien und Tardenoisien liegen in einer Trockenzeit. Die Landschaft an der Schutter und in der Reischenau bot dem "Alten Dullbacher" um 6.000 gute Daseinsbedingungen.

VI+VII. Mittlere Wärmezeit = Atlantikum: 5.500 - 2.700

Eichenmischwaldzeit. Anfangs trocken (kontinental), später feuchter werdend (atlantisch). Die Juli-Mitteltemperatur ist 2° bis 3° höher als heute. In Norwegen liegt die Schneegrenze 170 m bis 240 m höher als heute. In den Nordalpen liegt die Waldgrenze 400 m bis 500 m höher als heute.

Der Kanal

Das wichtigste Ereignis dieses Zeitabschnittes ist der Durchbruch des Atlantiks zur Nordsee, der den Kanal öffnete und England vom Festland trennte. Mit dem Kanal drang der warme Golfstrom viel näher an Deutschland heran, die feuchten Seewinde beeinflussten das Klima viel weiter landeinwärts. Die Zeit dieser Umstellung liegt grob gerechnet bei 4800. Die Mittlere Wärmezeit, die trocken-warm begann wird zunehmend feuchter, bis sie gegen Ende durch ein Höchstmaß regenbringender Westwinde und mildeste Winter gekennzeichnet ist. Wenn am Anfang des Atlantikums die kontinentale Fichte mit der kontinentalen Eiche erscheint und in der zweiten Hälfte die atlantische Tanne mit der atlantischen Buche, dann weist das darauf hin, daß zuerst kontinentales Klima herrschte, das später in ein Seeklima übergegangen ist. Ohne das Näherrücken des Golfstromes hätte die Buche nie so weit in Deutschland vordringen können; sie hängt vom mild-feuchten Seeklima ab.

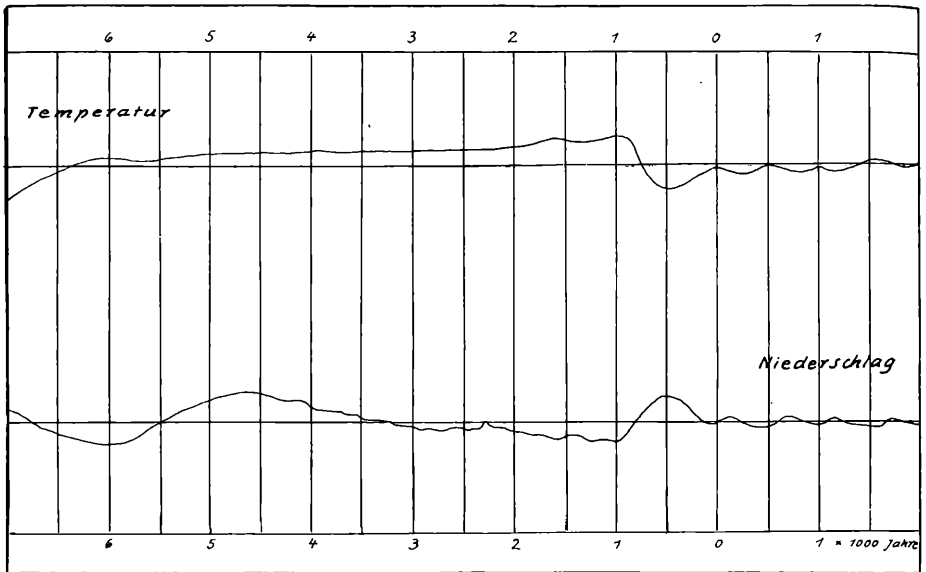


Abb.8: Temperatur (oben) und Niederschlag (unten) nach Gams 1923

Niederschläge - Seespiegel - Grundwasser

Die Niederschlagskurve von Gams zeigt um 4.600 einen Hoshststand, der seitdem nicht mehr erreicht wurde, ebenso die Kurve von Schwarzbach (1961). Der Spiegel des Neuenburger Sees weist nach Lüdi (1935) seit 11.500 zum erstenmal wieder zwischen 5.200 und 5.000 einen Hochstand über 432 m auf. Der Spiegel des Federsees übertrifft nach Wall (1961) um 4.650 alle Hochstände vor- und nachher, bei 581.85 m. Die Süßwasserkalkprofile von Wittislingen (Seitz 1952), die noch um 5.000 Trockenheit anzeigten, erfahren bis 4.830 neues kräftiges Wachstum auf 443.5 m. Der Eichenmischwald in Schwaben, dessen obere Grenze um 6.000 noch bei 400 m stand, steigt bis 4.800 auf 1100 m, um nach einer Scheitelhöhe von 1125 m um 4.000 wieder abzusinken; er steht heute bei 600 m (Langer 1959).

Gletscherstände

5.400 - 4.800: Ältere Larstigschwankung = Misox 2. Im Larstigtal bei Umhausen im Ötztal stellte Heuberger 1954 die Spuren von Gletschervorstößen etwa in den Ausmaßen von 1850 fest. Die Schneegrenzsenkung ist

auf 200 m zu berechnen. Von zwei Vorstößen ist die "ältere Larstigschwankung" in der Zeit zwischen 5.400 und 4.800 anzusetzen. Die 2. Misox-Kaltphase, die Zoller 1958 in der Südschweiz aufspürte, gehört in dieselbe Zeit, mit dem Scheitel um 5.000. Heuberger (1968) konnte von drei Vorstößen des Simonygletschers im Venedigergebiet den zweiten durch einen Holzfund auf der Moräne datieren: 5.270 v.Ztr. Die Moräne ist dann älter, etwa 5.300. Ein Holzfund an der Basis eines Moores vor dem Grünaugletscher im Hochstubaibai stammt von 5.400. Die Moräne ist dann jünger, etwa 5.350/5.300.

4.600 - 4.000: Jüngere Larstigschwankung = Misox 3. Gams wußte 1938 bereits von einem Gletschervorstoß, der zwischen 4.900 und 4.300 einzuordnen war. Mayr stellt 1964 die jüngere Larstigschwankung in die Jahrhunderte 4.600 - 4.400. Zoller zeichnet 1968 die jüngere Misox-Kaltphase (Misox 3) in seiner Übersichtstafel bei 4.700 - 4.200 ein. Heuberger konnte 1968 ein durch Eislawinen eines kleinen Kargletschers begrabenes Holz im Bunten Moor nahe der Dresdener Hütte auf 4.270 datieren. Heuberger konnte 1968 durch einen Holzfund unter Verschüttung vom dritten Hochstand des Frosnitzgletschers eine Zeit mit 4.180 feststellen. Die von Mayr 1968 gegründete Frosnitzschwankung in der Venedigergruppe zwischen 4.500 und 4.000 bedeutet für die Wärmezeit einen spürbaren Schnitt.

3.400 - 3.200: Piöra-Kaltphase = Rotmooschwankung. Bei Cadagno-Fuori in der Südschweiz konnte Zoller 1960 die Piöra-Schwankung feststellen. Ihr Vorstoß läßt sich grob zwischen 3.500/3.450 und 2.000 einordnen. Mayr konnte 1964 im Bunten Moor am Fernaugletscher in den Stubaier Alpen die Zeit auf 3.400 - 3.200 einengen. Patzelt trägt 1972 die Rotmoos-Schwankung der Stubaier Alpen in seiner Tabelle zwischen 3.250 und 2.500 ein.

Lechterrassen

Die Stufe vom Zehnerhof (Diez 10) erscheint 1 km nördlich Seestall und erstreckt sich bis zur Stadtgrenze von Landsberg, wo sie sich mit der nächst jüngeren kreuzt. Der Zehnerhof südlich Landsberg liegt auf ihr. Ihre Absatzzeit dürfte um 4.200 v.Ztr. liegen. Die Stufen 9 und 10 gehören auf Grund ihres geringen Höhenunterschieds und ihrer Bodenbildung enger zusammen. Es sind die ersten Stufen mit schluffig bis schluffig-feinsändiger Deckschicht ("Flußmergel") 10 - 20 cm stark. Diese Flußmergeldecke ist für alle folgenden Stufen kennzeichnend. Die enger

zusammengehörenden Terrassen 9 und 10 treffen zeitlich auf die enger zusammenhängenden Gletscherschwankungen Misox 1 und Misox 2+3.

Die Obere Epfachstufe (Brunnacker I = Diez 11) läßt sich von Apfeldorf bis etwa 1 km nordwestlich Epfach verfolgen, wo sie unter der unteren Epfachstufe verschwindet. Die Obere und Untere Epfachstufe sind nur wenige Meter gegeneinander abgesetzt. Der Ort Epfach erstreckt sich über beide. Im Talabschnitt Epfach-Dornstetten beträgt die Mächtigkeit des Schotterkörpers über dem Flinz im Mittel 1 - 3 m; sie steigt talab an.

Die enger zusammenhängenden Terrassen 11 und 12 können in die Zeiten der enger zusammenhängenden Gletscherschwankungen Piora 1 und Piora 2 fallen; dann läßt sich für die Obere Epfachstufe angenähert 2.800 v. Ztr. berechnen; für die Untere Epfachstufe 2.120 v.Ztr.

Schwemmholz

Während des Atlantikums ist im Donaugebiet kein nennenswerter Schotterabsatz feststellbar. Aus den Donauterrassen von Rutzendorf bei Wien ist eine Eiche geborgen worden, die nach den Jahrringen auf 5.050 datiert werden konnte (Becker 1972). Aus dem Steingraben bei Traunstein wurde eine Fichte freigelegt aus der Zeit 4.690. Vier zeitlich enger zusammenhängende Funde stammen von Egelsee bei Niederwil in der Schweiz (3.850), Burgäschisee in der Schweiz (3.825), Thayngen in der Schweiz (3.700) und Auvernier in der Schweiz (2.690).

Seeablagerungen

Der Ammersee hat ganz gewaltige Schwankungen durchgemacht. Noch vor etwa 5.500 Jahren (3.600 v.Ztr.) war er mehr als dreimal so groß wie heute; seine damaligen Ufer lagen 40 m höher. Ablagerungen aus dieser Zeit des maximalen Seestandes hat Clessin 1874 richtig erkannt und an den in ihnen massenhaft erhaltenen Seekreide-Mollusken gewisse Veränderungen im Formenbestand festgestellt (Gams 1924). Im Niedersonthofener See haben sich seit dem Abzug des Eises 21 m Schlamm abgesetzt (Reissinger 1930). Im Federsee hatte sich zunächst hauptsächlich Kalkmudde abgesetzt; später, gegen Ende von VII (2.700) bildete sich auf großen Flächen Lebermudde.

Kalktuffe - Almbildung

Die Kalktuffe von Wittislingen wachsen von 5.500 (442.3 m) bis 2.700 (447.2 m) um 4.9 m (Seitz 1952). Das Atlantikum ist die Zeit, in der die Kalktuffvorkommen im Alpenvorland hauptsächlich gewachsen sind (Jerz 1970). Nur wenige reichen ins Boreal zurück und dauern ins Subboreal hinein (Franke 1966).

Der basale Humushorizont von Altenerding konnte auf 4.815 datiert werden und damit das Einsetzen der Almbildung über ihm, nachdem durch ansteigen des Grundwasserspiegels und einer damit verbundenen verstärkten Quellttätigkeit die Torfbildung unterbrochen worden war (Jerz 1970). Einsetzen der Almbildung und postglaziale Bodenumlagerungen sind Zeugen zunehmender Niederschläge (Jerz 1970).

Tropfsteine

Das Wachstum der Tropfsteine in der Bärenhöhle bei Erpfingen hat teilweise schon mit dem Boreal um 6.800 begonnen, fällt aber fast ganz in das Atlantikum, mit dem es gegen 2.700 endet (Franke 1966).

Überdeckte Anmoorbildungen

Eine Altersdatierung aus einem überdeckten Anmoor auf dem oberen Niederterrassenfeld bei Eferding an der Donau ergab 5.420 (Kohl 1969). Ein anderes Anmoor auf dem unteren Niederterrassenfeld bei Eferding entstammt derselben Zeit: 5.415 (Kohl 1968). Ein drittes Anmoor im oberen Niederterrassenfeld im Donautal unterhalb Linz erbrachte 5.340 (Kohl 1968).

Torfkohle

Zwei radiodatierte Torfkohlen, von Sensau und Frauenneuharting stammen von 5.780 und 5.400 (Jerz 1970).

Tonlagen in Torfmooren

In zwei Torfmooren, bei Agathazell - mittlere Lage bei 330 - 340 cm (Paul-Ruoff 1932) und bei Buching-Berghof - obere Lage bei 770 cm (German-Filzer 1964) erwiesen sich beide Tonlagen als gleichalt: 4.690. Der Torf im Gurgler Rotmoos bei der Schönwieshütte hat in 2250 bis 2300 m eine geschlossene Folge von Tonschichten eingelagert, in denen die gleichzeitigen Gletschervorstöße zum Ausdruck kommen:

1. Tonschicht	265 - 250 cm tief	etwa	4.000 v. Ztr.
2. "	250 - 243 cm tief	"	3.300 "
3. "	243 - 225 cm tief	"	3.000 "
4. "	222 - 220 cm tief	"	2.700/2.650
5. "	219 - 192 cm tief	"	2.600/2.500
6. "	189 - 186 cm tief	"	2.400 v. Ztr.

Waldbäume

Die Hasel geht zurück. Nach 4.000 ist ihr Anteil unter den des Eichenmischwaldes abgesunken. In diesem tritt jetzt auch die Linde stark hervor; er beherrscht das Landschaftsbild. Während die Birke ihre Stellung halt, sinkt die Kiefer um 4.000 erneut und für längere Zeit auf geringe Werte ab. Gleichzeitig beginnt die Erle ihr Gebiet auszuweiten. Gegen 2.700 taucht die Buche auf (Wall 1961).

Im älteren Atlantikum (5.500 - 4.000) mit warmem Festlandsklima überwiegen immer noch ausgedehnte Kiefer- und Haselwälder, aber die Kurve für die Schwarzerle steigt stark. Gleichzeitig nehmen Ulme und Eiche rasch zu. Faulbaum und Roter Hartriegel wandern ein. Die Kräutergemeinschaften werden vom Wald verdrängt. Im jüngeren Atlantikum (4.000 - 2.700), mit warmem, feuchtem Klima, wird die Kiefer von Eiche, Ulme, Linde verdrängt. Unterwuchs aus Schwarzerle, Kirsche, Weißdorn, Schneeball, Himbeere, Stechpalme, Mistel und Efeu ist weit verbreitet. Am Ende erscheinen Buche und Tanne (Vedel-Lange 1964).

Das Jahresmittel der Temperatur liegt 2-3° höher als heute. Die Schneegrenze in Norwegen liegt um 170 bis 240 Meter höher als heute. Die Waldgrenze in den Nordalpen liegt 400 m höher als heute. Die heute um Windisch-Matrei nur 1400 m erreichende *Juniperus sabina* ist in der Würmezeit über den 2513 m hohen Kalser Tauern ins Stubachtal und die heute um Heiligenblut bis 2070 m, in der Teischnitz bis 2340 m reichende *Erica carnea* über den Tauernhauptkamm (Hochtor 2575 m, Pfandlscharte 2663 m) ins Fuscher Tal gewandert.

Pflanzennahrung

Vielleicht hat die mehlhaltige Wassernuß schon in der Ernährung des Mittelsteinzeitlers eine gewisse Rolle gespielt. Was das Pflanzenreich bot, gebrauchten die Jäger und Fischer nur nebenbei als Sammler. Es war wenig genug. Noch fehlten die Beerensträucher des Waldes und seine

wichtigsten Fruchtbäume, oder diese waren selten. Nur der Haselstrauch gab reichlich Nüsse, und diesen Strauch mögen die Menschen bei seiner natürlichen Ausbreitung unterstützt haben.

Kulturstufen

Ältere mesolithische Kulturen (Azilien, Tardenoisien) reichen von etwa 7500 bis 2200. Wir sind ihnen schon an zahlreichen Stellen im Land-kreisgebiet begegnet.

Am Ende der mittleren Wärmezeit, nach 2700, kommen von Osten her, der Donau entlang, neue Menschengruppen. Sie bringen den Getreidebau mit und suchen Ackerboden, sie schleifen und bohren ihr Steinwerkzeug und brennen Töpfe aus Ton. Sie gründen größere Siedlungen für mehrere Familien und bauen Ställe und Zäune für Haustiere. Der Mittelsteinzeitler aber sieht verwundert dem neuen treiben zu, hält Abstand und bleibt noch für mehrere Jahrhunderte als Jäger und Fischer am Wasser und in den Wäldern. Er hält die neue Zeit nicht auf. Der Ackerbau hat seinen Einzug gehalten; er ernährt viel mehr Menschen.

VIII. Späte Wärmezeit - Subboreal - Buchenzeit, 2700 - 600 v.Ztr.

Die späte Wärmezeit ist durch die schärfsten Klimagegensätze der Nach-Eiszeit gekennzeichnet. Drei ganz außergewöhnliche Hochwasserfluten und zwei starke Hitze-Trocken-Zeiten bringen alles Leben durcheinander. Für den Menschen bedeuten vier Unruhezeiten erhebliche Veränderungen:

- 1900 - 1860: Ende der Bandkeramik, der Altheimer und Schussenrieder Kultur
- 1550 - 1500: Ende der Kupferzeit und der frühen Bronzezeit
- 1200 - 1150: Ende der Hügelgraberbronzezeit
- 780 - 720: Ende der Urnenfelderbronzezeit. Die Hallstattzeit leitet die frühe Eisenzeit ein.

Zweimal flohen die Menschen in den Trockenzeiten von den Höhen in die Niederungen zum Wasser, um 2200 und um 1200; zweimal flohen die Menschen vor den Wasserfluten auf die Höhen, um 1800 und um 800.

Gletscherschwankungen

2.650 - 2.470: Piora-Kaltphase, nach Zoller (1968): 2.700 - 2.150.
Durch Zirbenstämme in der Endmoräne des Oberaargletschers im Berner

Oberland, datiert auf 2.650 (Heuberger 1961). Eine mit Radiokarbon-daten in der Süd- und Mittelschweiz belegte Waldauflichtung (nach 3.500 und vor 2.000) fällt zeitlich mit dem Vorstoß des Oberaargletschers zusammen (Heuberger 1968). Die Rotmoos-Schwankung, die sich im Rotmoos als Tonschicht von 192 - 219 cm abzeichnet, fällt auf etwa 2.600 bis 2.300 (Bortenschlager 1970). Kral stellte 1972 einen Vorstoß des Hallstätter Gletschers für die Zeit um 2.650 fest.

1400 - 1300: Simming a (Mayr 1964). Der Simmingferner ist zu dieser Zeit um 750 m länger als 1850. Der Fernaufneraer ist 160 m länger als 1850 und der Hallstätter Gletscher stößt um 1350 vor. Eine "stärkere Absinkbewegung des Meeresspiegels zwischen 1400 und 1200 fällt mit einem Gletschervorstoß zusammen" (Müller 1962). Ein Stück Holz unter der Moräne des Frosnitzgletschers wurde auf 1390 datiert (Patzelt 1967). In die Zeit zwischen 1480 und 1280 fällt im Dachsteingebiet eine klimabedingte Walddruckgangsphase; die Waldgrenze liegt um 1310 bei 1780 m. (Kral 1972).

880 - 720: Simming b (Mayr 1964). Der Simmingferner ist wenigstens 300 Meter länger als 1850. Der Fernaugletschervorstoß beim Bunten Moor von 870 zeigt um 690 eine Unterbrechung (Mayr 1968). Auch der Göschenalp-vorstoß ab 880 zeigt um 700 eine Unterbrechung (Zoller 1966). Der Hallstätter Gletscher stößt um 830 zum zweitenmal vor (Kral 1972). Die 15.Tonschicht im Gurgler Rotmoos, von 75 - 67 cm zeigt einen Gletschervorstoß für diese Zeit an (Bortenschlager 1970).

Tonschichten

Der Torf im Gurgler Rotmoos ist von vielen Tonschichten unterbrochen; es sind die Marken der Gletschervorstöße:

um 2320: 7.Schicht 174 - 173 cm Tiefe, gleichzeitig mit der oberen mächtigsten Lage im Agathazeller Moor.

um 2150: 8.Schicht 169 - 168 cm

um 2000: 9.Schicht 162 - 154 cm

um 1850: 10.Schicht 150 - 147 cm

um 1680: 11.Schicht 142 - 140 cm

um 1550: 12.Schicht 136 - 125 cm

um 1450: 13.Schicht 122 - 116 cm

um 1350: 14.Schicht 99 - 91 cm

Schwemholz- Baumstämme im Kies

Nach 260 Jahren Pause:

- um 2430 Asten-Fischling bei Linz an der Donau
- um 2425 Auvernier in der Schweiz
- um 2425 Linz-Donau
- um 2400 Krofdorf-Donau
- um 2350 setzt wohl katastrophenartig eine neue Sedimentationsphase ein, die die überragend große Schottermächtigkeit von 12 m in der Donau bei Linz erreicht hat und in großer Zahl Stämme eines Eichenmischwaldes der Harten Au, zum Teil mit Wurzelstöcken ausgerissen und eingekiest hat (Kohl 1968).
- um 2350 bei Krumbach in 2 m Tiefe
- um 2320 bei Pulling südlich Freising
- um 2250 Fischling-Donau
- um 2240 Fischling-Donau
- ? (2300) Gundremmingen-Donau in 5-7 m Tiefe
- ? (2300) Lechhausen-Autobahnsee in 5-7 m Tiefe
- um 2150 Linz-Asten
- um 2140 Graz, in Murterrassen im Stadtgebiet in 6.40 m Tiefe
- um 2120 Linz-Pichling-Asten

Es folgt eine Pause von 110 Jahren.

- 2010 Höchstätt-Donau (jahrringdatiert)
- 1620 Höchstätt-Donau (jahrringdatiert)
- 1465 Ottersdorf (jahrringdatiert)
- um 1250 Regensburg-Donau, 4-5 m
- um 1250 Senden-Donau, 4-5 m
- 1250 Regensburg-Donau (jahrringdatiert)
- um 1195 Trübenensee-Donaufeld
- um 1180 Rot bei Gaildorf in Württemberg
- um 1160 Trübenensee-Donaufeld
- 1130 Senden-Donau (jahrringdatiert)
- um 1120 Trübenensee-Donaufeld
- um 1115 Sonderheim bei Günzburg-Donau
- um 1040 Züricher See
- um 1015 Zug-Sumpf
- um 1000 Unteruhldingen
- 948 Blindheim-Donau (jahrringdatiert)

Es folgt eine Pause von wenigstens 150 Jahren, bis nach 800 v.Ztr.

Die Sintflut - um 2350 v.Ztr.

Woolley fand bei seinen Ausgrabungen im Zweistromland zwölf Meter unter dem Stadtgebiet von Ur eine Tonschicht mit zweieinhalb Meter Dicke als Zeugen einer ungeheuren Flutkatastrophe. Auch unsere Seen und Flüsse tragen noch deutliche Narben aus dieser Zeit. Der Federsee erreichte einen Hochstand von 581,5 m, der Neuenburger See von 432,8 m. In den Niederschlagskurven von Gams (1923) und Schwarzbach (1961) liegen die Spitzen bei 2350 v.Ztr. Das ist dieselbe Zeit, in der Gams (1923) die Sintflut in Mesopotamien und die Deukaleonische Flut in Thessalien einordnet. Im Bodenprofil an der Schussen bei Ravensburg stellte Bertsch eine 4,10 m starke Schicht in 7,30 - 3,20 m Tiefe fest, die offenbar von einer einzigen Hochwasserkatastrophe abgesetzt wurde. Im Donaubeck bei Gundremmingen liegen Eichenstämme unter 5-7 m Kies. An der Basis der Pullingstufe im Isartal zwischen München und Freising wurden Baumstämme aus der Zeit 2320 ± 110 Jahren freigelegt. In den Torflagern von Agathazell bei Sonthofen weist die obere zugleich mächtigste Tonlage in 240 bis 280 cm Tiefe auf dieses Hochwasser. In zwei Meter Tiefe unter Krumbach liegen Baumstämme, die auf Grund der Pollenanalyse in die gleiche Zeit gehören. Im oberen Hochflutfeld an der Donau bei Linz wurden in 10 bis 12 m Tiefe über 30 Baumstämme geborgen, deren Alter durchweg um 2350 liegt. Diese Bäume sind katastrophenartig ausgerissen und eingeschottert worden. Zu ihnen gehören sicherlich auch die Bäume, die im 7 m tiefen Lechkies aus dem Autobahnsee Augsburg-Ost gehoben wurden.

Wenige Funde aus dem Lech- und Wertachkies zeigen an, daß auch hiesige Bewohner in die ungeheure Flut hineingezogen wurden:

eine Streitaxt aus Stein im Lech bei Langweid
 ein Arbeitshammer aus Stein im Lech bei Augsburg
 ein Flachbeil aus Stein im Senkelbach in Augsburg

Diese sieben Meter dicke Kiesschicht von unbekannter Breite (wahrscheinlich 3 km) im Lechbett bei Augsburg gehört wohl zur unteren Eprachstufe (Brunnacker II, Diez 12), die gegen 2120 zur Ruhe gekommen sein dürfte. Zur Nasse kam die Kälte, denn die Gletscher waren in der Piora-Kaltzeit (2700 - 2120) wieder um etliches gewachsen.

Die untere Eprachstufe (Brunnacker II = Diez 12)

Diese Stufe erscheint nach dem Durchbruch des Lech durch die Endmoräne erstmalig bei Kinsau als breite Terrasse. Nach einer kurzen Talstrecke

mit verhältnismäßig starkem Gefälle und starkem einschneiden etwa zwischen Lechblick und Lechmühlen erreicht die Terrasse das Gefälle des heutigen Talbodens (etwa 3 ‰) und überlagert talab die Stufe 10 in der Höhe von Landsberg, die Stufen 9 und 8 wenige km nördlich Kaufering. Bei Klosterlechfeld stellt sie sich auf gleiche Höhe mit Stufe 6, die sie nur noch bis zu 20 cm Flußmergelschicht überdecken konnte.

Der Absatz dieser Stufe könnte etwa in die Zeit um 2120 fallen. Zu dieser Zeit weist die Grünerle im Simmental einen Tiefstand bei 1980 m auf, die Fichte einen solchen bei 1900 m, die Tanne wurde um 100 m herabgedrückt auf 1295 m, die Buche geht zurück. Es ist das Ende einer Schwemmholtzreihe mit 13 Daten von 2430 bis 2120, einer Zeit der Gegensatz-Wetterlagen: Übertriebene Hitze - übertriebene Unwetterschläge.

Der weitere Klimagang

2200 - 1800: Die Hochwasser sind verlaufen, die trockene Zeit kehrt zurück, erreicht aber nicht mehr die gleiche Wärme wie vorher. Die Sükwasserkalkprofile von Wittislingen zeigen für 2140 und 1900 besonders deutliche Grundwasserabsenkungen. In den Mooren finden sich Trockenhorizonte. Potoniés Grenzhorizont wurde im Großen Moor bei Gifhorn in der Lüneburger Heide mit C14 auf 2000 datiert. Brooks vermerkt 1926 für 2200 - 2000 einen Tiefstand der Niederschläge und auch für 2000 bis 1300 weniger Regen als heute, es ist trocken und warm.

Während der Jungsteinzeit war der Federsee kleiner als heute, was auf einen trockeneren Klima-Abschnitt hinweist, der um 2200 - 2000 seinen Höhepunkt gehabt zu haben scheint. Zwischen 2350 und 1600 v.Ztr. zeigt der Neuenburger See sein stärkstes Absinken, von 433 m auf 427,3 m um mindestens 5,7 m. In der Schicht der Schussenrieder und Michelsberger Kultur in Ehrenstein (Ulm) wurden Knochen des indischen Kranichs gefunden, der heute nur noch in Südindien vorkommt. Der archaologische Befund spricht dafür, daß zur Endjungsteinzeit die Talauen besiedelt waren; es muß zu dieser Zeit ein trockenes Klima geherrscht haben. Die Alb war wasserlos; die Jungsteinzeit fehlt auf der Albhochfläche fast ganz, abgesehen von ein paar Randsiedlungen, wie dem Lochenstein und der Limburg und einigen Einzelfunden. Das Unterland, das Neckarland war zu dieser Zeit recht dicht besiedelt. Es ist die Zeit der älteren Pfahlbauten. In ihnen sind Weißtanne, Eibe, Bergahorn und Esche besonders stark vertreten. Der Ackerbau beschränkt sich auf wenige Arten: Weizen, Gerste, Erbse, Flachs. Rind und Hund überwiegen stark die anderen Haustiere.

Das sommerliche Hochwasser des Bodensees erreichte am Ende der Jüngeren Steinzeit um 1800 394 m, das sind 6 m weniger als um 8000 und 2 m mehr als am Ende der Bronzezeit gegen 800 (heute 397 m).

Um 1800 v.Žtr.: Der trockene Klima-Abschnitt 2200 - 1800 wurde abgelöst von einem niederschlagsreicheren, der aber noch trockener war als der gegenwärtige. Irgendwann zu dieser Zeit um 1800 war eine Hochwasserkatastrophe - eine kurze Herrschaft der Fluten, die viele Pfahlbauten zerstörten. Auffälligerweise lassen sich in den Tal-Alluvionen nur zwei Perioden der Vorgeschichte durch Funde nachweisen, nämlich Endsteinzeit (Schnurkeramik und Glockenbecherkultur) und Endbronzezeit (Urnenfelderkultur). Dabei werden die Funde aus einer Tiefe geborgen, die nur den alten Talboden der vom Hochwasser weggerissenen Wälder verkörpern kann.

1800 - 1200: Die Hügelgraber-Bronzezeit war auf der Alb auffallend stark, im Neckarland nur schwach vertreten. Während der feuchten mittleren Bronzezeit bot die Alb günstigere Lebensbedingungen als das Unterland. Diese feucht bis nasse Periode trennt die ältere und jüngere Pfahlbausiedlung. In der älteren Bronzezeit erscheinen Hafer und Hirse, Kolbenhirse und Bohne nördlich der Alpen. Die Wassernuß *Trapa natans* hatte ihre Hauptverbreitung in Oberschwaben in der Bronzezeit. Die Blumenbinse erfuhr in der Bronzezeit eine gewaltige Ausdehnung, was auf eine starke Vernässung des Moores hinweist. Die Fieder-Zahnwurz *Dentaria pinnata* wandert als Begleiter der Buche vom Genfer See zum Bodensee, als Zeuge einer feuchteren Zeit. Zwischen 1400 und 1300 kommt es zu Gletschervorstößen und auch die Niederschläge steigern sich nach 1300 zu einer Spitze.

Die Obere Lorenzbergstufe (Brunnacker III = Diez 13)

Die obere (Diez 13) wie die untere (Diez 14) Lorenzbergstufe sind nur sehr lückenhaft erhalten. Die Gesamtmächtigkeit des Terrassenkörpers über dem Flinz dürfte bei 1 - 3 m liegen. Die Flußmergeldecke ist gewöhnlich etwas über 20 cm entwickelt. Die obere Lorenzbergstufe (Diez 13), auf der die Kapelle steht, läßt sich mit einem Terrassenrest westlich Schongau (oberhalb des Lexenbaches) verknüpfen. Sie erstreckt sich über Lagerlechfeld hinaus, ohne eine der älteren Terrassen zu kreuzen. Die obere Lorenzbergstufe paßt wohl am ehesten auf den Temperaturknick um 1350 v.Žtr.

Die trocken-warme Zeit von 1200 bis 800 v.Žtr.

Nach der nassen Zeit vor 1300 sanken die Seen rasch wieder zu einem zweiten Tiefstand. Während dieser Trockenzeit wurden die meisten Siedlungen in feuchtere Gegenden gelegt und außerdem findet sich Landwirtschaft in Höhen, die heute über der Baumgrenze liegen und sogar über Pässen, die heute vergletschert sind. Der Verkehr über die Alpenpässe erreichte einen Hochstand. Viele Moore zeigen einen Grenzhorizont, z.B. das Wittmoor bei Hamburg um 960 v.Ztr. (C14-datiert). Die Kalktuffbildung im Gebiet der Schwäbischen Alb erfuhr eine kurze Unterbrechung. Dem Ausmaß des in der Bronzezeit wärmeren Klimas entspricht:

- eine um rund 3 Breitengrade südlichere Lage
- eine um etwa 2.5° höhere Jahres-Mittel-Temperatur
- eine um gut 300 m höhere Waldgrenze

Urnenfelderleute

Eine Naturkatastrophe gab die Veranlassung zu der großen Wanderbewegung der Völker der Spätbronzezeit gegen 1200 v.Ztr. Die Bewegung ging von den Räumen aus, deren Bevölkerung bei einer Trockenzeit zur Auswanderung gezwungen sein mußte, nämlich von den großen Tiefebene an der Theiß und der unteren Donau, von der Ukraine bis Turkestan. Die Urnenfelderkultur der Spätbronzezeit ist die Kultur einer aus dem östlichen Mitteleuropa eingewanderten illyrischen Bevölkerung, also derselben Völkergruppe, von der sich Teile vom Donaauraum aus nach Italien, Griechenland, Kleinasien und Palästina, ja bis nach Ägypten gewandt hatten.

In Mitteleuropa hat die Trockenzeit wohl bald nach 1250 begonnen. Die Zuwanderung der Urnenfelderleute und der Tiefstand der Seen, der den Strand besiedelbar machte, mag gegen 1200 erfolgt sein. Die Spätbronzezeit war auf der Alb nur schwach, im Neckarland stark vertreten - die Alb war wasserlos.

Die Alpen

Das Klimaoptimum fällt im Alpengebiet sicher in die Urnenfelderstufe und früheste Hallstattzeit. Die für zahlreiche Alpentäler nachgewiesene Erhöhung der Wald- und Baumgrenze um 100 - 250 m über die heutige und die Einwanderung südlicher und östlicher Pflanzen und Tiere fällt höchstwahrscheinlich in dieselbe Zeit. Die Kieferngrenze lag 150 bis 300 m höher als heute. Am Rothorn ob Brienz fand Kasthofer fußdicke Fichtenstöcke wohl 300 m höher am Bergrat als der oberste Saum der jetzigen Fichtenwäldungen.

Die Wald- und Baumgrenze hat erst in der ausklingenden Wärmezeit ihren Höchststand erreicht, wahrscheinlich zweimal: gegen 1800 und gegen 800 v.Ztr. Die Alpen waren weniger stark vergletschert als heute, nicht mehr als in den trockensten Perioden des Mittelalters, in denen ebenfalls ein lebhafter Verkehr über heute vergletscherte Pässe stattfand. Die Besiedlung war sehr dicht. Bronze- und frühhallstattzeitliche Gußstätten und Bergwerke reichten in Gebiete, wo heute wieder Eis herrscht. Der Eichenmischwald geht zurück, die Buche breitet sich aus.

Kultur

Im Schweizer Mittelland wurden die ersten Getreidefelder um 2700 angelegt (C14-datiert, Zoller 1962). Das Auftreten des Ackerbaues zeigt sich in den Pollendiagrammen mit dem Erscheinen zahlreicher großer Gräserpollen, die vom Getreide stammen, außerdem von Körnern der wichtigsten Getreideunkräuter, wie Kornblume, Ackerwinde, Ackerknöterich. Die sich mit der ersten jungsteinzeitlichen Landnahme auf Brachen entwickelnden lichteiche Folgewälder und -gebüsche des ursprünglichen Buchenbestandes sind durch ganz Mitteleuropa in vielen Pollenprofilen durch scharfe Maxima der Birken, Erlen und Hasel belegt. Von den Einflüssen der Beweidung zeugen die vielerorts plötzlich emporschnellenden Kurven des Heidekrautes oder vom Adlerfarn. In den jüngeren Pfahlbauten ist die Milchwirtschaft zu Gunsten der Schafzucht, der Hülsenfruchte und des Getreidebaues zurückgegangen. Die Eibe hat stark abgenommen, die Föhre dagegen zugenommen.

Klimasturz 800 - 600 v.Ztr.

In eine ausgeprägt trocken-warme Zeit bricht ziemlich unvermittelt ein Höchstmaß an Niederschlägen ein, die seitdem nie mehr erreicht wurden (Brooks 1926). Die Jahresmitteltemperatur erreicht in den letzten 9000 Jahren ihren Tiefststand um 600 v.Ztr. (Gams 1938). Die Juli-Mitteltemperatur ist stetig im sinken. Um 800 noch 17.6° , um 600 17.0° , um 300 16.5° (Groß 1958).

In den Alpen rücken die alten Gletscher wieder vor: Simming b₂ 660 bis 320, mit dem Hochstand bei 600 (Kral 1972). Der Simmingferner ist bei seinem zweiten Vorstoß von 690 bis 330 wenigstens 300 m länger als 1850 (Mayr 1968). In diese Zeit fällt auch der zweite Teil der Göschener Kaltphase (Zoller 1966). Der Chelengletscher bei der Göschener Alp stößt von 320 bis 310 vor (Zoller 1966). Der dritte Hallstätter Glet-

schervorstoß fällt in die Zeit von 600 - 500 (Kral 1972).

Aus den Befunden und Beobachtungen kann wohl schwer etwas anderes gefolgert werden, als daß um diese Zeit das Klima von einem Extrem ins andere umgeschlagen ist, von trocken-warm in naß-kalt. In welchem Zeitraum dies geschah und in wievielen Wellen ist dabei gar nicht so erheblich; jedenfalls scheint das Klima seine Entwicklungsrichtung zur Verschlechterung bis gegen 600 v.Ztr. beibehalten zu haben. Es ist das Ende der Wärmezeit, das Ende der Bronzezeit, das Ende der Pfahlbaukultur.

Bergstürze - Seen - Meere

Viele der postglazialen Bergstürze dürften durch die gewaltigen Regensmengen ausgelöst worden sein (Gams 1923). Ebenso können die am Kuhberg bei Ulm nachgewiesenen Hangrutschungen wenigstens zum Teil hierher gehören. Der früheste Zeitpunkt der älteren Rutschung wird durch Scherben als bronze- bis hallstattzeitlich datiert (Groschopf 1950). Vorhandene Seen steigen stark an wie der Saalachsee, Ammersee, Federsee, die Schweizer Seen unter Bildung von Strandwällen und Uferterrassen, Vernichtung sämtlicher Pfahlbauten und sonstigen Ufersiedlungen. Schließlich brechen der Ammersee, der Tölzer See und der Federsee aus (Gams 1923). Neue Seen bilden sich bei München, Pölz, Memmingen, Ravensburg usw. Die große Mächtigkeit der Seekreide und Almlager weisen in ihrer Bildung auf klimatische Ursachen (Gams 1923). Im Tölzer See im Isartal setzten sich nicht weniger als 20 m Chara-Kreide ab (Gams 1924). Der Bodensee wies mit seinem sommerlichen Hochwasser am Ende der Bronzezeit einen Stand von 392 m auf (Reinerth 1953); er stieg wohl auf 400 m (Gams 1924), 3 m höher als heute. Der Federsee stieg zwischen 800 und 600 um 1.2 m, von 580.3 auf 581.5 m (Wall 1961, 272); es war der letzte große Anstieg.

Die heutige Küstenlinie der südlichen Nordsee wurde in ihren wesentlichen Zügen ausgebildet. Während des Ansteigens des Meeresspiegels wurde der Kanal weitgehend bis zu seiner heutigen Breite ausgeräumt, die letzten Reste der Doggerbank zerstört und durch die Brandung abgetragen. Die Gezeiten bildeten sich heraus (Smolla 1954).

Quell-, Fluß- und Seeablagerungen

Nach der trockenen Urnenfelderzeit erfolgt an der Egau bei Wittislingen ein neuerlicher Anstieg des Grundwassers, der bis in die keltische

Zeit andauert (Seitz 1952. 1956). Quellen zeigen vermehrte Wasserführung und setzen Quellgyttia, Alm und Quelltuff ab. Hierher gehört der weitaus größte Teil der jüngeren Kalktuffe, so der größte Teil der ungefähr 1200 Jahresschichten des Tuffis an der Moosach und der jüngeren Tuffe Schwabens, der Erlentuff von Leine und viele andere (Gams 1923). Im Gebiet der Schwäbischen Alb haben sich im letzten Jahrtausend v.Ztr. mächtige Kalktufflager als Auswirkung des feuchter werdenden atlantischen Klimas gebildet (Rieth 1938). Sie hatten in der trockenen Urnenfelderzeit eine Unterbrechung erfahren (Groß 1958).

Die vielfach anzutreffende Aufschüttung von Auelehm (Hochwasserlehm) geht meist auf diese Zeit zurück (Gams 1923). Die Überdeckung der Moorenbildungen des württembergischen Unterlandes mit Auelehm (Dahenfeld, Sindelfingen, Nußingen und Herrenberg) im Buchenanstieg kann nur auf die Einschwemmung infolge größerer Niederschläge zurückgeführt werden (Bertsch 1940). Im Profil Burgau im Mindeltal liegt dem Torf eine 50 cm starke Mineralbodenschicht auf (Langer 1958). Auf dem Torf in der Höll bei Wertingen liegt eine 50 cm starke kalkreiche Auelehmschicht (Fischer 1936). Die obere Flußmergelschicht bei Pulling kann man als Zeugen für den Klimasturz um 800 v.Ztr. auffassen (Brunnacker 1959). Der auf der Heimertinger Vorterrasse liegende Auemergel stammt aus einer Zeit, die allgemein durch derartige Verschwemmungen gekennzeichnet ist. Der schwarze tonige Boden zeigt größte Ähnlichkeit mit dem Pechanmoor, wie es für diese Stufe bei Freising zum Teil geradezu typisch ist. Die weitflächige Eindeckung des östlichen Bereiches des Erdinger Mosses mit Auemergel ist gleichalt (Brunnacker 1959).

Schotterschwemmkegel in den Flüssen

Das nacheiszeitliche Alter eines Schwemmkegels wurde zuerst von Graul und Groschopf an der Iller bei Ulm erkannt (1952). Alle hierher gehörenden Funde sind nicht älter als endjungsteinzeitlich und nicht jünger als urnenfelderzeitlich (Graul-Groschopf 1952). Die mächtigen vorgeschichtlichen Hochwasserabsätze in den verschiedenen Flußtälern können wohl nicht mehr als Folge von einzelnen Überschwemmungen angesehen werden, sondern müssen ihre Ursachen in klimatischen Schwankungen haben. Im Bereich des Iller-Schwemmkegels ist von der eigentlichen hochwurmzeitlichen Niederterrasse nichts mehr erhalten. Sie wurde restlos abgetragen. Die weite Verbreitung der humosen Ablagerungen, ihre übereinstimmende Tiefenlage, die Baumstammfunde, die vorgeschichtlichen Funde sprechen dafür, daß die Talaue im unteren Iller- und Donautal

ehemals 4 - 5 m tiefer lag als heute. Um ein Tal auf etwa 20 km Länge in der ganzen Breite in kurzer Zeit aufzuschottern, müssen gewaltige Mengen von Sand und Kies verlagert werden, die nur bei Hochwasserkatastrophen bewegt werden können.

Auffälligerweise lassen sich in den Talaufschüttungen des Mains bei Bamberg nur zwei Perioden der Vorgeschichte durch Funde nachweisen, nämlich Endjungsteinzeit, etwa 1800 v.Ztr. und Endbronzezeit, etwa 800 v.Ztr. Dabei werden die Funde aus einer Tiefe geborgen, die nur den alten Talboden der Rannenwälder verkörpern kann. Die erste alles umstürzende und mitsichreißende Flutwelle muß sehr hoch und heftig gewesen sein, da nur in den seltensten Fällen sich noch Äste an den Stämmen befinden, die Einbettungsschicht aus groben Kiesen besteht und sehr mächtig ist.

Moore

Das starke Wachstum der Moore deutet auf gewaltige Regenmassen. Die Hauptmenge des Moostorfes unserer Hochmoore ist in den auf 800 v.Ztr. folgenden Jahrhunderten gebildet worden. Wälder und Heiden, die sich auf Mooren angesiedelt hatten, gehen unter; Moore wachsen über vorher nicht vertorften Waldboden hinaus. Über einem Bohlweg im Gallmoos bei Agathazell wachsen erneut 1.2 m Torf.

Waldbäume

In Süddeutschland deuten außerhalb des ozeanischen Klimabereichs das vorübergehende Absinken der Buchen- und Tannenkurve auf eine kurze Periode besonders starker Winterkälte hin, die man mit dem Klimasturz um 800 in Verbindung bringen kann.

Der kontinentale Eichenmischwald wird vom atlantischen Buchenwald abgelöst. Die größte Entfaltung zeigt die Buche in Mitteleuropa um 800. Die Einwanderung erfolgte einerseits von Südwesten (Lyon) um den Westflügel der Alpen, andererseits von Südosten (Laibach) um den Ostflügel der Alpen herum. Föhre, Lärche, Eiche, Hasel und andere wärmebedürftige Bäume und Sträucher gehen zurück, subalpine und alpine Arten steigen weiter ins Vorland herab, Wassernuß und Nixenkraut sterben in vielen Gegenden aus; dafür breiten sich die feucht-kuhl-liebenden Fichten, Weißtannen, Eiben und Erlen stark aus, am meiste aber Buche und Erle.

Die klimatischen Verhältnisse bringen auch eine viel weiter gehende und verfeinerte Aufgliederung und Zonierung der Waldgesellschaften. Fichte, Buche und Tanne werden kennzeichnende Baumarten.

Den begrenzenden Faktor für die Fichte stellt das Klima zusammen mit der Höhenlage. Die Fichte liebt kühlfuchte Sommer und eine mehrmonatige Winterruhe, hohe Luftfeuchtigkeit und stellt auch höhere Ansprüche an die Bodenfeuchtigkeit. Der Vorlandbergwald mit Buche, Tanne, Fichte strahlte nur mit seiner Randzone in das südliche Schotterland ein und besetzte hier im wesentlichen die hohen Rücken der Altmoräne und der Deckenschotterriedel. Daneben stockte dieser Wald auch auf den Tertiärböden der Hänge, die ja eine mögliche niedrigere Luftfeuchtigkeit durch höhere Bodenfeuchte ausgleichen können.

Waldgrenze

Die Wald- und Schneegrenze der Alpen muß während der Urnenfelderzeit 300 - 400 m höher gelegen haben als heute. In den Zentralalpen sind die Höhengrenzen um 150 - 200 m und in den Nordalpen um 400 - 500 m herabgedrückt worden. Der Unterschied ist bedingt durch das Landklima in den Zentral- und dem Seeklima in den Nordalpen. Eine Herabdrückung der Waldgrenze um 100 - 250 m könnte wohl durch eine Erniedrigung der Sommertemperatur um $1 - 2^{\circ}$ und eine Erhöhung der jährlichen Niederschlagsmenge um etwa 20 cm erklärt werden. Andersson berechnet für Skandinavien aus dem Gebietsverlust der Hasel eine Wärmeabnahme von 2.4° , aus dem Restvorkommen der Ulme eine solche von 2.7° und aus dem Rückgang der Waldgrenze Norwegens eine Abnahme von $1.9 - 2.2^{\circ}$.

Wie die Siedlungen und landwirtschaftlich genutzten Flächen auf ein Minimum zurückgedrängt wurden, so werden auch viele xerotherme Pflanzen und Tiere wenn nicht vernichtet, so doch auf kümmerliche Reste ihres subborealen Areals zurückgedrängt worden sein.

Überdeckte Urnenfelderschicht

In Wittislingen fand Seitz eine verhältnismäßig mächtige Einschwemmungsschicht unmittelbar über den Siedlungsresten der Urnenfelderkultur. In der Höll bei Mertingen liegt über einer frühhallstattzeitlichen Bronzenadel eine Schwemmlehmüberdeckung von einem halben Meter Stärke. In der Talsohle zwischen Mauern und Hütting, die seit der Hallstattzeit wasserlos ist, stellte Eckstein sechzehn urnenfelder-

zeitliche (Hallstatt B3) Grabhügel fest, die einen Meter hoch verschüttet sind. Im Wiesental von Ahausen bei Meersburg wurden Menschenschädel und Verschwemmte Buchenstämme in zwei Meter Tiefe angetroffen. In Reutlingen-Unterhausen lag eine Urnenfelderzeitliche Kulturschicht unter einer zwei Meter hoch angeschwemmten Schicht. Auf dem Lochenstein bei Hausen am Tann bei Balingen lagen mächtige Abschwemm-Massen über der Kulturschicht der späten Bronzezeit, die von uberaus starken Niederschlägen zeugen. Über diesen Schwemmschichten fand sich eine Kulturschicht der späten Hallstattzeit.

Bronzefunde aus dem Lech

Im Donaubett bei Donauwörth wurden durch einen Bagger Bronzeunde unter 6 - 8 m Kies gehoben. Aus dem Lechbett bei Augsburg wurde im Kies ein bronzenes Randleistenbeil der Frühbronzezeit geborgen. Aus dem Lechbett bei Hochzoll wurde eine Schwertklinge und ein Absatzbeil der Hügelgräberbronzezeit gefunden. Ein endständiges Lappenbeil der Urnenfelderzeit wurde im Lechbett bei Augsburg entdeckt.

Auffällig ist das Fehlen bronzezeitlicher Grabhügel auf der Lechniederterrasse. Da sie nur als Grünland benutzt und nicht beackert wurde, müßten Grabhügel erhalten sein. Die vorhandenen Grabhügel enthalten immer nur Beigaben der Hallstattzeit, niemals der Bronzezeit.

Es ist der Schluß naheliegend, in den Bronzezeitfunden im Lechbett die Reste von Grabhügeln abgerissener Uferstreifen zu sehen. Das Klima war vorher so trocken und warm, daß die Menschen ihre Siedlungen in die Nähe des Wassers gelegt hatten.

In den Alpen.

Vorrückende Gletscher zwangen zum Abbruch des bronze- und frühhallstattzeitlichen Verkehrs und auch des Bergbaus in den Alpen. Die Siedlungen in den Alpen gingen auf eine Mindestzahl zurück, nur wenige hielten sich in den wärmsten Tälern. Der Verkehr über die Pässe erreichte einen Tiefststand. Aus den 700 Jahren von 850 bis 150 v.Ztr. fehlen Funde aus den Alpen so gut wie ganz.

Flucht vor dem Wasser.

Die Prählbaukultur an unseren Seen geht unter, In Schlesien konnte Geschwendt 1934 an Hand von über 60 Fundstellen nachweisen, daß die

Siedlungsspuren von der Jungsteinzeit bis über die jüngste Bronzezeit überwiegend im alluvialen Überschwemmungsgebiet liegen, während von da an mit verschwindend geringen Ausnahmen das Überschwemmungsfreie Dilluvialland die Funde lieferte. Der archäologische Befund spricht dafür, daß zur Endbronzezeit die Talauen besiedelt waren. Es muß also vor 800 ein trockenes Klima geherrscht haben.

Nach dem Klimaumschwung zu Beginn der Früheisenzeit nach 800 bot die Schwäbische Alb günstigere Lebensbedingungen als das Unterland; sie wird nun bevorzugtes Siedlungsgebiet. Der Dinkel, der schon im spät-urnenfelderzeitlichen südwestdeutsch-schweizerischen Gebiet Hauptgetreide war, scheint sich besonders gut gehalten zu haben.

Nach Sernander hat die Klimaverschlechterung am Ende der Bronzezeit einen katastrophalen Charakter gehabt - es ist der Fimbulwinter der Edda. Es handelt sich um eine Änderung der Umwelt in so großem Ausmaß, daß das Wirtschafts- und Kulturgefüge der davon betroffenen Bevölkerung ebenfalls tiefgreifenden Änderungen unterlegen sein muß.

IX. Ältere Nachwärmezeit - Älteres Subatlantikum - Buchenzeit 600 v. bis 600 n.Ztr.

Die Zeit um 600 v.Ztr., nach dem Klimasturz. Mit Hilfe archäologisch datierter Moorfunde ist die Periodengrenze Wärmezeit/Nachwärmezeit in den Übergang von der Bronzezeit zur Eisenzeit gelegt worden. Manche Prähistoriker lassen die Eisenzeit in Süddeutschland um 800 beginnen, im Norden um 600 oder 500 v.Ztr.

In vielen Mooren tritt wieder ein Trockenhorizont auf. Dem ausgeprägten Gletscherrückgang dürfte im Petsamo-Distrikt das Birkenminimum (relatives Kiefernmaximum) entsprechen. Die Wälder vermochten sich von neuem aufzubauen. Die Waldgrenze steigt wieder auf 100 bis 200 m höher als heute.

500 - 350 v.Ztr. - feucht-kühl - die Gletscher wachsen wieder, es sind die Simming-o-Stände. Der Simmingferner ist wenigstens einmal 300 m länger als 1850. Der Sulzenauferner wird so groß wie 1680. Der Fernauferner baut eine sechsgliedrige Verschüttungsserie im Bunten Moor auf. Am Daunkogelferner sind Uferwälle erhalten, 200 m länger als 1850. Der Hochmoosferner schiebt eine mehrgliedrige große Stirnmoreäne 180 bis 200 m vor die Stirne von 1850. Der Göscheneralpvorstoß des Chelengletschers ist auf 320 bis 310 datiert, mit dem Ende des Vorstoßes.

Im Falle des Göschener Tales ist der Höhepunkt der Vergletscherung seit 800 erst nach 300 erreicht worden; er hinkt der eisenzeitlichen Klimaverschlechterung nach. Die nasse Zeit stieg nach der kurzen Unterbrechung um 600 zu einem zweiten Höchststand zwischen 500 und 350 an. Die Buche erreicht im Dinkelscherbener Moor ihren ersten Gipfel mit 22 %. Bis 400 war Griechenland gut bewässert und bewaldet, hatte ausdauernde Flüsse, die für die Entwicklung der Fiebermücken nicht geeignet waren.

Die Untere Lorenzbergstufe (Diez 14) um 400

Die Untere Lorenzbergstufe, auf der das römische Kastell stand, ist gleich alt mit dem Talboden der Lechschleife bei Schongau, durch die der Umlaufberg geschaffen wurde, auf dem heute Schongau steht. Sie verliert sich etwa in der Höhe von Pitzling unter der Älteren Auenstufe (Diez 15).

450 - 250, ein wärmerer Abschnitt. - Als tiefster Grund der größten Völkerbewegungen des Altertums erwiesen sich die beiden Klima- und Hungerkatastrophen um 2000 und um 1200, denen um 400 eine dritte, weniger tiefgreifende folgte. Diese dritte Dürrezeit führte zu den Keltenwanderungen, zum Eindringen in die Alpen und nach Oberitalien. In der älteren Latènezeit hat stark trockenes Klima die Besiedlung der Alb unmöglich gemacht (Paret 1948).

Das kraftvolle römische Leben der frühen Republik, gestützt von einer aktiven Landwirtschaft, dauerte von 450 bis 250. Ein Vergleich des Zivilisationsstandes mit der Niederschlagskurve ergibt eine überraschend gute Übereinstimmung, doch scheinen die Klimaänderungen den Zivilisationsänderungen um etwa 50 Jahre voraus zu gehen (Brooks 1926).

Nach 400 ließ in Griechenland der Regen stark nach, die Ströme fielen im Sommer zu stehenden Altwässern und Sümpfen, sodaß Malaria aufkam und die Lebenskraft des Volkes ausholte (Brooks 1926). Hippokrates (460 - 377) studierte bereits die Malaria in Kleinasien. Zur Zeit des Aristophanes (455 - 388) tritt sie in Attika auf. Um 200 ist sie in Rom. Die sogenannte Pest des Thukydides (460 - 400), die Athens Niederlage (429) mit einleitete, ist wahrscheinlich Fleckfieber gewesen. Die Belagerung Athens muß mit einer ausgedehnten Verlausung einher gegangen sein (Kollath 1951). Das zweite Jahrhundert brachte für Rom einen Niedergang der Landwirtschaft. Malaria trat auf, weil der nachlas-

sende Niederschlag nicht mehr ausreichte die Flüsse im Sommer in Gang zu halten; Altwasser und andere Wasserreste bildeten gute Brutplätze für die Fiebertücken (Brooks 1926).

250 - 150 v.Ztr., zunehmende Niederschläge, mehr Regen als heute. Steiles Ansteigen des Neuenburger Sees von 429 auf 433 m (Lüdi 1935). Ansteigen der Nordsee, Stürme und Landverlust. Wanderungen der Kimbern und Teutonen, Wanderungen der Kelten bis Kleinasien (Galater), Punische Kriege (Gams 1923). In Rom begann gegen 250 der Sinn für Ordnung und Einfachheit zu zerfallen. Die Zeit von 225 - 200 war in Rom eine Zeit der wirtschaftlichen Anstrengung (Brooks 1926). Die Jahrzehnte von 150 bis 120 waren offenbar wieder etwas wärmer.

120 - 114 war eine Zeit besonders starker Stürme in der Nordsee - die kimbrische Flut - die der jütlandischen und nordwestdeutschen Küste ihre gegenwärtige Form gab. Es regnete erheblich mehr als heute. Torfschichten zwischen Sand in den friesischen Dünen werden auf 100 v.Ztr. datiert (Brooks 1926).

Im letzten Jahrhundert v.Ztr. hat lange Zeit feuchtes Klima geherrscht. Die Waldgrenze hatte etwa die gleiche Höhe wie heute. Die flächenhafte Kalktuffbildung geht in der Latènezeit zu Ende. In der Spät-Latènezeit fand Kalktuffbildung nur mehr an der Stirnseite der Terrassen statt, oder sie bleibt auf Bäche und Quellen beschränkt. Daß schon in der Spätlatènezeit D und in der frühen Kaiserzeit sowohl die Alpengletscher zurückwichen, wie auch die Grundwasserspiegel im Rhein- und Donaugebiet zurückgegangen sein müssen, beweisen der wieder einsetzende Verkehr über die Alpen, die tiefe Lage der Kulturschicht von Latène und vieler Römerbauten nördlich der Alpen.

Um die Zeitenwende zeigen Gletscher und Niederschläge einen Tiefstand, es ist trocken und warm. Zwischen 150 vor und 50 nach Ztr. sinkt der Neuenburger See von 433 m auf 430.5 m. Manche Moore zeigen einen deutlichen Trockenhorizont. Die Klimakurve von Gams (1923) hat zur Ztw. einen Höhepunkt, die Julimitteltemperatur der Kurve von Groß (1958) und die Schneegrenze der Kurve von Schwarzbach (1961) steigt an; alle verzeichnen eine wärmere Zeit. Die Niederschläge sind sehr gering, der Spiegel des Neuenburger Sees fällt und der Spiegel des Federsees weicht zurück; alle verzeichnen eine trockenere Zeit. Im Blütenstaubdiagramm von Dinkelscherben finden wir einen Tiefstand der Buche (13%) und einen Gipfel der Föhre (23%), das bedeutet ebenfalls warm und trocken. Dasselbe sagen uns die Moore Oberschwabens.

1 - 180: Der Niederschlag kann nur wenig über dem gegenwärtigen gelegen haben, weil im 1. Jahrhundert der Bodenseespiegel etwa so hoch wie heute war und Wege über Moore gelegt werden konnten (Brooks 1926). Auf der durch Mittelasien laufenden Seidenstraße war zwischen 114 vor und 127 nach Ztr. reger Handelsverkehr mit China und Indien (Altheim 1955). Die Römer dringen bis Gallien, Germanien und Britannien vor, welche Länder in der kurzen Zeit der Austrocknung ihren sumpfigen Charakter nicht ablegten. Das scheidige Wollgras und die Bergkiefer scheinen sich auf den Ostalpenmooren besonders stark ausgebreitet zu haben (Gams 1923). Zur Zeit der Römer hat man in der ägyptischen "Wüste" gebadet und die libysche "Wüste" war fruchtbares Ackerland. So schnell wird ein blühendes Land unter der Hand des Menschen zu einem nur noch dem Archäologen wertvolles Gebilde. (Demoll 1957).

Im Verlaufe des ersten Jahrhunderts zeigen Moore wieder feuchter werdendes Klima an (Jankuhn 1969). Das Bunte Moor in den Stubai Alpen hat um 60 einen Vorstoß des Fernaugletschers aufgezeichnet. Etwa zur selben Zeit wird die Goschener Kaltphase 2 spürbar (Heuberger 1968). Die Seen steigen wieder, die Flüsse führen mehr Wasser und schottern breitflächig auf. In einer Kiesgrube des Illerschwemmkegels fanden sich Baumstämme besonders gehäuft (bei Burlafingen). Hier konnte man von einem untergegangenen Wald sprechen. Ein 4 m langer Eichenstamm lieferte eine Altersangabe von 1850 ± 75 Jahre, das ist ein Datum zwischen 35 und 185, im Mittel ums Jahr 110 (Groschopf 1961). Bei Burlafingen im Landkreis Neu-Ulm wurde ein römischer Legionärshelm gefunden; im Fundhorizont kommen ebenfalls Baumstämme vor (Brunnacker 1959).

Eine neue Krankheit tritt auf. Ihre erste große geschichtliche Bedeutung haben die Pocken unter Marcus Aurelius Antoninus (161-180) gewonnen, als Antoninische Seuche (164). Der Ausbruch dieser Seuche ist beim Untergang des Römischen Reiches mit beteiligt (Kollath 1951).

180 - 250: In Rom war von 180 bis 190 ein Jahrzehnt mit Hungersnot und Pest. Etwa um diese Zeit setzte ein warmer Klimaabschnitt ein, ähnlich dem heutigen (Brooks 1926). Die Julitemperaturkurve von Groß zeigt um 250 eine Spitze mit nachfolgendem deutlichen Abfall.

250 - 300: Die Temperaturkurve von Gams zeigt bald nach 250 einen Tiefstand. Brooks nennt für die Zeit von 180 - 350 mehr Niederschlag als heute (wohl erst für nach 250). Müller (1962) hat für 250 bis 500 deutliche Anzeichen von Meereseinbrüchen und Landverlust.

Lechufereinbrüche und -abrisse an römischen Bauten machen eine genauere Datierung der Hochwasser möglich. An mehr als ein dutzend Strecken wurde die via claudia vom Lech abgerissen. Eberl verzeichnet 1931 alle Einbrüche des Lech von Füssen bis zur Mündung: bei Ehrwang, Dietringen, Roshaupten, Lechbruck, Dessau, Kinsau, Eprach, Bremau, Gersthofen und Stettenhofen, insgesamt mehr als 22 km. Die via claudia wurde im Jahre 46 ausgebaut, sodaß die Abrisse für die Zeit nach 46 festliegen. Vier Fundstellen am linken Lechufer zeigen auch Spuren von Maßnahmen, die das Hochwasser vor die spatrömische Zeit, das ist vor 300, einordnen lassen:

1. Am Lorenzberg bei Eprach liegen am nordseitigen Hangfuß frühromische Funde unter einer 2.5 m starken Kiesbank, auf deren Oberfläche zwei Spitzgraben in spatrömischer Zeit angelegt wurden (Ulbert 1965).
 2. Östlich von Königsbrunn hat der Lech ein 860 m langes Stück der via claudia abgerissen. Die Umgehungsstraße wurde noch von den Römern gebaut (Eberl 1931).
 3. Ohlenroth hat an der oberen Hangkante des östlichen Stadtrandes der Augusta Vindelicorum, von der Sackpfeife an nordlich am Schwedenweg entlang mehrere römische Häuser ausgegraben, deren Grundmauern frei über den heutigen Hang hinauslaufen. Zur Zeit des Hausbaues muß also der Hang viel weiter nach Osten gereicht haben; er wurde von einem Lechhochwasser abgerissen. Am Fuße dieses Hanges, in der Müllerstraße, lagen und liegen unter 5 m Kies unmittelbar auf dem Flinz, eine ganze Reihe römischer Quader (darunter die Wollballenverschnürer und die sieben Kindle) (Groos 1967), die man schwerlich anders als eine Ufersicherung durch die Römer deuten kann.
 4. Das römische Legionslager, von dem zahlreiche Funde aus dem Wertachbereich in Oberhausen zutage kamen, ist wohl in der Gegend der MAN zu suchen (Eberl 1931). Das linke Wertachufer zeigt an der Aufprallstelle der Lechfluten starke Ausbuchtungen nach Westen. Dort wurden Holzpfähle gefunden, die von den Römern wohl zum Uferschutz gesetzt wurden.
- Zwischen Vorderem und Mittlerem Lech, südlich anschließend an den "Bauerntanz" kamen 1973 im Schotter des Baugrundes mehrere große römische Grabdenkmäler und andere Funde zutage. Damit dürfte die via claudia gefunden sein und mit ihr die Niederterrasse, die erst vom Hochwasser 250/300 abgerissen wurde.

Schon im 2. Jahrhundert muß das obere Hochflutfeld von Albing an der Donau unterhalb der Ennsmündung bestanden haben, weil dort vor der Gründung des römischen Militärlagers Lauriacum auf der Niederterrasse bei Enns der Versuch einer Lagergründung auf der heute kaum hochwassergefährdeten Terrasse an der Überschwemmungsgefahr gescheitert ist (Kohl 1968).

Der Wasserspiegel der Donau hatte sich gegen 300 soweit gehoben, daß man in vielen Gebäuden das Bodenniveau zur Verhinderung der Durchfeuchtung durch Grundwasser gehoben und das verstärkte Lager etwas nach Westen und Süden, d.h. weiter von der Donau weg verschoben hatte (Sziilagyi 1956).

In mittellömischer Zeit (zwischen 50 und 300) verstärkte sich die Tiefenerosion (zunehmende Wasserführung) wieder, verknüpft mit einem weiteren Ausbau der Mäander. Der Flußlauf verlagerte sich aus dem Bereich zwischen dem heutigen Epfach und dem Lorenzberg etwas mehr nach Süden und damit wurde der Talbereich in diesem Winkel zum Gleithang umgestaltet, sodaß im Gefolge des von dort sich zurückziehenden Flußlaufs innerhalb einer sehr kurzen Zeit eine Kiesbank sich ablagern konnte (Brunnacker 1964). Diese Ablagerung mißt 2.50 bis 2.75 m, beginnt an der Unterseite mit grobem Geröll, setzt sich nach oben mit feiner werdendem Kies bis feinstem Flußsand fort, der oben mit Auenmergel abgedeckt ist. Diese Kiesbank (zwischen 627.5 bis 630.5 m) nennt Brunnacker die Obere Talstufe oder Stufe V. Wenn wir die frühömische Zeit zwischen 15 vor und 50 nach Ztr. ansetzen und die spätrömische zwischen 300 und 400, dann liegt das Hochwasser zwischen 50 und 300. In diese Kies- und Sandschicht wurden in spätrömischer Zeit Spitzgräben gezogen. Diez nennt diese Stufe die Ältere Auenstufe oder Stufe 15. In ihrer Unterfläche (auf Flinz) fanden sich über, unter und zwischen großen Rollsteinen frühömische Kleinfunde (Diez 1968).

Von etwa 180 bis 350 wurden die Siedlungen wieder in den sonst trockenen höheren Gegenden zusammengedrängt, was auf eine nasse Zeit hinweist (Brooks 1926).

Zusammengefaßt erlauben die vorliegenden Hinweise die Lechhochwasser, die die via claudia auf große Strecken abgerissen haben, auf die Zeit zwischen 250 und 300 einzuengen, wahrscheinlich näher gegen 300.

Im ersten Abschnitt der Völkerwanderungszeit gehen die Wanderungen von Nordwesten und Norden südwärts (Franken, Alamannen) und da aus dieser

Zeit in Süddeutschland niedrig gelegene Siedlungen fast ganz fehlen (Reinerth) ist wohl die Vermutung berechtigt, daß diese Wanderungen mit einer neuen, wenn auch schwächeren Regenperiode in Zusammenhang stehen könnten. Daß in dieser Zeit die holländischen, norddeutschen und dänischen Moore stark gewachsen sind, beweist die Lagerung der germanischen Moorleichen, von denen die meisten aus dem 3. Jahrhundert stammen (Gams 1923).

Meereseinbrüche um 200: Bald nach 100 erfolgen verbreitet Überflutungen und Schlickablagerungen auch auf den höher liegenden Flächen der nun besiedelten Marsch und leiten die Wurtenbauperiode ein. Im Gebiet der mittleren bis nördlichen Krum-Hörn scheinen diese Überflutungen um 200 - 250 beendet zu sein. In der Zeit nach Chr.Geb. werden vier Meeresanstiegsphasen unterschieden (nach Werner Müller 1962):

1. Spättrömische und frühmerowingische: 250 - 500
2. Ottonische: 850 - 1000
3. Spätmittelalterliche: 1200 - 1500 - 1600
4. Jüngste: 1700 - 1800

Zwischen 100 und 200 ist eine Zunahme von Halophytenpollen bei Tholendorf/Eiderstadt festzustellen. Ihr entspricht zeitlich eine Störung (Einbruch von Salzwasser) in einem Hochmoor an der Eider (Menke 1969).

An der Nordseeküste nordwärts der Elbemündung wurde die Regenzeit nach 200 durch ein Ansteigen des Meeres verstärkt; vielleicht hat ein Absinken der Küste dazu geholfen. Jedenfalls ging Land verloren, weiteres wurde so naß und dazu salzig, daß es als Lebensgrundlage nicht mehr taugte. An der holländischen Küste gerieten bereits die ersten Römerbauten unter Wasser. Große Teile unserer alamannischen Vorfahren wurden durch diese höhere Gewalt aus der alten Heimat nördlich der Elbe vertrieben, genau so wie die Kimbern etwa 320 Jahre vor ihnen. Sie mußten Land suchen, um überleben zu können. Diese Ursache der Züge der Alamannen steht im scharfen Gegensatz zur Ursache der Züge der Römer: Bei diesen war es der Wahn, andere Völker unterwerfen und ausbeuten zu müssen - bei den Alamannen war es die Not, Land zum Anbau der Nahrung haben zu müssen.

300 - 350: In Innerasien, im Bereich des Steppengürtels, zeigt sich in der Klimakurve um 300 ein tiefer Sturz. Es ist eine innerasiatische Erscheinung, denn die Parallelkurve der kalifornischen Sequoia gigantea folgt dem nicht. Sturz der Klimakurve bedeutet hier Trockenheit,

scharfen Wechsel des Sommer- und Winterklimas, verringerten Weideertrag. Die Jahre um 300 sind der Aufbruch der Hunnen nach Westen (Altheim 1951).

Für die Zeit 320 v.Ztr. bis 350 n.Ztr. verzeichnet Zoller (1966) in der Schweiz einen warmen Klimaabschnitt zwischen der Göschener Kaltphase 1 (vor 880 - nach 320 v.Ztr.) und der Göschener Kaltphase 2 (vor 350 n.Ztr. bis nach 560 n.Ztr.). Firbas, Münnich und Wittke (1958) fanden im Fichtelgebirge die jüngste der dortigen Rekurrenzflächen, C14-datiert zwischen 330 und 385 (Brunnacker 1959). Damit ist für diese Zeit ein trocken-warmer Abschnitt angezeigt.

350 - 600: Die tiefe Lage auffallend vieler Alamannensiedlungen aus dem 4. und 5. Jahrhundert weist auf eine rockene Zeit (Reinert, nach Gams 1923). Der Einbruch der Hunnen (370) und anderer asiatischer und osteuropäischer Völker wird mit den durch Trockenheit verursachten Hungersnöten im Osten zusammengebracht (Gams 1923). Ende 405 brach Radagais mit gewaltigem Heer in Italien ein. Es waren vom Hunger und von den Hunnen getriebene. Zeitgenossen bezifferten die Masse auf mehrere Hunderttausende (Altheim 1955). Zwischen 400 und 500 fällt weniger Regen als heute (Brooks 1926).

Die Göschener Kaltphase 2 fällt in die Zeit von 350 bis 560 (Zoller 1966). In den Stubai Alpen sind an sechs Fernern Gletscherhochstände in der Zeit von 400 bis 750 festzustellen: Simming c (Franz Mayr 1964). Im Bett des Ritscheinbaches bei Fürstenfeld in der Steiermark wurde ein 230 Jahre alter, 10 Meter langer Eichenstamm gefunden, 2.50 bis 3.90 m unter Kies. Sein Alter wurde auf die Jahre 350/510, im Mittel auf 430 bestimmt. In den Mooren Oberschwabens weisen Buchengipfel und Föhrentiefstand auf eine kühl-feuchte Zeit um 500 (Bertsch 1940).

Das Vordringen der Awaren nach Westen ist mit einem größeren Absinken der Klimakurve um 550 verbunden: Trockenheit, scharfer Wechsel des Sommer- und Winterklimas, verringerter Weideertrag (Altheim 1951). Die Zeit von 500 bis 700 ist besonders trocken (Schwarzbach 1961).

Im 6. Jahrhundert müssen die Pocken weit verbreitet gewesen sein (Gregor von Tours), sie gingen aber oft unter anderen Bezeichnungen wie "Pestilenz", "Heiliges Feuer". Die Kreuzzüge haben unter ihnen gelitten, zugleich haben sie wesentlich zu ihrer Verbreitung beigetragen (Kollath 1951). Die Beulenpest war vor 542 unbekannt. Sie trat damals zuerst in Pelusium an der östlichen Nilmündung auf. Die erste Pest

heißt auch die "justinianische Pest" (Prokop). Sie erreicht 555 Arles in der Provence, 568 Narbonne, 589 Marseille, 591 Avignon und wird 589 im Norden Europas, in Skandinavien erwähnt. Um 600 verschwindet die Pest aus Europa und tritt erst wieder 1348 auf (Kollath 1951).

X. Jüngere Nachwärmezeit = jüngerer Subatlantikum, seit 600

Der erste Abschnitt = X a umfaßt die mittelalterliche Warmperiode von 600 bis 1540, in der sich vier Teile unterscheiden lassen: 600-900 / 900-1090 / 1090-1250 / 1250-1540.

600 - 900: Im Roten Moor in der Rhön (800 m) ist die Zeit um 600 mit einem Grenzhorizont gekennzeichnet; das Melbecker Moor bei Lüneburg und das Wittmoor bei Hamburg zeigen einen Grenzhorizont um 650 (Groß 1958). Im Jahrhundert zwischen 600 und 700 erheblich weniger Regen als heute, warm und trocken, Verkehr über die Alpen (Brooks 1926).

Die Moore in Mitteleuropa bekunden nach 600 feuchter werdendes Klima (Jankuhn 1969). Mehrere Ferner in den Stubai-er Alpen erreichten zwischen 400 und 750 Gletscherhochstände (Mayr 1964).

Die Zeit um 800 ist naß und kalt (Brückner 1913). Auf die Zeit um 800 fällt eine Niederschlagsspitze (Groß 1958). Um 800 mehr Regen als heute, ziemlich naß, Seespiegel steigen, Seen in den Alpen stehen hoch (Brooks 1926). Brunnackers Stufe VI oder "Mittlere Talstufe" kann sehr wohl in der Hochwasserzeit um 800 abgesetzt worden sein. Nach ihren Bodenbildungen lassen sich eine ganze Reihe jüngerer Auenstufen auscheiden, die jedoch infolge der häufigen Überstauung und mangels kennzeichnender Bodenunterschiede über längere Strecken nicht mehr zu parallelisieren sind (Diez 1968). Die Stufe Diez 16 "Jüngere Auenstufe" ist sicher mit der Stufe Brunnacker VI gleichzusetzen (um 800).

Um 800 begann man bei Augsburg die Flußrinnen und Bäche durch Beschlächtungen festzulegen und Überschwemmungen durch Dämme abzuhalten (Kollmann 1850). Der Bau des Karlsgrabens beim Orte Graben zwischen Altmühl und Schwäbischer Rezat wird nur bei Wasserreichtum verständlich. Der Ort Graben auf dem Lechfeld kann seinen Namen nur von einem wasserführenden Graben haben (Fischer 1972).

Orts- und Flurbezeichnungen aus der Zeit um 800 weisen auf Regen und Nasse:

Aschheim am Seebach: die Wasseraustrittsstelle muß wesentlich höher gelegen haben.

Mösl (an der Isar) muß vor 800 ein Moor gewesen sein

Worth (an der Amper), auf einem Woth wurde im 8. Jahrhundert
das Kloster Grairath errichtet (Gams 1923)

Zwischen 800 und 863 liegen viele schlechte Weinjahre, nur etwa 12 % gute (K. Müller 1947). Meereseinbrüche kennzeichnen die Ottonische Zeit 850 - 1000 (Müller 1962).

864 - 887: Der Anteil der Dürren an der Gesamtzahl der Dürren und Überschwemmungen von 800 - 1000 beträgt 44 % (Flöhn 1950). Im frühen Mittelalter war es zu einer vorübergehenden wärmeren und trockeneren Klimaperiode gekommen (Langer 1959). Nachdem im Zeitraum 864 - 887 sechs-mal Wanderheuschrecken einfielen und der Prozentsatz der guten Weinjahre sich auf 80 errechnet, herrschte mit großer Sicherheit eine Wärmeperiode, die zur Ausdehnung des Weinbaues über Mitteleuropa führte (K. Müller 1947). Heuschreckeneinfälle wurden im 9. Jahrhundert verzeichnet: 803, 844, 864, 872, 873, 874, 875, 887 (Rudy 1925). Fast jede Hungersnot wird durch schreckliche Himmelserscheinungen eingeleitet, Sonnen- und Mondfinsternisse, Kometen, Nordlicht haben ihre schlimme Vorbedeutung. Sonnenfinsternisse treffen noch verhältnismäßig selten mit Hungersnoten zusammen: 939, 1093, 1124, 1133, 1147, 1310; eine Mondfinsternis geht der Hungersnot zweimal voran: 1259, 1263; viel schlimmere Verkünder der Hungersnote sind die Kometen: 868, 909, 940 oder 941, 1005, 1031, 1145, 1197, 1217, 1264 und 1316 (Curschmann 1900).

Im Jahre 873 erschienen nach den Fuldaer Annalen zur Erntezeit ungeheure Heuschreckenschwärme. Wo sie sich niederließen, zerstörten sie die Saat auf den Feldern. Bei Mainz sollen sie in 1 Stunde 100 Joch Getreide vernichtet haben. Eine Hungersnot war die Folge. Dasselbe berichten die Hersfelder Annalen. Es ist der einzige Fall, wo eine Hungersnot mit Sicherheit als Folge von Verwüstungen durch Heuschreckenschwärme verzeichnet wird (Curschmann 1900).

888 - 963, eine Kälteperiode: Heuschreckeneinfälle fehlen. Die guten Weinjahre betragen nur 25 %. Wahrscheinlich stießen damals die Alpengletscher vor, aber Nachrichten fehlen; etwaige Moränen aus dieser Zeit wurden im 17. und 19. Jahrhundert überfahren. Von 915 bis 921 wies das Kaspische Meer einen sehr hohen Wasserstand auf (Müller 1947). Zwischen 900 und 1000 erheblich weniger Regen als heute, warm und trocken (Brooks 1926). 909: Hungersnot und Komet (Curschmann 1900). 915 - 921: Hochstand des Kaspischen Meeres (Brooks 1926). 939: Hungersnot und Sonnenfinsternis (Curschmann 1900). 940/41: Hungersnot und Komet

(Curschmann 1900). In diesem Abschnitt scheinen nach der Richtung der Völkerverschiebungen (Ungarneinfälle) die kontinentalen Abschnitte der Brücknerschen Perioden besonders ausgeprägt gewesen zu sein (Gams 1923).

964 - 1013: warmer Zeitabschnitt. 82 % gute Weinjahre. 983 landete Erich der Rote von Island aus an der Westküste Grönlands und soll dort Bäume und fruchtbare Weidegründe vorgefunden haben. Er kehrte 985 zurück. 986 folgten zahlreiche Ansiedler nach Westgrönland und gründeten dort eine Kolonie, die bis 1400 bestand. Von Eisbergen ist in dieser Zeit nichts bekannt. Die Entdeckung der nordamerikanischen Küste (Vinland) durch Leif, den Sohn Erichs des Roten, folgt im Jahre 1000 (K.Müller 1947). Die normannische Siedlung in Grönland ist ohne Annahme günstiger Klimaverhältnisse nur schlecht erklärbar (Flohn 1950). 1005: Hungersnot und Komet (Curschmann 1900). Der Anteil der Dürren an der Gesamtzahl der Dürren und Überschwemmungen von 1001 - 1250 beträgt 34 % (Flohn 1950). In den Mooren Oberschwabens zeigt sich um 1000 ein Buchentiefstand (21 %) und ein Föhrengipfel (18 %), Ausdruck einer trockenen-warmen Zeit (Bertsch 1940).

1014 - 1089: kalte Zeit. Nur 35 % gute Weinjahre. Gletschervorstöße sind nicht bekannt, aber wahrscheinlich. 1048 war nach Brooks ein Rekordjahr der Vereisung der Nordmeere. Auch in Mitteleuropa war es ein Mißjahr (K.Müller 1947). Nach Brooks war die Zeit von 1075 - 1300 feucht (Flohn 1950).

Die ersten drei Kreuzzüge (1096, 1147, 1190) fallen in die ozeanischen Haliten von vier Brückner-Perioden, von denen aber nur die letzte (1186 - 98) besonders ausgeprägt gewesen zu sein scheint. Die folgenden zwei Perioden lassen bereits eine Intensitätszunahme der kontinentalen Haliten erkennen (besonders 1220-30), womit auch diese letzte Episode des "mittelalterlichen Regenfallmaximums" (Brooks) und mit ihr ein großer Kulturabschnitt zu Ende ging (Gams 1923).

1090 - 1118: eine Wärmezeit. Heuschreckenschwärme erreichen unser Gebiet 1090, 1091 und 1101. Um 1100 waren in England viele Weinberge vorhanden. Der Weinbau drang bis nach Tilsit vor; in Südbaden bis in die Umgebung von Villingen, sowie in den Hotzenwald, wo 1383 bei Nöggenschwühl in 720 m Höhe und bei Waldkirch unweit Waldshut in 700 m Höhe Weinbau bestätigt ist (Müller 1947). Hungersnöte: 1093, 1099 - 1101 (Curschmann 1900). Das 12. Jahrhundert hat die größte Zahl (5) von Hungersnöten: 1100-1101, 1124-1126, 1145-1147, 1150-1151, 1195-1198. (Curschmann 1900)

1119 - 1129: naßkalte Zeit. Überhaupt kein gutes Weinjahr. In Grindelwald mußte wegen des Gletschervorstoßes eine Kapelle abgebrochen werden (Müller 1947).

1130 - 1186: trocken-warme Zeit. Das Kaspische Meer erreicht 1130/35 einen Tiefstand. Eine Karawanserei, die damals gegründet worden sein soll, liegt heute 5 m unter dem Seespiegel (Müller 1947). Die lange mittelalterliche Wärmezeit dauert, mit kurzen Unterbrechungen, gegen 450 Jahre, von 1100 - 1550 (Flohn 1950). In Gaßners Chronik steht: Anno 1135 war eine ungemeine Trückne in der Augsburger Gegend, dergestalt, daß fast alle Wasser eingetrocknet, und die Bäume in den Wäldern angefangen zu brennen (Stetten 1743).

Das Klima in Mittel- und Westeuropa war im Hochmittelalter merklich wärmer als heute mit dem Höhepunkt wahrscheinlich vor 1200 (Flohn 1950). Vom 11. bis ins 15. Jahrhundert scheint die Waldgrenze um etwa 200 m über die heutige gestiegen zu sein. Die meisten Holzfunde über der heutigen Waldgrenze stammen aus dieser Zeit (Gams 1938). Im 12. Jahrhundert erreichten in den Alpen die Bergbauernsiedlungen die größte Dichte und oberste Grenze (Franz 1943). Der Aletschgletscher im Wallis stößt um 1150 vor (Heuberger 1968). F. Mayr bezeichnete 1964 diesen Vorstoß zwischen 1150 und 1250 als "Fernau 5b". In die Zeit der Hungersnot 1145 bis 1147 fällt 1145 das Auftreten eines Kometen und 1147 eine Sonnenfinsternis, denen eine besonders schlimme Bedeutung beigelegt wird (Curschmann 1900). Heuschreckeneinfälle wurden für die Zeit 1092 bis 1332 keine verzeichnet (Rudy 1925). Auch die Pest blieb zwischen 600 und 1348 in Europa aus (Kollath 1951). Dafür trat Malaria auf und erreichte in Italien und Deutschland ihren Höhepunkt im 12. Jahrhundert (Flohn 1950). Kaiser Lothar starb 1138 auf der Rückkehr aus Italien in Tirol an Malaria (Stetten 1743). 1155 - 1157 breitete sich die Malaria von Italien, wo sie besonders stark wütete, über ganz Europa bis Norwegen aus. Welf VII. und andere schwäbische Adelige wie Adelgoz von Schwabegg sind auf dem Italienzug 1167 der Malaria erlegen. Besonders schlimm wütet die Malaria 1157, 1185 und 1187 in Böhmen (Flohn 1950).

Im Jahre 1902 hat B. Keim auf dem Lechfeld eine weitläufige Bewässerungsanlage entdeckt, vermessen und beschrieben. Er vermerkt hierzu: Das Kloster Steingaden besaß schon um das Jahr 1185 das Landgut Schwabstadel; es wäre denkbar, daß die in der Bodenkultur so geschickten Mönche die Bewässerungsanlage geschaffen hätten (Keim 1904). Eine ganz entsprechende Bewässerungsanlage wurde an der Alz (von Hohenwart nach Markt bei Burghausen) vom Zisterzienserkloster Raitenhaslach (Altötting), das zu

Schützing gegründet wurde, gebaut (Frank 1905). Die verheerende Dürrezeit, die Hungersnöte und der Vergleich mit der datierten Bewässerungsanlage an der Alz erlauben es, die Anlage auf dem Lechfeld in die Zeit um 1185 einzugrenzen (Fischer 1972).

1186 - 1198: Feucht-kühle Zeit. Der dritte Kreuzzug (1190) fällt in eine ozeanische Zeit, die besonders ausgeprägt gewesen zu sein scheint (Gams 1923). In die Hungersnot von 1195 - 1198 fällt 1197 das Auftreten eines Kometen (Curschmann 1900). Es ist äußerst wahrscheinlich, daß das Klima im Hochmittelalter (Höhepunkt wahrscheinlich vor 1200) merklich warmer war als heute. Im ganzen scheint das Hochmittelalter vergleichsweise warm gewesen zu sein, besonders um 1200 häuften sich warme Sommer und milde Winter. Die Niederschläge Nordwesteuropas waren reichlich. In Mitteleuropa sprechen einzelne Argumente für Trockenheit-Paret (1946) erschließt aus archäologischen Befunden um 1200 eine trockenen-warme Zeit (Flohn 1950).

1200 - 1250: 121/ wird das Auftreten eines Kometen als Ursache für eine Hungersnot angesehen (Curschmann 1900). Reiner aus Lüttich berichtet: Im Sommer 1219 drohte durch den allgemeinen Mißwachs eine Hungersnot. 1220 ist die Gefahr noch größer. Es wäre sicher zu einer Hungersnot gekommen, wenn nicht rechtzeitige Zufuhr von Getreide das Unglück verhütet hatte. Es ist das einzige Mal, wo wir hören, daß der Handel erfolgreich zur Verhütung einer Hungersnot eingegriffen hat (Curschmann 1900). 1220 - 1230 Intensitätszunahme des kontinentalen Klimas (Gams 1923). Hungersnot 1225 - 1226 (Curschmann 1900). Zwischen 1200 und 1250 fiel erheblich mehr Regen als heute. Es ist eine Zeit der großen Stürme in der Nordsee (Brooks 1926). 1187 - 1258 ist ein deutlicher Kühlabschnitt, der wahrscheinlich auch Gletschervorstöße bedingte, die aber nicht überliefert sind (Müller 1947). Nach Hans Hanke hat um 1200 in den Alpen eine Klimaänderung eingesetzt, durch die manche bis dahin gletscherfreien Gebiete vereist sind. Höher gelegene Bergwerkstollen in den Tauern vergletscherten. Zirbenbestände bei Obergurgl in 2000 m Höhe starben ab (Herrmann 1952). In den Stubai-Alpen lassen sich Gletschervorstöße zwischen 1150 und 1250 nachweisen (Mayr 1964). Der Aletschgletscher im Wallis stößt um 1230 vor (Heuberger 1968).

Das Ende der subatlantischen Periode wird in die Zeit 1200 - 1300 verlegt. Danach hat sich die Entwicklung des Klimas ziemlich gleichmäßig oder nur unter geringen Schwankungen abgespielt. Zur Hauptsache hat in Europa eine im Vergleich sowohl zur Gegenwart als auch zur subatlantischen Periode kontinentalere Klimaphase geherrscht. Dafür zeugen zahlreiche außerordentlich harte Winter des frühen Mittelalters (Erkamo 56)

1250 - 1540: Mittelalterliche Wärmezeit.

Um 1250 ist ein Einschnitt in der mittelalterlichen Geschichte allgemein üblich; wirtschaftlich ist die Zeit nachher besonders durch die stetig wachsende Bedeutung der Städte bezeichnet.

Vorübergehende Klimaverschlechterungen um 1250 und 1330 waren nur von kurzem Bestand. In diese mittelalterliche Zeit hoher Klimagunst fällt die Ausweitung des Weinbaus bis Ostpreußen und im Schwarzwald bis über 700 m Höhe, fällt das Hinaufrücken der Siedlungsgrenze in den Alpen und die Blütezeit des Tauernbergbaus bei einem Rückzug des Gletschers noch oberhalb des heutigen Standes. Auch die höhere Lage der Baumgrenze in den Mittelgebirgen bestätigt das Ansteigen der Temperaturen.

Der Anteil der Dürren an der Gesamtzahl der Dürren und Überschwemmungen beträgt 1251 - 1500 = 43 %. Beweise für ausgeprägte Trockenzeiten häufen sich.

Der Weinbau kennzeichnet sechs Warmabschnitte durch die hohe Zahl der guten Weinjahre je Jahrzehnt (Diese Zahl ist jeweils in Klammern beigefügt): 1250-59 (3.0), 1280-1309 (4.67), 1330-39 (7.0), 1360-99 (4.75), 1420-49 (5.0) und 1470-1559 (3.89).

Heuschreckenzüge kommen aus dem Südosten nur in den heißesten Sommern bis zu uns; es sind zwei Zeiten: 1330-1388 und 1527-1547. Die Pest gibt zwei Zeiten den Namen: 1346-1352 und 1517. Die Diphtherie läßt sich erst seit dem 15. Jahrhundert genauer verfolgen. Die erste sichere Nachricht vom Auftreten des Fleckfiebers besitzen wir aus dem Jahre 1501, als diese Krankheit aus Cypern nach Italien kam. Von hier breitete sie sich über ganz Europa aus, neben der Pest die schlimmste Volkskrankheit.

Die Zeugen für kühles und feuchtes Wetter sind geringer. Die Torflager im Dachsteingebiet haben um 1200 einen Vorstoß des Hallstätter Gletschers aufgezeichnet. Auch im Bunten Moor sind Nachweise für das Vorrücken des Fernaufeners zwischen 1295 und 1315 zu finden. Der erste historisch belegte Gletschervorstoß fand um 1300 statt; damals sperrte der Allalingletscher im Saastal den Weg. 1317 gewährte eine landesfürstliche Verordnung einer ganzen Reihe von Bauernhöfen im Ötztal einen fünfjährigen Steuernachlaß, weil ihr landwirtschaftliches Gelände durch Überschwemmungen und Verschüttungen zerstört war. 1328 - 1397 befinden sich die meisten Gletscher im Rückzug. Die Schneegrenze in Norwegen drängt stetig und fast gleichmäßig ins Tal hinab, von 1490 m um 1250 bis 1450 m um 1550.

Die Waldgrenze (Fichte) sinkt im Simmental in der Schweiz von 1850 m (1250) auf 1780 m (1550). Im Dachsteingebiet zeigt der Hallstätter Gletscher um 1200 einen Hochstand; er drückt die obere Grenze der Hochweide von 2010 m (um 1130) auf 1920 m (um 1320). Sie steigt bis 1480 wieder auf 1960 m, um dann gegen 1575 ganz aufzuhören, nachdem der Hallstätter Gletscher wieder vorstößt. Neuer Hochstand um 1620.

Etwa um 1250 setzt der Lech eine neue Terrasse (17) ab, die nur an wenigen Stellen erhalten ist. Erst um 1740 scheint die nächste (18) zu folgen. Das Lechfeld - ein Teil der klassischen Niederterrasse - das etwa bei Hurlach beginnt und bis in die Gegend von Königsbrunn reicht, hat bodenkundlich mit den Stufen 1 - 6 nichts mehr gemein (keine Verknüpfung mit Endmoränenwällen); der geringe Verlehmungsgrad seiner Böden ist eine Folge der sehr viel später einsetzenden Bodenbildung.

Auch eingeschotterte Baumstämme sind bis jetzt keine gefunden worden. Der letzte stammte von 430, der nächste folgt 1575. Auch Tonschichten sind nach 800 (bisher) keine nachzuweisen.

Die Temperatur ist 1250 im sinken und sinkt weiter bis 1350, erholt sich etwas bis 1400 um dann mit leichten Schwankungen auf einen Tiefstand um 1640 weiter zu fallen, den sie seit 80 nach Chr. nicht mehr erreicht hatte (Brooks 1926). Die Niederschlagskurve wendet sich um 1280 von einem Hochstand, den sie seit 1320 nicht mehr erreicht hatte, abwärts, bis 1400, auf etwa den halben Wert der vorhergehenden Niederschlagsmenge von 1280, steigt bis 1438 nochmal an, um bis 1500 weiter auf etwa ein viertel des Ausmaßes von 1280 zu sinken. Bis gegen 1600 regnet es wieder soviel wie um 1350. Insgesamt ist die Niederschlagsmenge von 1250 - 1550 um die Hälfte zurückgegangen (Brooks 1926).

Die Zahl der heißen trockenen Sommer steigt zwischen 1350 und 1400 auf das doppelte des an sich schon hohen Standes. Auch die Zahl der strengen trocken-kalten Winter bleibt während der Jahre 1250 - 1550 mit nur geringen Schwankungen verhältnismäßig hoch. Von einem ungewöhnlichen Höchstmaß an Unwettern zwischen 1200 und 1250 sinkt ihre Zahl stetig ab, um aber gegen 1550 immer noch höher zu bleiben als in den vorhergehenden tausend Jahren.

Um Weihnachten 1289 baden die Buben in den Flüssen, im Januar 1290 brüten die Vögel, blühen die Rebstöcke, man findet frische Erdbeeren. 1304 war der Rhein bei Straßburg so tief eingetrocknet wie erst wieder im Jahre 1858. 1311 wird der Bergbau zu Hallstatt und anderwärts in

den Alpen wieder aufgenommen. In die Jahre 1314 - 1317 fällt eine ganz bedeutende allgemeine, ja vielleicht die am weitesten ausgedehnte Hungersnot seit 600 Jahren. Die Spuren der Not sind von Breslau bis Doornik und von der Ostsee bis in die Alpen zu verfolgen.

Die ausgesprochen warme Zeit von 1328 - 1397 mit vielen Heuschreckeneinfällen und guten Weinjahren muß sich durch starken Gletscherrückgang ausgezeichnet haben. Der Goldbergbau im Hochgebirge der Hohen Tauern wurde noch ausgeübt. Im Wallis wurden Wasserleitungen gebaut. Die Waldgrenze reichte in den Alpen 200 m höher hinauf. Der Weinbau dehnte sich weit nach Norden aus. In der Trockenzeit 1370 - 1393 fror der Bodensee dreimal zu.

1402 wurde im Graben vor dem Klinkertor eine neue Quelle entdeckt; das wurde als ein gutes Zeichen begrüßt, daß nun die große Trockenheit ein Ende habe. Als 1512 Kaiser Maximilian von der Quelle trank, wurde er sein Fieber los; daher der Name Gesundbrunnen.

1420 - 1428 treten eine Reihe ungemein milder Winter auf. Für die Reihe kalter Winter, die sich 1429 - 1442 anschließen, ist in der Klimaschichte kein Vergleich zu finden.

Eine länger dauernde Klimaverschlechterung (1430 - 1460) war mit den kalten Wintern eingeleitet worden. Die Sommer waren kühl und naß. Der Weinbau ging zurück. Die Siedlungs- und Getreideanbaugrenze in den Alpen wich in die Täler herunter. Es kam zu Agrarkrise, Hungersnot und Teuerung, schließlich zu Bauernaufständen.

Weikinn (1958) stellt auf 13 Seiten über 60 Chronik-Auszüge zusammen, die für ganz Europa einen ungewöhnlich harten Winter 1431/32 und um den 25. Februar 1432 ungewöhnliche Hochwasser mit Eisgang melden. Die Hochwasser setzten sich im März, April, Mai, Juni und Juli fort. Der kalte Winter wiederholte sich 1433/34, ebenso folgten wieder verheerende Hochwasser. Von diesen Fluten wurde bei Augsburg der Gunzenlee weggerissen. Der Lech verlegte sein Bett weiter nach Osten. Eine schlimme Hungersnot von 1433 bis 1438 ist die Folge. Die Zeit reichte noch nicht zum Ausgleich der Schäden, als sich um 1450 wieder eine Reihe kalter Winter einstellte. Sie brachten die tiefsten Werte zwischen 1200 und 1550 (Flöhn 1950).

Im 15. Jahrhundert wurden nicht nur in Deutschland, sondern in ganz Westmittel- und Nordeuropa 20 - 60 % aller Dörfer aufgegeben; der Höhepunkt dieser Wüstung fällt in die Zeit um 1450 (Flöhn 1950).

Eine gut gekennzeichnete Reihe schlechter naßkalter Sommer von 1451 - 1464 hat kein einziges gutes Weinjahr. Erst nach 1460 kehrte ein Klima zurück, wie es die Bauern brauchten, über acht Jahrzehnte lang, bis 1540. Um 1500 erreichte die Waldgrenze im Dachsteingebiet wieder einen Hochstand bei 1930 m.

Ein Lechhochwasser von 1508 erscheint als Ausnahme: "Auf den August war der Lech so ort groß, daß kein Mann in Augsburg gedacht, auch die Schmutter, auch im Bairland, auch heraus im bürg, so viel Schadens geschah des Wassers halb, darvon nit zu schreiben ist, das ich Jerg Demer selb gesehen hab" (Chroniken der deutschen Städte 23.Band).

Seit 1430 von der Ungunst des Klimas hart bedrängt, kamen die Bauern nicht zur Ruhe. Gegen das Klima konnten sie sich nicht wehren; außerdem folgte das Klima seinen eigenen Gesetzen, die auch immer wieder für gutes Wetter sorgten. Die Obrigkeit aber, die unentwegt und unerbittlich die Abgaben und Dienstleistungen forderte, löste endlich den Bauernkrieg von 1525 aus.

1540 folgte nochmal, zum Abschluß, ein verheerender Dürresommer, der erst 1947, nach 400 Jahren, ein vergleichbares Gegenstück fand.

X. Jüngere Warmzeit = jungeres Subatlantikum (seit 600)

2.Abschnitt: Xb. feucht-kühle Periode, 1540 - 1890, Fernauschwankung

Weil in diesem Abschnitt mehr von Gletschern die Rede ist, als von guten Weinjahren, ist die Bezeichnung "Kleine Eiszeit" in Gebrauch gekommen. Kinzl (1929) nennt diese Zeit des Anwachsens der Gletscher zwischen 1550 und 1850 die "Fernauschwankung".

Die obere Grenze der Dauersiedlungen geht zurück. Hochgelegene Stollenmundlocher des Goldbergbaues in den Hohen Tauern werden vom vordringenden Eis um 1570 verschlossen. Hochalpen veröden, Verkehrsverbindungen über Hochjoche brechen ab, der Getreidebau weicht zurück, Waldgrenzen sinken ab. Die lange mittelalterliche Warmzeit, die mit kurzer Unterbrechung gegen 450 Jahre dauerte, ist zu Ende.

Nur noch in neun Jahren werden Heuschreckenzüge verzeichnet: 1693, 1719, 1747, 1749, 1752, 1759, 1760 und 1761, dann keine mehr.

Die Pest kennzeichnet 4 Zeitabschnitte mit ihren unerbittlichen Menschenopfern: 1627-1650, 1681-1683, 1708-1709 und 1723. Andere Seuchen nutzen die wenigen trocken-warmen Jahre. Die Pocken konnten 1796 durch

die neu eingeführte Jennersche Schutzimpfung erfolgreich eingedämmt werden. Das Fleckfieber gewann eine allgemeine europäische Bedeutung, als es 1812 den Zusammenbruch der Napoleonischen Armee in Rußland verursachte und als die heimkehrenden Soldaten mit Läusen das Fleckfieber nach Deutschland brachten. 1814 kommt es zur gewaltigen letzten Zunahme, sie beendet den Eroberungszug Napoleons. Seit 1820 ist das Fleckfieber aus Deutschland verschwunden.

Die Cholera kam aus Indien und nahm nach 1817 ihren Weg in die Welt. In Augsburg konnte sie erst 1872 besiegt werden. Der Unterleibstypus nahm seit 1820 zu. Hier zeigte das sonst ungünstige Klima seine gute Seite, indem es den Seuchen wenig Voraussetzungen zur Entfaltung bot. Den Rest erledigte der Fortschritt der Medizin.

Atlantische und kontinentale Klimaabschnitte

Je nach dem Überwiegen des feuchten Seeklimas oder des trockenen Landklimas können wir atlantische und kontinentale Abschnitte unterscheiden:

1540 - 1591: kontinental. Die Winter von 1544 - 1572 sind außergewöhnlich kalt, im Gegensatz zu den vorhergehenden sehr milden von 1521 - 43.

1591 - 1650: atlantisch. Kalte Winter und kühle, nasse Sommer. Nach mehr als vierhundert Jahren, in denen das obere Brunnenbachbett trocken lag, begann wieder eine Quelle zu schütten. Dieses Ereignis wurde mit soviel Freude begrüßt, daß ihm die Augsburger 1603 ein Denkmal setzten. - Die Lärchen des Berchtesgadener Landes nahe der Baumgrenze wenig oberhalb 1500 m stellten sich in anderer Weise auf die kühleren und feuchteren Sommer ein - ihre Jahrringe messen nur noch die halbe Breite wie vor 1600.

1650 - 1680: kontinental. Mit mehr trocken-warmen Wetterlagen.

1680 - 1740: atlantischer Abschnitt, der wegen seiner geringen Kälte als "mildes Interglazial" angesehen wird: warme Sommer und milde feuchte Winter mit einem Höhepunkt um 1720.

1740 - 1890: kontinentaler Abschnitt. Der "Große Winter" von 1740 nimmt eine ähnliche säkulare Ausnahmestellung in der Klimageschichte ein, wie der Dürresommer 1947. Der Winter 1739/40 dauerte von Oktober bis in den Mai hinein und brachte im Juni noch starke Fröste. Er leitet eine lange Reihe häufiger kalter Winter und überwiegend kühle Sommer ein, wobei in den Jahren 1760 - 1811 einige sehr heiße Sommer eine Sonderstellung einnehmen.

Gletscherschwankungen

Die "Kleine Eiszeit" (Brooks 1926) oder "Fernausschwankung" (Kinzl 1929) hält 300 Jahre an, von 1590 bis 1890. In den zahlreichen Schwankungen lassen sich gegen zehn Hochstände festhalten: um 1600, um 1620, um 1650, um 1680; dann tritt eine längere Pause ein, zudem werden die Vorstöße schwächer und ihre Nachweise schwieriger. In der Beobachtung des Wachstums der Flechten konnte ein Mittel für die Datierung auch für Gletscher gewonnen werden. Dabei wurde ein bisher unbekannter Vorstoß aus der Zeit um 1780 gefunden. Für den Hallstätter Gletscher fand Kral einen Vorstoß um 1800. Ein allgemeines Vorstoßen aller Gletscher der ganzen Alpenkette folgt um 1820; dann wieder gegen 1850. Die letzten Vorstöße von 1875 und 1890 sind schwach und unbedeutend.

Lech- und Donauterrassen

An der Donau bei Pulln sind durch deren Südwandern links Terrassen abgesetzt und rechts Uferstreifen abgerissen worden, Orte sind verodet oder abgekommen: Trubensee, Winkl, Kirchheim und Marquadsufer. In der unteren der drei Terrassen, im Auland südlich Frauendorf sind 3 m unter Grundwasser Holzer gefunden worden mit dem C14-Datum 1575 ± 60 n.Chr.

Für die jüngeren Terrassen am Lech haben wir noch kein bestätigtes Datum. Auf Grund anderer Beobachtungen kommen drei Daten in die engere Wahl: 1432 (Gunzenleerlut), 1740 (Ende des "Milden Interglazials") und 1810 (bei erneuten Gletschervorstößen).

In diesem Abschnitt (Xb) beginnt frühestens etwa 1650 mit der Erfindung brauchbarer Instrumente die neuzeitliche Klimaaufzeichnung. Geschlossene Beobachtungsreihen setzen erst ab 1680 ein, in größerer Zahl ab etwa 1750.

X. Jüngere Nachwärmezeit = jüngeres Subatlantikum (seit 600)

3. Abschnitt: Xc. Waldbauzeit seit 1890

Seit 1832 wiegen milde Winter vor. Sie führen zur Rückbildung der Gletscher etwa ab 1850. Zwischen 1915 und 1926 unterbricht ein erneuter Vorstoß diesen Gang. Die dabei entstandenen Wälle im Gletschervorfeld sind recht auffällig. In diesem Klimaabschnitt fällt auch das weite Südwärtsvordringen von Eisbergen im Atlantischen Ozean, dem das Passagierschiff "Titanik" auf seiner Jungfernfahrt mit 4000 Fahrgästen zum Opfer fiel.

Seit 1921 ist die Mehrzahl der Alpengletscher im Rückgang. Auch das ganze Einzugsgebiet der Gletscher zeigt Schwunderscheinungen.

1936 - 1941: ein Kuhlabschnitt. Die Periode säkularer, weltweiter Erwärmung, die wir seit 1880 erlebt haben, mit ihrer großen Häufigkeit von Westwetterlagen, wurde 1938 unterbrochen, als mehrere Jahre lang Westwetter eine Seltenheit wurde. Die Folge waren bei uns kalte Winter (1939-42) und teils kühle (1940) teils auch heiße (1943, 1947) Sommer, jedenfalls extreme Wetterlagen, die alle Rekordwerte langer Beobachtungsreihen überschritten.

1952: Zur Zeit geht in der Arktis ein Klimawechsel vor sich; es sind Anzeichen dafür vorhanden, daß sich das Klima dort von Jahr zu Jahr mehr erwärmt. Die Temperatur der Nordsee ist im Laufe der letzten 20 Jahre (vor 1952) ständig gestiegen.

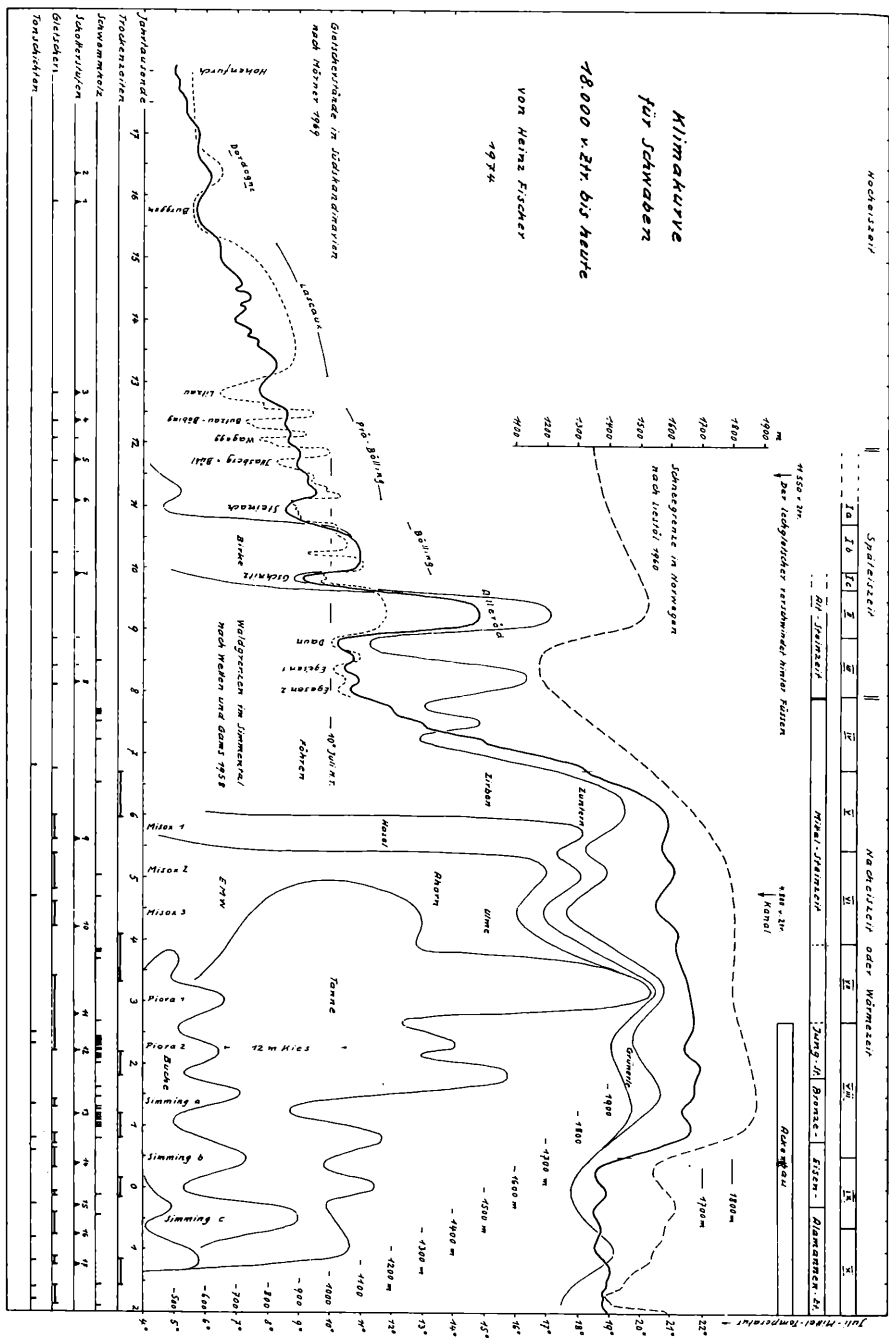
1955: Die Weltmeere stiegen in den letzten Jahrzehnten jährlich um 1 bis 2 mm an. Rund ein halber Millimeter davon wird den vermehrten Wasserzuflüssen infolge des andauernden Gletscherschwundes zugeschrieben.

1955: Von der Nordpolzone wissen wir, daß sie seit 25 Jahren wärmer wird. Die Baumgrenze schiebt sich höher hinauf, der Gerstenanbau geht weiter nach Norden und die Dorsche wandern viel weiter nördlich als früher.

1952: Der Hering weicht mehr und mehr aus der Nordsee. Auf den Heringsbänken sind vor 1950 bereits bedeutende Mengen von Sardinen gefangen worden, einem ausgesprochenen Bewohner wärmerer Gewässer. Heute hat Spitzbergen Dezembermonate, die denjenigen zu Berlin im vorigen Jahrhundert entsprechen.

1951: Von 52 gemessenen Gletschern sind 49 weiter beträchtlich zurückgegangen.

1956: Vor 400 Jahren lag die Südgrenze der Sahara noch 400 km weiter im Norden und zwar auf eine Breite von 2000 km; der westliche Teil der Sahara war Buschlandschaft. Hier hat der Neger in seinem Unverstand die Wälder niedergebrannt, und wenn nach einigen Jahren die Ernte auf dem solcherart gewonnenen Ackerland zurückging, zog er weiter und überließ seine Felder der Wüste. Im Norden und Nordosten von Kenya rückt die Wüste alljährlich um 10 km gegen den Urwald vor. Diese Marschleistung übertrifft die der Sahara um das zehnfache. - Auch in der Vernichtung der Natur legt der Mensch großen Wert auf die Zuwachsrate!



Die Klimakurve (stärkere Linie in Abb.9) stellt die Zusammenfassung aller im Text genannten Einzelheiten für die Zeit 18.000 v.Ztr. bis heute dar. Als Grundlage diente die Kurve von Groß (1958), die auf die Juli-Mittel-Temperatur für Mitteldeutschland (heute 19°) berechnet ist. Drei weitere Kurven unterstützen den Vergleich: Die Gletscherstände in Südschweden von Mörner (1969), die Schneegrenze in Norwegen nach Liestøl (1960, aus Schwarzbach 1961) und die Höhenstufen der Holzarten im Simmental nach Welten und Gams (1958). Auf fünf Fußleisten sind eingetragen: Die Trockenzeiten (z.T.), die C14-datierten Schwemmhölzer, die Schotterstufen am Lech, die Gletscherhochstände und die Tonschichten in Torflagern.

Schriftenverzeichnis

- Aario, L.: Über die Wald- und Klimaentwicklung an der Lappländischen Eismeerküste in Petsamo, mit einem Beitrag zur nord- und mitteleuropäischen Klimageschichte. Helsinki 1944
- Becker, B.: Möglichkeiten für den Aufbau einer absoluten Jahrringchronologie des Postglazials anhand subfossiler Eichen aus Donauschottern. Stuttgart 1972
- Becker, B.: Warmzeitliche (postglaziale) Schotterakkumulation des Illerschwemmkegels zwischen Senden und Burlafingen und der Donau zwischen Pfuhl und Nersingen. Deuqua-Exkursionsführer 1972
- Bertsch, K.: Geschichte des deutschen Waldes. Jena 1940
- Bortenschlager und Patzelt: Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores der Venedigergruppe (2270 m b.d.Rostocker Hütte). Chriesen 1969
- Bortenschlager, S.: Waldgrenz- und Klimaschwankungen im pollenanalytischen Bild des Gurgler Rotmooses. Innsbruck 1970
- Bortenschlager, S.: Der pollenanalytische Nachweis von Gletscher- und Klimaschwankungen in Mooren der Ostalpen. Stuttgart 1972
- Brooks, C.E.P.: Climate through the ages. London 1926
- Brunnacker, K.: Zur Kenntnis des Spät- und Postglazials in Bayern. München 1959
- Cleve-Euler, A.: Zur Geographie der Eiszeit und zur spätglazialen Entwicklung des Nordens, besonders Schonenens. Upsala 1948
- Diez, Th.: Die Würm- und postwürmglazialen Terrassen des Lech und ihre Bodenbildungen. Chriesen 1968
- Drygalski und Machatschek: Enzyklopädie der Erdkunde, Teil Gletscherkunde. Wien 1942
- Eoerl, B.: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. Augsburg 1930
- Erkamo, V.: Untersuchungen über die pflanzenbiologischen und einige andere Folgeerscheinungen der neuzeitlichen Klimaschwankung in Finnland. Helsinki 1956

- Firbas, F.: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Band 1. Jena 1949
- Fischer, H.: Die Lebensgemeinschaft des Donauriedes bei Mertingen. Augsburg 1936
- Fischer, H.: Das Kupferbichelporfil im Haunstetter Wald. Augsburg 1959
- Fliri, F.: Die ältere Klimageschichte von Tirol - derzeitiger Wissensstand. Innsbruck 1972
- Flohn, H.: Klimaschwankungen im Mittelalter und ihre historisch-geographische Bedeutung. Stuttgart 1950
- Flohn, H.: Witterung und Klima in Mitteleuropa. Zürich 1954
- Franke, H.W.: Ein speläoarcheologischer Beitrag zur postglazialen Klimageschichte. Chringen 1966
- Gams und Nordhagen: Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. München 1923
- Gams, H.: Die Waldklimata der Schweizeralpen. Basel 1923
- Gams, H.: Das ozeanische Element in der Flora der Alpen. Freising 1931
- Gams, H.: Der Einfluß der Eiszeiten auf die Lebenswelt der Alpen. München 1936
- Gams, H.: Aus der Geschichte der Alpenwälder. Stuttgart 1937
- Gams, H.: Die nacheiszeitliche Geschichte der Alpenflora. München 1938
- Gams, H.: Die Alpenmoore. München 1958
- German, R.: Zur Geologie des Vorlandgletschers. Stuttgart 1962
- German und Filzer: Beiträge zur Kenntnis spät- und postglazialer Akkumulation im nördlichen Alpenvorland. Chringen 1964
- Gradmann, R.: Pfahlbauten und Klimaschwankungen. Friedrichshafen 1950
- Gronbach, G.: Pollenanalytische Untersuchungen zur Geschichte des Federsees und zur vorgeschichtlichen Besiedlung des Federseeriedes. Stuttgart 1961
- Graul und Groschopf: Geologische und morphologische Betrachtungen zum Iller-Schwemmkegel bei Ulm. Augsburg 1952
- Groschopf, P.: Pollenanalytische Datierung württembergischer Kalktuffe und der postglaziale Klimaablauf. Stuttgart 1952
- Groß, H.: Die bisherigen Ergebnisse von C¹⁴-Messungen und paläontologischen Untersuchungen für die Gliederung und Chronologie des Jungpleistozäns in Mitteleuropa und den Nachbargebieten. Chringen 1958
- Groß, H.: Die postglaziale Klimaverschlechterung. Bremen 1958
- Hantke, R.: Allgemeines zur Erd- und Vegetationsgeschichte. Basel 1968
- Hermann, H.: Die Entstehungsgeschichte der postglazialen Kalktuffe der Umgebung von Weilheim. Stuttgart 1957
- Jakob, H.: Zur Datierung des "Rannenhorizontes" und der sog. "Pfahlbauten" im Main-Regnitz-Gebiet um Bamberg. Bamberg 1956
- Kinzel, H.: Die Gletscher als Klimazeugen. Wiesbaden 1958
- Kleiberg, R.v.: Die heutige Schneegrenze in den Ostalpen, Innsbr. 1947
- Kohl, H.: Beiträge über Aufbau und Alter der Donautalsole bei Linz. Linz 1968

- Kohl, H.: Quartär und Hydrogeologie des Linzer Raumes. Linz 1969
- Kossinna, E.: Die Dauer der Schneedecke in den Ostalpen. Stuttgart 1937
- Kral, F.: Zur Vegetationsgeschichte der Höhenstufen im Dachsteingebiet. Stuttgart 1972
- Langer, H.: Zur Waldgeschichte von Bayerisch-Schwaben. Augsburg 1958
- Langer, H.: Der Wandel im Waldbild der Stauden- und Zusamplatte. Augsburg 1959
- Langer, H.: Beiträge zur Kenntnis der Waldgeschichte und Waldgesellschaften Süddeutschlands. Augsburg 1962
- Langer, H.: Einwanderung und Ausbreitung der Weißtanne in Süddeutschland. Berlin 1963
- Liestöl, O.: Die Schneegrenze in Norwegen. (aus Schwarzbach 1961.178)
- Mayr, F.: Untersuchungen über Ausmaß und Folgen der Klima- und Gletscherschwankungen seit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit. Göttingen 1964
- Mörner, N.A.: Comparison between Late Weichselian and late Wisconsin ice marginal changes. Öhringen 1970
- Müller, J.: Die diluviale Vergletscherung und Übertiefung im Lech- und Illergebiet. Berlin 1920
- Müller, K.: Weinjahre und Klimaschwankungen der letzten 1000 Jahre. Mainz 1947
- Müller, W.: Der Ablauf der holozänen Meeresstransgression an der südlichen Nordseeküste und Folgerungen in bezug auf eine geochronologische Holozängliederung. Öhringen 1962
- Nagl, H.: Zur Kenntnis quartärer Klimaschwankungen aus geomorphologischen Erscheinungen am Beispiel des Pöllatales. Klagenfurt 1972
- Patzelt, G.: Die spätglazialen Stadien und postglazialen Schwankungen von Ostalpengletschern. Stuttgart 1972
- Paul und Ruoff: Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. München 1932
- Piffl, L.: Zur Gliederung des Tullner Feldes. Wien 1971
- Richter, G.: Klimaschwankungen und Wüstungsvorgänge im Mittelalter. Gotha 1952
- Rößler, W.: C14-Altersdatierung zweier holozäner Eichenhölzer aus der Steiermark. Graz 1963
- Rudy, H.: Die Wanderheuschrecke *Locusta migratoria*. Freiburg 1925
- Schmeidl, H.: Beitrag zur Synchronisierung des 1. Buchengipfels im Federsee- und Illerstammbekken. Stuttgart 1964
- Schütte, H.: Sinkendes Land an der Nordsee? Öhringen 1939
- Schwarzbach, M.: Das Klima der Vorzeit. Stuttgart 1961 (2. Auflage)
- Seitz, H.J.: Die Süßwasserkalkprofile zu Wittislingen und die Frage des nacheiszeitlichen Klima-Ablaufes. Augsburg 1951
- Seitz, H.J.: Die Süßwasserkalkprofile zu Wittislingen: Berichtigungen, Ergänzungen und Neuergebnisse 1951/52. Augsburg 1952
- Seitz, H.J.: Zur Altersfrage der Bandkeramik und weitere Neuergebnisse aus den Profilen zu Wittislingen. Augsburg 1956
- Senarclens-Grancy, W.: Beiträge zur Eingliederung der Moränen der Schlad-

minger Tauern, der Mitterrennstaler Moore und der Ramsau- oder Ennstalterrassen bei Schladming in das alpine Jungquartär. Wien 1962

- Smolla, G.: Der "Klimasturz" um 800 v.Chr. und seine Bedeutung für die Kulturentwicklung in Südwestdeutschland. Stuttgart 1954
- Troll, K.: Die Rückzugsstadien der Würmeiszeit im nördlichen Vorland der Alpen. München 1925
- Troll, K.: Über die Bildung von Talmäandern. Bonn 1954
- Troll, K.: Tiefenerosion, Seitenerosion und Akkumulation der Flüsse im fluvioglazialen und periglazialen Bereich. Gotha 1957
- Wall, E.: Der Federsee von der Eiszeit bis zur Gegenwart. Stuttgart 1961
- Welten, M.: Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentales. Zürich 1952
- Welten, M.: Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Stuttgart 1972
- Winter, K.: Der Lech. Augsburg 1896
- Zoller, H.: Postglaziale Gletscherstände und Klimaschwankungen im Gottshardmassiv und Vorderrheingebiet. Basel 1966
- Zoller, H.: Die Vegetation vom ausgehenden Miozän bis ins Holozän. Basel 1968