

LA CARTE LA PLUS ANCIENNE AVEC PARTIE SUD DU CANTON DU TESSIN

La carte manuscrite No 1816, sur parchemin, de la Bibliothèque nationale et universitaire de Strasbourg, datant de 1400 environ, figure la partie septentrionale de l'Italie (jusqu'à Rome), ainsi qu'un fragment de l'actuel Canton du Tessin. Son étude et sa comparaison avec la carte TÜRST soulèvent des points de vue nouveaux et intéressants sur une époque antérieure d'un siècle aux débuts de la cartographie suisse.

LA CARTA PIU VECCHIA CON UN LEMBO DI PAESAGGIO TICINESE

La carta manoscritta No. 1816, su pergamena, della Biblioteca Nazionale e Universitaria di Strasbourg, che data dal '400 circa, rappresenta la parte settentrionale dell'Italia anziché un lembo del Canton Ticino. Dallo studio e dal paragone di questa carta con quella di TÜRST risultano nuovi ed interessanti aspetti, anteriori di ben un secolo ai principii della cartografia svizzera.

DER STAND DER EISZEITFORSCHUNG IM DEUTSCHEN ALPENVORLANDE¹

VON CARL RATHJENS

Mit 1 Karte

In den Kälteperioden des Eiszeitalters kam es in allen Hochgebirgen der Erde zu einem starken Anwachsen der Vergletscherung. Darüber hinaus bildeten sich auch neue große Vereisungszentren in solchen Gebirgen und Landmassen, die heute eisfrei sind oder nur eine ganz geringe Vergletscherung besitzen. Auf der Nordhalbkugel der Erde entstanden vor allem über Skandinavien und über dem nördlichen Nordamerika große Inlandeismassen, wie wir sie heute nur von Grönland oder der Antarktis kennen. In Europa drang das skandinavische Eis bis nach Südengland und an den Rand der deutschen Mittelgebirgsschwelle vor, nach Südosten ungehemmt weit nach Rußland hinein. Im Vergleich mit diesen gewaltigen Flächen ist die eiszeitliche Vergletscherung der Alpen nur sehr bescheiden. Die Eiszeitforschung nun findet im allgemeinen ihr bestes Material nicht in den großen Inlandeisgebieten, wo die glazialen Ablagerungen über weite Strecken hin einförmig sind. Eine große Eismasse schafft sich eine gewisse Eigengesetzlichkeit, vor allem in den klimatischen Bedingungen; sie reagiert daher auch in ihren Randgebieten nur relativ langsam und träge auf alle Veränderungen der Umwelt. Bei kleineren Gletscherregionen dagegen bestehen große Gegensätze auf verhältnismäßig kleinen Entfernungen. Hier muß das Gletschereis in seinen Randzonen auf alle Umweltsveränderungen besonders empfindlich reagieren. Das trifft vor allem für die Randgebiete eines vergletscherten Hochgebirges zu, wie es die Alpen während der Eiszeit waren. In besonders vielfältigem Wechsel stießen hier die Gletscherzungen vor und zogen sich abschmelzend wieder zurück. Dadurch ergaben sich stratigraphisch und morphologisch höchst komplizierte und interessante Verhältnisse. Die flache Inlandeismasse Skandinaviens schuf in weitem Umkreise um sich herum ein hocharktisches Klima. Dagegen wurden die alpinen Vorlandgletscher aus einem Hochgebirge mit hohen Niederschlagsmengen gespeist; sie folgten einem stärkeren Gefälle und konnten daher tief in wärmere Regionen vorstoßen. Auch die südlichere Lage der Alpen spielt dabei eine Rolle. Heute dringen ja größere Alpengletscher bis in den Gürtel des Hochwaldes vor, während die Gletscherzungen isländischer oder skandinavischer Eiskappen von der mageren Tundravegetation des Fjells umgeben sind. So dürfen wir annehmen, daß am Rande der eiszeitlichen Alpenvergletscherung auf kurzen Entfernungen kräftige klimatische und pflanzengeographische Gegensätze bestanden und daß sich auch der vorgeschichtliche Mensch nahe ans Gebirge heranwagte. So

¹ Vortrag, gehalten am 7. Mai 1948 vor der Geographischen Gesellschaft Bern.

haben gerade die Alpen und ihr näherer Umkreis entscheidende Beiträge zur Erforschung der Eiszeit geliefert. Eine besondere Stellung nimmt hier wieder der westliche und nördliche Saum der Alpen ein, wo sich weite Gletscherfächer in das Vorland hinaus ergießen konnten, während das Eis am Südrande der Alpen im allgemeinen nahe dem Gebirgsrande steckenblieb. Die nähere Untersuchung des Alpenvorlandes in Frankreich, der Schweiz, Deutschland und Österreich hat der Eiszeitforschung wichtige Erkenntnisse gebracht, die auch allgemein und für größere Räume von nicht geringer Bedeutung sind. Vom deutschen Alpenvorlande zwischen Rhein und Salzach soll im folgenden die Rede sein.

In den Eiszeiten drangen die Talgletscher der Zentralalpen in die Längstalfurchen vor und vereinigten sich hier zu einem Eisstromnetz. Auch in den niedrigeren Ketten der nördlichen Kalkalpen entstanden lokale Gletscher, die in die Täler hineinstießen. Schließlich kam es im Gebirgsinneren zu einer regelrechten Eisüberschwemmung, die viele Wasserscheiden überflutete und nur noch die höheren Gipfel herausragen ließ. Durch alle größeren Tore am Nordrand des Gebirges ergoß sich das Eis in das Vorland hinaus². Hier konnten sich die Gletscherströme in Fächerform mehr oder weniger regelmäßig ausbreiten, ganz im Gegensatz zu den Verhältnissen in der Schweiz, wo die Vorlandgletscher durch hohe Molasserücken in bestimmte Richtungen gelenkt und zum Teil durch den nahen Jura gestaut und umgeleitet wurden. Die Kalkalpen nördlich der großen Längstalfurchen fingen in den Eiszeiten ebenso wie heute die feuchten Nordwestwinde auf, erhielten höhere Niederschläge in Form von Schnee und hatten auch wie heute eine niedrigere Schneegrenze als die Zentralalpen. Sie trugen daher kräftig zur Speisung des Eisstromnetzes und der Vorlandvergletscherung bei. Den Ausschlag für die Ausmaße der Eisfächer im Vorlande gab aber doch die Zufuhr des zentralalpinen Eises. So schlingen sich die Endmoränen des Rheingletschers in weitem Bogen um das Becken des Bodensees, aus dem ganzen Einzugsbereiche des Alpenrheins gespeist, die Randgebiete des Schwarzwaldes und der Schwäbischen Alb erreichend. Östlich anschließend, folgten zwei kleinere Vorlandgletscher, die aus den Tälern der Iller und des Lech genährt wurden. Der Lechgletscher spaltete sich in zwei markante Zungen, deren Becken heute von der Wertach und dem Lech durchflossen werden. Diese Gletscher standen untereinander in Verbindung, waren aber vom Rheingletscher durch den Molassesporn der Allgäuer Vorberge getrennt. In das Talgebiet der Iller gelangte nur über wenige Transfluenzpässe eine geringe Menge zentralalpinen Eises hinein; einen stärkeren Zustrom erhielt der Lechgletscher von rechts, vom Fernpaß und Plansee her. Diese beiden Gletscher wurden durch quer vor den Alpentoren liegende Molasserippen behindert. Ähnlich wie in der Schweiz ist die gefaltete Molasse im Allgäu stärker gehoben und dem Gebirgskörper angegliedert als weiter im Osten. So in der Entfaltung gehemmt, drang das Eis des Iller- und Lechgletschers in den einzelnen Eiszeiten und Vorstoßphasen auch sehr verschieden weit nach Norden ins Vorland. Gerade diese Tatsache hat das klassische Untersuchungsgebiet der Eiszeitforschung geschaffen.

Der Lechgletscher grenzt im Osten an den Isargletscher. Dieser erhielt aus der Eismasse des Innates über den Fernpaß und über den Sattel von Seefeld eine außerordentlich starke zentralalpine Komponente und erstreckte sich daher besonders weit nach Norden. Der mächtige Vorlandgletscher wurde aus vier Alpentoren gespeist: vor dem Ammertale konnte sich jedoch, eingezwängt zwischen den Eisströmen von Lech und Loisach, kein selbständiges Zungenbecken entwickeln; aus dem Loisachtale griff der Gletscher über das Becken des Ammersees am weitesten aus und kam in unmittelbare Berührung mit dem tertiären Hügellande; in der Verlängerung der Furche von Walchensee und Kesselberg liegt der Starnberger See und das Becken von Wolfratshausen; vor dem unteren Isartale endlich bildete sich nur um Tölz ein kleinerer Fächer. Bei einer geringen Zufuhr zentralalpinen Eises blieben die lokalen Gletscher von Tegernsee, Schliersee und Leitzachtal ganz am Gebirgsrande stecken. Vor dem Innate, mit mächtigem Einzugsgebiet in den Zentralalpen vom Oberengadin bis zu den Zillertalern, liegt der regelmäßige Halbkreis eines großen Vorlandgletschers. Ihm ist der kleinere Bogen des Chiemseegletschers angefügt, dessen Einzugsbereich bis in die Hohen Tauern reichte, in dem aber doch das Eis der Chiemgauer Kalkalpen und der Schieferalpen um Kitzbühel überwog. Die Gletscher der Weißen und Roten Traun gelangten südlich von Traunstein nicht über den Gebirgsrand hinaus. Vor den Alpentoren von Saalach und Salzach schwingen die Endmoränen wieder zu einem weiten Bogen nach Norden aus; der Einzugsbereich umfaßt vor allem die Hohen Tauern. Weiter nach Osten werden die Gletscherareale immer kleiner und enden immer tiefer drinnen im Gebirge. Das hängt sowohl mit der sich verringern den Höhe des Hauptkammes der Zentralalpen als auch mit der zunehmenden Kontinentalität des Klimas, der Abnahme der Niederschläge und dem Ansteigen der eiszeitlichen Schneegrenze, zusammen.

Ein Markstein der Eiszeitforschung in den Alpen, auf den jede neue Untersuchung zurückgreifend sich stützen muß, ist das große Werk von A. PENCK und E. BRÜCKNER³. Seine Ergebnisse haben lange die Lehre vom Eiszeitalter auf der ganzen Welt

² Mächtigkeit des würmeiszeitlichen Saalachgletschers im Becken von Reichenhall mindestens 730 m.

³ A. PENCK und E. BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901—1909.

entscheidend beeinflußt. In der Iller-Lech-Platte, wo sich die Endmoränen von Iller- und Lechgletscher in vielfachen Bögen ineinanderfügen und wo die Schotter der Schmelzwasserströme eine mehrfach gestufte Terrassenlandschaft bilden, gewann PENCK seine Auffassung der vier selbständigen Eiszeiten des Diluviums. Nicht von ungefähr erhielten diese den Namen nach vier kleinen Flüssen des schwäbischen und westlichen bayrischen Alpenvorlandes, der Günz, der Mindel, der Riß und der Würm. Jeder Versuch, das Schema PENCKs zu revidieren oder eine neue Eiszeitgliederung zu setzen, sollte sich auch mit der Iller-Lech-Platte beschäftigen. Hier haben die Anschauungen ihren Ausgang genommen, die von der Arbeit EBERLS⁴ angeregt wurden, und auch künftige Versuche werden dieser interessanten Landschaft ihr besonderes Augenmerk zuwenden müssen. Echte interglaziale Ablagerungen sind auch vom nördlichen Alpenrand in genügender Zahl untersucht worden⁵. Schieferkohlen der letzten Zwischeneiszeit werden in unserer kohlenarmen Zeit sogar an verschiedenen Stellen abgebaut und ergeben einen leidlichen Brennstoff⁶. Welche Unsicherheit für die Eiszeitchronologie in rein stratigraphischen Argumenten der interglazialen Ablagerungen liegt, zeigt die Tatsache, daß anscheinend die Diskussion um das Profil der bekannten Höttinger Brekzie noch immer nicht abgeschlossen, sondern durch neue Grabungen während des Krieges frisch belebt worden ist.

Die Arbeiten PENCKs und BRÜCKNERS stellten bei weitem keine detaillierte Untersuchung des gesamten alpinen Vereisungsgebietes dar. Eine solche hätte die wissenschaftliche Kraft einzelner überschritten. Nur Teilräume wurden näher untersucht, die für die Fragestellung des Werkes von besonderer Bedeutung waren; darüber hinaus begnügte man sich mit großzügiger Übersicht. Spezialuntersuchungen hatten die gewonnenen Ergebnisse nachzuprüfen, zu ergänzen oder abzuändern. Die folgende Periode der Einzelforschung stand häufig noch unter der Autorität PENCKs, der in seinem großen Werk und in vielen weiteren Arbeiten die Richtung vorzeichnete. Unter zahlreichen Untersuchungen sei vor allem die geologisch-morphologische Kartierung des Inn- und Chiemseegletscher-Gebietes⁷ genannt. Dieses zeigt in seinen regelmäßigen Formen das Muster eines würmeiszeitlichen Gletscherfächers, der sich im Vorland nahezu ungehindert ausbreiten konnte. Der das Stammbecken am Ende der Eiszeit erfüllende See ist hier wie in den Becken von Salzburg, Tölz und Wolfratshausen, im Murnauer Moos und an manchen anderen Stellen wieder verschwunden. Zuschüttung von Süden und späteiszeitliche Zerschneidung des stauenden Moränengürtels wirkten zusammen. Auf den undurchlässigen Seetonen haben sich Hochmoore angesiedelt. Chiemsee und Bodensee zeigen den früheren Zustand. In manchen Stammbecken blieben nur Reste der einstigen Seeflächen erhalten, so bei Kochel oder Füssen. Vom Stammbecken gehen langgestreckte Zweigbecken aus, die den Strömungslinien des Eises entsprechen. Da sie meist abseits von den Wegen des heutigen Entwässerungssystems liegen, blieben Seen in ihnen häufiger bis in die Gegenwart erhalten. Die zentripetale Richtung vieler Bäche und Flüsse ist gegen das Stammbecken am Alpenrande gerichtet; durch ein einziges Zweigbecken strömen dann alle Wassermassen wieder nach Norden, um den Endmoränenkranz in tiefem Einschnitt zu durchbrechen. Von den bekannten Aussichtsbergen im Vorlande scheint sich vielfach das ganze Gelände nach Süden gegen den Alpenrand zu senken. Der Inn-gletscher-Fächer hat sogar einen selbständigen Gebirgsfluß, die Mangfall, umgelenkt und durch ein Zweigbecken in sein zentripetales Gewässernetz einbezogen. Die zwischen den einzelnen Zweigbecken liegenden Grundmoränenplatten sind vom strömenden Eise zu Drumlinfeldern geformt worden. Häufig kommen an den Kanten gegen die Becken die älteren Ablagerungen des Sockels, tertiäre Sande und Mergel, zu Nagelfluh verfestigte Schotter älterer Eiszeiten oder ältere Moränenablagerungen zutage. Außen herum schwingt sich ein Kranz von jungen Endmoränen, zwischen denen periphere Entwässerungsrinnen dahinziehen. Dann schließen sich die Schotterflächen und Schotterstränge der hocheiszeitlichen Schmelzwasserströme an. Der landschaftliche Gegensatz zwischen kuppiger Endmoräne mit Buchenbestand und der würmeiszeitlichen Schotterfläche mit mageren Äckern oder eintönigem Fichtenforst ist einer der markantesten im deutschen Alpenvorlande. Dieses von TROLL entworfene Bild ist in Einzelheiten später Veränderungen unterworfen worden; doch kann das die große Leistung für die Eiszeitforschung in unserem Raume nicht schmälern.

Leider haben wir nicht für jedes Gletschergebiet die gleichen guten Kenntnisse. Für das württembergische Oberschwaben und das Bodenseegebiet besitzen wir überall geologische Spezialkartierungen,

⁴ B. EBERL: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorland. Augsburg 1930.

⁵ Beispiel: F. FIRBAS: Beiträge zur Kenntnis der Schieferkohlen des Inn- und der interglazialen Waldgeschichte der Ostalpen. Zeitschrift für Gletscherkunde, 15, 1927.

⁶ Beispiel: Braunkohlenbergwerk Großweil bei Kochel, Oberbayern.

⁷ K. TROLL: Der diluviale Inn- und Chiemseegletscher, Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, Bd. 23, I, 1924.

zum Teil sogar in neueren Bearbeitungen⁸. So haben wir zwar für den Rheingletscher kein geschlossenes Kartenblatt, aber doch eine gute Darstellung auf der schönen geologischen Übersichtskarte von Württemberg⁹. Aus Bayern liegt die geologische Spezialkartierung erst sehr lückenhaft vor. In der Iller-Lech-Platte, die doch einen Angelpunkt in der Eiszeitforschung des deutschen Alpenvorlandes darstellt, haben seit PENCK viele Forscher gearbeitet, doch sind, von geringen Ausnahmen abgesehen¹⁰, bisher nur hie und da orientierende Übersichtskarten gegeben worden. Für das Isargletscher-Gebiet bestehen, außer einigen geologischen Spezialkarten im Raume südwestlich von München, vor allem die schönen Karten von KNAUER¹¹. Ältere Aufnahmen der Blätter München und Tölz¹² vermögen uns heute nur mehr wenig zu befriedigen. Leider geben KNAUERS Karten nur die nördliche Hälfte des Gletscherfächers wieder; das Gebiet zwischen dem Südrande der großen Vorlandseen und den Alpen liegt entweder nur in veralteten Kartierungen oder überhaupt noch nicht vor. Das Glazial von Tegernsee, Schliersee und Leitzachtal ist in neuerer Zeit nur in geologischen Gebirgsaufnahmen am Rande mitbehandelt worden. Von TROLLS Karte des Inn-Chiemsee-Gletschers¹³ war schon die Rede. Das Gebiet der Traun hat erst jüngst durch EBERS¹⁴ eine schöne monographische Bearbeitung erfahren. Der Salzachgletscher ist seit der ersten Darstellung durch BRÜCKNER am Ende des vorigen Jahrhunderts besonders vernachlässigt worden. Hier ist vor allem E. EBERS seit Jahren an der Arbeit, so daß wir in absehbarer Zeit eine neue Behandlung dieses Gletscherfächers erwarten dürfen.

Die Viergliederung des Eiszeitalters, die wir das Pencksche Schema nennen wollen, hat als Grundlage der Eiszeitforschung keine unbegrenzte Gültigkeit behalten. Ich will hier ganz davon absehen, daß man in Norddeutschland erst drei selbständige Vereisungen nachgewiesen hat. Der Anstoß zu einer Neugliederung ging nur zum Teil von der Geländeforschung aus, zum Teil auch von einer Theorie zur Erklärung des Eiszeitphänomens überhaupt. Seit 1924 wurden in den Kreisen der deutschen Wissenschaft die Berechnungen von MILANKOWITSCH bekannt, der nach den Schwankungen verschiedener Elemente der Erdbahn den Gang der Strahlungsintensität der Sonne in unseren Breiten zunächst für 600 000, später für eine Million Jahre rückwärts fixiert hat. Man hat die Tiefpunkte der dabei entstehenden Kurve zunächst als Eiszeiten gedeutet. Daß die Beziehungen keineswegs so einfache sind, haben wohl als erste BECK¹⁵ und SOERGEL¹⁶ gezeigt. Es würde den Rahmen des Themas weit überschreiten, wenn ich auf die damit angeschnittenen Fragen kritisch näher eingehen wollte¹⁷. Es ist ja bereits eine umfangreiche Literatur hierzu entstanden. Mir sei nur so viel zu sagen erlaubt, daß an der Realität der sogenannten Strahlungskurve kein Zweifel bestehen kann. Umstritten ist nur, ob sie imstande ist, eine befriedigende Erklärung für das Eiszeitphänomen und seinen Ablauf zu geben und wie weit die Parallelisierung der Kältezeiten der Kurve mit den aus den geologischen Befunden erschlossenen Eisvorstößen richtig ist.

Schon in Kenntnis der Berechnungen von MILANKOWITSCH ist durch EBERL¹⁸ eine eingehende Neubearbeitung der Iller-Lech-Platte erfolgt, die eine nahe Parallele zwischen den Befunden im Gelände und der Strahlungskurve fand. So wurde die Würmeiszeit in drei selbständige Eisvorstöße aufgelöst. Davor erfuhren Riß-, Mindel- und

⁸ Zuletzt: F. WEIDENBACH: Erläuterungen zu Blatt Waldsee. Stuttgart 1936.

⁹ Geologische Übersichtskarte von Württemberg, in 4 Blättern, 1: 200 000, herausgegeben vom Württembergischen Statistischen Landesamt, 1930—1933. Siehe auch: Geologische Karte von SW-Deutschland, 1: 600 000, 1938. Beide Karten unter Mitwirkung von F. WEIDENBACH.

¹⁰ E. KRAUS: Erläuterungen zur geognostischen Karte 1: 100 000, Blatt Kempten. München 1931.

¹¹ J. KNAUER: Geognostische Karte von Bayern, 1: 100 000, Blatt München-West; Teilblatt Landsberg 1929; Teilblatt Starnberg 1932.

¹² O. FEICHTMAIER und C. LEBLING: Geologische Ausgabe des Blattes 638 München 1: 100 000. München 1921. Dieselben und K. A. WEITHOFER: Blatt 651 Tölz. München 1923.

¹³ K. TROLL: 1924.

¹⁴ E. EBERS: Die diluviale Vergletscherung des bayrischen Traungebietes. Veröffentlichungen der Gesellschaft für Bayrische Landeskunde. München 1939.

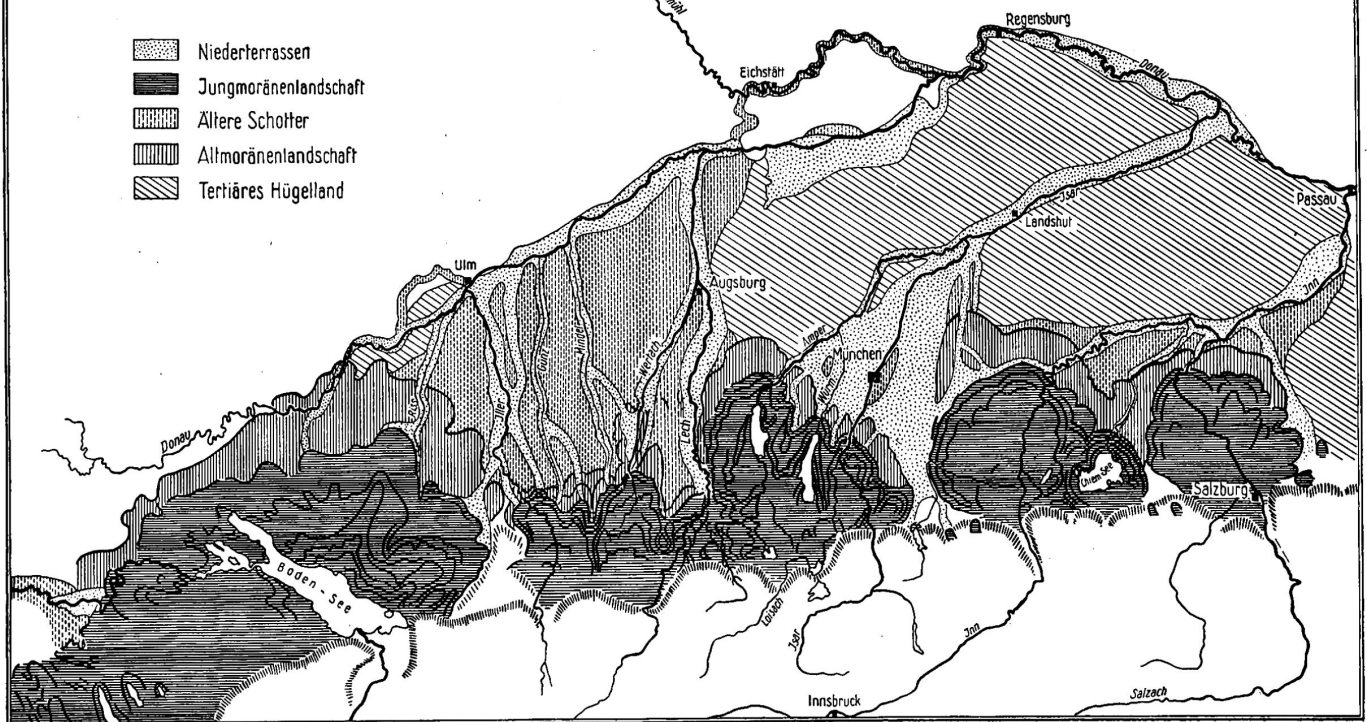
¹⁵ P. BECK: Studien über das Quartärklima im Lichte astronomischer Berechnungen. *Eclogae geol. Helvetiae*, 1937.

¹⁶ W. SOERGEL: Die Vereisungskurve. Berlin 1937.

¹⁷ Die letzte gute Zusammenstellung gibt W. WUNDT: Die Mitwirkung der Erdbahnelemente bei der Entstehung der Eiszeiten. *Klimaheft der Geologischen Rundschau*, Bd. 34, 1944.

¹⁸ B. EBERL: 1930.

Diluvialgeologische Skizze des süddeutschen Alpenvorlandes



Günzeiszeit je eine Zweiteilung. Ältere Schotter nördlich der Linie Buchloe—Memmingen wurden als Zeugen dreier Vorstöße einer noch älteren, der Donau eiszeit, gedeutet. Allerdings ist die einwandfreie Verknüpfung dieser Schotter mit Moränenresten bisher nicht gelungen. Noch ältere Schotterreste, die Ottobeurer und Staufener Schotter, die von PENCK als tektonisch gehobene Deckenschotter angesehen worden waren, wurden von EBERL in das Pliozän gestellt, aber ebenfalls mit zwei Tiefpunkten der Strahlungskurve parallelisiert. In der Folge ist diese Gliederung für die jüngeren Eiszeiten in Deutschland fast überall anerkannt worden; die ältere Eiszeitchronologie begegnet aber noch starken Bedenken. Übertriebene Ausdeutung hat an die Stelle der vier Eiszeiten PENCKs ein neues, vierzehnteiliges Schema setzen wollen. So hat man gelegentlich zwischen der alten Auffassung PENCKs und den Anhängern der Strahlungskurve von MILANKOWITSCH oder der sogenannten Vollgliederung des Eiszeitalters einen Gegensatz konstruiert, der in dieser Schärfe in Wahrheit gar nicht vorhanden ist. Schon EBERL hat ja die Gliederung PENCKs nicht bekämpfen, sondern verfeinern und modifizieren wollen. Das geht unter anderm daraus hervor, daß er die Namensgebung PENCKs beibehalten hat. Eine wirkliche Klärung der hier noch offenstehenden Fragen wird nicht aus theoretischen Erwägungen, sondern nur aus umfassenden neuen Geländeuntersuchungen im nördlichen Alpenvorlande zu gewinnen sein. Hier kommt natürlich den Arbeiten im schweizerischen Mittellande das größte Interesse zu. Erst in jüngster Zeit ist im deutschen Alpenvorlande die Eiszeitgliederung durch einen dritten Vorstoß der Rißeiszeit bereichert worden¹⁹. Allerdings hat KNAUER²⁰ die Identität von Riß III und Würm I vermutet, aber mit noch nicht ganz überzeugenden Argumenten. Umgekehrt wird von SCHAEFER²¹ auf Grund seiner Untersuchungen zwischen Rhein- und Illergletscher eine Zweigliederung der Würmeiszeit vertreten; und während er seinen sonstigen Ergebnissen nur lokale Bedeutung zuerkennt, möchte er doch gerade diese Tatsache für das ganze deutsche Alpenvorland und darüber hinaus verallgemeinert wissen. Meines Erachtens sind wir heute wieder so weit, daß ein neuer Versuch der Eiszeitgliederung im Umkreise der Alpen gemacht werden sollte. Das hätte unbeeinflusst von Lehrmeinungen und unter Verarbeitung des gesamten in den letzten zwanzig Jahren gewonnenen Materials zu geschehen. Es würde allerdings eine Arbeitskraft erfordern, wie sie der große Geograph ALBRECHT PENCK in wohl einmaliger Weise besaß.

Im Gebiete östlich der Iller war die Vergletscherung der Mindeleiszeit die stärkste; ihre Moränen sind hier am weitesten in das Vorland hinausgeschoben. Das trifft nach den Feststellungen KNAUERS²² am Isargletscher für das ganze bayrische Alpenvorland zu, während man früher glaubte, Unterschiede zwischen den einzelnen Gletscherfächern machen zu müssen, und nach fernliegenden Erklärungen für das scheinbar differenzierte Verhalten suchte. Die Rißvereisung war etwas schwächer, reichte aber doch beträchtlich über die Grenzen der Würmeiszeit hinaus. Der Höhenunterschied der Schneegrenzen zwischen Riß und Würm betrug etwa 100 m. Die Günzeiszeit blieb im Gebiet von Iller- und Rheingletscher etwa in den Ausmaßen der Würmeiszeit; fraglich, ob aus klimatischen Gründen oder weil das Hochgebirge noch eine etwas geringere Höhe besaß als heute. Vom Rheingletscher nach Westen, also in der Schweiz und in Frankreich, war die Rißeiszeit die Zeit der größten Vergletscherung. Man hat daraus eine Hebung der Westalpen und entsprechende Tiefenerosion der Gebirgstäler noch im großen Interglazial zwischen Mindel und Riß erschlossen²³. In der Landschaft schließt sich jedenfalls überall

¹⁹ W. SOERGEL: 1937.

²⁰ J. KNAUER: Über das Alter der Moränen der Zürich-Phase im Linthgletscher-Gebiet, Abhandlungen der geologischen Landesuntersuchung am Bayrischen Oberbergamt, Heft 33. München 1938. Weiter: Der gegenwärtige Stand der Eiszeitforschung im südbayrischen Gebiet. Forschungen und Fortschritte, 1942.

²¹ I. SCHAEFER: Morphologische Untersuchungen im Gebiet des jungdiluvialen Iller- und östlichen Rheingletschers und ihrem nördlichen Vorland. Augsburg 1939.

²² J. KNAUER: Die Mindeleiszeit, die Zeit größter diluvialer Vergletscherung in Süddeutschland, Abhandlungen der geologischen Landesuntersuchung am Bayrischen Oberbergamt, Heft 29. München 1938.

²³ F. MACHATSCHKE: Diluviale Hebung und eiszeitliche Schneegrenzendeckung, Klimaheft der Geologischen Rundschau, Bd. 34, 1944.

an die kuppigen Moränen der Würmeiszeit mit ihren geschlossenen Hohlformen ein Streifen von Altmoränen an, die viel ausgeglichene Formen zeigen und frei von Seen sind.

Die Würmeiszeit hat naturgemäß die stärksten Spuren im Bilde des Alpenvorlandes hinterlassen. Ihr waren daher auch besonders viele geomorphologische Untersuchungen gewidmet. TROLL²⁴ hat die jungglazialen Schotterfluren und ihre Verknüpfung mit den Endmoränen der Würmeiszeit näher erforscht und hat später²⁵ den Rückzug des Würmeises gegen den Alpenrand, der sich als Eiszerfall mit vielfältigen Toteisbildungen abspielte, am Beispiel des Loisach-Vorlandes gezeigt. E. EBERS²⁶ behandelte die Drumlinfelder und ihre Entstehung unter dem strömenden Eise. Etwa gleichzeitig mit EBERL begann auch KNAUER²⁷ die Ergebnisse seiner Kartierungen zu veröffentlichen. Beide haben übereinstimmend festgestellt, daß von den drei Vorstößen der Würmeiszeit nicht der erste, sondern der mittlere am weitesten nach Norden in das Vorland hinausging. Man hatte für die großen Endmoränenzüge der Würmeiszeit, die oft in sich wieder in mehrere Wälle untergegliedert sind, bisher keine einheitlichen Namen. Am gebräuchlichsten waren die Stadien des Rheingletschers (von außen nach innen): Schaffhausener, Dießenhofener und Stein-Singener Phase und die entsprechenden Bezeichnungen TROLLS vom Innegletscher: Kirchseeoner, Ebersberger und Ölkofener Phase. Seit den Arbeiten EBERLS und KNAUERS ist man mehr und mehr dazu übergegangen, von W I, W II und W III zu sprechen. Die Reihenfolge ist aber nun eine andere. Die äußersten Randlagen der Jungendmoränen, die frischen, stark kuppigen Wälle mit steiler Innenseite, gehören dem W II an, das man im allgemeinen wieder in drei Haltestadien, W IIa, b und c, gliedert. Das entspricht z. B. am Innegletscher den Ayinger und Obinger Randlagen, den Kirchseeoner und den Ebersberger Endmoränenwällen. Die nach innen folgenden Wälle der W I-Phase besitzen ein ganz anderes Aussehen; sie sind vom Eise der W II-Phase überfahren und verschliffen, teilweise sogar drumloid umgestaltet worden. Man kann in Aufschlüssen beobachten, daß die von diesen Wällen ausgehenden Übergangskegel und Schotterflächen von einer dünnen Grundmoränendecke der W II-Phase überzogen sind. Auch W I läßt sich oft in zwei Stadien teilen, W Ia und b. Die Stellung von W III ist noch umstritten. Eindeutig scheint dieser Endmoränenwall nur in der Iller-Lech-Platte zur Ausbildung gekommen zu sein. Im Gebiet des östlichen Rheingletschers wird sein Vorhandensein von SCHAEFER²⁸ bestritten. Auch im Osten im Bereich der großen seenerfüllten Zungenbecken scheinen die Moränen dieser Phase zu fehlen. Auf keinen Fall sind sie mit den ersten Rückzugsstadien gleichzusetzen. Der ganze Fragenkomplex hat eine heftige Kontroverse zwischen TROLL²⁹ und KNAUER³⁰ hervorgerufen. KNAUER hat seine Erkenntnisse übrigens auch auf die Endmoränen des Zürichsees übertragen³¹. Mit weniger Glück hat er versucht, eine Parallele zwischen dem Ablauf der Würmeiszeit im Alpenvorlande und den Endmoränenstadien der Weichseleiszeit im norddeutschen Flachlande zu finden³². Seine Auffassung der frischen Endmoränen der W II-Phase und der überfahrenen, überschliffenen Endmoränen der W I-Phase hat sich aber heute in dem kleineren Bereiche des deutschen Alpenvorlandes wohl allgemein durchgesetzt. Versuche, mit der Methode der Warvenzählung mehr Licht in den Ablauf der Würmeiszeit zu bringen, stehen hier erst in den allerersten Anfängen der Entwicklung.

Nur der südliche Teil des Alpenvorlandes lag während der Kälteperioden des Diluviums unter Eis begraben. Der nördliche Teil blieb eisfrei. Hier breiteten sich über dem miozänen Sockel die Flächen der Schmelzwasserabflüsse aus oder zwängten

²⁴ K. TROLL: Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der deutschen Alpen, Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde, 24. Bd., 1926.

²⁵ C. TROLL: Die jungeszeitlichen Ablagerungen des Loisach-Vorlandes in Oberbayern, Geologische Rundschau, 28. Bd., 1937.

²⁶ E. EBERS: Das Eberfinger Drumlinfeld, Geognostische Jahreshefte, München 1926; Die bisherigen Ergebnisse der Drumlinforschung, Neues Jahrbuch für Mineralogie usw., 53, Beilage Bd. B, 1926; Unvollendete Drumlinlandschaften des Innegletschers, Zentralblatt für Mineralogie usw., Abt. B, 1931; Zur Entstehung der Drumlins als Stromlinienkörper, Neues Jahrbuch für Mineralogie usw., B-Bd. 78, Abt. B, 1937.

²⁷ J. KNAUER: 1929, 1932; dazu auch: Glazialgeologische Ergebnisse aus dem Isargletscher-Gebiet, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1928.

²⁸ I. SCHAEFER: 1939.

²⁹ K. TROLL: Die sogenannte Vorrückungsphase der Würmeiszeit und der Eiszerfall bei ihrem Rückgang, Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, 1936.

³⁰ J. KNAUER: Die Ablagerungen der älteren Würmeiszeit (Vorrückungsphase) im süddeutschen und norddeutschen Vereisungsgebiet, Abhandlungen der geologischen Landesuntersuchung, München 1935; Widerlegung der Einwendungen K. TROLLS gegen die Vorrückungsphase der Würmeiszeit, Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, 1937; Zur Theorie der «überfahrenen» Würmendmoränen, Mitteil. der Reichsstelle für Bodenforschung, Zweigstelle München, Heft 37, 1942.

³¹ J. KNAUER: 1938.

³² J. KNAUER: 1935; zum Beispiel K. GRIPP: Müssen gewisse jungeszeitliche Endmoränenzüge im nördlichen Alpenvorlande und in Norddeutschland als vom Eise überfahren angesprochen werden? Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft und des Naturhistorischen Museums zu Lübeck, Bd. 40, 1940.

sich in Tälern durch das höher aufragende tertiäre Hügelland hindurch. Der Löß, den zunächst auch PENCK noch für eine interglaziale Bildung gehalten hatte, ist nichts anderes als die Gletschertrübe, die aus den hocheiszeitlichen Schotterbetten ausgeweht wurde und abseits davon an Hindernissen, im Windschatten, aber auch über weite Flächen gleichmäßig ausgebreitet, wieder zur Ablagerung gelangte. So sind vor allem alle Schotterterrassen der älteren Eiszeiten bis zu den rißeiszeitlichen Hochterrassen von der Lößdecke der nächstfolgenden Eiszeit überzogen worden. Die Gliederung und Mächtigkeit der Lößprofile, ihrer Verlehmungs- und Bodenhorizonte haben viel zur Altersbestimmung der Terrassenflächen und damit zur Chronologie des Eiszeitalters beigetragen. Besonders für das Gebiet des Rheingletschers, des Hochrheins und der oberrheinischen Ebene hat die Tätigkeit SOERGELS in Freiburg i. Br. sehr anregend gewirkt. In bisher einmaliger Weise hat SCHAEFER³³ an der Iller den Löß des jüngeren Würmvorstoßes auf den Schotterterrassen der älteren Würmvereisung nachgewiesen, damit auf das klarste die Zweiteilung der Würmeiszeit belegend. Im ganzen ist die Lößforschung ein Gebiet, auf dem bei Hinzuziehung der Nachbarwissenschaften Mikropetrographie, Bodenkunde und Pollenanalyse im deutschen Alpenvorlande noch manche guten Ergebnisse zu erwarten sind.

Allerdings werden gerade am Rheingletscher die Verhältnisse durch eindeutige Feststellungen diluvialer Tektonik³⁴ wesentlich kompliziert. Im Gegensatz dazu hat z. B. EBERL³⁵ im Iller-Lech-Gebiet jegliche diluvialen Krustenbewegungen abgestritten. Im nördlichen Tertiärhügellande hat neuerdings GRAUL³⁶ den älteren Vorstellungen von einer tektonischen Einsenkung des Donaumooses, die zu einer diluvialen Verlegung der Donau aus dem Wellheimer Trockental und dem Altmühltal an den Südrand der Alb geführt hätte, widersprochen. Auf keinen Fall darf man weiträumige Krustenbewegungen während des Eiszeitalters auf eine Weise annehmen und zur Erklärung heranziehen, wie das PENCK³⁷ tat, der aus den Verhältnissen der einzelnen glazialen Schotter zueinander auf eine Hebung in der Iller-Lech-Platte, auf eine Senkung im Bereich der Münchner Schiefen Ebene schloß.

Mit der Frage nach den Oberflächenformen des periglazialen Klimas ist ein Teilgebiet der Eiszeitforschung und zugleich der klimatischen Geomorphologie angeschnitten, das sich zurzeit in Deutschland in vollster Entwicklung befindet³⁸. Hierher gehören Solifluktion und Aufschotterung, Frostbodenformen, Struktur- und Texturböden, auch Eiskeilspalten, Blockmeere und Buckelwiesen³⁹. Die bemerkenswertesten Beiträge zur Morphologie des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet hat BÜDEL⁴⁰ geliefert, der es unternimmt, hier den Formenschatz der Eiszeit qualitativ und quantitativ vom Formenschatz des gegenwärtigen Klimas in Mitteleuropa zu trennen. Die Tatsache, daß die Formen der letzten Eiszeit, sowohl in der Moränenlandschaft wie auch in den Schotterfeldern der Schmelzwasserabflüsse, in solcher Frische erhaltengeblieben sind, beweist offenbar, daß die Umgestaltung des Reliefs durch morphologische Kräfte in

³³ J. SCHAEFER: 1939.

³⁴ O. WITTMANN: Gibt es auch im Diluvium orogene Phasen? Geologische Rundschau, 42. Bd., 1941.

³⁵ B. EBERL: 1930.

³⁶ H. GRAUL: Zur Morphologie der Ingolstädter Ausräumungslandschaft, Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 43, 1943.

³⁷ A. PENCK: Eiszeitliche Krustenbewegungen, Frankfurter Geographische Hefte, 11. Jahrgang, 1937.

³⁸ Diluvialgeologie und Klima, Klimaheft der Geologischen Rundschau, 34. Bd., 1944; Verhandlungen des Deutschen Geographentages in Bonn 1947, Erdkunde, Bd. 2, Lieferung 1—3. Bonn 1948; C. TROLL: Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung, Erdkunde, Bd. 1, Lieferung 4—6. Bonn 1947.

³⁹ Über die Buckelwiesen am Alpenrande hat sich eine lebhafte Diskussion entwickelt: E. EBERS: Zur Kultivierung der Buckelwiesen bei Mittenwald, Blätter für Naturschutz, 22. Jahrgang, München 1939; Versteppungserscheinungen auf den Kalkschuttböden des deutschen Alpen- und Voralpengebietes, in: Die Deutsche Wasserwirtschaft, 1940; A. PENCK: Die Buckelwiesen von Mittenwald am Karwendel, Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, 33. Bd., 1940/41; J. KNAUER: Die Entstehung der Buckelwiesen, ebenda, 34. Bd., 1942/43; J. L. LUTZ: Die Buckelwiesen bei Mittenwald, Berichte der Bayrischen Botanischen Gesellschaft, Bd. XXVII, 1947.

⁴⁰ J. BÜDEL: Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet, Klimaheft der Geologischen Rundschau, Bd. 34, 1944.

der Nacheiszeit nur äußerst gering war. Es haben kaum Vorgänge flächenhafter Abtragung stattgefunden. Linienhafte Erosion der Flüsse und aufschüttende Tätigkeit bei der Verlandung von Seebecken haben sich in stärkerem Maße bemerkbar gemacht. Jedoch ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß die Durchschneidung der Endmoränenwälle in den großen Durchbruchstälern und die anschließende Terrassierung der würmeiszeitlichen Schotterfelder schon in der Späteiszeit stattgefunden hat; in der Gegenwart sind diese Vorgänge überall nahezu zum Stillstande gekommen.

Wenn die nacheiszeitlichen Umgestaltungen in der jungglazialen Moränenlandschaft so gering waren, so liegt der Schluß nahe, daß sie auch in den nicht vergletscherten Gebieten nicht größer waren. Das gleiche Klima wie in der Gegenwart und entsprechend die gleichen geringen morphologischen Vorgänge dürfen wir auch für die Interglazialzeiten annehmen. Trotzdem bieten die Altmoränen bis zur Rißeiszeit ein ganz anderes Bild als die Jungmoränenlandschaft. Hier sind alle Steilheiten und Hohlformen beseitigt; es muß sehr kräftige denudative Abtragung stattgefunden haben. Das kann bei den Rißmoränen nur die Wirkung der letzten Eiszeit gewesen sein. Wie für die Altmoränen, gilt das entsprechend auch für das weitere Alpenvorland, vor allem das tertiäre Hügelland bis zur Donau. Der starken eiszeitlichen Solifluktion im Umkreise der Alpen, wie wir sie heute nur in den zirkumpolaren Gegenden finden, verdanken die breiten Täler, die gerundeten Hänge, die Dellen in den Talschlüssen ihr Dasein. Der eiszeitliche Wanderschutt rief erhöhte Schotterführung in den Flüssen hervor. Es ist nachgewiesen worden, daß auch Flüsse, die nicht von Gletschern gespeist wurden, z. B. die autochthonen Flüsse des Tertiärhügellandes oder die des österreichischen Alpenostrandes, die gleichen breiten Schotterflächen aufgebaut haben wie die Schmelzwasserströme der Vorlandgletscher. Auch sie haben im Laufe des Eiszeitalters im Wechsel von hocheiszeitlicher Aufschüttung und späteiszeitlicher Zerschneidung vielfach Terrassenlandschaften ausgebildet, die denen der Gletscherrandgebiete gleichen. Es trafen also eiszeitliche Solifluktion und Lößeinwehung zusammen. Eine Folge davon sind die unsymmetrischen Täler, die sich vor allem in den Terrassenschottern der älteren Eiszeiten und im Tertiärhügellande finden⁴¹. Alle nach Osten gekehrten Talhänge sind abgeflacht und mit einer tiefen Solifluktions- oder Lößlehmdecke überzogen. Die nach Westen gewandten Hänge sind steil, zeigen das Anstehende und sind heute vielfach von Wald bedeckt. Der über die Hochflächen gewehrte Löß wurde in Lee in besonderer Mächtigkeit abgelagert; zugleich blieb hier wahrscheinlich auch der Winterschnee besonders lange liegen. Die Durchweichung und Verlehmung der nach Osten gekehrten Hänge war der eiszeitlichen Solifluktion sehr förderlich; in abgeschwächtem Maße wirken aber die in der Eiszeit angelegten Bedingungen auch heute fort. Es wird uns zugleich ein Hinweis gegeben, daß auch während des Höchststandes der Vereisungen im nördlichen Alpenvorland Westwinde vorgeherrscht haben müssen.

So sehen wir, wie der Formenschatz des ganzen deutschen Alpenvorlandes, nicht nur der vergletschert gewesenen Gebiete, von den Wirkungen der Eiszeiten beherrscht ist. Ich habe viele Probleme nur andeuten können; manche stehen noch im vollen Flusse der Diskussion. Auf die spät- und nacheiszeitliche Entwicklung des Alpenvorlandes einzugehen, die das heutige Landschaftsbild in seinen Einzelzügen geschaffen hat, habe ich mir versagen müssen. Es erhebt sich letztlich die Frage, warum gerade das Diluvium so vor allen anderen Perioden der Erdgeschichte unser besonderes Interesse in Anspruch nehmen darf. Die Antwort liegt darin, daß der Mensch diesen geologischen Zeitabschnitt als ein Wesen, das sich über die übrige Tierwelt herauszuheben begann, miterlebt hat und daß er in seiner Entwicklung durch den Wechsel von warmen Zeiten und Eiszeiten maßgeblich beeinflusst worden ist. So stehen auch Anthropologie und Vorgeschichte in engster Zusammenarbeit mit der Eiszeitforschung.

⁴¹ Die hierüber von PENCK geäußerten Ansichten (1937) sind durchaus abzulehnen.

Die erste Tagung der deutschen Eiszeitforscher nach dem Kriege hat nicht aus Zufall oder aus rein äußerlichen Gründen gerade im Alpenvorlande stattgefunden⁴². Ihr für mich wichtigstes Ergebnis hat in der erneuten Erkenntnis bestanden, daß zur Geologie und Geographie in noch weit stärkerem Maße als bisher Petrographie, Bodenkunde und Pollenanalyse, aber auch Vorgeschichte des Menschen und Forschung an unseren heutigen Gletschern in engster Arbeitsgemeinschaft hinzugezogen werden müssen. In diesem Sinne hat sich 1948 eine Deutsche Quartärvereinigung gebildet. Mögen ihren neuen Arbeitsmethoden bald gute Erfolge beschieden sein! Auch die weitere Forschung im deutschen Alpenvorlande kann zur Klärung weltweiter Fragen der Eiszeitkunde beitragen.

L'ÉTAT ACTUEL DES RECHERCHES GLACIAIRES DANS LE VORLAND ALLEMAND

Cette étude donne un coup d'œil sur l'état actuel et les principaux travaux publiés sur l'époque glaciaire au Vorland allemand. On sait que c'est dans ce pays qu'a été pris les types de la nomenclature quaternaires par PENCK et BRÜCKNER. Depuis lors les études ont fait de grands progrès, surtout en ce qui concerne le Würmien. L'étude des phénomènes périglaciaires en cours contribuera certainement au progrès de ces recherches.

LO STATO ATTUALE DELLE RICERCHE GLACIALI NELLE PREALPI TEDESCHE

Lo scritto dà una visione sui principali lavori recenti e sullo stato delle ricerche glaciali nelle Prealpi tedesche, da cui si dedussero gli insegnamenti che diedero il massimo impulso allo studio del Diluvio in tutto il mondo. Soprattutto per quanto riguarda l'evolversi del würmiano, dal tempo di PENCK e di BRÜCKNER le ricerche hanno fatto grandi progressi. Lo studio delle manifestazioni periglaciali, trovantesi attualmente in una fase di pieno sviluppo, contribuisce energicamente all'ulteriore progresso delle ricerche glaciali.

GEOGRAPHISCHE BETRACHTUNGEN ÜBER DIE MAYAKULTUR

VON FRANZ TERMER

Mit 7 Abbildungen

Wenn die Mayakultur heute zu einem Begriff geworden ist, der in weiten Kreisen Europas und Amerikas mit der Vorstellung von prunkvollen Bauwerken und einer eigenartigen, erst zu einem geringen Teil entzifferten Hieroglyphenschrift mittelamerikanischer Stämme sich verbindet, so ist dies den imponierenden Grabungen, Funden und Rekonstruktionen von Tempeln zu verdanken, die seit dem Ende des ersten Weltkrieges unter nordamerikanischer und mexikanischer Leitung durchgeführt worden sind.

Unsere Kenntnisse über die Mayakultur in Yucatán sind seit rund hundert Jahren umfassender geworden. Das weite Gebiet im Süden der Halbinsel und die anschließenden Teile von Nordguatemala haben sich aber erst seit den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts aus ihren Urwäldern heraus als ein älteres Hochkulturgebiet der Maya entschleiert, dessen sichtbare Überreste zusammen mit den Ergebnissen der modernen Forschung uns einen Höhepunkt vorkolumbischer Kulturentwicklung in Amerika vor Augen stellen. Wir kennen heute Hunderte von Niederlassungen und Plätzen, die durch ihre Ruinen die einstmalige Existenz erweisen und im heutigen Sprachgebrauch als «Städte» bezeichnet werden. Wir haben uns Zugang zu den zahlreichen Inschriften verschafft, die Tempelwände, Altäre und monolithische Stelen bedecken. Anknüpfend an die letzten Erinnerungen und Überlieferungen einer kalendarisch fundamentierten Zeitrechnung, wie sie noch bei der Ankunft der Spanier in Yucatán bestand, sind wir zur Einsicht in die Mayazeitrechnung auch der südlichen Gebiete gelangt, haben deren alten Kalender wiederentdeckt und festgestellt, daß er mit zu den genialen Lösungen seiner Art gehört, die je von Menschen vorgenommen worden sind. Was über den kalendarischen Inhalt der Inschriften hinausreicht, bleibt bis auf gewisse astronomische Inhalte immer noch dem Scharfsinn der Spezialisten verschlossen. Die Forderung ergab sich von selbst, daß nach Erkenntnis des Aufbaus der Mayazeitrechnung das Problem ihrer Korrelation mit der europäischen Zeitrechnung entstehen mußte. Hunderte

⁴² Tittmonning, September 1947.