

Die Vergletscherung Neuseelands und die Frage ihrer Gleichzeitigkeit mit den europäischen Vereisungen

(Berichte über eine Reise zum Studium des Pleistozäns auf der Südhalbkugel I.)

VON PAUL WOLDSTEDT, Bonn, z. Zt. Auckland, New Zealand

Mit 1 Abbildung im Text

Zusammenfassung. Die pleistozäne Schichtenfolge von Wanganui auf der Nordinsel und die Abfolge der Vergletscherungen auf der Südinsel werden kurz betrachtet. Der Ablauf der Letzten Vereisung und der Postglazialzeit in Neuseeland war nach den vorliegenden C^{14} -Bestimmungen genau gleichzeitig mit dem der Nordhalbkugel. War aber die Letzte Eiszeit auf beiden Halbkugeln gleichzeitig, dann müssen es auch die früheren gewesen sein. Das stimmt mit der MILANKOVITICH-Kurve nicht überein. Diese kann in der vorliegenden Form nicht als Ursache der Eiszeiten herangezogen werden.

Abstract. The Pleistocene sequence of Wanganui (North Island of New Zealand) and the succession of glaciations in the South Island are shortly reviewed. The Last Glaciation and the Postglacial time in New Zealand were, as C^{14} determinations definitely show, contemporaneous with those of the Northern Hemisphere. If the Last Glaciation was contemporaneous on the two Hemispheres, then the older ones must also have been contemporaneous. This does not agree with the MILANKOVITICH-curve, which in the form, as it has been given by M., cannot have been the cause of the ice ages.

Über die Vergletscherungen bzw. Kaltzeiten Neuseelands existiert eine reiche Literatur, die aber in Europa verhältnismäßig wenig bekannt ist. Ein etwa dreimonatiger Aufenthalt in Neuseeland gab mir Gelegenheit, die entscheidenden Profile sowohl auf der Nord- wie auf der Südinsel kennen zu lernen und insbesondere der Frage der Gleichzeitigkeit der Vereisungen auf den beiden Halbkugeln nachzugehen. Über diese Dinge sei im Folgenden kurz berichtet.

Einen großen Teil der stratigraphisch wichtigen Gebiete konnte ich unter Führung der Herren C. A. FLEMING, M. GAGE, T. L. GRANT-TAYLOR, J. C. MACKELLER und R. P. SUGGATE kennen lernen. Ihnen allen sowie vielen anderen hier nicht Genannten sei hiermit herzlichst gedankt. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die meine Reise zur südlichen Halbkugel unterstützt hat, bin ich zu größtem Dank verpflichtet.

1. Die Schichtenfolge von Wanganui (Südwestküste der Nordinsel, vgl. Abb. 1). Eine für die Gliederung des Pleistozäns außerordentlich wichtige Schichtenfolge ist bei Wanganui vorhanden und in mustergültiger Weise von C. A. FLEMING (1953) bearbeitet worden. Eine Zusammenfassung der Resultate hat er 1956 gegeben.

In dem Wanganui-Becken, das im Pliozän und Altpleistozän ein Gebiet ständiger Senkung war, ist in nachmiozäner Zeit eine etwa 5000 m mächtige Schichtenfolge abgesetzt worden. Etwa 2000 m davon gehören in das Pleistozän. Dieses beginnt, konkordant über dem Pliozän, mit der Nukumaruan-Stufe, die als Äquivalent der Calabrischen Stufe betrachtet wird.

In der unteren Abteilung der Nukumaruan-Stufe, dem Hautawan, sind einige wärmeliebende marine Mollusken (*Polinices*, *Olivella*, *Cheilea*, *Sinum* u. a.) verschwunden, und kühle bis subarktische Formen erscheinen (darunter besonders *Chlamys delicatula*). FLEMING schätzt, daß die Meerestemperatur hier um rund $5^{\circ}C$ abgenommen habe. Ähnlich ist es mit der Landflora. Großblättrige *Nothofagus*-Formen und solche der *Nothofagus cranwellae*-Gruppe werden durch kühl temperierte (*N. cliffortioides*, *N. menzesii*) ersetzt. Der Seespiegel sank ab. Im Westland der Süd-Insel drang wahrscheinlich zu dieser Zeit die Roß-Vereisung vor (siehe unten!).

In dem jüngeren *M a r a h a u a n*-Abschnitt der Nukumaruan-Stufe wurde das Klima der Nord-Insel wieder warm bis subtropisch, wofür das Auftreten der Mollusken-Arten *Pterochelus eos*, *Ellatrivia*, *Isognomon*, *Patro* und anderer sprechen. Ein großer Teil dieser Formen verschwindet gegen Ende dieses Abschnittes wieder, eine neue Abkühlung anzeigend, die auch von der Flora bezeugt wird. Diese „Kaltzeit“ bildete den *O k e h u a n*-Abschnitt der *C a s t l e c l i f f i a n*-Stufe, in dem der Meeresspiegel wieder absank und in dem außerdem auf der Nord-Insel viel rhyolithische Laven und Tuffe gefördert wurden. In dem jüngsten Abschnitt („*P u t i k i a n*“) der *C a s t l e c l i f f i a n*-Stufe wurde es dann wieder wärmer, wie durch Einwanderung subtropischer Mollusken (*Zelippistes*, *Pterochelus*, *Anadara*, *Eunaticina*) bezeugt wird. Auch die Gattung *Pecten* taucht nach FLEMING (1950) jetzt zuerst in Neuseeland auf.

Über einer Diskordanz — die Nukumaruan- und *C a s t l e c l i f f i a n*-Stufen sind schwach gefaltet und gestört — folgt die ungestörte *H a w e r a*-Serie. Sie läßt wiederum mindestens zwei Zeiten hohen Meeresspiegels erkennen („*T e r a n g i a n*“ und „*O t u r i a n*“), die offenbar jüngeren Interglazialen entsprechen. Sie werden getrennt durch eine Zeit absinkenden Meeresspiegels. Diese „Kaltzeit“ wird mit der *W a i m a u g a n*-Vereisung der Süd-Insel (GAGE & SUGGATE 1958) parallelisiert, während in der „*O t u r i a n*-Warmzeit“ ein Äquivalent des *K a r o r o*-Interglazials der Südinsel gesehen wird. In der Spät- und Nacheiszeit erfolgte das Wiederansteigen des Meeresspiegels bis zu seinem jetzigen Stande.

Treffen die hier wiedergegebenen Anschauungen von C. A. FLEMING (1956) zu, so wären im *W a n g a n u i*-Becken die Spuren von mindestens 4, wahrscheinlich 5 Kaltzeiten nachzuweisen. Die älteste dürfte dem nordeuropäischen Brüggen (Donau der Alpen?) entsprechen, die anderen den Kaltzeiten Günz bis Würm.

Eine zusammenfassende Betrachtung der fossilen Quartärfloren Neuseelands durch COUPER & MCQUEEN (1954) kommt ebenfalls zur Feststellung von mindestens 4 Kaltzeiten, die durch Interglaziale mit einer der heutigen ähnlichen Flora getrennt waren.

Nach neuen Untersuchungen von C. A. FLEMING und T. L. GRANT-TAYLOR (freundliche mündliche Mitteilung) ergeben sich Anzeichen für eine noch größere Anzahl von Kalt- und Warmzeiten. Insbesondere scheinen zwischen die *P u t i k i a n*- und die *T e r a n g i a n*-Warmzeit noch 2—3 Kaltzeiten einzuschalten zu sein, die wiederum durch Warmzeiten getrennt waren (vgl. Tab. 1).

2. Der Ablauf des Eiszeitalters auf der Südinsel. Die Südinsel wird von einem alpinen Hochgebirge durchzogen, dessen eiszeitliche Vergletscherung, ein gewaltiges Eisstromnetz, in vieler Beziehung dem der europäischen Alpen glich. Die Achse des neuseeländischen Faltengebirges liegt im westlichen Teil der Insel. Da die Hauptniederschläge wie heute so auch im Eiszeitalter von Westen kamen, entwickelten sich auf der Westseite zahlreiche schnellfließende Gletscher, die sich besonders im südlichen Teil zu Vorlandvergletscherungen vereinigten und über die jetzige Küstenlinie hinaus nach W reichten. Die auf der Ostseite der Hauptwasserscheide sich entwickelnden Gletscher reichten im Maximum bis zum Fuß der Vorberge und bauten nach Osten hin riesige Schotterflächen auf. Die größte ist die *C a n t e r b u r y*-*P l a i n*, deren heutiger Aufbau im wesentlichen auf die Letzte Vergletscherung zurückgeht. —

Als jüngstes Pliozän treten im Süden der Insel gelegentlich Quarzkiese auf, die den niederrheinischen Kieseloolith-Schottern in auffallender Weise ähnlich sind (aber ohne Kieseloolithe!).

Ein wichtiges altpleistozänes Profil bei Ross (Westküste) wird von M. GAGE (1945) beschrieben. Die älteste Schichtenfolge, von GAGE als R 6 bezeichnet, enthält an der Basis eine Mikroflora, die nach COUPER & MCQUEEN (1954) den Übergang vom marinen Oberpliozän zum Altpleistozän bezeichnet. Die höhere Abteilung von R 6 wird von etwa 100 m mächtigen Kiesen gebildet, zuoberst auch groben kantigen Blöcken, die als Vorschüttungen der altpleistozänen Ross-Vergletscherung aufgefaßt werden. Die darüber

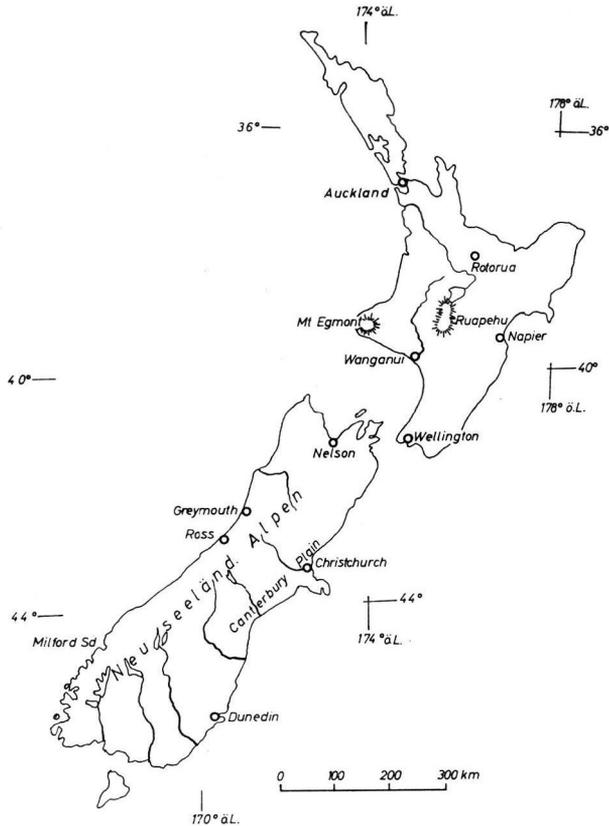


Abb. 1. Kartenskizze von Neuseeland.

folgende Abteilung (R 7) besteht aus Bänderton und Geschiebemergel mit großen kantigen Blöcken und gekritzten Geschieben. Darüber folgen wieder Kiese. Sie sind der obere Teil der sog. Old Man Gravels, die in anderen Gebieten eine Mächtigkeit bis 1500 m erreichen.

Über den Ablagerungen der Ross-Vergletscherung bzw. den Old Man Gravels ist eine ausgeprägte Diskordanz vorhanden, die mit der Kaikura-Orogenese zusammenhängt. In den darüber folgenden Bildungen glaubten GAGE & SUGGATE (1958) zunächst nur die Ablagerungen von zwei jungpleistozänen Vergletscherungen erkennen zu können. Sie nannten sie: Waimaungan- und Otiran-Vereisung und nahmen zwischen beiden eine Interglazialzeit an. Nach neueren, noch nicht veröffentlichten Untersuchungen von GAGE und SUGGATE (freundliche mündliche Mitteilung) scheint die Gliederung aber noch mannigfaltiger zu sein. Zunächst ist von dem Komplex der Letzten Vergletscherung im Waimakariri-Gebiet (GAGE 1958) der zunächst als deren erste Phase aufgefaßte Woodstock-Vorstoß abzutrennen. Er gehört wahrscheinlich zur vorhergehenden Vergletscherung. Die Schotter dieses Vorstoßes sind stärker verwittert als die letztglazialen und gleichen darin den Reiß-Ablagerungen der europäischen Alpen. Außerdem scheint sich (am Joyce-Creek) ein Interglazial (Torfbank mit einem Alter von mehr als 45 000 J. B. P.) zwischen beide einzuschalten. Dasselbe größere Alter ergibt sich für den sog. Hohonu-Vorstoß (GAGE & SUGGATE 1958) im Gebiet östlich Greymouth (Westküste).

Die ursprünglich als Ablagerung der Vorletzten Vereisung aufgefaßten *Avoca Gravels* (GAGE 1958) gehören nach freundlicher mündlicher Mitteilung von M. GAGE wahrscheinlich einer älteren Vereisung (Mindel?) an. Die Ablagerungen sind nicht wie die der beiden letzten Vereisungen an die jetzige Topographie gebunden, sondern setzen eine andere Topographie voraus. Sie gleichen darin den alpinen Deckenschottern, und M. GAGE hält es für möglich, daß sich darin vielleicht zwei Hauptniveaus unterscheiden lassen, die dann den beiden alpinen Deckenschottern entsprechen könnten. Auch die sog. „Clyde Moraine“ oberhalb der Stadt Clyde, eine weite, schwach geneigte und zerschnittene Hochfläche mit Bestreuung großer Blöcke, dürfte hierher gehören. Doch sind über diese älteren Vergletscherungen noch weitere Untersuchungen notwendig.

3. Die Letzte Vergletscherung im einzelnen. Die Letzte Vergletscherung, von der, wie gesagt wurde, der erste Vorstoß (Woodstock, Hohonu) abzutrennen und zur vorhergehenden Vereisung zu stellen ist, besteht dann aus einer Reihe von Vorstößen von jeweils geringerer Ausdehnung (Otarama-, Blackwater-, Poulter-Vorstöß im Waimakariri-Gebiet, Kumara I, II, III im Gebiet östlich Greymouth). Für die Altersstellung der letztglazialen Vorstöße sind folgende Zahlen wichtig: Im Gebiet von Christchurch liegen nach R. P. SUGGATE (1958) unter den letztglazialen Schottern an der Oberfläche der sog. Bromley-Formation Torfe mit einem Alter von mehr als 40—45 000 J., d. h. diese gehören offenbar der Letzten Interglazialzeit an. Dasselbe gilt nach J. W. BRODIE (1957) für einen mächtigen Torf bei Porirua, auf der Wellington-Halbinsel. Bei $37\,500 \pm 1\,600$ J. fand sich in demselben Gebiet eine Shrub-Vegetation ziemlich kalten Charakters, während bei $27\,000 \pm 600$ J. ein wohlentwickelter Boden mit zahlreichen Pflanzenresten vorhanden war. Es liegt hier wahrscheinlich ein Interstadial vor, das möglicherweise Paudorf entsprechen könnte. Zwischen 20 000 und 23 000 J. B. P. war eine kalte Zeit mit *Phyllocladus*-Flora vorhanden.

Bei Kamaka (Nordwestland) liegt unter Kumara II-Schottern (ca. 20 Fuß) und -Sanden (10 Fuß) etwa 1 m grauer Silt mit Holzresten, die eine kalte Flora zeigen (Alter 20 600 J. B. P.), darunter wieder Schotter. Der Kumara II-Schotter — dort das Hauptschotterniveau der Letzten Vereisung — ist also jünger als 20 000 J. Ein anderer Silt mit Pflanzenresten (Station Creek, tief im Upper Buller Valley) hat ein Alter von 16 600 J. B. P.

Es ergibt sich also für den jüngeren Teil der Letzten Eiszeit eine weitgehende Übereinstimmung mit Europa und Nordamerika: eine kalte Zeit bei etwa 37 500 Jahren, ein Interstadial bei etwa 27 000 Jahren, das Paudorf bzw. Farmdale entsprechen könnte, dann wieder eine kalte Zeit, mindestens zwischen 23 000 und 16 600 J. B. P.

Nach J. MCKELLAR (1960) ist die den Lake Hawea unmittelbar im Süden umrahmende Endmoräne („Hawea advance“) mindestens 15 000 J. alt. Eine kalte Vegetation in einem tiefen Einschnitt dieser Endmoräne hatte ein Alter von $15\,100 \pm 200$ Jahren. Höhere Proben zeigen dann eine postglaziale Vegetation.

Die Formen der Letzten Vergletscherung in Neuseeland — Endmoränen, Toteisgebiete usw. — sind genau die gleichen wie die der Würm-Vereisung in den europäischen Alpen. Die scharf geschnittenen Schotterterrassen der Letzten Vergletscherung sind von solchen der europäischen Würm-Vereisung nicht zu unterscheiden. Diese völlige Übereinstimmung der Formen wird durch die angegebenen C^{14} -Daten voll bestätigt.

4. Die Postglazialzeit in Neuseeland. Schon seit den Untersuchungen von L. CRANWELL & L. VON POST (1936) wissen wir, daß die Postglazialzeit in Neuseeland grundsätzlich ähnlich abgelaufen ist wie auf der Nordhalbkugel. Neue Untersuchungen, insbesondere C^{14} -Bestimmungen, haben dies völlig bestätigt.

Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Dr. W. HARRIS (Geological Survey of New Zealand), der hierüber demnächst genauer berichten wird, begann die postglaziale

Torfbildung in Neuseeland vor rund 10 000 Jahren, d. h. um dieselbe Zeit, als sie auf der Nordhalbkugel begann. Nach demselben Autor ist in einzelnen Profilen auch die rund 1000—2000 Jahre ältere Allerödzeit nachzuweisen.

5. Die Frage der Gleichzeitigkeit der Vereisungen auf den beiden Halbkugeln. Es kann nach dem vorher Gesagten kein Zweifel daran bestehen, daß die Letzte Vereisung und die Postglazialzeit auf beiden Halbkugeln in genau der gleichen Weise abgelaufen ist. In beiden Gebieten lag das späte Maximum der Letzten Vereisung bei rund 20—18 000 J. B. P.; davor war bei rund 27 000 J. B. P. eine wärmere Zeit (Interstadial), davor wieder eine kältere bei rund 37 000 J. vorhanden. Die eigentliche Postglazialzeit begann auf beiden Halbkugeln vor rund 10 000 Jahren.

Wenn aber die Gleichzeitigkeit für die Letzte Vereisung als erwiesen gelten kann, dann muß sie auch für alle anderen zutreffen. Freilich ergibt sich heute noch keine befriedigende Übereinstimmung in der Abfolge der Ereignisse, wie sie in Europa einerseits, in Neuseeland andererseits vor sich gegangen sind. Ein Versuch der Parallelisierung ist in Tab. 1 gemacht worden.

Tab. 1
Versuch einer Parallelisierung des neuseeländischen mit dem europäischen Pleistozän
(*Warmzeiten kursiv*)

Wanganui-Gebiet	Süd-Insel		Europa
St. Johns	Jüngere Vorstöße	} Otiran	Würm
<i>Interglazial ?</i>	<i>Lamplough-Intergl. ?</i>		Würm ?
Rapanui	Ältere Vorstöße (K 1)	} Eem ?	Riß II ?
<i>Oturian</i>	<i>Karoro</i>		<i>Ohe ?</i>
Brunswick	Woodstock, Hohonu		Riß Riß I ?
<i>Terangian</i>			<i>Holstein</i>
Kaiatea	} Avoka (Porika)	} Mindel	II ?
			Clyde ?
Kaltzeit ? (unbenannt)			<i>Cromer</i>
<i>Putikian</i>			Günz
Okehuan			<i>Waal</i>
<i>Marahuan</i>			Eburon
Hautawan	Ross-Vergletscherung		<i>Tegelen</i>
			Brüggen (= Praetegelen)

Diese Tabelle beruht, soweit sie die neuseeländische Abfolge wiedergibt, auf freundl. Mitteilungen von C. A. FLEMING und P. SUGGATE (wofür ihnen hiermit nochmals bestens gedankt sei).

Noch ist es außerordentlich schwierig, eine Parallelisierung im einzelnen vorzunehmen. Was mit Sicherheit feststehen dürfte, ist die Parallelisierung der Ross-Vergletscherung und des Hautawans mit dem Praetegelen (=Brüggen) einerseits und die Gleichstellung der Letzten Vereisung in Neuseeland mit dem europäischen Würm. Aber bereits hier fangen die Schwierigkeiten an. P. SUGGATE glaubt innerhalb des Komplexes der Letzten Vereisung („Otiran“) ein „Interstadial“ (das Lamplough-Interstadial) mit einer der gegenwärtigen ähnlichen Flora und einem sehr hohen Meeresspiegel — das wäre dann doch ein echtes Interglazial! — zu finden. Wenn dies aber ein echtes Interglazial ist, dann müßte es dem europäischen Eem entsprechen. Dann rückte aber die als „Karoro“ bezeichnete Warmzeit weiter zurück und könnte vielleicht einem Interglazial Riß I / Riß II entsprechen, wie es im Alpenvorland von F. WEIDENBACH (1937) angenommen wird (entsprechend einem „Ohe-Interglazial“ zwischen Saale und Warthe?).

Noch weiter zurück finden wir den Kaiatea-Komplex mit mindestens 2 Warm- und 2 Kaltzeiten (nach T. GRANT-TAYLOR sogar je 3?). Sollte man hier an eine Teilung der Mindel-Eiszeit in zwei Abschnitte denken? Der erhebliche Unterschied in Höhenlage und Ausbildung zwischen der Mittleren und der Oberen Mittelterrasse im Mittel- und Nieder-rheingebiet könnte so etwas wahrscheinlich machen. Aber wo sind die zugehörigen Inter-glaziale?

So wird es weiterer intensiver Untersuchungen nicht nur in Neuseeland und Europa, sondern auch in allen anderen Vergletscherungsgebieten der Erde bedürfen, ehe wir hier zu einer Klärung gelangen. Aber eins scheint sich doch zu ergeben: die Zahl der Kaltzeiten war offenbar größer als die klassischen vier in den Alpen und in Nordamerika. Waren aber die Kaltzeiten gleichzeitig auf der ganzen Welt — und, wie immer wieder betont werden muß, alles spricht dafür, daß sie es waren — dann kommt jeder Fortschritt in der Erforschung des Eiszeitalters, ob er in Europa, Neuseeland oder anderswo gemacht wird, der Erkenntnis des Gesamtbildes zugute. Das ist ein tröstlicher Gedanke. —

Für die Parallelisierung über die beiden Halbkugeln hinweg ist auch die Frage der interglazialen Meereshochstände wichtig. Sie sind für die Nördliche Halbkugel einwandfrei nachgewiesen, wenn auch über ihre Einordnung, Höhenlage usw. noch erhebliche Meinungsverschiedenheiten bestehen. Dasselbe gilt für die Südhalbkugel, wo diese Meereshochstände in weiten Gebieten Neuseelands, Australiens, Südafrikas und Südamerikas festgestellt worden sind. Nun hat F. ZEUNER (1959) geltend gemacht, daß die Meereshochstände im wesentlichen beeinflußt worden seien durch das Auftauen der großen Inlandeismassen der Nordhalbkugel, insbesondere von Nordamerika und Nord-europa. Das ist möglich, bleibt aber in seinem Umfang doch unsicher, da wir den Eishaus-halt (Zuwachs in den Eiszeiten?, Abtragung in den Interglazialzeiten?) von Antarctica noch nicht genügend kennen. Wenn die Vereisungen auf den Halbkugeln abgewechselt hätten, dann käme für die Meereshochstände nur die Differenz zwischen den (abgeschmolzenen) Eismassen der Nordhalbkugel und dem Eiszuwachs der Südhalbkugel in Frage. Das wäre zwar theoretisch möglich, stimmt aber mit den bisherigen Berechnungen schlecht überein. Entscheidend ist aber ein anderer Gesichtspunkt. Wäre allein die Nordhalbkugel maßgebend, und herrschte auf der Südhalbkugel eine Eiszeit, während auf der Nordhalbkugel Interglazialzeit war, dann müßten die Meereshochstände in den höheren Breiten der Südhalbkugel mit kalten Faunen verknüpft sein. Tatsächlich sind sie aber mit warmen Faunen verknüpft. Das beweist, daß die Interglazialzeiten auf beiden Halbkugeln gleichzeitig waren.¹⁾

Waren aber die Eis- und Interglazialzeiten auf beiden Halbkugeln gleichzeitig — und daran kann heute nicht mehr gezweifelt werden —, dann kann die Strahlungskurve von M. MILANKOVITCH in der von ihm zuletzt 1941 vorgelegten Form nicht mehr als maßgebende Ursache der Eis- und Interglazialzeiten angesehen werden. Nach der Strahlungs-kurve soll die Letzte Eiszeit auf der Südhalbkugel vor rund 30 000 Jahren gewesen sein. Tatsächlich endete sie, wie auf der Nordhalbkugel, vor rund 10 000 Jahren.

Unter den von MILANKOVITCH herangezogenen Erdbahn-Elementen betrifft eines die beiden Halbkugeln gleichzeitig, nämlich die Neigung der Erdachse zur Umlaufbahn. Bei steilerer Lage der Erdachse müßten die polnäheren Breiten beider Halbkugeln gleichzeitig weniger Wärme empfangen haben. Dem würde aber eine stärkere Erwärmung der ein-geengten tropischen Zone gegenüberstehen. Nach allem, was wir wissen, war aber eine stärkere Erwärmung der Tropen während der Eiszeiten nicht vorhanden, sondern wahrscheinlich ebenfalls ein Absinken der Mitteltemperatur, das auf etwa 4° C geschätzt worden ist. So werden wir nach anderen Ursachen für die Eiszeiten auf der Erde zu suchen haben.

1) Auf die marinen Hochstände der Südhalbkugel soll in einem besonderen Artikel demnächst eingegangen werden.

Schriften-Nachweis

- BRODIE, J. W.: Late Pleistocene Beds, Wellington Peninsula. - New Zeal. Journ. Sci. Techn. B 38, S. 623-643, Wellington 1957.
- COUPER, R. A., & MCQUEEN, D. R.: Pliocene and Pleistocene plant fossils of New Zealand and their climatic interpretation. - Ebendort 35, S. 398-420, Wellington 1954.
- CRANWELL, LUCY, & VON POST, L.: Post-Pleistocene Pollen Diagrams from the Southern Hemisphere. - Geograf. Ann. Stockholm 1936.
- FLEMING, C. A.: The Geology of Wanganui Subdivision. - New Zeal. Geol. Surv., Bull. n. s. 52, 362 S., Wellington 1953. - - Quaternary Geochronology in New Zealand. - Actes IV. Congr. Inqua, vol. II, S. 925-930, Rom 1956.
- GAGE, Maxwell: The Tertiary and Quaternary Geology of Ross, Westland. - Trans. roy. Soc. New Zeal. 75, S. 138-159, Wellington 1945. - - Late Pleistocene glaciations of the Waimakariri Valley, Canterbury. - N. Z. Journ. Geol. Geoph. 1, S. 123-155, Wellington 1958.
- GAGE, M., & SUGGATE, R. P.: Glacial chronology of the New Zealand Pleistocene. - Bull. geol. Soc. Amer. 69, S. 589-598, 1958.
- McKELLAR, J. C.: Pleistocene deposits of the Upper Clutha Valley, Otago, New Zealand. - N. Z. J. Geol. Geophys. 3, S. 432-460, Wellington 1960.
- MILANKOVITCH, M.: Kanon der Erdbestrahlung. - Serb. Akademie der Wiss. Belgrad 1941.
- SUGGATE, R. P.: Late Quaternary Deposits of the Christchurch Metropolitan Area. - N. Z. J. Geol. Geophys. 1, S. 103-122, Wellington 1958. - - Time-Stratigraphic Subdivision of the Quaternary, as Viewed from New Zealand. - Quaternaria 5, S. 1-13, Rom 1960.
- WEIDENBACH, F.: Bildungsweise und Stratigraphie der diluvialen Ablagerungen Oberschwabens. - N. Jb. Min. etc., Beil.bd. 78 B, Stuttgart 1937.
- ZEUNER, F. E.: The Pleistocene Period. - 2. Aufl. London 1959.

Manusk. eingeg. 15. 4. 1961.

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. Paul Woldstedt, Bonn, Argelanderstraße 118.