

Die Beiträge von Burkhard Frenzel, Thomas van der Hammen u. Antoine M. Cleef, Stefan Hastenrath, Bruno Messerli et al., Roger S. Pulwarty et al., Wolfgang Weischet u. Simsek Pala, Matthias Winiger et al. sowie Masatoshi Yoshino sind dem langjährigen Mitherausgeber der Erdkunde, WILHELM LAUER, zum 70. Geburtstag gewidmet.

DAS KLIMA DER NORDHALBKUGEL ZUR ZEIT DES INLANDEISAUFBAUS ZWISCHEN ETWA 35 000 UND 25 000 VOR HEUTE

Mit 5 Abbildungen und Anhang

BURKHARD FRENZEL

Summary: Climate in the Northern Hemisphere during the formation of the inland ice masses between about 35 000 to 25 000 B.P.

The climatic conditions existing just before the inland ice masses and mountain glaciers advanced, which later on formed the Late Wisconsinian, Upper Würmian moraine system, are discussed controversially. In general it is held that in Siberia at that time warm and moist interglacial climates favoured a strong northward expansion of the boreal forests to the present-day tundra zone, whereas in other regions, such as North America, inland ice masses are considered to have already existed. An attempt is presented here to reconstruct the climate of the Northern Hemisphere for the time between approximately 35 000 to 25 000 years B.P. (^{14}C -ages), using a wealth of data from the broad geological, geomorphological and paleoecological literature. The period mentioned was climatically complicated. A precise dating was not possible due to the repeated difficulties in the ^{14}C -datings of that time. Thus only interstadial conditions were used here without relying on more or less exact datings.

Evidently no moist and warm climates existed at that time, neither in the Northern Hemisphere in general nor in Siberia. On the contrary, the climate was colder than today all over the Northern Hemisphere, most of all in the more northerly latitudes. There existed a strong moisture gradient from very moist conditions in subtropical and tropical zones to extremely dry climates in present-day temperate and boreal to arctic zones. Sea ice seems to have covered the North Atlantic much more intensively at that time than it does today, and strong westerly winds seem to have brought moisture to the northwestern parts of the continents. In North America and perhaps in Scandinavia, too, inland ice masses already existed at that time.

1 Einleitung

Die Zahl der nordhemisphärischen Inlandeisphasen pro Eiszeit ist umstritten. In Mitteleuropa wird in der Regel angenommen, daß sich mindestens

während der Letzten Eiszeit, möglicherweise aber auch während vorangegangener Eiszeiten, jeweils nur ein einziger Vorstoß des Inlandeises von Skandinavien her oder aus den Alpen ereignet habe. Diese Ansicht beruht darauf, daß hier bislang keine allgemein akzeptierten Beweise für mehrfache, voneinander deutlich getrennte Inlandeisphasen pro Eiszeit erbracht worden sind, wenn sich auch die Befunde mehren, die in Europa mindestens im Falle der Letzten Eiszeit für mehrere Inlandeisphasen sprechen (DE BEAULIEU et al. 1991, ČEBOTAREVA u. MAKARYČEVA 1974, DRICOT et al. 1991, FRENZEL 1991a, LARSEN u. SEJRUP 1990, MANGERUD 1991, MOJSKI 1991, PETERSEN u. KRONBORG 1991, SCHLÜCHTER 1991; vgl. hierzu aber auch ANUNDSSEN 1990, HAEBERLI 1991, MENKE 1991; weitere russische Literatur in FRENZEL 1987). Dem stehen zahlreiche Beobachtungen mehrfacher Inlandeisvorstöße der Letzten Eiszeit in Nordamerika gegenüber. Über sie berichteten zusammenfassend FULTON (1984), FULTON et al. (1986a, b), HILLAIRE-MARCEL u. CAUSSE (1989) und RICHMOND u. FULLERTON (1986). BOULTON et al. (1985) haben aber versucht, ihren zeitlichen Rahmen mit den Schwankungen der ^{18}O -Kurven der Tiefseeaufzeichnungen zu vergleichen und sie zu einem Bild der Eis-massengene-se zusammenzuschließen.

Ähnliche Beobachtungen mehrerer Inlandeisphasen der Letzten Eiszeit liegen auch besonders aus Sibirien vor. In ihnen spielt das Karga-Interglazial/Interstadial eine große Rolle. Es soll die Letzte Eiszeit von etwa 55 000/50 000 vor heute (v. h.) bis ungefähr 25 000 v. h. unterbrochen haben, wobei es den aus der frühen Letzten Eiszeit stammenden Zyrjanka-Gletschervorstoß von dem späteren Sartan-Vorstoß getrennt habe. Hierbei wird in der Regel angenommen, daß das Klima zur Zeit optimaler Verhältnisse des Karga-Interglazials/Interstadials deutlich wärmer und feuchter gewesen sei als das der Gegenwart

(vgl. KIND 1974, KIND u. LEONOV 1982; weitere Literatur in FRENZEL 1991b). Die Problematik des Nachweises dieser ausgeprägten Warmzeit liegt in zweierlei: Einerseits basiert die stratigraphische Zuordnung in starkem Maße auf ^{14}C -Datierungen, die in diesen Fällen oft schon oberhalb von 35 000 bis 40 000 Jahren unendlich sind oder schlecht zu den übrigen stratigraphischen Befunden passen (zur Kritik derartiger Daten: FRENZEL 1991b, 1992; KIND 1982; LAZAREV u. TOMSKAJA 1987). Andererseits unterscheidet sich die Fauna mariner Sedimente des Karga-Interglazials/Interstadials nur kaum von der des vorangegangenen Kazancevo-Interglazials, das dem Eem-Interglazial entspricht. Dies führte dazu, daß KRUPNIK et al. (1990) hinsichtlich der nördlichen Taimyr-Halbinsel skeptisch waren, ob nicht beide Transgressionen ein und dasselbe Ereignis gewesen seien (so auch FRENZEL 1991b, mit weiterer Literatur). Schließlich wird wiederholt darauf aufmerksam gemacht, daß manche Befunde für den fraglichen Zeitraum auf deutlich ungünstigere klimatische Verhältnisse verweisen, als bislang als sicher angenommen worden war (Altai: NIKOLAEVA et al. 1989, botanische Reste; Umgebung von Novosibirsk mindestens z. T. aus dieser Zeit: NIKOLAEVA et al. 1989, botanische Reste; Ostseite der Halbinsel Jamal: VASILCHUK u. TROFIMOV 1984, $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ in Bodeneis; Tschuktschen-Halbinsel, Gebiet von Bilibinsk: LOŽKIN et al. 1988, botanische Reste; Nordost-Jakutien: VASILCHUK 1988, 1989, 1990; VASILCHUK et al. 1985, $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ -Verhältnis aus Bodeneis).

Obwohl also gerade diese Warmzeit noch manche Frage nach ihrer richtigen stratigraphischen Zuordnung offen läßt, wird aus dem Vorangegangenen doch deutlich, daß im vorliegenden Falle die Zeit des zu untersuchenden Inlandeisaufbaus definiert werden muß. Trotz aller regionaler Unterschiede ist bekannt, daß der letzte, entscheidende Inlandeisvorstoß in weiten Teilen der Nordhalbkugel kurz nach etwa 25 000 bis 23 000 v. h. erfolgt war. Er hatte zu denjenigen Bedingungen geführt, die CLIMAP (1981) für etwa 18 000 v. h. hinsichtlich der Oberflächentemperaturen der Weltmeere, FRENZEL et al. (1992) aber für die nordhemisphärischen Festländer untersucht hatten. Für die meisten Festlandsteile der Nordhalbkugel gilt, daß dies die Entstehungszeit der klassischen Jung-Endmoränen gewesen ist. Nach allem, was bis heute bekannt wurde, hat es sich damals aber nicht um einen einheitlichen Gletschervorstoß gehandelt, der überall auf der Nordhalbkugel zur selben Zeit die maximale Ausdehnung erreicht hatte (vgl. DREIMANIS 1991, FRENZEL et al. 1992, GERASIMOV u. VELICHKO 1982). Aber mit dieser Ein-

grenzung ist etwas über die zeitliche Größenordnung der Entstehung der äußeren Jung-Endmoränen gesagt. Es wird aber noch nicht derjenige Zeitraum, innerhalb dessen sich die Inlandeismassen gebildet hatten, umschrieben. BÜDEL (1960) hatte noch angenommen, daß es in der von ihm beschriebenen „Würmkaltzeit“ nur eine einzige einheitliche, große Vereisungsphase gegeben habe, mit einer langen Zeit des Eisaufbaus. Demgegenüber hoben BOULTON et al. (1985) hervor, daß sich mindestens in Skandinavien das Inlandeis erst intensiv seit dem Ende des Denekamp-Interstadials, also gegen etwa 29 000 v. h. gebildet habe, und HAEBERLI (1991) sowie KRAYSS u. KELLER (1991) erörterten die hiermit zusammenhängenden paläoklimatischen, glaziologischen und quartärgeologischen Probleme. JACOBS (1985) betonte aber, daß das Middle Wisconsin, von etwa 65 000 bis 23 000 v. h. ein einziges Interstadial gewesen sei.

Die BÜDELSche Ansicht wird heute wohl von keinem mehr geteilt. Wann aber die Inlandeismassen, die schließlich die klassischen Jung-Endmoränen geschaffen hatten, entstanden sind, ist unklar. Es kommt hinzu, daß einerseits um etwa 30 000 v. h. in den späteren Inland- oder Gebirgsvergletscherungsgebieten nur mehr wenig organisches Material abgelagert worden ist, das später zu Datierungen hätte genutzt werden können. Anschließend wurden die Verhältnisse noch ungünstiger. Es fehlt dann also mindestens in den heutigen gemäßigten und kalten Breiten an datierbarem organischem Material, so daß der vermutlich fehlerhafte Eindruck entstehen kann, Vulkane Kamtschatkas und der Kurilen seien entweder nur um 40 000 bis 25 000 v. h., oder erst nach 10 000 v. h. ausgebrochen (Datenliste bei MELEKEŠEV et al. 1988). Andererseits sind die heutigen ^{14}C -Gehalte von Proben dieses Alters schon derart gering, daß jede nachträgliche Störung im Kohlenstoffisotopengehalt des damals entstandenen organischen Materials zu erheblichen Verfälschungen führen muß. Aus diesem Grunde wird hier der recht weite Zeitraum von etwa 35 000 bis 25 000 v. h. betrachtet, obwohl bekannt ist, daß er klimageschichtlich nicht einheitlich war. Denn in ihn waren ja in Europa die Interstadiale Hengelo und Denekamp sowie ihre Äquivalente gefallen; aus Sibirien werden Warmphasen des bereits erwähnten Karga-Interglazials/Interstadials und die hierin eingebettete Konošele-Kaltzeit beschrieben (KIND 1974, KIND u. LEONOV 1982, LOŽKIN 1990, LAUCHIN u. RYBAKOVA 1982), aus Nordamerika aber das mehrgliedrige Farmdalian (FULTON et al. 1986a, b; RICHMOND u. FULLERTON 1986). Dennoch, jede zeitliche Präzisierung in einem

bestimmten Gebiet schließt Betrachtungen anderer Gebiete, in denen die betreffenden Bildungen nicht so exakt haben datiert werden können, aus. Es scheint daher beim gegenwärtigen Kenntnisstand besser zu sein, sich ein zeitlich breiteres Bild zu verschaffen, das später präzisiert und berichtigt werden muß, als eine zu hohe Genauigkeit der Datierung vorzutauschen.

Es wird also im Folgenden versucht werden, für den Zeitraum von etwa 35 000 bis 25 000 v. h. das Klima der Nordhalbkugel zu rekonstruieren. Die Altersdaten können nur den ungefähren Rahmen abstecken. Es sind die generellen Tendenzen der damaligen Klimaentwicklung wichtig, nicht die Einzelheiten. Dieser Zeitraum ist schon bei FRENZEL et al. (1992) paläoklimatologisch behandelt worden. Im vorliegenden Falle werden aber einerseits im Anhang die zu Grunde liegenden Daten aufgeführt, und es werden andererseits einige Korrekturen an dem bereits veröffentlichten Bild anzubringen sein, wie sie sich aus der inzwischen publizierten Literatur ergeben.

2 Rekonstruktionsversuch des Klimas zwischen 35 000 und 25 000 v. h.

Die verschiedenen Klimaparameter des hier interessierenden Zeitraumes werden aus den damaligen Verbreitungsmustern klimaabhängiger Erscheinungen der Biosphäre und der Geosphäre und aus dem Gehalt an stabilen Isotopen in Grundwasser, Bodeneis und Knochen ermittelt. Hierbei ist zu beachten, daß die Lebensgemeinschaften damals in der Regel deutlich anders zusammengesetzt waren als heute, so daß nur in seltenen Fällen direkte Entsprechungen heutiger Gegebenheiten im fossilen biologischen Material gefunden werden können. Es kommt hinzu, daß Verbreitungsareale der einzelnen Sippen des Tier- und Pflanzenreiches damals wie heute sowohl von den klimatischen Bedingungen als auch von Wandermöglichkeiten und von den für die Wanderungen zur Verfügung stehenden Zeiträumen abhingen. Da die Klimageschichte des hier interessierenden Zeitraumes recht komplex gewesen ist, kann nicht damit gerechnet werden, daß die entsprechenden Verbreitungsareale stets ausnahmslos durch das Klima bestimmt worden sind. Eine alleinige Analyse der ehemaligen Verbreitungsareale mehrerer Sippen des Tier- und Pflanzenreiches und die Klimarekonstruktion aus der Überschneidung dieser Areale in gewissen Klimagebieten (GRICHUK 1969), sind somit kein sicherer Hinweis auf die quantitativen Werte

des damaligen Klimas. Im Folgenden werden daher nicht einzelne Verbreitungsareale, sondern der Gesamtcharakter der damaligen Lebensgemeinschaften zur quantitativen Ermittlung des Klimas genutzt, und zwar im Vergleich zu den klimatischen Bedingungen ihrer heutigen nächsten Verwandten. Soweit möglich, wurden auch abiotische Klimaindikatoren verwandt, wie die Verbreitung des Dauerfrostes. Doch auch dieser Indikator zeigt den Einfluß des Klimas nicht unmittelbar, da Charakter und Offenheit der ehemaligen Vegetation das Verbreitungsgebiet und die Strukturen des Dauerfrostes beeinflussen. Natürlich sind auch quantitative Abschätzungen über den Eishaushalt, wie sie BOULTON et al. (1985) vorgelegt haben, sehr wertvoll. Man muß sich aber stets darüber im klaren sein, daß die auf den genannten, recht verschiedenen Wegen ermittelten Klimadaten der Vergangenheit nur erste Annäherungen darstellen, die die Tendenz anzeigen für das, was ehemals gewesen ist. Der einzelne Wert kann verschiedentlich recht ungenau sein. Schon aus diesem Grund wurde im vorliegenden Falle jeder Klimawert, der gegen über denen der Nachbarschaft deutlich abweicht, zwar registriert; er wurde aber nicht zur Ableitung paläoklimatisch extremer Zustände genutzt, denn auch hier gilt, daß der generelle Eindruck der damaligen Klimagestaltung wichtig ist, nicht die Ausnahme. Dieses Prinzip wurde im übrigen stets bei den Rekonstruktionen der Projektgruppe „Terrestrische Paläoklimatologie“ des Klimaprogramms der Bundesregierung befolgt (FRENZEL et al. 1992).

2.1 Mitteltemperaturen des kältesten Monats

Die in Abb. 1 enthaltenen Werte stellen Abweichungen gegenüber den heutigen Mittelwerten des kältesten Monats dar. Dies gilt sinngemäß auch für die Abb. 2 bis 4. Eine Festlegung auf Januar oder Februar der Zeit zwischen 35 000 und 25 000 v. h. ist meist unerheblich. Die zeitliche Lage des kältesten Monats dürfte damals wie heute überdies vom generellen Klimacharakter abgehangen haben.

In Nordamerika fällt die Ausbuchtung der Isolinien im Inneren des Kontinentes nach Süden auf. Sie ähnelt sehr stark derjenigen, die für die Zeit um 18 000 v. h. für Nordamerika ermittelt worden ist (FRENZEL et al. 1992). Der nach Süden gerichtete Temperaturgradient war aber zur Zeit des vermuteten Inlandeisaufbaus in Nordamerika offenbar geringer als während der maximalen Vereisung gegen 18 000 v. h. Die große Ähnlichkeit im Verlauf der Abweichungen der mittleren Temperaturen des kälte-

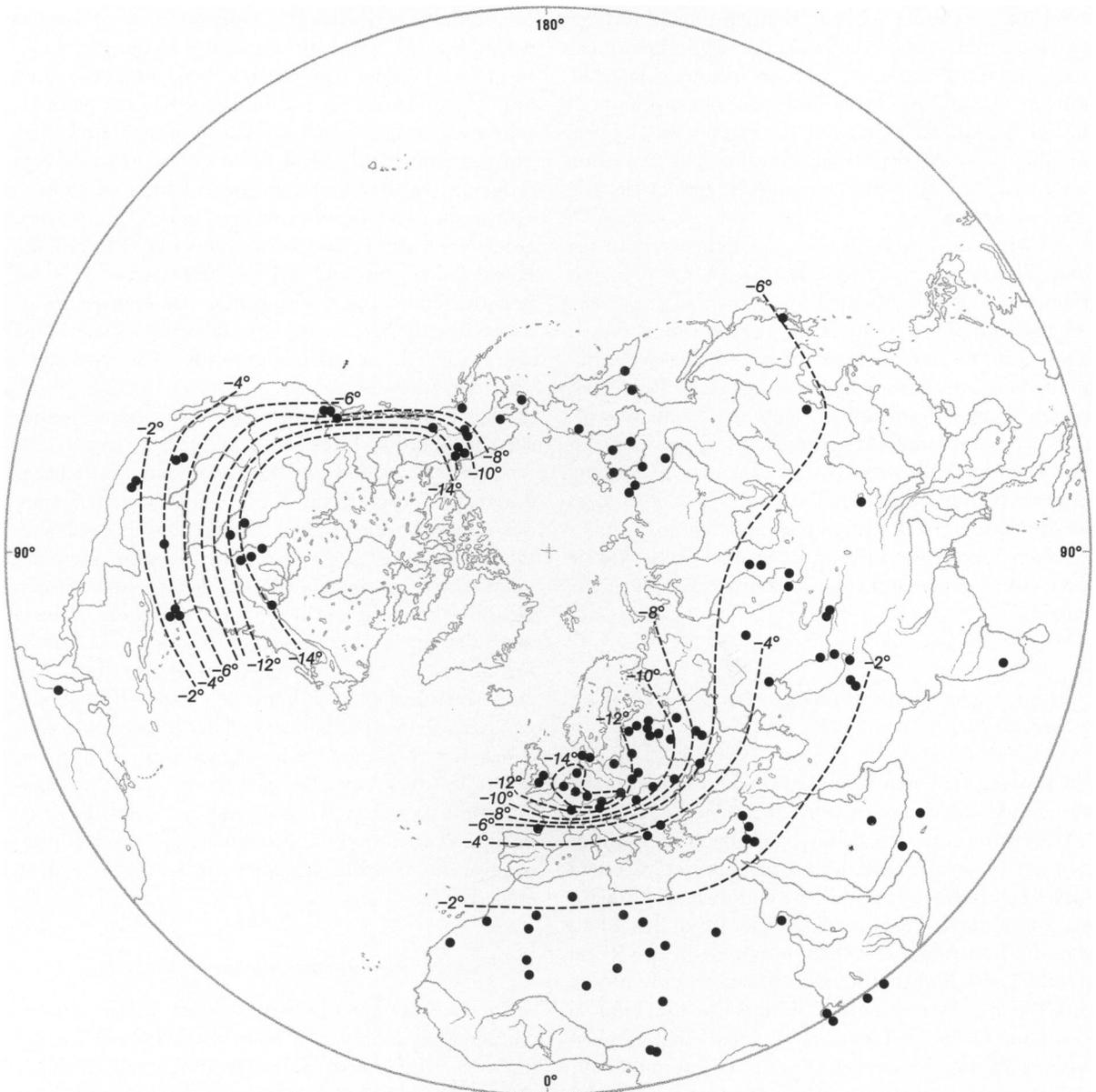


Abb. 1: Mitteltemperatur des kältesten Monats 35 000 bis 25 000 vor heute in Relation zur Gegenwart
 Mean temperature of the coldest month 35 000 to 25 000 B.P. compared to the present situation

sten Monats in der hier interessierenden Zeit gegenüber 18 000 v. h. legt aber den Schluß nahe, daß in Nordamerika auch schon gegen 35 000 bis 25 000 v. h. Inlandeis vorhanden gewesen sein muß. Es scheint vor allem den Laurentischen Schild bedeckt zu haben. Hierauf wird später erneut zurückzukommen sein.

In Europa ist ebenfalls eine südwärts gerichtete Ausbuchtung der Linien gleicher Temperaturabwei-

chungen des kältesten Monats gegenüber heute zu erkennen. Sie war aber unverhältnismäßig viel geringer als zum Hochstand der Letzten Inlandvereisung (FRENZEL et al. 1992). Andererseits bestanden damals offenbar im südlichen Mitteleuropa und im nördlichen Mittelmeergebiet erstaunlich hohe Temperaturgradienten (gegenüber heute). Dies läßt für den damaligen kältesten Monat einerseits an starke polare Einflüsse im nördlichen Mitteleuropa denken,

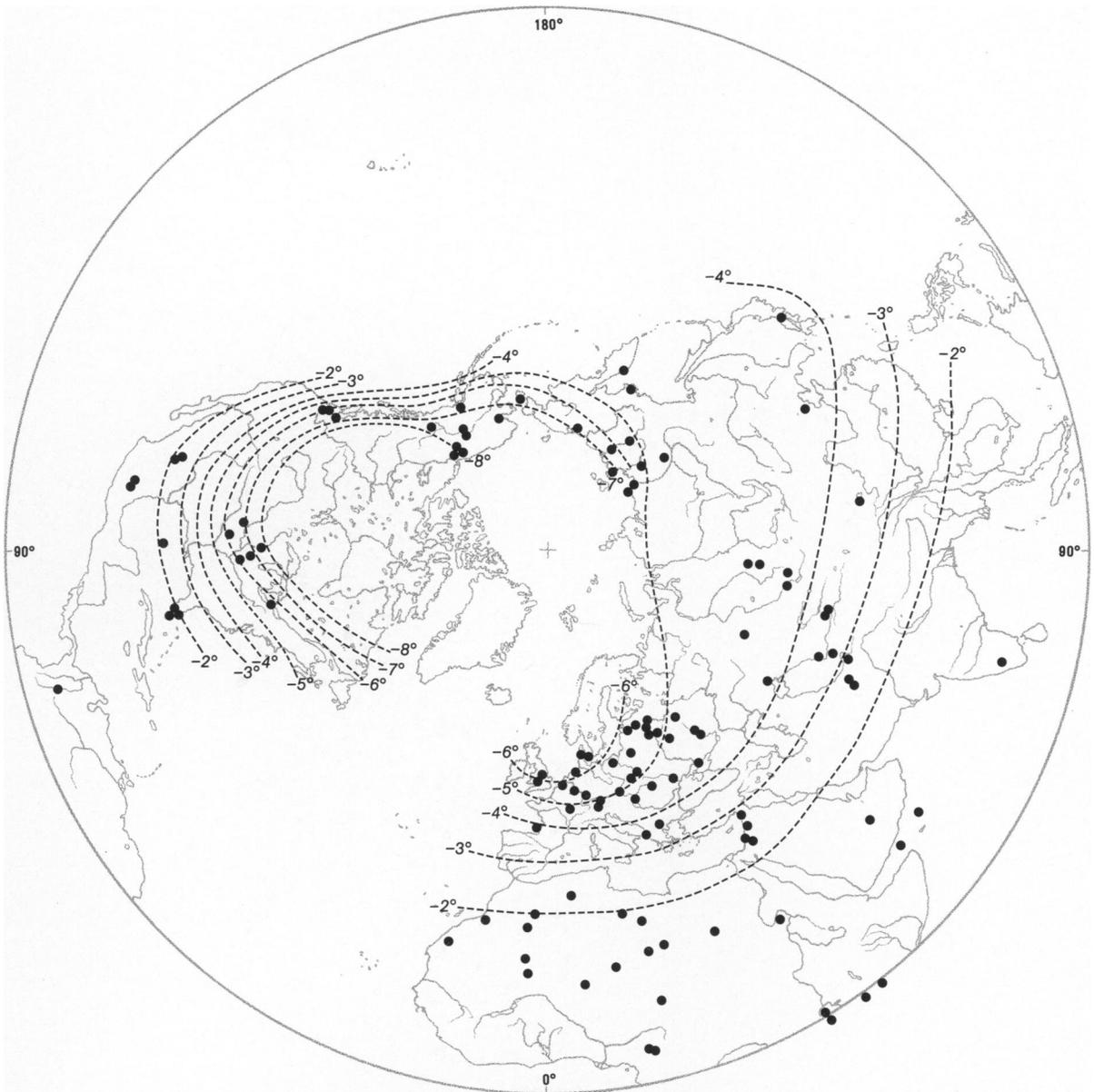


Abb. 2: Mitteltemperatur des wärmsten Monats 35 000 bis 25 000 vor heute in Relation zur Gegenwart
Mean temperature of the warmest month 35 000 to 25 000 B.P. compared to the present situation

im Süden aber an eine mildernde Wirkung dort häufig wandernder Tiefdruckgebiete.

Es scheint so, als habe auch Ostsibirien damals einen beträchtlichen Einfluß kalter Luftmassen während des Winters erlebt.

Für die spätere Betrachtung des Wasserhaushaltes ist es wichtig festzuhalten, daß die Temperaturen des kältesten Monats selbst in der tropisch-subtropischen Region etwa 2°C unter den heutigen gelegen hatten.

2.2 Mitteltemperaturen des wärmsten Monats

Vermutlich gilt die Darstellung der Abb. 2 besonders für den Monat Juli, vielleicht mit der Ausnahme der auch damals recht ozeanischen Klimate des nord-westlichen Nordamerikas und Westeuropas im unmittelbaren Küstenbereich, wo die höchsten mittleren Sommertemperaturen im August erreicht worden sein dürften. Es erscheint müßig, darüber zu speku-

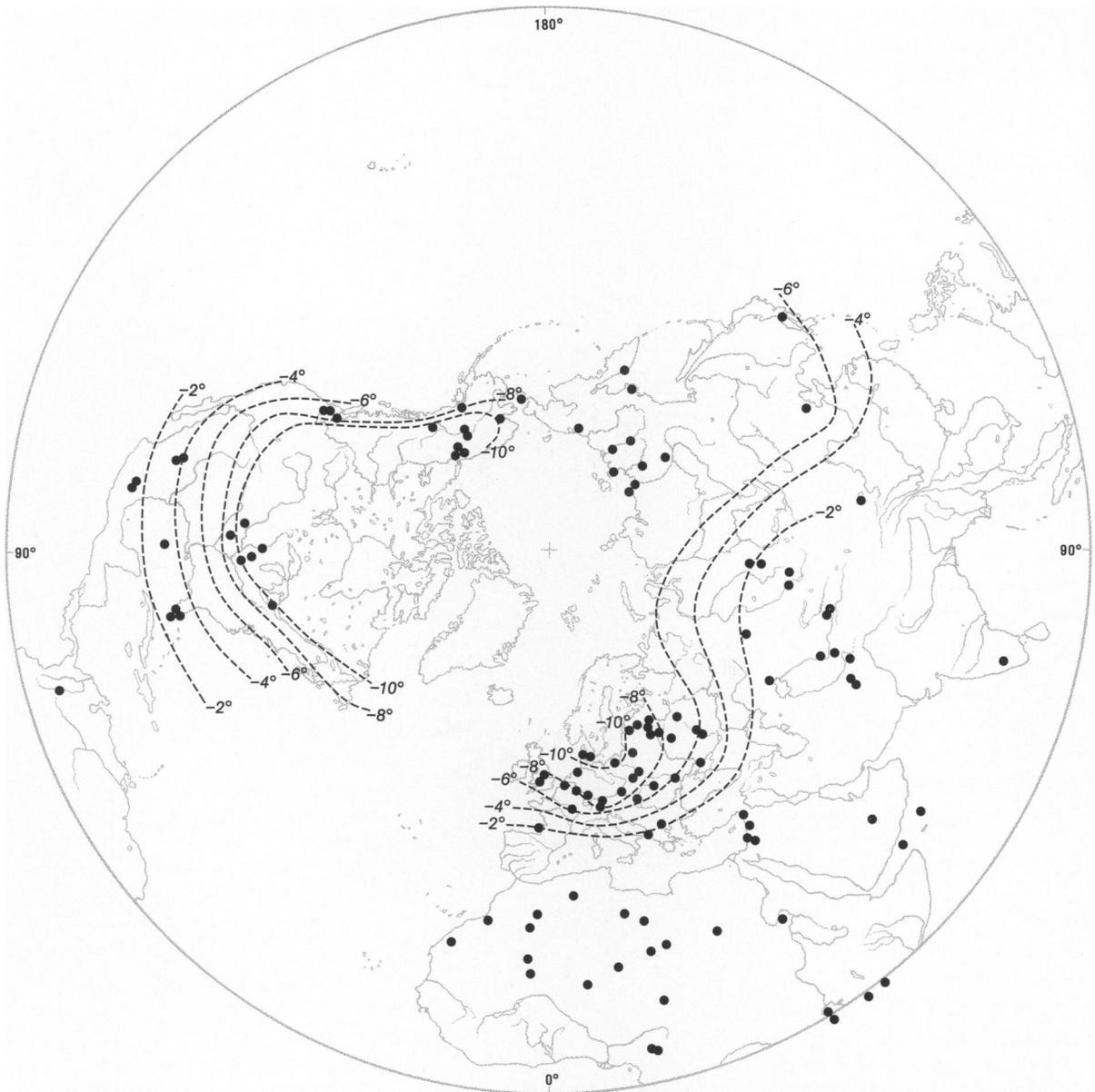


Abb. 3: Jahresmitteltemperatur 35 000 bis 25 000 vor heute in Relation zur Gegenwart
 Mean annual temperature 35 000 to 25 000 compared to the present situation

lieren, ob der zu dieser Zeit abgesenkte Spiegel des Weltmeeres eine Kontinentalisierung des Klimas heutiger Flachlandsküstenbereiche bedeutet hat, da das Ausmaß der Meeresspiegelabsenkung wenig bekannt ist. LOŽKIN (1977) wollte hierdurch allerdings die hohen Temperaturen des Karga-Interglazials auf der Kesselinsel (Neusibirische Inseln) erklären. Die von ihm genutzten Altersdaten wurden jedoch später als unzutreffend erkannt (MAKEEV et al. 1989). Sie beziehen sich offenbar auf letztinterglaziale Schichten.

Man erkennt, daß auch die Mitteltemperaturen des wärmsten Monats im tropisch-subtropischen Bereich etwas niedriger als heute waren. Von besonderer Bedeutung ist aber die südwärts gerichtete Ausbuchtung der Isolinien der Temperaturabweichungen des wärmsten Monats im Zentrum Nordamerikas. Sie bestätigen den aus Abb. 1 hervorgegangenen Eindruck schon damals vorhandener größerer Inlandeismassen im Nordteil Nordamerikas. Demgegenüber läßt sich in Nordostsibirien kaum noch ein

abkühlender Einfluß während des damaligen Sommers gegenüber heute erkennen, und auch die abkühlende Wirkung in Europa war unvergleichlich viel schwächer als während des Winters. Sollte also schon Eis in Skandinavien vorhanden gewesen sein, kann es weder mächtig, noch weit verbreitet gewesen sein.

2.3 Jahresmitteltemperaturen

Abb. 3, die aus unabhängigen Daten gewonnen worden ist, nicht aber auf einer Mittelung der Temperaturen des kältesten und wärmsten Monats beruht, bestätigt den Eindruck der Abb. 1 und 2. Da diese Jahresmitteltemperaturen nicht nur in Nordamerika, sondern auch in Europa und in Ostsibirien gegenüber heute stark abgesunken waren und sich die Isolinien beträchtlich nach Süden vorgeschoben hatten, muß der Einfluß des Winterhalbjahres auf die Klimagegestaltung doch recht beträchtlich gewesen sein. Es wird außerdem wiederum deutlich, daß auch der tropisch-subtropische Raum ein kühleres Klima erlebt hat als in der Gegenwart.

Das heutige Gebiet des Dauerfrostes wird gut durch den Verlauf der -2° bis -3°C Jahresisotherme umschrieben. Besonders in seiner Nordhälfte wird das Dauerfrostareal gegenwärtig durch aktive Neubildung des Permafrostes und durch gleichzeitig intensive Thermokarsterscheinungen charakterisiert. In diesem Zusammenhang ist recht bemerkenswert, daß mehrfach aus dem nordsibirischen Raum für die hier interessierende Zeit von etwa 35 000 bis 25 000 v. h. sowohl weit verbreitete Thermokarsterscheinungen erwähnt wurden, als auch damals neu entstehende, mächtige und breite Eiskeile und Segregationseis. Gute Beschreibungen der Thermokarstbecken und ihrer organogenen Füllungen liefern etwa VASILCHUK u. TROFIMOV (1984) für den Ostteil der Halbinsel Jamal; LOŽKIN (1990) für die Große Ljachovinsel; MAKEEV et al. (1989) für die Kesselinsel; TOMIRDIARO et al. (1984) und VASILCHUK (1988) für die Lenamündung; KAPLINA u. LOŽKIN (1977), LAUCHIN u. RYBAKOVA (1982), LAUCHIN et al. (1986), VASILCHUK (1988, 1990), VASILCHUK et al. (1985) für das Gebiet zwischen Jana und Kolyma; LOŽKIN (1989), LOŽKIN et al. (1988) und VASILCHUK (1989) für die Tschuktschenhalbinsel und den nördlichen Uferbereich des Ochotskischen Meeres. Über intensive gleichzeitige Eiskeilbildung in diesem Raum berichten aber LAUCHIN et al. (1986), VASILCHUK (1988, 1989, 1990), VASILCHUK u. TROFIMOV (1984) sowie VASILCHUK et al. (1985). Die Prozesse der Dauerfrostbildung müssen damals also in Nord-

Nordostsibirien höchst intensiv gearbeitet haben. Dies verweist zwar auf relativ hohe Sommertemperaturen etwa ähnlich den heutigen, aber auch auf sehr kalte Winter. Das Bild der in Abb. 3 für Nordostsibirien dargestellten Jahresmitteltemperaturen dürfte also im wesentlichen nicht falsch sein.

2.4 Jahresniederschlagssumme

Es gibt streng genommen keine Möglichkeit, die ehemalige Jahresniederschlagssumme unmittelbar zu bestimmen. Die genutzten Klimaindikatoren der Vergangenheit zeigen stets Bilanzen an, die heutigen Niederschlagssummen zugeordnet werden können. Da aber in den Wasserhaushalt einer Landschaft auch die Temperaturen wesentlich eingehen, sind die in Abb. 4 enthaltenen Angaben keine direkten Hinweise auf die Höhe der damaligen Niederschläge. Es kommt hinzu, daß in mehreren Lokalitäten lediglich der Nachweis geführt werden kann, daß die Feuchteverhältnisse günstiger oder schlechter als heute gewesen sind, ohne sie quantifizieren zu können. Daher kann Abb. 4 in noch viel stärkerem Maße als die vorausgegangenen Abbildungen nur Tendenzen verdeutlichen, ohne daß den genannten Werten eine zu hohe quantitative Bedeutung beigegeben werden sollte.

Es fällt auf, daß die Nordhalbkugel hinsichtlich der „Jahresniederschlagssummen“ zonal zweigeteilt gewesen zu sein scheint: Die südlichen Breiten hatten gegenüber der Gegenwart eine deutliche Verbesserung des Wasserhaushaltes erfahren, die nördlichen aber eine Verschlechterung. In den südlichen Breiten ist sicher die oben erwähnte Abnahme der Temperaturen während des gesamten Jahres zu berücksichtigen. Dies muß dort zu einer Verringerung der potentiellen Evaporation um etwa 500 mm geführt (ermittelt aus Fiziko-geografičeskij Atlas Mira, Moskau 1964) und damit eine Verbesserung des Wasserhaushaltes ausgelöst haben. Da aber die quantitative Bestimmung des damaligen Wasserhaushaltes der südlichen Landschaften noch nicht weit genug vorangeschritten ist, bleibt vorläufig noch offen, ob die erwähnte Temperaturverminderung gegenüber den heutigen Werten ausgereicht hat, um die tropisch-subtropische Feuchtezunahme im Vergleich zur Gegenwart vollauf zu erklären.

Der Nordteil Nordamerikas und der Nordwesteuropas fallen durch stark verminderte Niederschläge auf. Da hier die Temperaturabsenkung gegenüber der Gegenwart sehr beträchtlich gewesen ist (Abb. 1–3), kann in diesem Falle nicht an denselben Mechanismus gedacht werden wie hinsichtlich

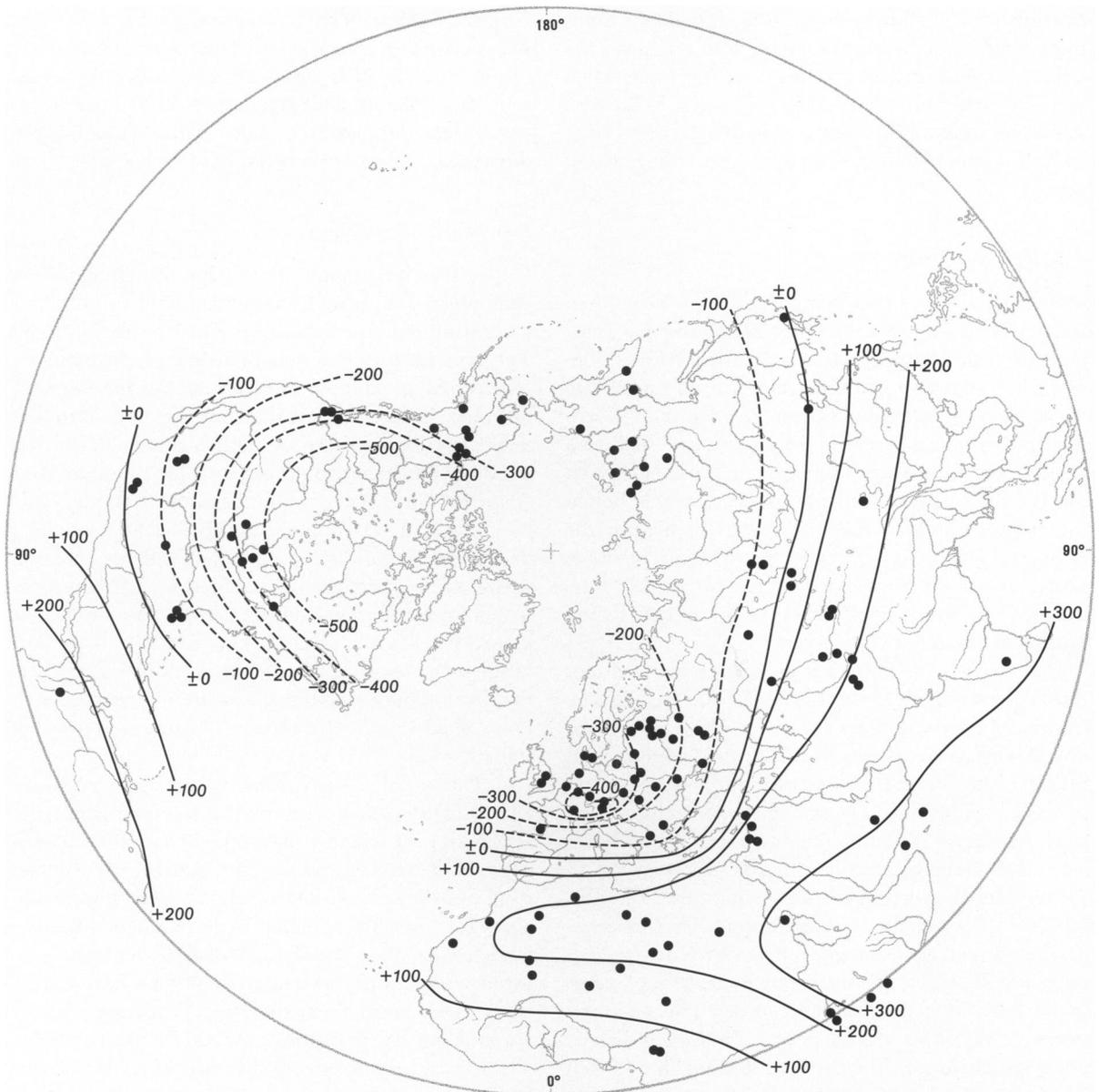


Abb. 4: Jahresniederschlag 35 000 bis 25 000 vor heute in Relation zur Gegenwart
Annual precipitation 35 000 to 25 000 B.P. compared to the present situation

der südlichen Breiten. Hierauf wird weiter unten zurückzukommen sein.

2.5 Abweichungen der Jahresniederschlagssummen zwischen 35 000 und 25 000 v. h. gegenüber denen um 18 000 v. h.

Das Klima der Festländer war zum Hochstand der letzten Inlandvereisung (etwa um 18 000 v. h.) ungewöhnlich trocken (FRENZEL et al. 1992). Um etwaige

Unterschiede in der Feuchteverteilung zur Zeit des vermuteten Inlandeisaufbaus gegenüber dem Hochstand der anschließenden Vereisung herauszuarbeiten, ist daher in Abb. 5 der Versuch unternommen worden, die Differenzen im Wasserhaushalt beider Zeiträume darzustellen. Es wird deutlich, daß es auf der Nordhalbkugel zwischen 35 000 und 25 000 v. h. nahezu überall wesentlich feuchter gewesen ist als gegen 18 000 v. h. Dies betrifft vor allem den tro-

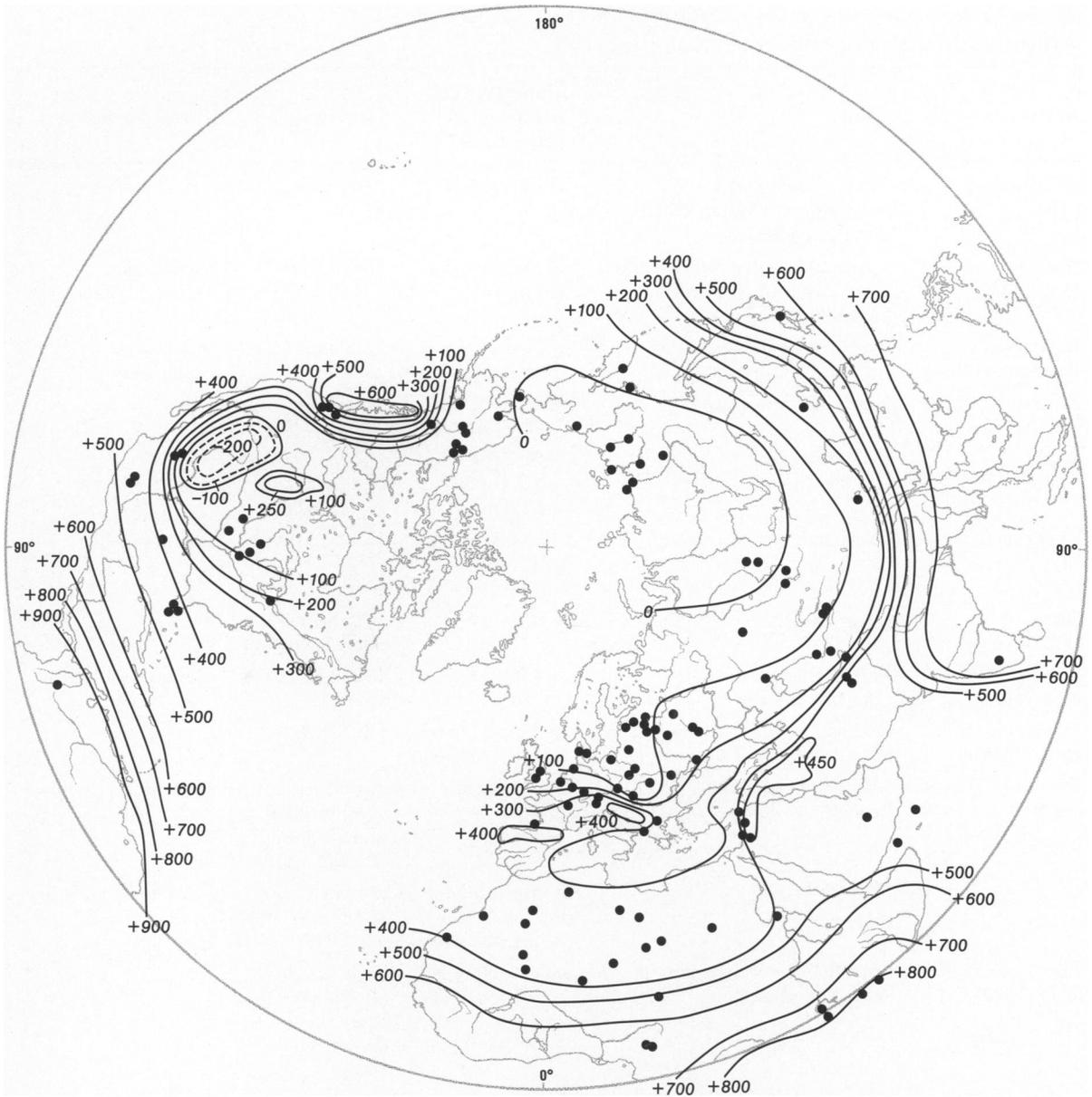


Abb. 5: Jahresniederschlag 35 000 bis 25 000 vor heute gegenüber den Werten während des Vereisungsmaximums um 20 000 bis 18 000 vor heute

Differences of mean annual precipitation between 35 000 to 25 000 B.P. and 20 000 to 18 000 B.P.

pisch-subtropischen Bereich, aber auch den Nordwesten Nordamerikas. In sehr viel geringerem Maße gilt dasselbe für die ozeanischen Gebiete Nordeurasien.

Bemerkenswerte Ausnahmen von diesem generellen Bild scheinen nur Nordost-Sibirien und der Südwesten der heutigen USA gewesen zu sein. In Nordost-Sibirien war es zwischen 35 000 und 25 000 v. h. anscheinend nur wenig feuchter als um 18 000 v. h.,

falls von den dort auch damals feuchteren Becken- oder Flußlandschaften abgesehen wird, einschließlich der bereits erwähnten, weit verbreiteten Thermokarsterscheinungen; im Südwesten Nordamerikas stand aber damals wesentlich weniger Wasser zur Verfügung als gegen 18 000 v. h. Es drängt sich der Eindruck auf, daß die Lage dieses relativen Trockengebietes und diejenige des Gebietes verstärkter Niederschläge zwischen 35 000 bis 25 000 v. h. in

Tabelle 1: Höhenlage des Meeresspiegels in der Zeit um 35 000 bis 25 000 vor heute

Global sea level at about 35 000 to 25 000 B.P.

Autor	Gebiet	Höhenlage des Meeresspiegels gegen heute	Datierung, v. h.	Bemerkungen
ARCHIPOV (1969)	Taimyr-Halbinsel, Mündung der Malaja Cheta, nw. von Dudinka	etwa 0 m NN	27 000 bis 23 000	
ARSLANOV et al. (1975)	Schwarzmeerufer vom Kaukasus bis zur Halbinsel Kertsch, Suvož-Terrasse	ähnlich dem heutigen	38 730 ± 990, 33 600 ± 570	größtenteils Hebungsgebiet
BERGERSEN u. FOLLESTAD (1971)	Stavanger, Sandnes	+ 50 bis + 60 m NN	42 000 bis 28 000	isostatische Hebungen
BLACKWELDER et al. (1979)	Nord- und Süd-Carolina	etwa - 20 m NN	32 000 bis 22 000	
CANN et al. (1988)	Süd-Australien, Gulf St. Vincent	- 22,0 bis - 22,5 m NN - 28,0 m	zwischen 40 000 und 31 000 gegen 36 000	
CERETELI u. MAJSURADSE (1980)	Grusinien, Schwarzmeerküste	+ 18 bis + 20 m, bzw. + 10 bis + 12 m	35 300, 31 300	Hebungsgebiet
CHEN et al. (1985)	Ostchina-See	- 50,0 m	zwischen 35 000 und 25 000	
EINSELE et al. (1975)	Mauretanien, Küstenlinie „des Inschirians“	+ 4 bis + 6 m	40 000 bis 30 000	Hebungsgebiet?
EMILIANI et al. (1975)	Golf von Mexico, nordöstlicher Teil	nicht viel unter heutigem Niveau	um 30 000	
FEYLING-HANSSSEN (1978)	Arktisches Canada, Broughton Island	hochgelegene marine Sedimente	zwischen 46 950 ± 2050 und 28 000 ± 1800/ - 1500	isostatische Hebungen
	Halbinsel Kola	hochgelegene marine Sedimente	zwischen 46 540 ± 1770 und 33 650 ± 400	isostatische Hebungen
LIN et al. (1989)	Ostchinasee vor Schanghai, Sehu-Transgression	etwa - 30 m NN	nach 50 000 (40 000 doch vor Kältemaximum der letzten Eiszeit)	
LOŽKIN (1977)	Kesselinsel, Neusibirische Inseln	Insel am Festland angeschlossen	gegen 29 750 ± 1100 und 28 200 ± 1000	Datierung unzutreffend, möglicherweise letztes Interglazial: MAKEEV et al. (1989)
MILLIMAN u. EMERY (1968)	Atlantische Küste der USA	etwa wie heute	zwischen 35 000 und 32 000	
MÖRNER (1969)	Süd-Schweden, Schonen, Göttaäl-Tal	etwa wie heute	29 000 bis 27 000	isostatische Hebungen
ŠČERBAKOV et al. (1979)	Schwarzes Meer, Nordufer	mutmaßlich bei - 50 bis - 60 m NN	vor 18 000 bis 20 000	keine klare Befunde für die Tiefenlage
SOMAYAJULU et al. (1985)	Staat Gujarat, Halbinsel Saurashtra, Vorderindien	Nack Gupta + 2 bis + 6 m NN	gegen 30 000	nach Autoren kein Hinweis für Berechtigung dieser Annahme

Autor	Gebiet	Höhenlage des Meeresspiegels gegen heute	Datierung, v. h.	Bemerkungen
VASILCHUK (1988)	Lena-Mündung, Bukovskij-Halbinsel	Meer muß nah gewesen sein, da damals entstandene Eiskeile > 0,2 g Salz pro Liter enthalten	zwischen 40 800 ± 1200 und noch vor 28 500 ± 1690	
VNUČKOV et al. (1976)	Westküste des Japanischen Meeres, zwischen Zaliv Vostok und Rudnaja	im S: - 26 bis - 19 m NN, im N: - 44 bis - 38 m NN	zwischen ≥ 42 000 und 26 740 ± 400	tektonische Verstellungen
ARSLANOV et al. (1988)	Nordufer des Kaspischen Meeres	bis - 22 m unter dem heutigen Spiegel	zwischen 78 400 ± 2600 und 24 200 ± 700	präzisere Datierung noch nicht gelungen

Nordwest-Nordamerika zwei Facetten desselben Bildes sind, nämlich einer verstärkten zonalen Zirkulation zur Zeit des Inlandeisaufbaus über dem östlichen Pazifik. Dies sollte in den intramontanen Beckenlandschaften des südwestlichen Nordamerikas zu deutlichen Föhnwinden geführt haben, bei gleichzeitigem Einfluß der wahrscheinlich schon vorhandenen Inlandeismassen weiter im Norden.

3 Diskussion

BOULTON et al. (1985) hatten darauf aufmerksam gemacht, daß der Gang des Aufbaus und Abschmelzens der Laurentischen Inlandeismassen im Verlauf der Letzten Eiszeit - mit Ausnahme ihres Hochstandes gegen 18 000 v. h. - nicht recht zu den aus den $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ -Gehalten benthischer und planktischer Foraminiferen ermittelten Schwankungen der Eismassen der Erde paßten. Es wurde hieraus geschlossen, daß bisher entweder das Ausmaß des Eisabbaus während einzelner Interstadiale überbewertet worden ist oder daß schon während der Interstadiale ein Eisaufbau erfolgt sei, oder aber schließlich, daß sich der Aufbau des arktischen, antarktischen und grönländischen Inlandeises nur z. T. in Phase mit dem des laurentischen entwickelt habe. Es fragt sich, wie weit die hier vorgelegten Beobachtungen zu diesem Problem etwas zu sagen haben.

Aus mehreren Gebieten der Erde liegen inzwischen Beobachtungen über die Position des Meeresspiegels für den Zeitraum von etwa 35 000 bis 25 000 v. h. vor (Tab. 1). Aus ihnen wird deutlich, daß der Meeresspiegel damals, abgesehen von tektonisch oder isostatisch bewegten Gebieten, unter dem heutigen Niveau gelegen hatte, aber auch deutlich über demjenigen

zur Zeit der maximalen Vereisung. Der Unterschied in der Höhenlage des Meeresspiegels zwischen 35 000 und 25 000 v. h. auf der einen Seite und der Gegenwart auf der anderen ist allerdings derart groß, daß die Erklärung dieser Tatsache durch eine thermisch bedingte größere Dichte des Meerwassers ausscheidet. Es muß vielmehr angenommen werden, daß bereits an mehreren Stellen der Nordhalbkugel Inlandeismassen vorhanden gewesen sind. Die Abb. 1 bis 4 weisen in dieselbe Richtung. Dies betrifft vor allem Nordamerika, in sehr viel geringerem Maße aber offenbar Nordeuropa. Verschiedentlich ist bereits über derartige Eismassen berichtet worden oder sie sind indirekt erschlossen worden. DREIMANIS u. KARROW (1972) erwähnten sie für den Zeitraum zwischen 32 000 und 23 000 v. h. aus dem Tal des St. Lorenzstromes, ohne daß dieses Eis jedoch das Becken des Erie- und Ontariosees oder auch die Appalachen bedeckt habe. WINTERS et al. (1988) berichteten dasselbe für das Cherrytree Stade (37 500 bis 32 500 v. h.) aus Ontario und dem nordwestlichen Pennsylvanien und generell für die Zeit zwischen 40 000 und 30 000 v. h. für den östlichen Abfluß der Großen Seen. EMILIANI et al. (1975) erschlossen aus den Gehalten stabiler Isotope in der Nordoststecke des Golfes von Mexiko, daß gegen 30 000 v. h. ein großer, aber dünner laurentischer Eisschild vorhanden gewesen sein müsse. KING (1969) gab für die östliche Baffin Insel, King Kater Halbinsel, eine Eisbedeckung von mindestens 34 000 bis 10 000 v. h. an, MOSHER et al. (1989) berichteten von eisrandnahen Sedimenten zwischen dem klassischen Late Wisconsin und mindestens 32 000 v. h. auf dem Festlandsockel südlich vor Neu-Schottland, und DREIMANIS (1991) faßte alle derartigen Beobachtungen für Nordamerika zusammen, MANGERUD (1991) diskutierte

aber Entsprechendes für das skandinavische Hochgebirge. VAN HUSEN (1982) beschrieb schließlich für die Zeit von 27 000 v. h. aus den Ostalpen ein sehr charakteristisches Aufdämmen der Haupttäler; vorher finde sich dort kein Hinweis auf eine nennenswerte Vergletscherung.

Werden diese Beobachtungen mit denen der Tab. 1 und denen, die in den Abb. 1 bis 4 enthalten sind, verglichen, dann erkennt man, daß tatsächlich zwischen etwa 35 000 und 25 000 v. h. vor allem auf dem Laurentischen Schild, vermutlich aber auch schon in Skandinavien, Inlandeismassen vorhanden gewesen sind. Diejenigen Nordamerikas hatten sogar bereits eine große Ausdehnung; die Massen dürften dort aber keineswegs so mächtig gewesen sein, wie während des Hochglazials. Das skandinavische Eis war offenbar wesentlich geringer entwickelt, wenn auch sein Einfluß auf die Klimagegestaltung Europas schon fühlbar geworden war. Unter diesem Gesichtswinkel drängt sich als Erklärung für die zur Zeit des Inlandeisaufbaus (35 000 bis 25 000 v. h.) so geringen Jahresniederschläge in Nordwesteuropa (Abb. 4) die Vermutung auf, daß der Nordatlantik schon stark von Meereis bedeckt gewesen sei. Tatsächlich wird dies durch Analysen an Tiefseebohrkernen bestätigt (frdl. mdl. Mitteilung von Prof. Sarnthein, Kiel).

KUHLE (1987, 1988) hatte die paläoklimatologische interessante Hypothese geäußert, das tibetische Hochplateau habe schon früh während der Letzten Eiszeit ein Inlandeis von etwa 2,5 Millionen km² getragen und dieses Eis habe seinerseits die später erfolgte nordische Vereisung ausgelöst. Man könnte somit auch annehmen, der in der Zeit um 35 000 bis 25 000 v. h. abgesenkte Meeresspiegel gehe auf das tibetische Inlandeis zurück. Tatsächlich war aber das Hochland von Tibet zwischen etwa 68 000 v. h. (TL-Datierungen) und dem Spätglazial von zahlreichen sehr großen Seen bedeckt, vom Südfuß des Karakorum im Westen bis mindestens zum Zentrum des Plateaus (Gebiet der Straße von Golmud im Norden nach Lhasa im Süden) im Osten (FANG 1991, FORT et al. 1989, LI et al. 1989, WANG 1990; FRENZEL: noch unveröffentlichte Ergebnisse einer Expedition nach Osttibet 1989, unter der Leitung der Professoren J. Hövermann und J. Li). Vor dem Rand einer ehemaligen großen Gebirgsvergletscherung stehen am Südfuß des Tang gu la schan sowie zwischen So hsien und Ding ching weiter im Osten mehrere Meter mächtige Lössen an, in denen sehr gut entwickelte fossile Böden, teils mit Toncutanen, zu finden sind, ohne daß diese Lössen von Till bedeckt sind. Eine umfassende rasterelektronenmikroskopische Analyse von Quarzkornoberflächen (FRENZEL u. LIU 1993)

oberflächennaher Sedimente Osttibets verweist nur innerhalb der Gebirge, die durchgehend höher als etwa 4900 m sind, auf ehemaligen Gletschereinfluß, nicht aber auf eine Vergletscherung des gebirgsfernen Plateaus. Entsprechendes berichteten BURBANK u. CHENG (1991) über die Geschichte der Vergletscherung am Mount Everest. Aus diesen Beobachtungen muß insgesamt geschlossen werden, daß es das tibetische Inlandeis nicht gegeben hat, somit sein vermeintliches Eisvolumen auch nicht den Stand des Meeresspiegels zwischen etwa 35 000 und 25 000 v. h. beeinflußt haben kann.

LOEWE (1971) hatte die klimatischen Bedingungen zur Zeit der Entstehung des laurentischen Inlandeis untersucht. Er war zu dem Schluß gekommen, daß eine Absenkung der Mitteltemperaturen um etwa 6 °C, wie sie damals als wahrscheinlich betrachtet worden war, allein nicht ausgereicht habe, um die Inlandeismassen entstehen zu lassen. Abb. 1 bis 3 lehren, daß die Absenkung der Temperaturen in der Nähe der entstehenden Inlandeismassen offenbar größer gewesen ist, als es LOEWE (1971) noch hatte annehmen müssen. Außerdem verdeutlicht Abb. 5, daß damals Nordamerika im Vergleich zu hochglazialen Zeiten von Westen her beträchtliche Feuchtigkeitsmengen erhalten hatte. In abgeschwächtem Maße traf das anscheinend auch für Nordost-Nordamerika zu. Außerdem zeigt sich aber auch, daß es sich damals nicht um einen vollständigen Neuaufbau des Inlandeis gehandelt hatte, sondern daß schon beträchtliche Eismassen vorhanden gewesen waren. Dies bestätigt die Richtigkeit der Überlegungen BOULTONS et al. (1985).

Andererseits sind die damalige Akkumulation des Inlandeis und sein Anwachsen zu den späteren gewaltigen Eisdomen unter ganz anderen klimatischen Bedingungen erfolgt, als sie am Ende des Letzten Interglazials geherrscht hatten. Man muß offenbar zwischen zwei verschiedenen Typen des Inlandeisbaus unterscheiden:

- 1) Während eines zu Ende gehenden Interglazials wurde das Klima zwar schnell kalt, es war aber anfangs, verglichen mit späteren Abschnitten der anschließenden Eiszeit, noch recht feucht. Hieraus muß gefolgert werden, daß damit große Inlandeismassen schnell entstanden sein können, daß es sich bei ihnen aber im wesentlichen um recht bewegliche, temperierte Gletscher gehandelt habe, die einerseits wegen ihrer guten Beweglichkeit geomorphologisch wirkungsvoll geworden sein dürften, deren Eismassen beim Abschmelzen unter immer noch nicht zu extremen Klimaverhältnissen aber auch zu recht großen Schmelzwassermassen

geführt haben müssen. Auch diese sollten eine hohe geomorphologische Wirksamkeit entfaltet haben. HAEBERLI (1991) diskutierte diese Möglichkeit auch für die Zeit kurz vor 18 000 bis 20 000 v. h. im Falle des Rhône-gletschers.

2) Der Aufbau der großen Inlandeismassen mitten innerhalb einer Eiszeit, also so, wie er hier betrachtet worden ist, ging von einem bereits deutlich winterkälteren und trockeneren Klima aus. Die Ungunst des Klimas hatte schnell zugenommen. Sie führte zu extrem niedrigen Temperaturen und Niederschlagssummen (für Europa vgl. FRENZEL 1980a, für die Nordhalbkugel FRENZEL et al. 1992). Derartige Bedingungen sollten zwar anfangs temperierte Gletscher haben entstehen lassen. Doch diese wandelten sich schnell in kalte Gletscher um, als sich der Dauerfrost rasch ausbreitete. Das extrem trocken-kalte Klima, das sich zur Zeit der maximalen Ausdehnung dieser Gletschermassen eingestellt hatte, könnte aber zu einem intensiven Sublimieren des Eises geführt haben, so daß die geomorphologische Wirksamkeit derartiger Gletschervorstöße gar nicht so groß gewesen zu sein braucht (DREIMANIS 1977, FRENZEL 1980b).

Diese Fragen sollten in verstärktem Maß behandelt werden, da sie möglicherweise Einblicke in Grundprinzipien der Klimaentwicklung gewähren können. Hierbei sollten – im Gegensatz zu der vorliegenden Betrachtung – nicht zwei Phasen der Klimageschichte als statische Einheiten miteinander verglichen werden, sondern es sollten Prozeßanalysen betrieben werden. Dies müßte im regionalen Rahmen unter unterschiedlichen klimatischen Rahmenbedingungen erfolgen. Von einer derartigen Analyse sind wir noch weit entfernt, doch ist dies wohl der Weg, auf dem die zukünftigen Arbeiten der paläoklimatologischen Projektgruppen des Klimaforschungsprogramms der Bundesregierung voranschreiten werden.

Literatur

- ADAMENKO, O. M., ADAMENKO, R. S., GLADILIN, V. N., GRODECKAJA, G. D., LEVKOVSKAJA, G. M., PAŠKEVIČ, G. A., POSPELOVA, G. A., SOLDATENKO, L. V. u. ŠELKOPLJAS, V. N.: Paleolitičeskoe mestonachoždenie Korolevo v Zakarpat'e. Bjull. Kom. po izuč. četvert. per. 58, 1989, S. 5–25.
- ALEŠINSKAJA, Z. V., BONDAREV, L. G., ČIGAREV, N. V., ŠUMOVA, G. M.: Über die Tektonik, das Klima und die Vereisung des Tien Schan im Pleistozän. In: AGADŽANJAN, A. K. u. DOBRODEEV, O. P. (Hrsg.): Problemy obščej fizičeskoj geografii i paleogeografii, Mosk. Univ., 1976, S. 198–210.
- ALIMEN, H., BEUCHER, F., CASTA, L. u. EHRLICH, A.: Sédiments quaternaires à diatomées du Sahara nord-occidental. Bull. Soc. Géol. France (7) 12, Nr. 1, 1970, S. 103–107.
- ANDERSON, P. M.: Late Quaternary vegetational change in the Kotzebue Sound area, Northwestern Alaska. Quatern. Res. 24, 1985, S. 307–321.
- ANDREW, R. u. WEST, R. G.: Pollen analysis from Four Ashes, Worcester. Phil. Trans. R. Soc. London 280, 1977, S. 242–246.
- ANUNDSSEN, K.: Evidence of ice movement over Southwest Norway indicating an ice dome over the coastal district of West Norway. Quatern. Sci. Rev. 9, 1990, S. 99–116.
- ARCHIPOV, S. A.: The principal geological events of the latest glaciation in western Siberia and their correlation with Europe and North America. VIII Congress INQUA, Études sur le Quaternaire dans le Monde 2, 1969, S. 655–659.
- ARSLANOV, CH. A.: Die ¹⁴C-Geochronologie des Jungpleistozäns im Europäischen Teil der UdSSR (glaziäre und periglaziäre Zone). Bjull. Kom. po izuč. četvert. per. 43, 1975, S. 3–25.
- ARSLANOV, CH. A., VOZNAČUK, L. N., VELIČKEVIČ, F. JU., ZUBKOV, A. I., KALEČIČ, E. G. u. MACHNAČ, N. A.: Paläogeographie und Geochronologie des Mittelwaldai-Interstadials im Weißrussischen Seengebiet. Doklady Akad. Nauk SSSR 201, 1971, S. 661–664.
- ARSLANOV, CH. A., VOZNAČUK, L. N., VELIČKEVIČ, F. JU., ZUBKOV, A. I. u. KALEČIČ, E. G.: Über das Alter des Maximalstadiums der Letzten Eiszeit im Gebiet von Grodno. Doklady Akad. Nauk SSSR 202, 1972, S. 155–158.
- ARSLANOV, CH. A., VOZNAČUK, L. N., KADACHIJ, V. B. u. ZIMENKOV, O. I.: Neue Befunde zur Paläogeographie des Mittelwaldai-Megainterstadials Weißrußlands. Doklady Akad. Nauk SSSR 213, 1973, S. 901–903.
- ARSLANOV, CH. A., GERASIMOVA, S. A., JZMAJLOV, JA. K., LOKŠIN, N. V., MURATOV, V. M., OSTROVSKIJ, A. B., TERTYČNYJ, N. I. u. ŠČEGLOV, A. B.: Über das Alter des Schwarzmeerufers des Kaukasus und des Gebiets von Kerč und Taman. Bjull. Kom. po izuč. četvert. per. 44, 1975, S. 107–110.
- ARSLANOV, CH. A., LOKŠIN, N. V., MAMEDOV, A. V., ALESKEROV, B. D., GERASIMOVA, S. A., TERTYČNYJ, N. V., TERTYČNAJA, T. V. u. ČERNOV, S. B.: O vozraste chazar-skich, chvalynskich i novokaspijskich otloženij Kaspijskogo Morja (po dannym radiouglerodnogo i uranovo ionievogo metodov). Bjull. Kom. po izuč. četvert. per. 57, 1988, S. 28–38.
- BAKER, R. G., SULLIVAN, A. E., HALLBERG, G. R., HORTON, D. G., CARTER, K. Z. u. SCHWERT, D. P.: Paleoecology of the Biggsville area, Western Illinois, during Farmadalian Time. Amer. Quat. Assoc. Ninth Biennial Meeting, 1986.
- BARNOSKY, C. W.: Late Quaternary vegetation in the Southwestern Columbia Basin, Washington. Quatern. Res. 23, 1985, S. 109–122.

- BASTIN, B., JUVIGNÉ, E., PISSART, A. u. THOREZ, J.: Étude d'une coupe dégagée à travers un rempart d'une cicatrice de Pingo de la Brackvenn. *Ann. Soc. Géol. Belg.* 97, 1974, S. 341-358.
- BEAULIEU, J.-L. DE, MONJUVENT, G. u. NICOURD, G.: Chronology of the Würmian glaciation in the French Alps: A survey and new hypothesis. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): *Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre. Paläoklimaforschung 1.* Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Stuttgart, New York 1991, S. 435-448.
- BERGERSEN, O. F. u. FOLLESTAD, B. A.: Evidence of fossil ice wedges in Early Weichselian deposits at Foss-Eikjeland, Jæren, South-West Norway. *Norsk Geogr. Tidsskr.* 25, 1971, S. 39-45.
- BLACKWELDER, B. W., PILLEY, O. H. u. HOWARD, J. D.: Late Wisconsin sea levels on the Southeast U.S. Atlantic shelf based on in-place shoreline indicators. *Science* 204, 1979, S. 618-620.
- BOCHEŃSKI, Z.: Szczałki kopalne ptaków z Jaskini Mamutowej. *Folia Quaternaria* 54, 1981, S. 1-24.
- BOENIGK, W., BRUNNACKER, K., TILLMANN, W. u. ROHEN, A.: Die Äolianite in der nördlichen Küstenzone von Israel. *Genese, Stratigraphie und Klimageschichte. Quartär* 35/36, 1985, S. 113-140.
- BOLICHOVSKAJA, N. S.: Palynologie der Lössen und fossilen Böden des russischen Flachlandes. In: AGADŽANJAN, A. K. u. DOBRODEEV, O. P. (Hrsg.): *Problemy obščej fizičeskoj geografii i paleogeografii*, Mosk. Univ., 1976, S. 257-277.
- BORTENSCHLAGER, I. u. BORTENSCHLAGER, S.: Pollenanalytische Untersuchungen am Bänderton von Baumkirchen (Inntal/Tirol). *Z. Gletscherk. Glazialgeol.* 14, 1978, S. 95-103.
- BOULTON, G. S., SMITH, G. D., JONES, A. S. u. NEWSOME, J.: Glacial geology and glaciology of the last mid-latitude ice-sheets. *J. Geol. Soc. London* 142, 1985, S. 447-474.
- BRUNNACKER, K.: Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. *Geol. Bavarica* 34, 1957.
- BÜDEL, J.: Die Gliederung der Würmkaltzeit. *Würzb. Geogr. Arb.* 8, 1960.
- BURBANK, D. W. u. CHENG, K. J.: Relative dating of Quaternary moraines, Rongbuk Valley, Mount Everest, Tibet: Implications for an ice sheet on the Tibetan Plateau. *Quatern. Res.* 36, 1991, S. 1-18.
- BUTZER, K. W., ISAAC, G. L., RICHARDSON, J. L. u. WASHBURN-KAMAU, C.: Radiocarbon dating of East African lake levels. *Science* 175, 1972, S. 1069-1076.
- CAMPO, E. VAN, DUPLESSY, J. C. u. ROSSIGNOL-STRIK, M.: Climatic conditions deduced from a 150-Kyr oxygen isotope-pollen record from the Arabian Sea. *Nature* 296, 1982, S. 56-59.
- CANN, J. H., BELPERIO, A. P., GOSTIN, V. A. u. MURRAY-WALLACE, C. V.: Sea level history, 45 000 to 30 000 yr B.P., inferred from benthic foraminifera. *Quatern. Res.* 29, 1988, S. 153-175.
- ČEBOTAREVA, N. S.: Palaeogeography of the Lower Valdai of the North-Western Russian Plain. *Wiss. Zs. der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald* 27, Math-Nat. Reihe, H 1/2, 1978, S. 21-23.
- ČEBOTAREVA, N. S. u. MAKARYČEVA, I. A.: Poslednoe oledenienie Evropy i ego geochronologija. *Nauka, Moskva* 1974.
- CERETELI, D. V. u. MAJSURADZE, G. M.: Zur Paläogeographie des Jungpleistozäns Grusiniens. *Bjull. Kom. po izuč. četvert. per.* 50, 1980, S. 116-122.
- CHEN YIJAN, PENG GIU u. JIAO WENGIANG: Radiocarbon dates from the East China Sea and their geological implications. *Quatern. Res.* 24, 1985, S. 197-203.
- CLIMAP Project members: Seasonal reconstructions of the Earth's surface at the Last Glacial Maximum. *Geol. Soc. of America Map and Chart Ser.* MC-36, 1981.
- COETZEE, J. A.: Pollen analytical studies in East and southern Africa. *Palaeoecol. Afr. Surround.* Isl. 3, 1967, 146 S.
- COLINVAUX, A.: Vegetation of a Galapagos Island before and after an ice age. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 56, 1969, S. 419.
- COOPE, G. F.: Fossil coleopteran assemblages as sensitive indicators of climatic changes during the Devensian (Last) cold stage. *Phil. Trans. R. Soc. London*, B 280, 1977, S. 313-340.
- CWYNAR, L. C. u. RITCHIE, J. C.: Arctic steppe-tundra: A Yukon perspective. *Science* 208, 1980, S. 1375-1377.
- DOBRODEEV, O. P. u. PARUNIN, O. B.: Novye materialy ob absoljutnom vozraste pleistocenovych iskopaemych počv Russkoj Ravniny. (Neue Fakten zum absoluten Alter pleistozäner fossiler Böden im russischen Flachland). *Doklady Akad. Akad. SSSR* 209, 1973, S. 426-427.
- DODONOV, A. E., RANOV, V. A. u. PEN'KOV, A. V.: Funde des Paläolithikums in alten begrabenen Böden des südlichen Tadžikistan und ihre geologische Position. *Bjull. Kom. po izuč. četvert. per.* 48, 1978, S. 86-102.
- DREIMANIS, A.: Late Wisconsin glacial retreat in the Great Lakes region, North America. *Ann. New York Acad. Sci.* 288, 1977, S. 70-89.
- : The Laurentide Ice Sheet during the Last Glaciation: A review and some current reinterpretations along the southern margin. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): *Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre. Paläoklimaforschung 1.* Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Stuttgart, New York 1991, S. 267-291.
- DREIMANIS, A. u. KARROW, P. F.: Glacial history of the Great Lakes - St. Lawrence Region, the classification of the Wisconsin(an) Stage, and its correlatives. *24th IGC, Sect. 12, 1972*, S. 5-15.
- DRICOT, E., PÉTILLON, M. u. SERET, G.: When and why did glaciers grow or melt in the Vosges Mountains (France)? In: Frenzel, B. (Hrsg.): *Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre. Paläoklimaforschung 1.* Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Gustav Fischer Stuttgart New York, 1991, S. 363-376.
- EASTERBROOK, D. J.: Pleistocene chronology of the Puget Lowland and San Juan Islands, Washington. *Geol. Soc. Am. Bull.* 80, 1969, S. 2273-2286.
- EINSELE, G., HERM, D. u. SCHWARZ, H. U.: Sea level fluctuation during the past 6000 years at the coast of Mauritania. *Quatern. Res.* 4, 1974, S. 282-289.

- EMILIANI, C., GARTNER, ST., LIDZ, B., ELDRIDGE, K., ELVEY, D. K., HUANG, T. CH., STIPP, J. J. u. SWANSON, M. F.: Paleoclimatological analysis of Late Quaternary cores from the Northeastern Gulf of Mexico. *Science* 189, 1975, S. 1083-1088.
- EVSEEV, A. V. u. IL'ICHEV, V. A.: Das absolute Alter der fossilen Böden und Etappen der Bodenbildung nach Befunden der ^{14}C - und der Thermolumineszenz-Untersuchungen. *Doklady Akad. Nauk SSSR* 214, 1974, S. 895-897.
- FANG, JIN-QI: Lake evolution during the past 30 000 years in China, and its implications for environmental change. *Quatern. Res.* 36, 1991, S. 37-60.
- FEYLING-HANSEN, R. W.: A Mid-Wisconsinan Interstadial on Broughton Island, Arctic Canada, and its foraminifera. *Arct. Alp. Res.* 8, 1978, S. 161-182.
- FORT, M., BURBANK, D. W. u. FREYTER, P.: Lacustrine sedimentation in a semiarid alpine setting: An example from Ladakh, Northwestern Himalaya. *Quatern. Res.* 31, 1989, S. 332-350.
- FRENZEL, B.: Klima der Letzten Eiszeit und der Nacheiszeit in Europa. *Veröff. Joachim Jungius-Ges. Wiss. Hamburg* 44, 1980 a, S. 9-46.
- : Das Klima der letzten Eiszeit in Europa. In: OESCHGER, H., MESSERLI, B. u. SVILAR, M. (Hrsg.): *Das Klima - Analysen und Modelle, Geschichte und Zukunft*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1980 b, S. 45-63.
- : The history of flora and vegetation during the Quaternary. *Progress in Botany* 49, 1987, S. 364-380.
- : Über einen frühen letzteiszeitlichen Vorstoß des Rheingletschers in das deutsche Alpenvorland. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): *Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre*. Paläoklimaforschung 1. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Stuttgart, New York, 1991 a, S. 377-400.
- : The history of flora and vegetation during the Quaternary. *Progress in Botany* 53, 1991 b, S. 361-400.
- : The history of flora and vegetation during the Quaternary. *Progress in Botany*, 54, 1993 (im Druck).
- FRENZEL, B. u. LIU, S.: Sedimentgenetische Untersuchungen quartärer Ablagerungen des tibetischen Plateaus mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie. *Gött. Geogr. Abhandl.* (in Vorber.).
- FRENZEL, B., PÉCSI, M. u. VELICHKO, A. A. (Hrsg.): *Atlas of paleoclimates and paleoenvironments of the Northern Hemisphere. Late Pleistocene - Holocene*. Geographical Institute, Hungarian Academy of Sciences, Budapest. Stuttgart, New York. 1992.
- FULTON, R. J. (Hrsg.): Quaternary stratigraphy of Canada - a Canadian contribution to IGCP project 24. *Geol. Survey of Canada Paper* 84-10, 1984, 210 S.
- FULTON, R. J., KARROW, P. F., LASALLE, P. u. GRANT, D. R.: Summary of Quaternary stratigraphy and history, Eastern Canada. *Quat. Sci. Rev.* 5, 1986 a, 229-249.
- FULTON, R. J., FENTON, M. M. u. RUTTER, N. W.: Summary of Quaternary stratigraphy and history, Western Canada. *Quatern. Sci. Rev.* 5, 1986 b, 229-249.
- GERASIMOV, I. P. u. VELICHKO, A. A.: *Paleogeography of Europe during the last hundred thousand years*. Nauka, Moscow 1982.
- GRICHUK, V. P.: En experiment in reconstructing some characteristics of climate in the Northern Hemisphere during the atlantic period of Holocene. In: NEUSTADT, M. J. (Hrsg.): *Holocene*. Nauka, Moscow 1969, S. 41-57.
- GRÜGER, E.: Late Quaternary vegetation development in south central Illinois. *Quatern. Res.* 2, 1972, S. 217-231.
- : Studies on the Late Quaternary vegetation history of Northeastern Kansas. *Geol. Soc. Am. Bull.* 84, 1973, S. 239-250.
- HAEBERLI, W.: Zur Glaziologie der letzteiszeitlichen Alpenvergletscherung. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): *Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre*. Paläoklimaforschung 1. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Stuttgart, New York 1991, S. 409-420.
- HEINE, K.: Ein außergewöhnlicher Gletschervorstoß in Mexiko vor 12 000 Jahren. - (Ein Beitrag zum Problem der spätglazialen Klimaschwankungen.) *Catena* 10, 1983, S. 1-25.
- HEUSSER, C. J. u. HEUSSER, L. E.: Sequence of pumiceous tephra layers and the Late Quaternary environmental record near Mount St. Helens. *Science* 210, 1980, S. 1007-1009.
- HILLAIRE-MARCEL, C. u. CAUSSE, CHR.: The Late Pleistocene Laurentide glacier: Th/U dating of its major fluctuations and $\delta^{18}\text{O}$ range of the ice. *Quatern. Res.* 32, 1989, S. 125-138.
- HOBSON, G. D. u. TERASMAË, J.: Pleistocene geology of the buried St. Davids Gorge, Niagara Falls, Ontario: Geophysical and palynological studies. *Geol. Surv. Can. Pap.* 67/68, 1969.
- HUCKRIEDE, R. u. WIESEMANN, G.: Der jungpleistozäne Pluvial-See von El Jafr und weitere Daten zum Quartär Jordaniens. *Geol. Palaeontol.* 2, 1968, S. 73-95.
- HURAU, J.: Phases climatiques tropicales sèches à Banyo (Cameroun, hauts plateaux de l'Adamawa). *Palaeoecol. Afr. Surround. Isl.* 6, 1972, S. 93-101.
- HUSEN, D. VAN: A contribution to the course of Würm within the Eastern Alps. *Quaternary Studies in Poland* 3, 1982, S. 49-55.
- JACOBS, B. F.: A middle Wisconsin pollen record from Hay Lake, Arizona. *Quatern. Res.* 24, 1985, S. 121-130.
- JOB, C., MASER, H., RAUSCHERT, W., STICHLER, W. u. ZÖTTL, J.: Isotopenuntersuchungen im Rahmen quartärgeologischer Untersuchungen in Saudi-Arabien. *Naturwiss.* 62, 1975, S. 136-137.
- KAPLINA, T. N. u. LOŽKIN, A. V.: Novye dannye o vozraste i uslovijach nakoplenija šanginskoj svity na Indigirke. *Doklady Akad. Nauk SSSR* 233, 1977, S. 1162-1164.
- KAPLINA, T. N., ŠILOVA, G. N. u. PIRUMOVA, L. G.: Das Standardprofil spätpleistozäner und holozäner Sedimente der Indigirka bei Šamanovsk. *Izv. Akad. Nauk SSSR, ser. geol.*, Nr. 9, 1980, S. 74-81.
- KIND, N. V.: Late Quaternary geochronology according to isotope data. *Nauka, Moscow* 1974, S. 255.

- : Sartan and postglacial deposits of the Byrranga mountains (the Lower Taimyra river basin). In: KIND, N. V. u. LEONOV, B. N. (Hrsg.): The antropogene of the Taimyr Peninsula. Nauka, Moscow 1982, S. 142-148.
- KIND, N. V. u. LEONOV, B. N.: The antropogene of the Taimyr Peninsula. Nauka, Moscow 1982, S. 184.
- KING, C. A. M.: Glacial geomorphology and chronology of Henry Kater Peninsula, East Baffin Island, N. W. T. Arct. Alp. Res. 1, 1969, S. 195-212.
- KOZARSKI, ST.: An outline of Vistulian stratigraphy and chronology of the Great Poland Lowland. Quaternary Studies in Poland 2, 1980, S. 21-35.
- KRAYSS, E. u. KELLER, O.: Der Eisaufbau des Rhein-Linth Gletschers im Oberen Würm: Ein Modell. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre. Paläoklimaforschung 1. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Stuttgart, New York 1991, S. 421-433.
- KRUPNIK, V. M., KAL'NICENKO, S. S. u. KOSTJAEV, A. G.: Litologogochimičeskaja charakteristika i proischozdenie četvertičnyh otloženij Šrenk-Mamontovoj depressii (Severnyj Taymyr). Bjull. Kom. po izuč. četvert. per. 59, 1990, S. 48-57.
- KUHLE, M.: The problem of a Pleistocene inland glaciation of the northeastern Qinghai-Xizang Plateau (Tibet). In: HÖVERMANN, J. u. WANG WENYING (Hrsg.); Reports on the northeastern part of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau by the Sino-W. German Scientific Expedition. Beijing, China 1987, S. 250-315.
- : Die eiszeitliche Vergletscherung W-Tibets zwischen Karakorum und Tarim-Becken und ihr Einfluß auf die globale Energiebilanz. Geol. Zeitschr. 76, 1988, S. 135-148.
- LARSEN, E. u. SEJRUP, H. P.: Weichselian land-sea interactions: Western Norway-Norwegian Sea. Quatern. Sci. Rev. 9, 1990, S. 85-97.
- LAUCHIN, S. A. u. RYBAKOVA, N. O.: O vremeni klimatičeskogo optimuma Srednego Vjurma zapadnoj Čukotki. Doklady Akad. Nauk SSSR 267, 1982, S. 895-900.
- LAUCHIN, S. A., PANYČEV, V. A., RYBAKOVA, N. O., ORLOVA, L. A., KOLPAKOV, V. V. u. LAUCHINA, N. J.: Poslednie etapy istorii geologičeskogo razvitija severnoj vetvi Momo-Sennjachskogo Rifta. Bjull. Kom. po izuč. četvert. per. 55, 1986, S. 117-122.
- LAZARENKO, A. A., BOLICHOVSKAJA, N. S., SEMENOV, V. V.: Versuch einer genauen stratigraphischen Gliederung der Lössse bei Taschkent. Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Geol., 1980, S. 53-66.
- LAZAREV, P. A. u. TOMSKAJA, A. I.: Mlekoopitajuščie i biostratigrafija pozdnego kajnozolja Severnoj Jakutii. Jakutskij Filial SO AN SSSR, 1987.
- LI SHIJE, ZHENG BENXING u. JIAO KEQIN: Preliminary research on lacustrine deposits and lake evolution on the southern slope of the West Kunlun Mountains. Bull. of Glacier Research 7, 1989, S. 167-176.
- LICHTI-FEDOROVICH, S.: Palynology of six sections of Late Quaternary sediments from the Old Crow River, Yukon Territory. Can. J. Bot. 51, 1973, S. 553-564.
- LIN, J., ZHANG, S., QIU, I., WU, B., HUANG, H., JUANG, H., XI, J., TANG, B., CAI, Z. u. HE Y.: Quaternary marine transgression and paleoclimate in the Yangtze River delta region. Quatern. Res. 32, 1989, S. 296-306.
- LOEWE, F.: Considerations on the origin of the Quaternary ice sheet of North America. Arct. Alp. Res. 3, 1971, S. 331-344.
- LOŽKIN, A. V.: Radiouglerodnye datirovki verchne plejstocenovych otloženij Novosibirskich Ostrovov i vozrast Edomnoj svity severo vostoka SSSR. Doklady Akad. Nauk SSSR 235, 1977, S. 435-437.
- : O verchnečetvertičnyh otloženijach severnogo Priochot'ja. Doklady Akad. Nauk SSSR 308, 1989, S. 1194-1196.
- : K voprosu o kompleksnom podchode k izučeniju mestonachoždenij mamontov na severo-vostoke SSSR. Bjull. Kom. po izuč. četvert. per. 59, 1990, S. 156-159.
- LOŽKIN, A. V., PAVLOV, G. F., RJABČUN, V. K., GORBAČEV, A. L., ZADAL'SKIJ, S. V. u. ŠUBERT, E. E.: Novaja nachodka mamonta na Čukotke. Doklady Akad. Nauk SSSR 302, 1988, S. 1440-1443.
- MAEDA, Y.: Palynological study of the latest pleistocene marine clay in the Itami area, Kinki, Japan. J. Geosci., Osaka City Univ., 13, 1970, S. 99-112.
- MAKEEV, V. M., ARSLANOV, CH. A., BARANOVSKAJA, O. F., KOSMODAMIANSKIJ, A. V., PONOMAREVA, D. P. u. TERTYČNAJA, T. V.: Stratigrafija, geochronologija i paleogeografija pozdnego pleistocena i golocena o-va Kotel'nogo. Bjull. Kom. po izuč. četvert. per. 58, 1989, S. 58-69.
- MANGERUD, J.: The Scandinavian Ice Sheet through the Last Interglacial/Glacial cycle. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre. Paläoklimaforschung 1. Akad. d. Wiss. u. Lit. Mainz. Stuttgart, New York 1991, S. 307-330.
- MARKOV, K. K. (Hrsg.): Ein Profil der jüngsten Sedimente der Issyk-Kul'-Senke. Opornye razrezy novejšich otloženij; Mosk. Univ., 1971.
- MARUSZCZAK, H.: Stratigraphy and chronology of the Vistulian loesses in Poland. Quaternary Studies in Poland 2, 1980, S. 57-76.
- MATTHEWS, J. V. jr.: A paleoenvironmental analysis of the three late pleistocene coleopterous assemblages from Fairbanks, Alaska. Quast. Entomol. 4, 1968, S. 202-224.
- MEHRINGER, P. J., KING, J. E. u. LINDSAY, E. H.: A record of Wisconsin-age vegetation and fauna from the Ozarks of Western Missouri. In: WAKEFIELD, D. u. JONES, J. K. (Hrsg.): Pleistocene and recent environments of the Central Great Plains. Dep. of Geol. Univ. Kansas, Spec. Publ. 3, Univ. Press of Kansas, Lawrence, Manhattan, Wichita 1970, S. 173-183.
- MELEKESCEV, I. V., BRAJCEVA, O. A. u. SULERŽICKIJ, L. D.: Katastrofičeskie eksplozivnye izverženija vulkanov Kurilo-Kamčatskoj oblasti v konce plejstocena-načale golocena. Doklady Akad. Nauk. SSSR 300, 1988, S. 175-181.
- MENKE, B.: Zur stratigraphischen Stellung der ältesten Weichsel-Moränen in Schleswig-Holstein. In: FRENZEL,

- B. (Hrsg.): Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre. Paläoklimaforschung 1. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Stuttgart, New York 1991, S. 343-352.
- MESSERLI, B.: Formen und Formungsprozesse in der Hochgebirgsregion des Tibesti. Hochgebirgsforschung, H 2, 1972, S. 23-86.
- MEYER, E. R.: Late-quaternary paleoecology of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. *Ecology* 54, 1973, S. 982-995.
- MILLIMAN, J. D. u. EMERY, K. O.: Sea levels during the past 35 000 years. *Science* 162, 1968, S. 1121-1123.
- MÖRNER, N.-A.: The Late-Quaternary history of the Kattegat Sea and the Swedish West Coast. Deglaciation, shorelevel displacement, chronology, isostasy and eustasy. *Sver. Geol. Unders. Årsb. Ser. C Avh. Uppsatser*, 63, Nr. 3, 1969.
- MOJSKI, I. E.: The marine Vistulian glacial events in Northern Poland. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre. Paläoklimaforschung 1. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Stuttgart, New York 1991, S. 353-362.
- MORRISON, M. E. S.: Vegetation and climate in the uplands of South-Western Uganda during the later pleistocene period. I. Muchoya Swamp, Kigezi District. *J. Ecol.* 56, 1968, S. 363-384.
- MOSHER, D. C., PIPER, D. J. W., VILKS, G. V., AKSU, A. E. u. FADER, G. B.: Evidence for Wisconsinan glaciation in Verrill Canyon area, Scotian slope. *Quatern. Res.* 31, 1989, S. 27-40.
- NIKLEWSKI, J. u. ZEIST, W. VAN: A Late Quaternary pollen diagram from Northwestern Syria. *Acta Bot. Neerl.* 19, 1970, S. 737-754.
- NIKOLAËVA, I. V., PANYČEV, V. A. u. ORLOVA, L. A.: Reperynye radiouglerodnye datirovki pozdneplejstocenovyh otloženij Zapadnoj Sibiri. *Bjull. Kom. po izuč. četvert. per.* 58, 1989, S. 125-132.
- PANYČEV, V. A.: Neue Angaben über das Alter der Bol'sherečensker Serie der Ob'-Čulym-Senke. *Bjull. Kom. po izuč. četvert. per.* 40, 1973, S. 78-86.
- PÉCSI, M.: Paläogeographische Forschung und Vergleich der ungarischen und europäischen Löss. *Festschr. zum 60. Geburtstag von Julius Fink.* „Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung.“ Wien 1978, S. 413-434.
- PETERSEN, K. ST.: The Late Quaternary history of Denmark. The Weichselian ice sheets and land/sea configuration in the late Weichselian and Holocene. *J. Danish Archaeology* 4, 1985, S. 7-22.
- PETERSEN, K. ST. u. KRONBORG, CHR.: Late Pleistocene history of the inland glaciation in Denmark. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre. Paläoklimaforschung 1. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Stuttgart, New York 1991, S. 331-342.
- PETIT-MAIRE, N.: Paleoclimates in the Sahara of Mali. A multidisciplinary study. *Episodes, Internat. Geosci. Newsmagaz.* 9, 1986, S. 7-16.
- PIAS, J.: Signification de la présence de pollens de Chénopodiacées dans des croûtes et encroûtements calcaires du Quaternaire récent en Afghanistan. *CR Acad. Sci. Paris* 276, 1973, S. 2509-2512.
- POLACH, H. A., HEAD, M. J., GOWER, J. D., WILKIE, ST., QUIGGIN, P. u. POWELL, M.: ANU radiocarbon data list VI. *Radiocarbon* 20, 1978, S. 360-385.
- PŠENIN, G. N., STEKLENKOV, A. P. u. ČERKINSKIJ, A. E.: Proischoždenie i vozrast dogolocenovyh terras Arala. *Doklady Akad. Nauk SSSR* 276, 1984, S. 675-677.
- RICHMOND, G. M. u. FULLERTON, D. S.: Introduction to Quaternary glaciations in the United States of America. *Quat. Sci. Rev.* 5, 1986, S. 3-10.
- ŠČERBAKOV, F. A., KUPRIN, P. N. u. MOGRUNOV, JU. G.: Die spätquartäre Etappe in der Entwicklung des Schwarzen Meeres. *Bjull. Kom. po izuč. četvert. per.* 49, 1979, S. 3-16.
- SCHLÜCHTER, CHR.: Fazies und Chronologie des letzteiszeitlichen Eisaufbaus im Alpenvorland der Schweiz. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre. Paläoklimaforschung 1. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Stuttgart, New York 1991, S. 401-407.
- SCHWEGER, CH. E. u. JANSSENS, J. A. P.: Paleoecology of the Boutellier Nonglacial Interval, St. Elias Mountains, Yukon Territory, Canada. *Arct. Alp. Res.* 12, 1980, S. 309-317.
- SERVANT, M. u. SERVANT-VILDARY, S.: Nouvelles données pour une interprétation paléoclimatique de séries continentales du bassin Tchadien (pléistocène récent, holocène). *Palaeoecol. Afr. Surround. Isl.* 6, 1972, S. 87-92.
- SOMAYAJULU, B. L. K., BROECKER, W. S. u. GODDARD, J.: Dating Indian corals by U-decay-series methods. *Quatern. Res.* 24, 1985, S. 235-239.
- THORSON, R. M., DIXON, E. J. JR., SMITH, G. S. u. BATTEN, A. R.: Interstadial proboscidean from South-Central Alaska: Implications for biogeography, geology and archaeology. *Quatern. Res.* 16, 1981, S. 404-417.
- TOMIRDIARO, S. V., ARSLANOV, CH. A., ČERNEN'KIN, B. J., Tertycnaja, T. V. u. PROCHOROVA, T. N.: Novjye dannye o formirovanii ljossovo-ledorych tolšč severnoj Jakutii i uslovijm obitanija mamontovoj fauny v Arktike v pozdneplejstocene. *Doklady Akad. Nauk SSSR* 278, 1984, S. 1146-1449.
- UKRAÏNEVA, V. V., FLEROV, K. K. u. SOLONEVIČ, N. G.: Analyse der Pflanzenreste aus dem Magen-Darm-Trakt des Bison von Mylachčin (Jakutien). *Botan. Žurn.* 63, 1978, S. 1001-1004.
- VASILCHUK, JU. K.: Paleomerzlotnaja interpretacija izotopnokislerodnogo sostava pozdneplejstocenovyh i goloce-novyh povtorno-žil'nyh l'dov Jakutii. *Doklady Akad. Nauk SSSR* 298, 1988, S. 425-429.
- : Uslovija formirovanija pozdneplejstocenovyh i goloce-novyh povtorno - žil'nyh l'dov Čukotki (izotopnokriolitochronologičeskij analiz). *Doklady Akad. Nauk SSSR* 309, 1989, S. 920-924.
- : Izotopno-geochimičeskja charakteristika pozdneplejstocenovogo povtorno-žil'nogo kompleksa kularskoj kotloviny. *Doklady Akad. Nauk SSSR* 310, 1990, S. 154-157.

- VASILCHUK, JU. K. u. TROFIMOV, V. T.: Izotopno-kislorodnaja diagramma povtorno-žil'nych l'dov Zapadnoj Sibiri, ejo radiologičeskij vozrast o paleogeokriologičeskaja interpretacija. Doklady Akad. Nauk SSSR 275, 1984, S. 425-428.
- VASILCHUK, JU. K., ESIKOV, A. D., OPRUNENKO, JU. F., PETROVA, E. A., SEROVA, A. K. u. SULERŽICKIJ, L. D.: Novye dannye po sodržaniju stabil'nych izotopov kisloroda v singenetičeskich povtorno-žil'nych l'dach pozdneplejstocenovogo vozrasta nizovij r Kolymy. Doklady Akad. Nauk SSSR 281, 1985, S. 904-907.
- VELICHKO, A. A.: Zum Problem der Abfolge der grundsätzlichen Struktur der wesentlichen klimatischen Rhythmen des Pleistozäns. In: VELICHKO, A. A. u. GRICHUK, V. P. (Hrsg.): Voprosy paleogeografii plejstocena lednikovych i periglacial'nych oblastej. Nauka, Moskva 1981, S. 220-246.
- VISHNU-MITRE u. GUPTA, H. P.: The origin of Shola Forests in the Nilgiris, South India. The Paleobotanist 19, 1970/71, S. 110-114.
- VNUČKOV, V. A., KAPLIN, P. A. u. ŠLJUKOV, A. J.: Alte Uferlinien auf dem Schelf des Japanischen Meeres. Doklady Akad Nauk SSSR 228, 1976, S. 914-916.
- WALTER, H. u. LIETH, H.: Klimadiagramm-Weltatlas. Jena 1960-67.
- WANG, F. B.: Modifications paléogéographiques dans la région du plateau de Qinghai-Xizang (Chine) pendant le Cénozoïque supérieur. L'Anthropologie 94, 1990, S. 841-850.
- WATTS, W. A.: The Late Quaternary vegetation history of the Southeastern United States. Ann. Rev. Ecol. Syst. 11, 1980, S. 387-409.
- WATTS, W. A. u. STUIVER, M.: Late Wisconsin climate of Northern Florida and the origin of species-rich deciduous forest. Science 210, 1980, S. 325-327.
- WATTS, W. A. u. BRADBURY, J. P.: Paleoecological studies at Lake Patzcuaro on the West-Central Mexican Plateau and at Chalco in the Basin of Mexico. Quatern. Res. 17, 1982, S. 56-70.
- WEBER, F. R., HAMILTON, TH. D., HOPKINS, D. M., REPENNING, CH. A. u. HAAS, H.: Canyon Creek: A late Pleistocene vertebrate locality in Interior Alaska. Quatern. Res. 16, 1981, S. 167-180.
- WINTERS, H. A., ALFORD, J. J. u. RIECK, R. L.: The anomalous Roxana silt and mid-Wisconsinan events in and near southern Michigan. Quatern. Res. 29, 1988, S. 25-35.
- ZHAO XITAO, SUN XIPING, ZHANG YINGLI u. HUANG XINGGEN: Palaeogeographic evolution of the Beijing plain during the past 30 000 years. Sci. Sinica Ser. B 27, nr. 11, 1984, S. 1183-1196.

Anhang 1: Verzeichnis der für die Anfertigung der Abb. 1-4 genutzten Daten. Pro Fundplatz sind die heutigen Klimadaten nach WALTER u. LIETH (1960-1967) sowie die für die Zeit von 35 000 bis 25 000 v. h. als ökologisch nächstverwandte Lokalitäten herangezogenen heutigen Vergleichstationen aufgeführt. Nummern der Karten und Stationsnummern entsprechen den Angaben bei WALTER u. LIETH (1960-1967)

List of sites used for the construction of Figs. 1-4. At each site the present-day climate is presented according to WALTER a. LIETH (1960-1967), together with those sites which today are in best ecological correspondence with the situation at about 35 000 to 25 000 B.P.

Autor(en)	Klimastationen nahe den Profilstellen heute	Vergleichsklimastationen für die Zeit von 35 000 bis 25 000 v. h.	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
			Januar	Juli	Jahr	
ALEŠINSKAJA et al.	342 = Tigil	350 = Markovo 351 = Novo Mariinski Post Karte: 1/11 Eurosibirien				
Heute	-20,0	+10,5	-4,1			465
35 000 bis						
25 000 v. h.	-25,0	+12,0	-6,5			195
Differenz	-5,0	+1,5	-2,4			-270

ANDREW u. WEST (1977)	122 = Cheltenham 123 = Worcester Karte: 1/4 Westeuropa II	418 = Tranöy 419 = Svolvär 514 = Andenes 515 = Tromsø K. 1/5 Fennoskandien und Ostseeraum	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
			Januar	Juli	Jahr	
Heute	+4,5	+17,2	+9,9			670
35 000 bis						
25 000 v. h.	-2,0	+11,8	+3,5			1000
Differenz	-6,5	-5,4	-6,4			+330

ARSLANOV (1975)	Krasnaja Gorka am Dnepr: 95 = Mogilev	273 = Mesen 274 = Oksino (Pustosersk) 263 = Ust-Sylma	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
			Januar	Juli	Jahr	
Heute	-7,5	+17,5	+5,3			634
35 000 bis						
25 000 v. h.	-16,8	+13,2	-2,9			355
Differenz	-9,3	-4,3	-8,2			-279

Lejasciems an der Gauja	(Lettland): 269 = Ivalo 270 = Alexandrovsk 271 = Kola 272 = Kandalakscha
119 = Riga	
120 = Daugawgrina/ Abruksa	

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 4,8	+ 17,2	+ 6,0	610
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 11,3	+ 12,1	- 0,7	380
Differenz	- 6,5	- 5,1	- 6,7	- 230

Dunaevo im Lovat':
108 = Karsava/Malnova 273 = Mesen
175 = Pskov 263 = Ust-Sylma
251 = Salla (Kuolajärvi)

Karte jeweils 1/10 Osteuropa

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 7,2	+ 17,2	+ 4,9	584
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 15,7	+ 14,0	- 1,5	370
Differenz	- 8,5	- 3,2	- 6,4	- 214

ARSLANOV 95 = Mogilev 274 = Oksino (Pustosersk)
et al. (1973) 97 = Minsk 275 = Obdorsk
107 = Daugavpils 276 = Novy Port

Karte: 1/10 Osteuropa

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 6,7	+ 17,7	+ 5,3	633
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 22,3	+ 11,8	- 6,6	280
Differenz	- 15,6	- 5,9	- 11,9	- 353

ARSLANOV 104 = Druskjeniki 269 = Ivalo
et al. (1972) 105 = Vilnius 273 = Mesen
274 = Oksino (Pustosersk)

Karte: 1/10 Osteuropa

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 5,0	+ 18,0	+ 6,5	580
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 15,2	+ 12,5	- 2,5	380
Differenz	- 10,2	- 5,5	- 9,0	- 200

ARSLANOV 95 = Mogilev 269 = Ivalo
et al. (1971) 97 = Minsk 271 = Kola
107 = Daugavpils 272 = Kandalakscha

Karte: 1/10 Osteuropa

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 6,7	+ 17,7	+ 5,3	633
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 12,2	+ 12,7	- 0,8	386
Differenz	- 5,5	- 5,0	- 6,1	- 247

BASTIN 404 = Schneifelforsthaus 229 = Polibino
et al. (1974) K. 1/3 Westeuropa I 224 = Tomashev Kolok
u Samar
225 = Uljanovsk
K. 1/10 Osteuropa

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	+ 2,0	+ 13,5	+ 5,8	1049
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 13,5	+ 19,8	+ 3,3	420
Differenz	- 15,5	+ 6,3	- 2,5	- 629

BOLICHOVSKAJA (1976) Obere Oka:
176 = Tula 89 = Sarymbet
K. 1/10 Osteuropa 90 = Petropavlovsk
92 = Borovskaja
K. 1/11 Eurosibirien

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 10,0	+ 18,0	+ 4,3	492
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 17,7	+ 18,0	+ 0,2	365
Differenz	- 7,7	0,0	- 4,1	- 127

Voronež:
83 = Voronesh 89 = Sarymbet
K. 1/10 Osteuropa 90 = Petropavlovsk
92 = Borovskaja
K. 1/11 Eurosibirien

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 10,0	+ 20,5	+ 5,6	480
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 17,7	+ 18,0	+ 0,2	365
Differenz	- 7,7	- 2,5	- 5,4	- 115

Priazov'e:
146 = Melitopol 89 = Sarymbet
147 = Berdjansk 90 = Petropavlovsk
148 = Mariupol 92 = Borovskaja
K. 1/10 Osteuropa K. 1/11 Eurosibirien

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 5,2	+ 23,0	+ 9,3	393
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 17,7	+ 18,0	+ 0,2	365
Differenz	- 12,5	- 5,0	- 9,1	- 28

BORTENSCHLAGER 158 = Innsbruck 67 = Urkatsch
u. K. 1/7 Alpenraum 70 = Atbasar
BORTENSCHLAGER 71 = Akmolinsk
(1978) K. 1/11 Eurosibirien

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 3,0	+ 17,5	+ 8,5	855
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 17,5	+ 20,3	+ 1,5	270
Differenz	- 14,5	+ 2,8	- 6,0	- 585

BRUNNACKER (1957) 331 = Pfelling 273 = Mesen
332 = Büchling 274 = Oksino (Pustosersk)
333 = Metten K. 1/10 Osteuropa
334 = Landshut
K. 1/6 Mitteleuropa

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 2,4	+ 17,1	+ 7,8	762
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 16,2	+ 12,7	- 3,0	332
Differenz	- 13,8	- 4,4	- 10,8	- 430

BUTZER et al. (1972)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
435 = Kiambu 436 = Naivasna 437 = Kagumo K. 3/2 Afrika südlich des Äquators				
Heute	+ 15,5	+ 19,5	+ 17,9	809
35 000 bis				
25 000 v. h.	+ 13,5	+ 17,5	+ 15,9	1210
Differenz	- 2,0	- 2,0	- 2,0	+ 401

BAKER et al. (1986)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Ost- und Central Iowa, sowie Biggsville, Western Illinois 203 = Fort Dodge 204 = Waterloo/Iowa 205 = Dubuque/Iowa 244 = Burlington 250 = Peoria				
Heute	- 6,2	+ 23,6	+ 9,4	850
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 21,5	+ 15,7	+ 0,5	370
Differenz	- 15,3	- 7,9	- 8,9	- 480

Karte 4/1 Nordamerika 1

BOCHEŃSKI (1981)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
384 = Wadowice 385 = Wieliczka 386 = Bochnia K. 1/6 Mitteleuropa				
Heute	- 2,5	+ 17,8	+ 8,1	733
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 13,8	+ 13,5	- 1,3	449
Differenz	- 11,5	- 6,3	- 9,4	- 284

WATTS (1980)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
460 = Tampa 461 = Fort Myers 462 = West Palm Beach				
Heute	+ 17,8	+ 27,7	+ 23,0	1397
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 0,3	+ 25,3	+ 12,7	468
Differenz	- 18,1	- 2,4	- 10,3	- 929

Karte 4/1 Nordamerika 1

ZHAO et al. (1984)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
148 = Paoting 149 = Peiping				
Heute	- 4,5	+ 25,5	+ 12,2	590
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 19,0	+ 20,7	+ 2,5	601
Differenz	- 14,5	- 4,8	- 9,7	+ 11

Karte 2/4 Südostasien

EASTERBROOK (1969)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
360 = Seattle				
Heute	- 4,5	+ 25,5	+ 12,2	590
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 19,0	+ 20,7	+ 2,5	601
Differenz	- 14,5	- 4,8	- 9,7	+ 11

Karte 4/1 Nordamerika 1

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	+ 4,5	+ 17,5	+ 10,2	864
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 3,7	+ 19,7	+ 8,6	412
Differenz	- 8,2	+ 2,2	- 1,6	- 452

EVSEEV u. L'ičev (1974)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
94 = Kusnezsk 223 = Kolchuginsk				
Heute	- 17,3	+ 18,3	+ 0,3	454
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 17,3	+ 18,3	+ 0,2	365
Differenz	0,0	0,0	- 0,1	- 89

Karte 1/11 Eurosibirien

KOZARSKI (1980)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
48 = Trzemeszno 51 = Posen K. 1/6 Mitteleuropa				
Heute	- 2,3	+ 17,8	+ 8,2	508
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 14,5	+ 12,8	- 2,3	365
Differenz	- 12,2	- 5,0	- 10,5	- 143

Karte 1/5 Fennoskandien und Ostseeraum

MARUSZCZAK (1980)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
44 = Pilzno 45 = Cholm 47 = Lublin K. 1/10 Osteuropa				
Heute	- 3,2	+ 18,3	+ 7,6	597
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 13,5	+ 13,5	- 0,6	350
Differenz	- 10,3	- 4,8	- 8,2	- 247

Karte 1/10 Osteuropa

VELICHKO (1981)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
94 = Novgorod (Seversk) 95 = Mogilev K. 1/10 Osteuropa				
Heute	- 8,0	+ 18,2	+ 5,5	609
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 34,0			250: nach Autor
Differenz	- 26,0			- 359

HOBSON u. TERASMAË (1969)	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
218 = Hamilton 51 = Prince Albert 54 = Saskatoon 55 = Hudson Bay				
Heute	- 4,5	+ 22,0	+ 8,6	773
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 17,3	+ 17,8	+ 1,1	389
Differenz	- 12,8	- 4,2	- 7,5	- 384

Karte 4/1 Nordamerika 1

	Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Januar	Juli	Jahr	
Heute	- 4,5	+ 22,0	+ 8,6	773
35 000 bis				
25 000 v. h.	- 17,3	+ 17,8	+ 1,1	389
Differenz	- 12,8	- 4,2	- 7,5	- 384

KAPLINA et al. (1980)	358 = Abyj	412 = Wrangel			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	405 = Russkoje Ustje	Karte 1/11 Eurosibirien		Januar	Juli	Jahr		
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	-41,0	+9,7	-15,0	182				
35 000 bis								
25 000 v. h.	-25,0	+2,5	-11,5	103 Festland mit Insel-				
Differenz	+16,0	-7,2	-3,5	station verglichen				
LICHTI- FEDOROVICH (1973)	11 = Fort Yukon	2 = Holman Island			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	12 = Fort Mc Pherson	3 = Cambridge Bay	K. 4/1 Nordamerika 1		Januar	Juli	Jahr	
	K. 7/4 Nordpolargebiet							
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	-28,5	+14,5	-7,5	228				
35 000 bis								
25 000 v. h.	-32,0	+7,5	-13,4	135				
Differenz	-3,5	-7,0	-5,9	-93				
MEHRINGER et al. (1970)	293 = Ada	294 = Fort Smith			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	296 = Little Rock	K. 4/1 Nordamerika 1		Januar	Juli	Jahr		
	K. 4/1 Nordamerika 1							
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	+5,2	+27,5	+16,7	1092				
35 000 bis								
25 000 v. h.	-6,0	+21,2	+7,6	368				
Differenz	-11,2	-6,3	-9,1	-724				
PANYČEV (1973)	212 = Tomsk	265 = Narym			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	214 = Pyschkino-Troickoje	266 = Novy Stan	Karte 1/11 Eurosibirien		Januar	Juli	Jahr	
	215 = Mariinsk	270 = Kazymyskaja						
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	-19,0	+17,5	-0,7	438				
35 000 bis								
25 000 v. h.	-22,7	+17,0	-2,8	445				
Differenz	-3,7	-0,5	-2,1	+7				
PÉCSI (1978)	144 = Budapest	221 = Urjupinskaja			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	145 = Budapest-	222 = Pady	K. 1/9 Balkanhalbinsel		Januar	Juli	Jahr	
	Szabadsághegy	K. 1/10 Osteuropa						
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	-2,0	+19,8	+10,0	648				
35 000 bis								
25 000 v. h.	-11,8	+17,8	+3,2	442				
Differenz	-9,8	-2,0	-6,8	-206				
GRÜGER, E. (1972)	Vandelia und	56 = Fort Qu'Appelle			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
	Macon County	57 = Estevan	Karte 4/1 Nordamerika 1		Januar	Juli	Jahr	
	251 = Decatur/Ill.							
	252 = Evansville							
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	-10,0	+14,0	+1,8	360 wohl zu ozeanisch,				
35 000 bis				heute keine				
25 000 v. h.	-28,0	+14,0	-8,2	284 Steppentundra				
Differenz	-18,0	0,0	-10,0	-76				
Mitteltemperaturen (°C) Jahresniederschlag (mm)								
Januar Juli Jahr								
Heute	+0,2	+25,3	+13,0	997				
35 000 bis								
25 000 v. h.	-15,0	+19,0	+2,7	431				
Differenz	-15,2	-6,3	-10,3	-566				
GRÜGER, E. (1973)	241 = Kansas City	56 = Fort Qu'Appelle			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
		57 = Estevan	Karte 4/1 Nordamerika 1		Januar	Juli	Jahr	
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	-1,5	+26,0	+13,4	897				
35 000 bis								
25 000 v. h.	-15,0	+19,0	+2,7	431				
Differenz	-13,5	-7,0	-10,7	-466				
UKRAINEVA et al. (1978)	358 = Abyj	405 = Russkoje Ustje			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)
		Karte 1/11 Eurosibirien		Januar	Juli	Jahr		
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	-43,0	+11,5	-14,4	213 Vergleich				
35 000 bis				Festland				
25 000 v. h.	-38,0	+8,0	-15,7	151 mit sehr				
Differenz	+5,0	-3,5	-1,3	meernahe Station				
ADAMENKO et al. (1989)	Vinogradovsk, Korolevo,			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)	
	russisches Transkarpathengebiet	155 = Kisvarda	228 = Elabuga	Januar	Juli	Jahr		
	156 = Fehergyarmat	229 = Polibino						
	157 = Csaroda	230 = Troizk						
	Karte: 1/9	231 = Tscheljabinsk						
		Karte: 1/10						
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	-2,8	+20,3	+9,8	608				
35 000 bis								
25 000 v. h.	-14,5	+19,0	+2,7	424				
Differenz	-11,7	-1,3	-7,1	-184				
BARNOSKY (1985)	Südwestliches Columbia Becken, Washington,			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)	
	45°55'05"N, 122°53'00"W, bei 714 m NN	Januar	Juli	Jahr				
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	0,0	+18,0	ca. +10,0	510				
35 000 bis		+21,0						
25 000 v. h.	-3,0	+21,8	+11,0	150				
Differenz	-0,3	0,0?	0,0	-360				
THORSON et al. (1981)	Süd Central-Alaska, NW-Teil des Copper River			Mitteltemperaturen (°C)			Jahresniederschlag (mm)	
	Gebietes, Mündung des Tyrone-Flusses,	22 = Anchorage	12 = Fort Mc Pherson	Januar	Juli	Jahr		
	29 450 ± 610 v. h. Steppentundra	Karte 4/1 Nordamerika						
	Mitteltemperaturen (°C)		Jahresniederschlag (mm)					
	Januar	Juli	Jahr					
Heute	-10,0	+14,0	+1,8	360 wohl zu ozeanisch,				
35 000 bis				heute keine				
25 000 v. h.	-28,0	+14,0	-8,2	284 Steppentundra				
Differenz	-18,0	0,0	-10,0	-76				

Anhang 2: Qualitative Klimadaten bzw. quantitative Daten gemäß den verschiedenen Autoren

List of qualitative and quantitative climatic data according to the observations of the relevant authors

- ALEŠINSKAYA et al. (1976)
Issyk-kul', 26 340 ± 540 v. h., hoher Spiegelstand. Klima nach Autoren feucht-kühl.
- ALIMEN et al. (1970)
El Ouatra, NW-Sahara, 33 900 ± 1900 v. h., 32 700 ± 1700, halophiler bis brackischer See. Klima feuchter als heute.
- BOENIGK et al. (1985)
Israelische Küstenebene nördlich von Tel Aviv, 63 000 bis 32 000 v. h. warm-feucht, vielleicht mit Unterbrechungen.
- VAN CAMPO et al. (1982)
Arabisches Meer 14°26'6"N, 50°31'6"E. Bei Tiefseestadium 3 (außer seinem Ende) in Umgebung feuchter als vor- und nachher.
- ČEBOTAREVA (1978)
Dunaevo-Interstadial am Lovat' kälter und trockener als heute: 31 470 ± 590, 32 650 ± 720, 25 400 ± 270, 25 600 ± 360 v. h.
- COETZEE (1967)
Mt. Kenya. Um Sacred Lake zwischen 31 200 und 26 000 v. h. bei 2400 m Höhe Waldgrenze. Diese heute bei 3050 m. Nach paläobotanischem Befund damals sehr neblig. Hieraus: Temperaturdepression um 2°C.
- COLINVAUX (1969)
Galapagos Inseln vor mehr als 48 000 bis 10 500 trockener als heute. Feinere Untergliederung unbekannt.
- COOPE (1977)
Mittelengland. Insektenfauna zeigt zwischen 40 000 und 25 000 v. h. Julitemperaturen von ca. +10°C (ostpaläarktische Arten), Februar um -24°C. Februar also damals -24°C gegen heute, Juli -7°C.
- CWYNNAR u. RITCHIE (1980)
Yukon-Territory zwischen Mackenzie und Porcupine River, 30 000 bis 14 000 v. h. Kälter und trockener als heute.
- ANDERSON (1985)
Alaska, Kotzebue-Sund, 39 000 bis 14 000 v. h., mit kleiner Erwärmung um 22 000 bis 20 000 v. h., nach Vegetation kälter und trockener als heute.
- MEYER (1973)
Coahuila, Mexico: Cuatro Ciénegas Becken, 27°N, 104°W, 740 m NN. 40 000 bis 30 000 v. h. an Berghängen feuchter als heute, im Tal stets Wüstensteppe.
- PETERSEN (1985)
Dänemark 45 000 bis 35 000, bis 21 000 v. h., aus Steppenvegetation mindestens 200 mm Niederschlag weniger als heute, eher -250 mm.
- PETIT-MAIRE (1986)
Ténéré 21 350 ± 350 v. h. See; Taoudenni 21 000 ± 300 v. h. See; Lake Shati, Libyen 22 000 bis 20 000 v. h. See. Generell deutlich feuchter.
- HEINE (1983)
Malinche, Mexico, ca. 30 000 bis 25 000 v. h.; feuchter, doch etwa so warm wie heute.
- HEUSSER u. HEUSSER (1980)
Zwischen Portland/Vancouver und Mt. St. Helens um 34 000 bis etwa 28 000 nach Transferfunktionen der Autoren damals Juli -2,4°C (gegen heute), 684 mm höherer Niederschlag als heute.
- HURAU (1972)
Kamerun, Banyo: vor 20 000 v. h. tropisch-humid, vielleicht wie heute.
- MESSERLI (1972)
Tschad-Gebiet, 30 000 bis 20 000 v. h. Seenphase. Feuchter als heute.
- SCHWEGER u. JANSSENS (1980)
Yukon-Territory, St. Elias Mts., 1160 m hoch; 61°N, 138°45'W. Heute *Picea glauca*-Wald. Damals Waldtundra bis 200 m, Birkenstrauchtundra bis 700 m. Wiesentundra und Steppe bis 1300 m. Bei Annahme von etwa 0,8°C Temperaturabnahme pro 100 m Höhenzunahme und wenig präzisem Klimavergleich gegen 38 000 bis 30 000 v. h. Niederschlag etwa 200 mm weniger als heute, Julitemperatur etwa 8°C geringer, Jahr und kältester Monat um 10 bis 12°C kälter als heute.
- SERVANT u. SERVANT-VILDARY (1972)
Tschad-Gebiet. Zwischen 41 000 und 22 000 v. h. mehrfach flache, große Seen. Diatomeenflora alpiner oder kalter Zone. Klima kälter und deutlich feuchter als heute.
- WATTS u. BRADBURY (1982)
Lake Patzcuaro, West Central Mexican Plateau; Chalco, Becken von Mexico. 44 000 bis 11 000 v. h. trockener und kühler als heute.
- WATTS u. STUIVER (1980)
Lake Annie, Süd-Florida. Nach 37 000 v. h. trockenes, aber nicht notwendig kaltes Klima.
- WEBER et al. (1981)
Canyon Creek, nahe zu Fairbanks, am Tanana River. 40 430 ± 2790 bis 28 410 ± 4150. Ob Juli etwa 7°C niedrigere Temperaturen als heute? Fraglich, ob Datierung wirklich den Zeitraum 35 000 bis 25 000 v. h. betrifft.
- HUCKRIEDE u. WIESEMANN (1968)
El Jafr, Jordanien; 28 060 ± 650; 26 730 ± 520; 17 265 ± 185 v. h.: Seekalke des Lisansees. Heute weniger als 50 mm Niederschlag pro Jahr. Damals deutlich feuchter. Ost Sahara: Grundwasser 35 000 bis 25 000 v. h.
- JOB et al. (1975)
Ostteil Saudi Arabiens; Grundwasser teils gemischt, teils ungemischt, um 33 000 bis 22 000 v. h., bzw. 33 000 v. h. Nach D und ¹⁸O Klima kühler und feuchter als heute.
- LAZARENKO et al. (1980)
Taschkent, fossile Böden im Löß. Oberster fossiler Boden um 33 000 v. h., mächtiger als heutiger: feuchter?
- MAEDA (1970)
Itami-Gebiet, Kinki, Japan; 32 700 + 3300/-2500 und 29 880 ± 1200. Vegetation 300 bis 1000 m gegen heute abgesenkt. Autor: etws kühler als heute. - Bei Absenkung um 600 m und vertikalem Temperaturgradienten von 0,8 bis 0,9°C/100 m bedeutet dies 4,8 bis 5,4°C kältere Sommer als heute.
- MARKOV (1971)
Issyk Kul' heute Seespiegel 1608 m NN; um 26 340 ± 540 v. h. bei 1625 bis 1640 m. Heute oberflächlicher Zufluß pro Jahr 437 mm; Niederschlag auf See 251 mm. Jahresverdunstung vom See 702 mm = 14 mm Defizit. Annahme von mir: Damals etwa 100 bis 150 mm höhere Wasserzufuhr.
- MATTHEWS (1968)
Fairbanks, Alaska, 230 m NN. Baumgrenze heute bei 1000 m Höhe. Im Tal gegenwärtig -3,3°C Jahresmittel. Kurz vor 24 400 ± 650 v. h. im Tal Insektenfauna der baumfreien Region; trockene Tundra. Klima offenbar kälter und trockener als heute.
- MORRISON (1968)
Muhoya Sumpf, Kigezi Gebiet, Südwest-Uganda. Vor 17 000 bis etwa 25 000 v. h. (vom Autor geschätzt) Jahresmittel vielleicht 4°C niedriger als heute; falls feuchter, war die Temperaturabsenkung nicht notwendig so stark.
- NIKLEWSKI u. VAN ZEIST (1970)
Ghab-Tal, Nordwest-Syrien, um 34 000 bis 29 000 aus Vegetation von mir geschätzt Absenkung der Vegetationshöhenstufen um 1200 m. Bei 0,6°C/100 m Sommer 7,2°C kälter als heute, bei 0,55°C/100 m Sommer etwa 6,6°C kälter als heute. Niederschläge wohl 300 mm höher als heute.
- PIAS (1973)
Afghanistan, zentrale Gebirgsregion des Hindukusch; 35 000 bis 18 000 v. h.: Kalkkrusten eines deutlich feuchteren, wohl auch kälteren Klimas.
- POLACH et al. (1978)
Süd-Sahara 21°57'N, 15°11'W; 32 000 v. h. bis 23 000 v. h. Kalkstein; Nord-Sahara 28°19'N, 10°27'W; (34 000) 24 000 bis 19 000 v. h. Kalkkrusten. In beiden Fällen Klima feuchter als heute.
- DODONOV et al. (1978)
Gebiet des Kyzylsu, südliches Tadžikistan. In Löß fossiler Boden PK II (nach Autoren gleich Paudorf) stärker als heutiger Boden. Ob feuchter? VISHNU-MITRE u. GUPTA (1970/71)
Nilgiris, Vorderindien, Nordost-Abfall; 24 275 ± 475 und etwas früher nach Vegetation so feucht wie heute auf W-Hängen: Ob 250 mm mehr Jahresniederschlag?
- DOBRODEEV u. PARUNIN (1973)
Pruth bei Novaja Etuliya, südliche Moldau, 22 700 ± 400 v. h.; Kastanienfärberer Boden: Trockener als heute. Novochoopersk, rechtes Ufer des Chopjor, 31 000 ± 1500; degradierte Schwarzerde: Trockener als heute?
- PŠENIN et al. (1984)
Nordwestufer des Aralsees, 24 820 ± 820 v. h., Terrasse 15 bis 17 m über heutigem Stand: Feuchter als heute.
- NIKOLAEVA et al. (1989)
Rayon Kosichinsk, Bol'shaja Reška, 60 km nördlich von Bijsk, Altai.

- 24 750 ± 300, 24 800 ± 260, 25 970 ± 180, 24 830 ± 100, 25 480 ± 215 v. h.:
Nach Flora und Fauna recht feucht-kühles Klima, vielleicht etwas kälter
als heute. Lipovka, rechtes Ufer des Tobol, Oblast' Tjumen', 100 km
südwestlich von Tobolsk. Stubbenhorizont 30 700 ± 300, 30 560 ± 240,
30 200 ± 60. Chenopodiaceenreiche Steppe mit Waldinseln: Kontinentales
Klima.
- LAUGHIN et al. (1986)
Momo-Selennjach-Becken, Mittellauf des Selennjach, Nordwest-Jakutien.
Vermutlich kurz nach 28 690 ± 280 v. h. Zwergstrauchtundra mit
Eiskeilbildung. Klima wohl ähnlich dem heutigen, vielleicht etwas käl-
ter. Pflanzenreste der basalen Schotter mit Holz aus 39 760 ± 930 und
44 360 ± 1430 hier nicht genutzt, da zu alt; Gefahr der Verwechslung
mit deutlich älterem Material.
- LOŽKIN (1989)
Unterlauf des Tanon, rechter Nebenfluß der Ola, nördlicher Küsten-
bereich des Ochotskischen Meeres. 30 360 ± 930, Mammutstoßzahn.
Kräuter- und Kräuter-Zwergstrauchgesellschaften: kälter und trockener
als heute.
- LOŽKIN (1990)
Südufer der Großen Ljachov-Insel, Mammut: 32 100 ± 900, 32 030 ±
1170 v. h. Deutlich weniger Baumpollen als heute; Steppenelemente im
Nichtbaumpollen: Kälter und trockener als heute.
- LOŽKIN et al. (1988)
Tal des Enmynveem, Rayon Bilibinsk, Magadan Oblast', Tschuktschen-
Halbinsel. Nach Pollenflora pflanzliche Produktion 1/4 bis 1/10 der heuti-
gen, bei sehr artenreicher Flora heutiger arktischer Tundren. Deutlich
kälter und trockener als heute.
- TOMIRDIARO et al. (1984)
Lena-Mündung, Aufschluß Molotkov. Torf in 20 m Höhe 28 500 ±
1690, in 18 m Höhe 33 040 ± 840 v. h., versumpfte Strauchtundra mit
viel Weiden und Moosen. Feucht, Klima unklar.
- VASILCHUK (1989)
Insel Anjon, äußerster Nordwestteil des Tschuktschengebietes, Torf und
syngenetische Eiskeile 28 600 ± 1000, 28 100 ± 800. Winter nach $\delta^{18}\text{O}$
der Eiskeile 5 bis 8 °C kälter als heute, Jahresmittel 2 bis 4 °C niedriger
als heute.
- VASILCHUK (1990)
Kular-Gebirge, Kular-Niederung, Nordost-Jakutien. 37 000 bis 33 000,
27 000 bis 25 000 v. h. nach $\delta^{16}\text{O}$ der syngenetischen Eiskeile Winter
4 bis 6 °C kälter als heute.