

## Die würmeiszeitliche Schneegrenze im Mittelmeergebiet

(Mit 1 Abbildung.)

Von Herbert Paschinger, Innsbruck.

Schon seit längerer Zeit liegen aus dem Mittelmeergebiet Bestimmungen der diluvialen Schneegrenze vor. So konnte bereits 1921 H. OBERMAIER eine Übersicht über die Schneegrenzverhältnisse auf der Iberischen Halbinsel geben (12). H. LOUIS zeichnete 1933 eine Karte der diluvialen Schneegrenze auf der südosteuropäischen Halbinsel (7), F. NUSSBAUM eine solche für die Pyrenäen im Jahre 1936 (11). H. LAUTENSACH bestimmte die würmeiszeitliche Schneegrenze im portugiesischen Bergland (6), H. LOUIS zeichnete 1943 eine Karte der Schneegrenze Anatoliens und des östlichen Mittelmeeres (8). Auf Grund dieser Karten, der zahlreichen Angaben von Schneegrenzhöhen im Handbuch von R. v. KLEBELSBERG (5, S. 719—740) und neuerer Literatur kann man eine gut detaillierte Karte der würmeiszeitlichen Schneegrenze für den ganzen Mittelmeerraum zeichnen (Abb.).

Im folgenden wird die reichliche ältere, von R. v. KLEBELSBERG angeführte Literatur nicht mehr gesondert erwähnt, sondern nur die, die zum weiteren Ausbau des Isochionienbildes verwendet wurde.

Vor einigen Jahren hat J. BUDEL eine würmeiszeitliche Schneegrenzkarte von Europa (1, S. 107) und eine solche für das westliche Mittelmeergebiet (2, S. 108) entworfen. Gerade für dieses Gebiet sind seither einige Arbeiten erschienen, die das Bild der Isochionien ein wenig lebhafter gestalten, ohne aber die von J. BUDEL aufgezeigten Grundzüge wesentlich zu verändern.

Im Süden Spaniens läßt sich nun das Schneegrenzprofil von W nach E genauer bestimmen. Nach H. LAUTENSACH lag die diluviale Schneegrenze über dem Bergland von Algarve nach den Werten der Serra da Estrela in zirka 1900 m (6, S. 38). R. v. KLEBELSBERG fand sie in der Sierra Tejeda in 2000 m (4, S. 613) und nach meinen Untersuchungsergebnissen verlief die Schneegrenze in den randlichen Teilen der Sierra Nevada in 2200 m, im Zentrum in 2600 m (13, S. 62). In jüngster Zeit vervollkommnete die umfassende Arbeit von H. MENSCHING das Bild für die marokkanischen Berge (10, S. 7, 22, 40). Er fand im Rif die Schneegrenze in 2300 m (zu-

gleich Berichtigung zur früheren Annahme nach 2, S. 106), im Mittleren Atlas in 2000—3000 m, im Hohen Atlas in 3400—3500 m mit Abstieg nach E. Da in der Sierra Nevada die Schneegrenze im NW und N weit tiefer liegt als im E und S, ergibt sich ein weit nach N vorstoßender Keil mit sehr hoher Lagè der diluvialen Schneegrenze, der auch das trockenste Gebiet der Iberischen Halbinsel umfaßt und seine Fortsetzung in den hohen Werten der südöstlichen Pyrenäen findet.

Wie später gezeigt werden kann, fällt die von J. BUDEL untersuchte Vergletscherung der Djurdjura SE Alger mit einer Schneegrenze von 1900 m (2, S. 107 f.) gar nicht besonders aus dem allgemeinen Bild heraus.

Im Bereich der Apenninenhalbinsel ergaben sich in jüngster Zeit keine neuen Gesichtspunkte. Die Ansicht C. VAGLIASINDI's, der die Schneegrenze am Ätna bei etwa 1000 m ansetzen möchte und Grundmoränen bis unter den Meeresspiegel sucht (16, S. 9 f.), wurde von mir kürzlich berichtet (14, S. 294). Die Schneegrenze am Ätna wird nicht viel über 2000 m gelegen sein.

Den gründlichen zahlenmäßigen und kartographischen Darstellungen der diluvialen Schneegrenze im Bereich der südosteuropäischen Halbinsel und Anatoliens durch H. LOUIS (7, 8) ist nichts beizufügen. Vielleicht scheint es jetzt möglich, die diluviale Schneegrenze noch weiter nach S zu verfolgen. H. SCHAMP vermutet im Sinaigebirge Gletscherspuren zwischen den Hauptgipfeln (höchster 2641 m) und möchte eine Schneegrenze von 2600 m annehmen (15, S. 21). J. BUDEL fand an Ort und Stelle allerdings keine Eiszeitwirkung (2, S. 116).

Es ist schon oft betont worden, und J. BUDEL wies in einer jüngeren Arbeit besonders eindringlich auf Grund umfangreicher Untersuchungen darauf hin (1, S. 110, 130), daß die eiszeitliche Verschiebung der Klimagürtel eine grundsätzliche Änderung aller klimatischen Erscheinungen im Mittelmeerraum brachte, indem er für das ganze Jahr der nördlichen Westwindzone angegliedert wurde. Im einzelnen ergeben sich im Mittelmeergebiet allerdings mancherlei Abwandlungen von W nach E.

Mit Recht weist J. BUDEL den Gedanken an eine Antizyklone über dem europäischen Inlandeis zurück (1, S. 137 f.). Viel wahrscheinlicher ist eine Druckverteilung, die den heutigen NW-Wetterlagen entspricht und die während der Kaltzeit viel häufiger auftrat als jetzt: ein sehr stabiles Hoch über dem nördlichen Atlantischen Ozean bei weitgehender Auflösung des subtropischen Hochdruckgürtels und der Westwindtrift, flache Drucklagen und häufige Tiefs über dem mittel- und südeuropäischen Raum. Eine ähnliche Druckverteilung führt heute von Zeit zu Zeit polare Luftmassen bis in subtropische Breiten und Warmluft weit nach N. Gerade in den letzten Jahren beherrschte gelegentlich viele Wochen diese Drucklage unsere Witte-

rung und führte bei langem Anhalten im Sommer zu bereits fühlbaren Verzögerungen des Gletscherrückganges und zu einer starken Abkühlung in den Mittelmeerländern. Diese Lage bezeichnet H. FLOHN als die durch besondere Entwicklung der Höhenträge bestimmte Meridionalzirkulation. Sie und nicht eine Antizyklone über dem Inlandeis kennzeichnete die eiszeitliche Wetterlage (3, S. 167), genau so wie unsere kalten Winter und kühlen Sommer durch diese den Westwindeinfluß störende Meridionalzirkulation hervorgerufen werden (3, S. 161).

Der für Europa bestimmende Höhentrog war nach H. FLOHN während der Eiszeit in die Linie Finnland—Ungarn—Tunis verlagert und erreichte dabei für das Mittelmeer besondere Wirksamkeit (3, S. 164). Bei einigermaßen stabiler Lage begünstigte er das Zufließen von Kaltluft in das mittlere Mittelmeergebiet, gegen die Küsten der italienischen und südosteuropäischen Halbinsel.

Die Isochionen der letzten Vergletscherung zeigen nun über der Iberischen Halbinsel und über Marokko den Einfluß der ozeanischen Nordwestwinde. Sehr tief liegt die Schneegrenze am Nordhang der Kantabrischen Berge und der Pyrenäen, aber rasch steigt sie nach dem Innern der Halbinsel an, um dann nur in geringen Bereichen zu schwanken. Von Marokko greift auf Südspanien die Zunge sich rasch emporhebender Schneegrenzlinien über. Enggedrängt steigen sie im Luv landeinwärts an und sinken im Lee des Gebirges allmählich ab. Diese für die Ozeannähe außerordentlich hohe Schneegrenze beweist, daß während der Kaltzeiten selten eine Störung die Straße von Gibraltar als Weg benutzt haben kann. Ganz ähnlich wie heute reichte der Meereseinfluß nur stark abgeschwächt in das Landinnere hinein.

Wenn das Bild der Isochionen im Bereich der italienischen und südosteuropäischen Halbinsel so bunt wird, hängt dies, wie schon H. FLOHN bemerkt (3, S. 167), mit der Lage des eiszeitlichen Höhentroges über diesen Gebieten zusammen. Der Höhentrog ermöglicht das Aufeinandertreffen besonders gegensätzlicher Luftmassen über einem sehr unruhigen Relief. Die hier einfließende Kaltluft verursachte kräftige lokale und stabile Tiefdruckgebiete über dem Golf von Genua und dem — wenn auch teilweise trockengelegten — Adriatischen Meer, die etwa in der heutigen Zugstraße Vb gewandert sein dürften. Die Temperaturgegensätze waren hier durch die Nähe des Festlandes sehr scharf und die steil ansteigende Küste ließ im Luv die Schneegrenze sehr tief absinken, so tief wie am Nordrand der Alpen. Das Mittelmeer war auch in der Kaltzeit im Verhältnis zum ausgekühlten Umland ein mächtiger Wärmespeicher, vor allem im Winter, so daß die Winterniederschläge nach Meinung J. BUDEL's (1, S. 133) noch reichlicher waren als die heutigen. Von ihrer sehr tiefen Lage an der Küste erhob sich die

Schneegrenze rasch nach dem Landinnern. Aber nahe der Meeresküste blieb sie allenthalben in tiefer Lage und eine Schneegrenze von 1900 m in der Djurdjura Algeriens ist im Bereich des Höhentroges nicht überraschend. Die knapp 2000 m hohen Berge Unteritaliens und Siziliens sind diesbezüglich noch zu wenig untersucht. Die Störungstätigkeit dürfte während der Kaltzeiten im Mittelmeer das ganze Jahr hindurch ähnlich lebhaft gewesen sein wie heute während des Winters. Auch heute würde sie, über das ganze Jahr erstreckt, also bei Ausschaltung des trockenen Sommers, die Schneegrenze sehr tief absteigen lassen. Sicher war aber der Luftmassengegensatz während der Kaltzeiten noch aktiver als heute. Damals wie heute ist die reich beregnete Seite auf beiden Halbinseln im Westen gelegen.

Eine wesentlich höhere Schneegrenzlage als im westlichen und mittleren Mittelmeergebiet ergab sich im östlichen Teil. Trotz eines sicher auch während der Kaltzeit wirksamen Zyperntiefs, das auf einer wichtigen Zugstraße nach NE wanderte, wurde die Schneegrenze durch die Ausläufer des asiatischen Hochs und durch geringere Niederschläge als im Westen gehoben. Dennoch kam es auch damals in höheren Lagen zu bedeutenden Niederschlägen in Form von Schnee, so daß eine engbegrenzte Vereisung des Sinai-gipfels nicht ausgeschlossen wäre.

Es fällt im Mittelmeergebiet besonders auf, daß die heutigen und die eiszeitlichen Schneegrenzlinien, natürlich in verschiedenen Niveaus, ungefähr parallel laufen und die Hauptniederschlagsgebiete in beiden Fällen ungefähr die gleiche Lage haben. Dies ist kein Zufall, wenn man bedenkt, daß der Niederschlag heute unter ganz ähnlichen Verhältnissen der Landformung und der Zirkulationsvorgänge fällt wie in der Kaltzeit, nur auf die Winterzeit beschränkt. So wie heute hat auch damals das Mittelmeer zum guten Teil das Klima seiner Ränder mitbestimmt. Ja, es konnte während der Kaltzeit noch wirksamer werden, da es das ganze Jahr hindurch ein riesiges Wärmereservoir bildete. Schon W. MEINARDUS erwähnte die Bedeutung des Mittelmeeres für die europäische Vergletscherung während der Eiszeit (9, S. 760). Damals wie heute waren die Zyklonen, die sich über dem Mittelmeer vertieften oder entstanden, stationär oder wanderten bestimmte Wege nach NE, E und SE und berührten randlich die großen Vereisungsgebiete Europas, besonders intensiv aber das alpine Vereisungszentrum. Das Mittelmeergebiet war wohl eines der bedeutendsten Aktionszentren während der Kaltzeit.

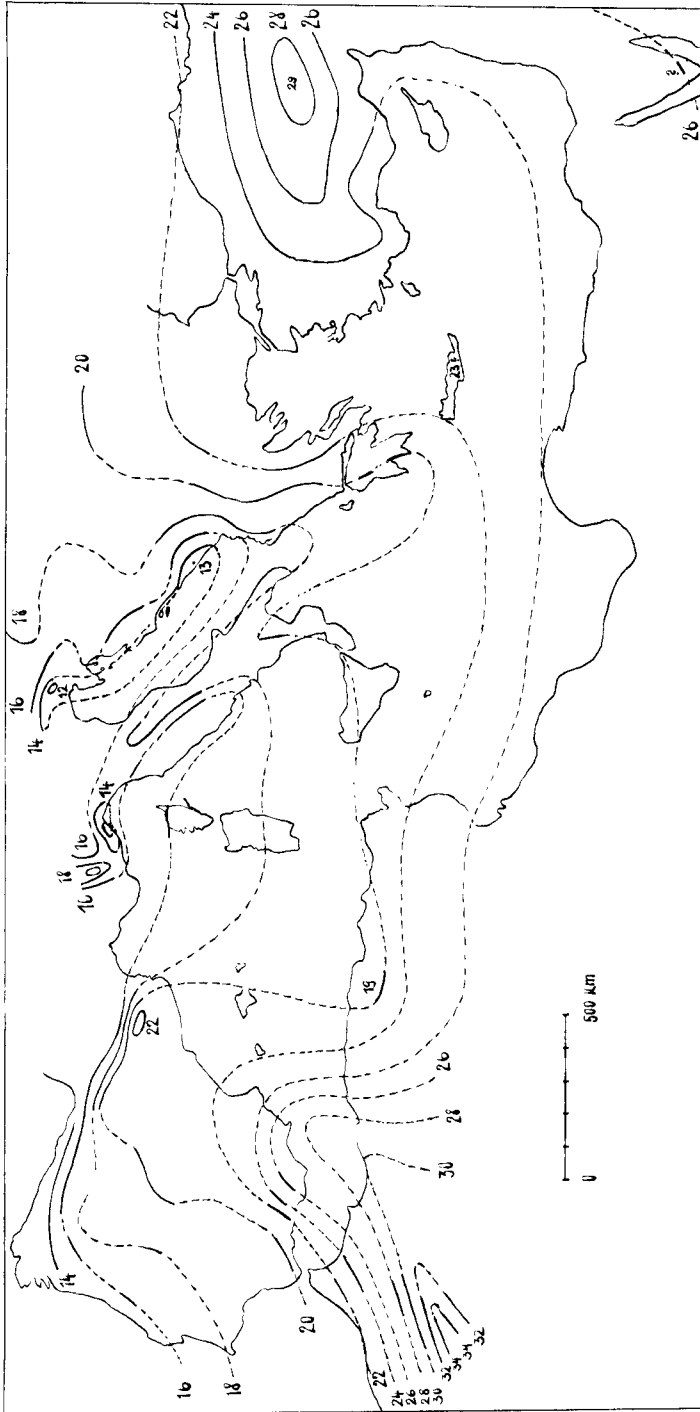
Bei der Schriftleitung eingegangen am 17. Mai 1956.

#### Literatur.

1. Büdel, J.: Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitklimas. — Die Naturwissenschaften, Bd. 36, 1949, S. 105—112, 133—139.
2. Büdel, J.: Bericht über klima-morphologische Eiszeitforschung in Niederafrika.

- Erdkunde, Bd. 6, 1952, S. 104—132.
3. Flohn, H.: Allgemeine atmosphärische Zirkulation und Paläoklimatologie — Geol. Rundschau, Bd. 39, 1952, S. 153—178.
  4. Klebelsberg, R. v.: Beiträge zur Geologie der Sierrren zwischen Granada und Malaga. — Ztschr. d. Dtsch. Geol. Ges., Bd. 80, 1928, S. 535—616.
  5. Klebelsberg, R. v.: Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie. — 1028 Seiten, Wien 1948.
  6. Lautensach, H.: Portugal in der Eiszeit. — Ztschr. f. Gletscherkunde, Bd. 28, 1942, S. 20—59.
  7. Louis, H.: Die eiszeitliche Schneegrenze auf der Balkanhalbinsel. — Mitt. d. Bulgar. Geogr. Ges., Bd. 1, 1933, 22 Seiten.
  8. Louis, H.: Die Spuren eiszeitlicher Vergletscherung in Anatolien. — Geol. Rundschau, Bd. 34, 1944, S. 447—481.
  9. Meinardus, W.: Zum Kanon der Erdbestrahlung. — Geol. Rundschau, Bd. 34, 1944, S. 748—762.
  10. Meusching, H.: Das Quartär in den Gebirgen Marokkos. — Pet. Mitt. Erg.-H. 256, Gotha 1955, 79 Seiten.
  11. Nußbaum, F.: Die eiszeitliche Schneegrenze in den Pyrenäen. — Verh. d. 3. Internat. Quartärkonferenz, Wien 1936; Wien 1938, S. 198—200.
  12. Obermaier, H.: Die eiszeitliche Vergletscherung Spaniens. — Pet. Mitt. 1921, S. 158—162.
  13. Paschinger, H.: Würmvereisung und Spätglazial in der Sierra Nevada (Spanien). — Ztschr. f. Gletscherkd. u. Glazialgeologie, III/1, 1954, S. 55—67.
  14. Paschinger, H.: Neue Arbeiten über die Vergletscherung des Ätna während der letzten Kaltzeit. — Ztschr. f. Gletscherkd. u. Glazialgeologie, Bd. III/2, 1956, S. 294—296.
  15. Schamp, H.: Das Hochgebirge des südlichen Sinai und die Frage nach seiner diluvialen Vereisung. — Die Erde, Bd. 3, 1951/52, S. 18—26.
  16. Vagliasindi, C.: L'Etna durante il periodo glaciale e la formazione della Valle del Bove. — Catania 1949, 80 Seiten.

H. Paschinger:  
Die wärmezeitliche Schneegrenze im Mittelmeergebiet



Karte der Linien gleicher wärmezeitlicher Schneegrenzhöhen im Mittelmeergebiet  
Zusammengestellt auf Grund der Karten von H. Louis (1933, 1944), J. Büdel (1949, 1952), F. Nußbaum (1938)  
und der neueren Literatur.