

Untersuchungen, namentlich in den Alpen, gelehrt. Zwischen denselben aber schaltet sich im großen europäischen Hochgebirge ebenso wie in Skandinavien eine — allerdings ziemlich kurze — Zeit ein, die wärmer als die Gegenwart war. Das

wird aus floristischen Verhältnissen geschlossen. Die Vierzahl der Eiszeit hat die Bedeutung eines singulären Phänomens. Wir kennen in Europa keine Stelle, wo auf mehr als vier Eiszeiten mit Sicherheit geschlossen werden kann.

DIE MITTLEREN ABSOLUTEN MAXIMALTEMPERATUREN IN EUROPA UND DEN MITTELMEERLÄNDERN

H. Lembke

Mit 1 Karte

Die mittleren absoluten Maximaltemperaturen des Jahres sind Mittelwerte aus den absoluten Maximaltemperaturen der einzelnen Jahre¹⁾. Sie sind zur Kennzeichnung des thermischen Klimas eines Ortes in vieler Beziehung geeigneter als die absoluten Extreme, weil sie besser untereinander vergleichbar sind und ihr Wert nicht so sehr von der Länge der Beobachtungsperiode abhängt wie der Wert der absoluten Maximaltemperatur. Wie Köppen²⁾ 1931 betont hat, bilden die m. abs. Max. Temp. recht charakteristische Größen für das Klima eines bestimmten Ortes und eine gute Ergänzung der Mittelwerte. Man kann sie auch als die höchsten Temperaturen auffassen, die im Durchschnitt in jedem Jahre erreicht werden können; die mittleren absoluten Jahrestemperaturen geben also die Größe der Temperaturspanne für den betreffenden Ort an.

Die erste kartographische Darstellung dieses wichtigen klimatologischen Wertes hat I. van Beber schon vor mehr als 50 Jahren angefertigt. Seine Karten geben ein richtiges Bild der großen Züge der Verteilung der Extremtemperaturen über die ganze Erde, lassen aber bei dem kleinen Maßstab Einzelheiten gar nicht erkennen: das damals vorhandene Material reichte zu einer genaueren Darstellung auch gar nicht aus. Seit v. Bebers Veröffentlichung hat vor allen J. Hann zahlreiche neue Werte gesammelt, die in seinem Handbuch der Klimatologie veröffentlicht sind.

Eine neuere kartographische Darstellung der mittleren absoluten Wärmextreme der Welt gab J. Brooks in: Geophysical Memoirs, 1928. Er stützt sich dabei auf etwa 500 Stationen, die er

meistens dem „Réseau mondial“ entnommen hat. Seine Karten mit Isothermen von 10° zu 10° F bieten aber gegenüber denen von v. Beber, den er nicht zitiert, nichts Neues.

In der vorliegenden Karte ist versucht worden, für einen kleinen Raum eine möglichst genaue Darstellung der regionalen Verteilung der Maximaltemperaturen zu geben. Besonderer Wert wurde dabei auf die Herausarbeitung der Verhältnisse an den Küsten gelegt, wo oft so starke Unterschiede auf kurze Entfernung beobachtet werden, daß die Karte an diesen Stellen nicht ganz maßhaltig gezeichnet werden konnte. Ferner wurden geographisch bemerkenswerte Einzelheiten, wie warme Becken und Täler mit hohen Maximaltemperaturen, soweit es der Maßstab erlaubte, dargestellt. Dagegen konnten Werte von Gipfelstationen in der Linienführung der Karte nicht berücksichtigt werden. Doch die Werte von größeren Plateaus wurden zur Kennzeichnung der Temperaturabnahme mit der Höhe aufgenommen. Das Zahlenmaterial für die vorliegende Karte konnte nur zum kleinen Teil den schon erwähnten Handbüchern entnommen werden. Als nützlich erwies sich außerdem noch das Sammelwerk von Köppen-Geiger, das gleichfalls eine große Anzahl fertiggerechneter Werte enthält. Für die meisten Länder reichten aber auch diese Werte nicht aus. Zu ihrer Ergänzung wurden, soweit vorhanden, Tabellenwerke und klimatologische Gesamtdarstellungen herangezogen. Wo auch diese Werte fehlen, mußten aus den Jahrbüchern, soweit möglich, 20jährige Mittel berechnet werden. Das war besonders in Südeuropa (Spanien, Italien, Atlasländer, Türkei) der Fall.

Es folgt zunächst eine Erläuterung des Linienverlaufs der Karte in den einzelnen Ländern und zum Abschluß eine synoptisch-klimatologische Deutung der Verteilung der Maximaltemperaturen.

Auf den ersten Blick zeigt die Karte den Unterschied zwischen dem stark überhitzten Kontinent

¹⁾ In der Literatur findet man häufig auch Angaben der mittleren absoluten Extreme des wärmsten bzw. kältesten Monats. Die hier betrachteten mittleren absoluten Jahrestemperaturen (Mittel berechnet unabhängig vom Datum des Auftretens der Extremtemperatur in jedem Jahre) liegen daher zwischen diesen Werten und den (einmaligen) absoluten Extremtemperaturen der ganzen Beobachtungsperiode.

²⁾ W. Köppen, Grundriß der Klimakunde, 2. Aufl. Leipzig, 1931.

im Osten und dem ozeanisch beeinflussten kühlen Westen. Die Maximaltemperaturen von Madeira unter dem 32. Breitengrad werden in Nordrußland und Finnland schon am Polarkreis erreicht. Dabei ist aber zu bedenken, daß diese hohen Temperaturen im Kontinentalgebiet nur an wenigen Tagen in jedem Jahr gemessen werden, und zwar bei Hochdrucklage mit schwachen Gradienten und geringer Bewölkung, wobei sich die starke Strahlung des. langen subpolaren Sommertages über den Kontinent auswirken kann. Meist kommt noch Advektion warmer Luft aus Ost bis Südost und dynamische Erwärmung an Abgleitflächen hinzu. Nach Beendigung dieser Wetterlage sinkt die Temperatur scharf ab und erreicht meist erst im nächsten Jahre wieder ähnlich hohe Werte. In Madeira können dagegen fast gleich hohe Temperaturen in den meisten Sommermonaten erreicht werden. Sie knüpfen sich hier an Vorstöße afrikanischer Luft.

Da das Wasser plötzlicher Erwärmung durch Warmluftzufuhr vom Lande her eine erhebliche Trägheit entgegengesetzt, kühlt sich advektiv zugeführte Warmluft sehr rasch bis auf wenige Grade über Wassertemperatur ab, wie Scherbag 1930 gezeigt hat. Daraus ergibt sich die zweite Gesetzmäßigkeit: Die Isothermen mittl. abs. Maximaltemperatur folgen überall, auch an Binnenmeeren und kleineren Buchten, den Küstenlinien. Ein mehr oder weniger breiter Streifen Landes, der noch vom Meere beeinflusst wird, weist erheblich niedrigere Höchsttemperaturen auf als das Binnenland. Leuchttürme auf vorgeschobenen Kaps oder kleinen Inseln melden nahezu dieselben Werte wie die freie See, was aus dem Vergleich mit den Beobachtungen auf Feuerschiffen hervorgeht. Im übrigen wurden die Isothermen über See nur gestrichelt gezeichnet.

Die einzelnen Küsten verhalten sich aber je nach den geographischen und ozeanographischen Verhältnissen verschieden. Wesentlich sind dabei die zur wärmsten Jahreszeit vorherrschenden Winde, ferner Konfiguration und Relief der Küste, schließlich die Temperaturverhältnisse im Hinterland. Von den ozeanographischen Faktoren seien kühle Meeresströmungen, Oberflächentemperaturen des Wassers und, damit zusammenhängend, das Auftreten von Nebeln genannt. An gebirgigen Küsten und in Gebirgsländern spielt der Einfluß von föhnartigen Fallwinden für das Auftreten von Höchsttemperaturen vielfach eine entscheidende Rolle.

Betrachten wir jetzt die einzelnen Länder.

Norwegen zeigt deutlich den Einfluß von Relief, Küstenkonfiguration und Oberflächentemperatur des Wassers. Längs der Außenküste, auf den äußersten Schären, sind die Maximal-

temperaturen von Süden (Utsira) bis zum Nordkap nahezu die gleichen, 18° bis 20°. Dagegen nimmt die Temperatur nach dem Innern der Fjorde sehr rasch zu. (Ona 19,7°, Molde 24,6°.) Ähnlich sind die Unterschiede im Norden zwischen Röst (16,7°) und Bodö (24,1°). Noch höhere Maximaltemperaturen als in den inneren Fjorden werden in den tiefelegenen Tälern der Ostabdachung des skandinavischen Gebirges beobachtet (kontinentales Klima, Fallwinde). Der wärmste Ort Norwegens ist Oslo, wo fast jedes Jahr 30° erreicht werden. Hier kommt zu der kontinentalen Lage östlich des Gebirges noch begünstigend die nach Süden offene Geländeform hinzu. Schweden und Finnland haben ziemlich kontinentales Klima mit hohen Maximaltemperaturen bis weit nach Norden. An der Ostseeküste liegen die Höchsttemperaturen kaum um 2 bis 3 Grad niedriger als im Inneren des Landes. Stärker ist der Einfluß der Ostsee an ihrer Südküste. Hier bleiben die Temperaturen im Küstenstrich allenthalben unter 30°, während im Innern bald 32° erreicht werden. Die mittl. abs. Maximaltemperaturen auf freier See liegen um 26°. (Fisch. Adlergrund 25,3°.) Ähnliche Höchsttemperaturen werden an der Südküste der Nordsee erreicht. Die Abkühlung landeinwärts reicht hier aber etwas weiter als bei der Ostsee. Auch an der Kanalküste und auf den Kanalinseln (Guernsey 25,8) werden noch die gleichen Höchsttemperaturen gemessen wie an der Nord- und Ostseeküste; dagegen nehmen südlich der Bretagne die Werte rasch zu, um im Garonnegebiet 35° zu übersteigen. Da auch an der Küste diese hohen Werte erreicht werden, liegt hier eine Ausnahme von dem Gesetz der Temperaturabnahme an der Küste vor. Sie hängt mit dem Relief des Hinterlandes zusammen, das die Luftströmungen bei warmen Wetterlagen stark beeinflusst.

Längs der Achse von Europa auf der Linie Perm—Moskau—Berlin—Paris werden ziemlich gleichmäßig Höchsttemperaturen von 32° bis 34° erreicht. Im übrigen spiegelt die Karte das Relief wider: die deutschen Mittelgebirge, die Karpathen und das französische Zentralplateau erreichen wesentlich niedrigere Werte als die umliegenden Tiefländer. In den Alpen sind die Täler der Nordabdachung durch Föhneinfluß ziemlich warm, die der Südalpen haben höhere Maximaltemperaturen als die nördlichen Täler, doch ist der Unterschied nicht sehr groß. Auf den britischen Inseln werden ähnliche Höchsttemperaturen erreicht wie in Skandinavien. Die niedrigere Breite wird durch die geringere Kontinentalität des Klimas der viel kleineren Landmasse ausgeglichen. Auch auf der ozeanischen Insel Island gibt es Gebiete mit verhältnismäßig hohen

Maximaltemperaturen. An den inneren Enden der großen Fjorde des Nordlandes werden bei Föhnlage in vielen Jahren Temperaturen von 25° erreicht. Aber auch weiter im Inneren, wo das Land im NO der Insel nur 200 m hoch liegt, sind die Höchsttemperaturen kaum niedriger. An der Westküste Islands mißt man dagegen über 20° Wärme, ebenso auf dem inneren Hochland. Im Mittelmeergebiet entsteht durch das sehr komplizierte Relief und die Verzahnung von Land und Meer ein sehr buntes Bild. Die iberische Halbinsel wird im NW von sommerlichen Nordwinden überweht und weist dort sehr niedrige Maximaltemperaturen auf, die nicht höher sind als die von Bornholm und Aland. Doch schon die inneren Enden der Buchten der Westküste sind merklich wärmer. Das tief eingeschnittene Miñotal bei Orense hat schon eine mittl. Max. Temp. von 35° . Bemerkenswert ist, daß im östlichen Teil der Nordküste Spaniens merklich höhere Temperaturen gemessen werden, die sich den hohen Werten des Garonnebeckens angleichen. Auch die Oberflächentemperaturen des Meerwassers sind hier um 5° höher als in der westlichen Biskaya. — An der Westküste von Portugal liegt ein schmaler Streifen mit sehr niedrigen Maximaltemperaturen, der unter Einwirkung des Meeres, der vorherrschenden Nordwinde und nicht seltenen Seenebel steht. Aber schon wenig landeinwärts, bei Lissabon, ist es erheblich wärmer, und nur 150 km weiter östlich, in der Gegend von Badajoz, sind die Maximaltemperaturen um 10° höher als an der Westküste bei Kap St. Vinzent. Auch auf dem Hochland von Neukastilien werden trotz der Höhenlage erheblich höhere Maximaltemperaturen erreicht als an den Küsten der Halbinsel. Darin wirkt sich das bekannte Kontinentalklima des inneren Spaniens aus. Denn auch die Mittelmeerküste weist niedrigere Höchsttemperaturen auf, die auf den Felsklippen Columbretes mit 31° ungefähr den Werten der freien See entsprechen dürften. Längs der spanischen und französischen Mittelmeerküste beträgt die m. M. T. 30° bis 35° . Im einzelnen spielt die örtliche Lage eine wichtige Rolle. Frei liegende Leuchttürme auf vorspringenden Kaps erreichen kaum mehr als 30° , während Stationen an breitem Sandstrand oder hinter einem Dünengürtel um 3° bis 5° höhere Werte messen können. Der Einfluß der lokalen Brisen kann für die Maximaltemperatur bedeutend werden. Auch an der Südküste Spaniens und ihrem afrikanischen Gegenufer gibt es keine höheren Maximaltemperaturen, ebenso im Bereich der Straße von Gibraltar mit ihren nicht seltenen Nebeln und frischen Winden. Auf der Insel Alboran sind niemals 30° erreicht worden; das m. abs. Max. beträgt nur $27,7^{\circ}$. An der marok-

kanischen Küste sind die Temperaturen trotz der niedrigeren Breite ähnlich tief wie an der portugiesischen Küste. Die südlichste Station, Kap Juby, hat sogar den niedrigsten Wert. Entscheidend ist auch hier nicht die geographische Breite, sondern die lokale Lage. Das kühle Meer (kaltes Auftriebwasser) und die fast ständig wehenden Nordwinde beeinflussen auf Kaps und Vorsprüngen gelegene Stationen (Mogador, Juby), während Orte am breiten Sandstrand oder hinter einem Dünengürtel leichter von gelegentlich zuströmender heißer Luft aus dem Inneren erreicht werden können. Denn dort macht sich die Temperaturzunahme mit der Breite bemerkbar. Die Werte sind höher als in Spanien: schon in Marrakesch beträgt die m. M. T. $46,4^{\circ}$, 13° mehr als in dem benachbarten Küstenort Mogador. Nach dem Atlasgebirge nehmen die T. naturgemäß ab: jenseits davon werden bald die für die Sahara kennzeichnenden Werte von 46° bis 48° erreicht. Auch das östlich anschließende algerisch-tunesische Hochland ist trotz seiner Höhe sehr warm. Die 40° Isotherme der m. M. T. liegt in 1500 m Höhe. Becken und Längstäler sind, wie überall, erheblich wärmer; sogar das nur 40 km von der Küste entfernte, in einem Längstal gelegene Orléansville erreicht noch 45° , 6° mehr als Tënes. Am Südrand des Hochlandes nimmt die Temperatur sprunghaft auf Werte von 46° bis 48° zu; die Oasenstationen überschreiten bisweilen 50° Wärme. An der Küste Algeriens und Tuniens sind die Temperaturen höher als die der Rifküste; sie erreichen aber auch hier nicht 40° .

Noch etwas wärmer ist die Südküste des östlichen Mittelmeeres; die m. M. T. liegen um 40° . Der im Bereich der Seebrisen gelegene Küstenstreifen mit seinen kühleren Temperaturen ist hier ziemlich schmal. Schon 50 km von der Küste beobachtet man nicht selten 50° . In El Azizia, südlich Tripolis, hat man sogar einmal 57° (Föhn einfluß von Djebel Gariân) gemessen.

Das Rote Meer erscheint trotz der bekannten hohen Wassertemperaturen als ein kühles Gebiet in dem überhitzten Wüstengürtel. Alle Küstenstationen haben Höchsttemperaturen von über 40° . Auf freier See dürfte dieser Wert allerdings nicht ganz erreicht werden.

In Syrien und Palästina verlaufen die Strukturlinien des Reliefs nahezu senkrecht zu den im Sommer vorherrschenden W- und NW-Winden. Die Abstufung nach dem Inneren ist daher besonders prägnant und zeigt die Abhängigkeit vom Relief. Die Küste ist, wie überall, recht gemäßigt. Maxima über 40° kommen nicht vor; die mittl. abs. Maxima liegen um 35° . Nach dem Inneren zu folgt der übliche Anstieg. Die höher gelegenen Stationen westlich des Jordangrabens sind jedoch

der abkühlenden Wirkung der Westwinde (Nebel) voll ausgesetzt und weisen deshalb tiefere Maximaltemperaturen auf: Jerusalem $37,1^{\circ}$, el Kreye im Libanon (1010 m) sogar nur $31,5^{\circ}$. Hier sind Werte über 35° überhaupt nicht gemessen worden. Mit dem Absturz in den Jordangraben aber tritt föhnartige Erwärmung ein; die m. abs. / M. T. steigen daher sprunghaft auf 43° bis 45° . Die transjordanischen Gebirge sind wieder kühler, doch treten in der Wüste bald sehr hohe Temperaturen von 45° bis 50° auf.

Die Verteilung der Maximaltemperaturen in Kleinasien weist manche verwandten Züge zu der Iberischen Halbinsel auf. Die Nordküste steht unter dem Einfluß sommerlicher Nordwestwinde, die über das Schwarze Meer wehen und dort eine relativ kühle Temperatur annehmen. Die Höchsttemperaturen liegen daher an der Südküste dieses Meeres tiefer als an seiner Nordküste, und der Einfluß des Meeres reicht im Süden weiter ins Innere. Doch auch am Nordufer des Meeres steht ein schmaler Küstenstreifen unter dem Einfluß der Seebrise, so daß Meer und Umgebung als ein Gebiet verhältnismäßig tiefer Maximaltemperaturen in dem erhitzten Kontinent erscheinen. Besonders niedrig ist die Temperatur in der fast insular gelegenen Station Sinop ($30,2^{\circ}$). Es ist daher anzunehmen, daß auf freier See Werte von 30° nur selten überschritten werden. Da die Südküste des Schwarzen Meeres überall gebirgig ist, und die NW-Strömung dort aufsteigen muß, erfolgt zunächst eine Abnahme der Temperatur nach dem Innern, die aber bei den nicht sehr hohen Gebirgen westlich von Sinop in engen Grenzen bleibt. Küstennahe Längstäler sind trotz bedeutender Meereshöhen (500—700 m) erheblich wärmer als die Küste, ebenso das innere Hochland, das trotz seiner Höhen von 800—1000 m Maximaltemperaturen von 35° bis 37° aufweist. Im Hochland von Ostanatolien macht sich die größere Meereshöhe von 2000 m aber durch Abnahme der Maximaltemperaturen bemerkbar; immerhin erreicht sie noch in Erzurum (1950 m) die gleichen Werte wie Rize oder Batum an der Schwarzmeerküste (32°). Dabei mag auf den verschiedenen Zeitpunkt, zu dem die Höchsttemperaturen in beiden Gebieten auftreten, hingewiesen werden. Auf dem Hochland beobachtet man sie, wie in den meisten der bis jetzt betrachteten Gebiete (außer der spanischen N-Küste, den Küsten Portugals und Marokkos), fast ausschließlich im Juli und August, nur selten im September; der Juni ist hier noch durch die Reste der winterlichen Schneedecke benachteiligt. An den Stationen der Schwarzmeerküste fällt das Maximum vielfach auf die Frühjahrs- und Herbstmonate, meist Mai und September, bisweilen sogar April oder Oktober. Die in den Sommer-

monaten ausgebildete monsunartige feuchtlabil geschichtete NW-Strömung hindert mit ihrer starken Wolkenbildung am Gebirge das Aufkommen besonders hoher Temperaturen. In den Übergangsmonaten gibt es häufiger Wetterlagen mit einem gut ausgebildeten Schwarzmeertief, auf dessen Vorderseite es zu kräftigen Föhnerscheinungen kommen kann. Im Sommer ist die Wetterlage viel schwächer ausgebildet und der Föhn dringt nicht bis zur Küste durch.

Von der Nordküste des Schwarzen Meeres zieht ein Streifen mit den hohen Temperaturen der südrussischen Steppen westwärts durch die Walachei nach Südungarn. Im übrigen spiegelt das Kartenbild das bunte Relief dieser Gebiete wieder. Sogar auf der schmalen Apenninenhalbinsel und in Griechenland gibt es abgeschlossene Becken mit hohen Maximaltemperaturen, z. B. Trikkala, Cosenza, Pontremoli. In beiden Ländern erreicht die Ostseite etwas höhere Temperaturen als die Westseite, da sie dem Schirokko mehr ausgesetzt ist. Der wärmste Ort Italiens ist Raddusa auf Sizilien, in einem nach SO offenen Tal gelegen, nahe dem Mittelpunkt der Insel. Bemerkenswert ist, daß die so winterwarme Riviera im Sommer kaum die Höchsttemperaturen von Berlin erreicht.

Auf den mitten im Atlantischen Ozean gelegenen Azoren wurden niemals Temperaturen über 30° beobachtet. Das Klima dieser Inseln ist ja überhaupt sehr windig und ziemlich feuchtkühl. Wärmer und trockener sind die landnäheren Kanaren, von denen Teneriffa besonders gut mit Stationen versehen ist. Die Insel liegt im Sommer im Bereich der Passatströmung, die sich an dem hohen Pik staut. Daher liegt vor allem das Gebiet nördlich des Piks unter einer nahezu beständigen Wolkendecke, die das Aufkommen höherer Temperaturen verhindert. In diesem Gebiet der Inseln liegt die Station Icod ($27,0^{\circ}$). Da die Passatwolkendecke jedoch sehr niedrig ist, kommt die nur 500 m hoch gelegene Station La Laguna bisweilen über sie und damit über die Passatinversion zu liegen. Sie hat daher bedeutend höhere Maximaltemperaturen als Icod. Das gleiche dürfte in verstärktem Maße für die mittleren Lagen der sonnigen Südseite der Insel gelten. Erst in großen Höhen, in dem 2373 m hoch gelegenen Observatorium Izaña werden dieselben Höchsttemperaturen wie in Icod am Meerespiegel beobachtet.

Betrachten wir kurz die Wetterlagen, die das Entstehen besonders hoher Temperaturen verursachen. Im allgemeinen begünstigen Hochdruckgebiete das Auftreten besonders hoher Temperaturen. Die Neigung zu absteigender Luftbewegung, die damit

verbundene dynamische Erwärmung ausgedehnter Schichten der Atmosphäre und die ungehinderte Einstrahlung machen das leicht verständlich. Wie eine Untersuchung der Tage mit Jahreshöchsttemperaturen in Mitteleuropa zeigt, treten solche in der Tat stets in Hochdruckgebieten auf. Dabei steigert sich die Temperatur durch fortgesetzte Einstrahlung immer mehr, so daß das absolute Maximum erst am Ende der Hochdruckperiode eintritt. Hinzu kommt, daß zu diesem Zeitpunkt die absteigende Luftbewegung (Föhn: freier Föhn) oft am stärksten ist. Ferner beobachtet man im westlichen Teile eines schon nach O abziehenden Hochdruckgebietes vielfach advektive Zufuhr warmer Luft aus südlichen Richtungen. Zuweilen sind die sommerlichen Hochdruckgebiete über Mitteleuropa nicht sehr ausgeprägt; es handelt sich dann um größere, fast gradientlose Gebilde (sog. *marais barométriques* der Franzosen), die eine Brücke zwischen einem westlichen und einem östlichen Kern bilden. Da die höchsten Temperaturen meist am Ende der Periode starker Einstrahlung eintreten, ist es keineswegs erforderlich, daß es sich dabei stets um kontinental-subtropische Luftmassen handelt. Allerdings ist für die stark erhitze Kaltluft stärkere Gewitterneigung kennzeichnend. In kontinental-subtropischen Luftmassen können die Temperaturen im mittleren Norddeutschland bis auf 37° ansteigen. Die gleichen Wetterlagen bringen auch der deutschen Ost- und Nordseeküste die höchsten Jahrestemperaturen. Auf freier See werden jedoch, wie die Beobachtungen der deutschen Feuerschiffe zeigen, 25° selten überschritten. Nicht selten dehnen sich die mitteleuropäischen Hochdruckgebiete bis weit nach N aus; dabei beobachtet man in Süd- und Mittelschweden bei S- bis SW-Winden vielfach die Höchsttemperaturen des Jahres. In Nordschweden ist gleichzeitig eine Westströmung ausgebildet und die Temperatur daher niedriger. Hier werden die Höchsttemperaturen bei einer nördlicheren Lage des Hochdruckgebietes beobachtet. Es handelt sich dabei um ausgedehnte Gebilde über Nordskandinavien, Finnland und Nordrußland. In diesen Gebieten wehen dann bei heiterem Wetter schwache Winde aus südlichen Richtungen. Meist liegt ein ausgeprägtes Höhenhoch über Nordskandinavien. *I. Keränen* hat 1928 die Wetterlage während der längsten Wärmeperioden in Helsinki untersucht. Es handelt sich dabei ausschließlich um Hochdruckgebiete mit schwachen Winden wechselnder Richtung, vorherrschend Nordost bis Südost. Als hauptsächliche Ursache der Erwärmung gibt *Keränen* erhöhte Einstrahlung an, wozu in manchen Fällen noch advektive Erwärmung aus dem erhitzten Kontinent hinzukommt. In vielen Fällen (etwa 20 Prozent), konnte er mit den da-

maligen Mitteln dynamische Erwärmung durch absteigende Luftbewegung in der freien Atmosphäre nachweisen, die allerdings nur bisweilen bis zum Boden herabging. Bemerkenswert ist das häufige Auftreten von Gewittern während der untersuchten Hitzeperioden, das in etwa 60 Prozent aller Fälle (20 von 34) beobachtet wurde. Dies mag damit zusammenhängen, das am Aufbau der Hochdruckgebiete häufiger als in Mitteleuropa gealterte maritime Polarluft beteiligt ist. Aber auch die Bodenverhältnisse Finnlands (Seen, Sümpfe) mögen als Gewitterherde mitwirken.

Auch in Frankreich treten die höchsten Temperaturen im Bereich von ausgedehnten Hochdruckgebieten auf, die entweder den Ostteil des Azorenhochs bilden oder eine Hochdruckbrücke zu einem über Zentraleuropa gelegenen Kerne. Schließlich, und das ist die wärmste Wetterlage, kann Frankreich auf dem Westhang eines den ganzen europäischen Rumpf umfassenden Hochdruckgebietes liegen. Bemerkenswert sind die sehr hohen Maximaltemperaturen in dem an sich ozeanischen Garonnebecken. Über dieses Problem liegt eine sorgfältige Studie von *A. Le Gall*³⁾ vor: Sehr hohe Temperaturen treten danach vor allem bei drei antizyklonalen Wetterlagen auf. Bei der antizyklonalen Nordostlage liegt unser Gebiet am Ostrand des Azorenhochs. Nördliche bis östliche Winde wehen über Frankreich. Sie sind an sich nicht besonders warm. Im Süden des Landes tritt aber eine geländebedingte Umlenkung ein. Die schwachen Winde umfließen das Zentralmassiv auf der Ostseite und gelangen durch das Rhonetal nach Toulouse als Südost- bis Ostwinde. Durch den dabei auftretenden Föhneffekt können sie hier recht warm erscheinen. Dabei wird auch die Küste durch den „kontinentalen“ Wind stark erwärmt. Bei dem Südosttyp liegt über Südfrankreich der westliche Ausläufer eines sich über Mittel- bis Südeuropa erstreckenden Hochdruckgebietes. Warme Kontinentalluft wird aus Südosten zugeführt, die Bewölkung bleibt bis auf einige hohe Wolken gering, und die Strahlung kann sich voll auswirken. Da die Zufuhr der warmen Kontinentalluft die lokale Zirkulation an der Küste unterdrückt, treten dort sehr hohe Temperaturen auf. Den dritten und wärmsten Typ, den Süd-Typ, beobachtet man bei nordsüdlich verlaufenden Isobaren, wobei das Hochdruckgebiet im Osten liegt. Der Typ bildet den Übergang zu zyklonaler Witterung, der sich unter Gewittern vollzieht. Es werden also auch hier bei dem Abschluß der Hochdrucklage die höchsten Temperaturen überhaupt erreicht. Dazu kommt

³⁾ *Le Gall, A., Les Types du temps du Sud-Ouest de la France. La Mété. 1934. 307—355.*

noch in einem gewissen Gürtel der Pyrenäenöhn. Bei dieser Wetterlage trat am 8. 8. 23 in Toulouse die außergewöhnlich hohe Temperatur von 44° auf.

In der Iberischen Halbinsel herrscht im Sommer Strahlungswetter mit hohen Temperaturen. Feuchtkühle ozeanische Luft dringt nur in Ausnahmefällen in das Innere des Landes ein und wird alsbald in warme Hochlandluft umgewandelt. Die sommerlichen Wetterkarten zeigen über der Halbinsel meist tieferen Druck als über den umgebenden Meeresgebieten, so daß hierin eine Abweichung von den bisher betrachteten Gebieten zu liegen scheint. Aber diese Ausnahme verliert dadurch an Gewicht, daß die Tiefdruckgebiete nur in den untersten Luftschichten vorhanden sind und daher sehr wenig wetterwirksam werden. K. Müller und Ernst Schmidt unterscheiden dabei drei Wetterlagen. Die erste zeigt ein geschlossenes Tief über der Iberischen Halbinsel, westlich davon das Azorenhoch. Die Luftzufuhr erfolgt also vom Ozean her. Die Küsten sind kühl. Im Innern biegen die Winde nach Südwesten um. Bei dem schwachen Gradienten wird die Luft bald in Hochlandluft transformiert. Die höchsten Temperaturen treten aber bei der fast gradientlosen Abart dieser Wetterlage auf, wo man über der Halbinsel einige kleine lokale Tiefdruckgebiete zeichnen kann. Dabei kommt es bisweilen zur Gewitterbildung, Niederschläge fallen jedoch nur sehr selten. Eine dritte sommerliche Wetterlage bringt Portugal zu höchsten Temperaturen, während es auf der Meseta nicht ganz so heiß wird. Das tritt dann ein, wenn das Azorenhoch einen Keil über die Biskaya aussendet und gleichzeitig tiefer Druck über der Straße von Gibraltar herrscht. Die Isobaren verlaufen dann in Nordost- bis Südwestrichtung und östliche bis nordöstliche Winde wehen bei heiterem Himmel. Die besonders hohen Temperaturen in Portugal erklären sich durch die Zufuhr warmer Hochlandluft aus dem Innern, die sich beim Absteigen außerdem noch dynamisch erwärmt. Nur ein sehr schmaler Küstenstreifen bleibt unter dem Einfluß der Seebrise auch dann noch kühl.

Die Temperaturverhältnisse in Marokko zeigen Ähnlichkeit mit der Iberischen Halbinsel. Die Kontraste zwischen Küste und Innerem sind hier aber noch größer, weil die Küsten durch das kalte Auftriebwasser im Sommer besonders stark abgekühlt werden und im Innern der stark erhitze afrikanische Kontinent liegt. Auch hier treten die höchsten Temperaturen bei solchen Wetterlagen auf, die eine Zufuhr warmer Luft aus dem Innern ermöglichen, und auch hier spielt föhnartiges Absinken eine besondere Rolle für das Auftreten der höchsten Wärmegrade. Wir sind über die Extremtemperaturen in Marokko

durch die Arbeit von Roux⁴⁾ und über die synoptischen Verhältnisse durch die Arbeiten von A. Jury und G. Dédeban⁵⁾ und durch einen Aufsatz von Bidault⁵⁾ gut unterrichtet. Danach treten besonders hohe Temperaturen in West-Marokko gleichzeitig mit einem warmen Ostwind auf ($2-3$ m/sec), der Chergui genannt wird. Er weht im Innern drei bis vier Tage, an der Küste nur ein bis zwei Tage. Diese Wetterlage tritt dann ein, wenn ein Ausläufer, den das Azorenhoch über das Mittelmeer erstreckte, sich allmählich ostwärts entfernt und gleichzeitig das Saharatief sich nach Nordwesten bis über Südmarokko hin ausdehnt. Dadurch entsteht über Marokko ein Gradient von Nordwest nach Südost von etwa 15 mb (1020—1005 mb), dem eine warme, etwa 4000 m mächtige Ostströmung entspricht. Ihre Geschwindigkeit kann zwischen nahe 0 und 6 m/sec schwanken. In der Nähe der Küste wird schwach ausgebildeter Chergui vom Seewind aufgehoben. Die besonders hohen Temperaturen und die Trockenheit des Windes sind durch den Föhn effekt des Atlasgebirges zu erklären. Es konnte nachgewiesen werden, daß die Luftströmung am Westhang des Atlas trockener und wärmer ist als die am Osthang aufsteigende. Im Gebirge selbst kommen in der aufsteigenden Luft sogar gelegentlich Instabilitätsschauer vor.

In Tunesien und Lybien beobachtet man den Vorstoß heißer Wüstenluft bis an die Küste (hier Ghibli genannt) unter der Einwirkung von Depressionen, die über dem Mittelmeer liegen. Das ist meist dann der Fall, wenn nördlich vom Mittelmeer eine Brücke hohen Drucks über Mitteleuropa liegt. Auch kleinere Teiltiefs der Sahara-depression können diese Vorstöße warmer Luft bewirken.

In Italien treten besonders hohe Temperaturen in Hochdruckgebieten auf, die das ganze Mittelmeergebiet umfassen. Noch höher können die Temperaturen dann ansteigen, wenn im westlichen Mittelmeer etwas tieferer Druck herrscht als im östlichen, und die Isobaren über Italien etwa N-S verlaufen. Dadurch wird die Zufuhr von Saharaluft nach Norden begünstigt. Eredia hat uns den Fall vom 19. bis 22. 7. 1940 beschrieben, als Saharaluft aus Süden und Südosten zuströmte und bis an die Hänge des Apennin gelangte, ohne sie zu überschreiten. Da an dem wärmsten Tage die Feuchtigkeit außerdem noch merklich sank, dürfte bei gleichzeitigem Druckfall ein Abgleiten der Warmluft eingetreten sein und die ganz außergewöhnlich hohen Temperaturen verursacht haben.

⁴⁾ Roux, G., Contribution a l'étude du climat du Maroc. Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc 44, 1934.

⁵⁾ Bidault, Les vents chauds au Maroc. Ass. Franc. p. l'avancement des sciences. 1934. 110—114.

Millere absolute Maximaltemperatur des Jahres

BEARBEITET VON DR. HERBERT LEMBKE



34.3 Schwarze Zahlen bezeichnen mittlere absolute Maximaltemperaturen des Jahres
 (45.6) Zahlen mit Umrandung bezeichnen die absoluten Maximaltemperaturen

0 50 100 200 Kilometer

