

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Berlin
[Direktor: Professor R. Rössle].)

Hat das Wetter Einfluß auf den Eintritt des Todes?

Von

Gustav Ortmann,
Assistent am Institut.

Mit 12 Abbildungen im Text.

(Eingegangen am 14. Juni 1933.)

Es ist heute sicher, daß noch viel mehr Umweltfaktoren, als bisher bekannt waren, und unter diesen besonders die Atmosphäre, die belebte Natur entscheidend beeinflussen. Auch der Mensch, der sich diesen meteorischen Umwelteinflüssen nur zum Teil entziehen kann, steht unter ihren Einwirkungen. Es gab freilich Zeiten, wo es als selbstverständlich galt, daß das kosmische und atmosphärische Geschehen zum mindesten einen mittelbaren Einfluß auf Krankheit und Wohlbefinden des Menschen ausübt. Zu anderen Zeiten wurden diese Einflüsse wieder auf das stärkste verneint. Erst in neuester Zeit begann man, diesem zuerst mehr oder weniger intuitiv erfaßten Zusammenhang an Hand klinischer und meteorologischer Untersuchungen nachzugehen.

Es ist das Verdienst *Hellpachs*, zum ersten Male in seinen geopsychischen Erscheinungen auf den Einfluß von Jahreszeit und Witterung auf den Menschen hingewiesen zu haben. Er zeigt, daß Psychosen, Selbstmorde und Verbrechen am häufigsten in den Monaten Mai bis Juni vorkommen und spricht hier von einer „Frühlingskrise“. Er berichtet, daß eine Reihe von Menschen — und zwar sind dies keineswegs immer Neurastheniker, Menschen mit ausgesprochenem vegetativen Nervensystem — psychische Wirkungen zeigen, die er als „Wetterfühlen“ bezeichnet (ebenso *Farkas*). *Löwenfeld* spricht von „Witterungsneurosen“ und *Cohn* von „Meteoropathie“. *De Rudder* weist auf die „Gruppenbildung“ der Krankheiten hin. Die Häufung von Fällen ein und derselben Krankheit innerhalb von wenigen Tagen ist bei einer Reihe von Krankheiten, wie Kehlkopfcrroup, Glaukomanfall, Spasmophilie der Säuglinge, Eklampsie der Schwangeren u. a. m. derartig eindrucks-voll, daß die Annahme eines Einflusses von Witterungsfaktoren sich geradezu aufdrängt. Er hat darum diese Gruppenbildung bei Kehlkopfcrroup mit dem meteorologischen Geschehen irgendwie in Zusammenhang zu bringen versucht und fand überraschenderweise, daß hauptsächlich der Durchzug von Fronten, und zwar sowohl Kalt- wie auch Warmfronten einen Einfluß auf die Entstehung des Kehlkopfcrroups ausübt. *Linzenmaier* untersuchte an einem größeren Berliner Material die Abhängigkeit der Eklampsie der Schwangeren von der Witterung und konnte zeigen, daß Eklampsiefälle am häufigsten dann auftraten, wenn Berlin zwischen zwei Tiefdruckgebieten lag, oder ein „Tief“ nahe vorbeizog. Einige Jahre

später deuteten *Jakobs* und *v. Heuß* darauf hin, daß die Häufung der Eklampsiefälle besonders mit dem Durchzug von Kaltfronten zusammenfällt. *Fritsche* wollte beobachtet haben, daß Lungenembolien und Thrombosen vorwiegend bei Witterungswechseln auftreten und *Killian* konnte feststellen, daß von 45 Lungenembolien in Freiburg 23 unter Föhneinfluß standen. Durch eingehende Untersuchungen der Spasmophilie der Säuglinge konnten *Moro* und *György* eine deutliche Abhängigkeit dieser Erkrankung von atmosphärischen Erscheinungen nachweisen. *Moro* betonte besonders, daß die latente Spasmophilie gerade an solchen Tagen Schübe manifest spasmophiler Zustände zeigt, an denen jähre Wetterumschläge sich einstellen. Er sprach geradezu von „Tetaniewetter“. Sehr eingehend wurde schon seit langem die Hämoptoe der Lungenkranken auf ihre Beeinflussung durch das Wetter untersucht. *Gabrilowitsch*, *Pottenger*, *Janssen* und *Schröder* fanden, daß die Blutungen meist an Tagen mit starken Barometerschwankungen und Gewitterneigungen sich einstellten. *Unverricht* sah das Auftreten der Blutungen häufig vor Föhneinbrüchen.

Von jeher hat man die Erkältungskrankheiten in Zusammenhang mit Witterungseinflüssen gebracht. *Lederer* berichtet, daß „ein sprunghafte Anwachsen des Standes an Atmungserkrankungen hauptsächlich dann zu erwarten ist, wenn nach einer längeren Trockenperiode der drohende Witterungsumschlag ein Sinken des Barometerstandes und Auftreten heftiger Windstöße mit starker Staubentwicklung mit sich bringt“. *Uffenorde* und *Giese* weisen nach, daß die Häufung der Anginen auf den Einfluß stark wechselnder Witterungsverhältnisse zurückzuführen ist, und daß sie hauptsächlich bei jähem Temperatursturz zu beobachten ist.

Ein auch dem Laien bekannter Einfluß von Wetterumschlägen ist das Auftreten von Schmerzen an Narben und Operationsstümpfen und die Verschlimmerung chronischer, entzündlicher Prozesse. *Feige* und *Freund* zeigen an dem sehr großen Material der Breslauer Krankenkasse, daß die rheumatischen Schmerzzattacken meist immer bei Kalt- oder Warmfronteinbrüchen auftreten.

Prof. *Rössle* hat mich aufgefordert, seine schon in Basel begonnenen Untersuchungen über den Einfluß von Witterungswechseln auf die Sterblichkeit fortzusetzen. Die gestellte Aufgabe lautete, an einem möglichst großen Sektionsmaterial und auf Grund der neuerdings von der wissenschaftlichen Meteorologie zur Verfügung gestellten Unterlagen diese Frage nachzuprüfen. Diese Frage war zunächst eine rein quantitative. Immer wieder fiel auf, daß die allgemeine Sterblichkeit, gemessen am Sektionsbetrieb, so starke Schwankungen aufwies, daß der Gedanke sich nicht abweisen ließ, es möchte am tödlichen Ausgang einer Krankheit, wenigstens in bezug auf den Zeitpunkt des endlichen Versagens des Organismus, ein bei bedrohtem Leben wirksamer äußerer Faktor sich geltend machen. Die stoßweisen Schübe der Mortalität schienen nicht in inneren Gründen der Krankheit allein erschöpfend erklärbar zu sein. Die zu verschiedenen Tages- und Nachstunden verschiedenen hohe Sterblichkeit mochte noch mit inneren Gründen, etwa mit einem dem menschlichen Körper eigenen Tages-Nachtrhythmus erklärt werden; unmöglich aber war dies für die hier zur Frage stehenden Schwankungen der Sterblichkeit angängig.

Es war also zu untersuchen, ob auch in Berlin, wo ja die Wetterumschläge meist nicht so eindrucksvoll sind wie in Basel, die Sterblichkeitsziffer mit Witterungseinflüssen in Zusammenhang zu bringen ist und ob vor allen Dingen auch feinere, selbst wetterfühligen Menschen

entgehende, oft nur durch meteorologische Messungen wahrnehmbare Witterungsvorgänge einen Einfluß auf den Eintritt des Todes haben. Wenn sich nach obigen Ausführungen mit ziemlicher Sicherheit Einwirkungen des atmosphärischen und kosmischen Geschehens auf den gesunden und kranken Menschen nicht leugnen lassen, wie verhält es sich dann mit diesen Einflüssen auf den schwerkranken bzw. sterbenden Menschen? Gibt es Witterungseinflüsse, welche bei der Krankheit als krankheitsauslösende Ursachen, bei dem schwerkranken und deshalb für jede äußere Einwirkung empfindlichen Körper, die letzte, todbringende Ursache darstellen?

Bei meinen Untersuchungen mußte ich bald erkennen, daß sich mir große Schwierigkeiten in den Weg stellten. Da ja das Wetter ein verwickeltes Geschehen ist, das sich aus vielen einzelnen Faktoren, „meteorologischen Elementen“ zusammensetzt, so war es naheliegend, zunächst zu versuchen, jedes einzelne Element dieses Systems mit den täglichen Todesziffern in Zusammenhang zu bringen. Die Schwierigkeiten liegen nun darin, daß wir bei unseren Untersuchungen es mit zwei komplizierten Systemen zu tun haben. Der lebende Organismus als das eine ist in seiner Abhängigkeit von einem zweiten, komplizierten System, dem atmosphärischen Geschehen, dem Wetter, zu studieren (*de Rudder*).

Das Wetter ist ein Komplex meteorologischer Elemente in bestimmtem zeitlichen Verlauf. Ein Komplex ist aber etwas anderes als eine Summe. Die Elemente addieren sich nicht, sondern sie beeinflussen sich gegenseitig in qualitativer Beziehung. Wechselnde Feuchtigkeit der Luft verändert infolge verschiedener Brechungs- und Absorptionsverhältnisse die Qualität der Sonnenstrahlung (*Dorno* und *Geibel*). Luftdruck und Niederschlag beeinflussen die Bedingungen für das Auftreten radioaktiver Bodenemanation und damit die Ionisierung der Atmosphäre. Luftfeuchtigkeit und Niederschlag stehen in inniger Wechselbeziehung mit der Temperatur usw. Bestehen so Wechselbeziehungen schon in physikalischer Hinsicht, so sind die physiologischen Verhältnisse noch ungleich verwickelter. Die Wirkung eines Elementes der Witterung beeinflußt durch Veränderungen der Körperbeschaffenheit die Wirkungsmöglichkeit anderer. Auf der anderen Seite ist der Mensch mit seinen sehr verschiedenartigen Reaktionsmöglichkeiten und seiner persönlichen Disposition das zweite, ebenfalls komplizierte System.

Es bestand nun die Möglichkeit, daß einer dieser Witterungsfaktoren dominierend die Sterblichkeitsziffer beeinflussen könne. Mit Hilfe der Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Potsdam versuchten wir nun, zwischen den Schwankungen der einzelnen Witterungsfaktoren, und zwar denen von Luftdruck, Lufttemperatur, Dampfspannung, relativer Feuchtigkeit, Richtung und Stärke des Windes, Bewölkung und Niederschlägen einerseits und den täglichen Schwankungen der Sterbeziffer andererseits Zusammenhänge zu finden. Für die Jahre

1927 bis 1929 fertigten wir uns für jedes einzelne Element aus den Ergebnissen der täglichen Messung Kurven an, in die wir dann die tägliche Sterbeziffer übertrugen. Wie *Struppel*, der unabhängig von uns ähnliche Untersuchungen am Material des Krankenhauses München-Schwabing anstellte, mußten wir auch diesen Versuch bald aufgeben, da sich keine gesetzmäßige Abhängigkeit der Sterbeziffer von irgendeinem dieser Elemente feststellen ließ. Am ehesten schien uns der Luftdruck eine gewisse Beeinflussung der Höhe der Todesziffer zu haben, und zwar hauptsächlich die Schwankungen des Luftdruckes, nicht aber der absolut hohe oder niedrige Luftdruck, wie es auch *Struppel* und vorher *Blumenfeld* beobachteten konnten.

Für die weiteren Untersuchungen kamen uns dann die Veröffentlichungen von *de Rudder* über den Zusammenhang von Durchzügen atmosphärischer Unstetigkeitsschichten mit dem Auftreten von Kehlkopfkrug zu Hilfe. Diese Unstetigkeitsschichten sind in ihrer Bedeutung für die Wetterkurve in ihren Einzelheiten erst nach Einführung der Luftkörperanschauung durch die Forschungen von *Bjerknes* und seiner Schule erkannt worden. Zur Erläuterung dieser Luftkörperanschauung halte ich mich an die Darstellung von *de Rudder* in seiner Monographie „Wetter und Jahreszeit als Krankheitsfaktoren“ (Berlin: Julius Springer 1931).

Wir wissen heute, daß die Luftmassen unseres Gebietes aus verschiedenen, wohl charakterisierten „Luftkörpern“ bestehen. Diese Luftkörper unterscheiden sich untereinander weitgehend in ihren physikalischen Eigenschaften. Ganze Gruppen meteorologischer Messungen sind damit unter diesem höheren Begriff vereinbar. Diese Eigenschaften wechseln nämlich je nach der Herkunft des betreffenden Luftkörpers (polar, tropisch), sowie auch nach dem „Alter“ desselben, d. h. nach der Zeit, die der Luftkörper bereits über einer Gegend lagert. Nun wechselt durch die dauernden Verlagerungen von Luftmassen über der Erde sehr häufig der einzelne über einem Orte liegende Luftkörper. Mit jedem solchen Wechsel gelangt der Ort also aus einem meteorischen Milieu in ein erheblich anderes, von dem bisherigen verschiedenen.

Weiterhin aber interessieren ganz besonders meteorische Gebilde, die wir erst mit Einführung dieser Luftkörperanschauung kennengelernt haben, die „atmosphärischen Unstetigkeitsschichten“. Es sind das ganz allgemein die Grenzschichten, in denen zwei Luftkörper aneinander stoßen. An dieser Grenze erfolgt nämlich keine gleichmäßige Mischung der beiden anstoßenden Luftkörper, sondern es bildet sich ganz analog sonstigen Grenzflächen verschiedener aneinander grenzender Medien eine Schicht mit ganz besonderen physikalischen Verhältnissen der angrenzenden Luftmassen. Mit der Verlagerung von Luftkörpern verlagern sich auch diese Unstetigkeitsschichten, sie ziehen über Orte und Länder hinweg. Dieser Wegzug von Unstetigkeitsschichten ist meist aus den meteorolo-

gischen Elementen evtl. unter Zuhilfenahme der einschlägigen Wetterkarten abzulesen.

Für Berlin kommen hauptsächlich die als *Zyklonfronten* bekannten Unstetigkeitsschichten an der *Vorderseite (Warmfront)* und *Rückseite (Kaltfront, Böenfront)* von Tiefdruckgebieten in Betracht, da unsere Gegend in ausgedehntem Maße von Tiefdruckgebieten durchzogen wird.

Da diese atmosphärischen Gebilde für die Auslösung von Krankheitsvorgängen (*Feige, Freund, v. Heuß, Jakobs, Moese, de Rudder, Struppner*), und wie wir sehen werden, für die Beeinflussung der Sterblichkeitssiffer eine entscheidende Rolle spielen, mögen sie in den wesentlichsten Zügen im nachfolgenden dargestellt werden:

Die Troposphäre stellt die unterste, noch unter der Einwirkung der Erdoberflächenstrahlung stehende Luftsicht dar, welche sich, in den verschiedenen Zonen verschieden, etwa 8–11 km hoch erstreckt. Die Vorgänge in ihr sind für unsere nördliche gemäßigte Zone ganz besonders bestimmt durch Phänomene, welche sich an der Grenzfläche zweier Luftströmungen abspielen. Im Norden strömt sog. Polarluft von Ost nach West — also gegen die Rotationsrichtung der Erde. Südlich davon in der gemäßigten Zone und am Nordrand der subtropischen Zone strömt sog. Tropikluft von West nach Ost — also in Richtung der Erdrotation.

Die beiden Luftarten („Luftkörper“) unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der entgegengesetzten Strömungsrichtung, sondern sie sind vor allem auch physikalisch sehr weitgehend voneinander verschieden. In der folgenden Tabelle sind einige wesentliche Unterschiede kurz zusammengestellt.

<i>Polarluft</i>	<i>Tropikluft</i>
kälter als die Unterlage	boden gekühlt, sonst warm
instabil geschichtet	stabil geschichtet
spärlicher Gehalt an kleinen „Kernen“ ¹	reichlicher Gehalt an größeren Kernen
durchsichtig	stark opak
relativ trocken	relativ feucht
diatherman ²	schlechter diatherman
stark durchlässig für kurzwellige Strahlung	schwach durchlässig für kurzwellige Strahlung
geringer Ionengehalt	starker Ionengehalt
schwach elektrisch geladen	stark elektrisch geladen

Diese Unterschiede führen dazu, daß an der etwa senkrecht zur Erdoberfläche verlaufenden Grenzschicht beider Luftkörper keine Mischung derselben eintritt, sondern daß sich die warme Tropikluft und die kalte Polarluft in einer scharfen „Diskontinuitätsfläche“, der *Polarfront*, berühren. Diese Grenzfläche, die natürlich nicht als mathematische Fläche, sondern als „Unstetigkeitsschicht“ bestimmter Dicke zu denken ist, verhält sich nun etwa so wie eine elastische Membran, d. h. sie gibt Druckkräften nach jeder Richtung nach, erleidet Vorbauchungen und Einbuchtungen. Nun müssen an einer solchen Grenze nach *Helmholtz* Wellenbewegungen auftreten, d. h. etwa ein abwechselndes Vordringen und Zurückgedrängt-

¹ „Kerne“ sind kleine, nichtgasförmige Teilchen, die der Luft beigemengt sind und für die „Sichtigkeit“ sowohl wie für die elektrischen Eigenschaften eine große Rolle spielen.

² In hohem Maße durchlässig für Wärmestrahlung, ohne dieselbe nennenswert zu absorbieren.

werden der Polarluft¹. Nach heute allgemein anerkannter Auffassung (vor allem auf Grund der Untersuchungen der norwegischen Meteorologenschule *Bjerkenes, Solberg, Bergeron u. a.*) bilden diese Wellen der *Polarfront* (s. Abb. 1 rechts oben) die Kerne für die bekannten Depressionen (Zyklonen, Tiefdruckgebiete).

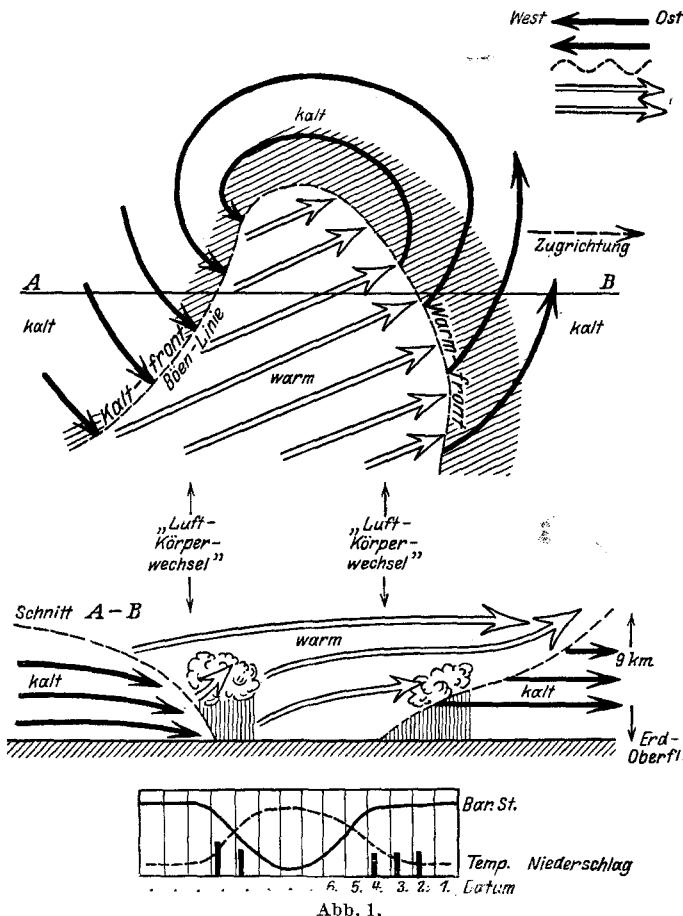


Abb. 1.

Im vorstehenden Schema Abb. 1 ist ein solches, von der Tropikluft in die Polarluft vorgetriebenes Wellental dargestellt, und zwar zunächst auf dem Horizontal schnitt, d. h. so, wie das Gebilde auf der Erde liegt. Das ganze Gebilde stellt ein Tiefdruckgebiet, eine Depression oder Zyklone dar.

Im Zentrum haben wir *Tropikluft*, welche auf der Vorderseite (rechts) die Polarluft vor sich herstößt. Diese letztere gerät in die übrige Strömungsrichtung der Polarluft und wird auf diese Weise im Gegensinne des Uhrzeigers in Rotation

¹ Auch eine andere Entstehungsweise dieser Wirbelbildungen wird neuerdings vertreten. Die über den riesigen Eisfeldern Grönlands abgekühlten Luftmassen gleiten nach Süden und gelangen dadurch den in Richtung der Erdrotation kreisenden Tropikluftmassen in den Weg. Für das medizinische Problem sind diese Fragen indes vorläufig ohne Belang.

versetzt (Windrichtung). Diese Rotation kann sogar durch Wirbelbildung zur Abschnürung des ganzen Gebildes führen. Auf der Rückseite des Warmkernes (links) drückt die schwere Polarluft nach. So zieht das ganze Gebilde von West nach Ost über die Erde (von Sonderfällen abgesehen).

Auf der *Vorderseite* treten also alle von der Zyklone überschrittenen Orte plötzlich aus der kalten kontinentalen Polarluft in die warme Tropikluft über, *das Thermometer steigt, das Barometer fällt*. Wenn wir von täglichen Wetterkarten absehen, so können wir also aus dem örtlichen Gang von Temperatur und Barometerstand allein in vielen Fällen schließen, daß ein „*Luftkörperwechsel*“ stattgefunden hat, daß die „*Warmfront*“ einer Depression den Ort passiert hat. Mit diesem Luftkörperwechsel erfolgt, wenn wir uns an die physikalischen Unterschiede beider Luftarten erinnern, ein plötzlicher Wechsel des gesamten meteorischen Milieus, welcher alle Lebewesen des passierten Ortes trifft.

Das Umgekehrte erfolgt auf der *Rückseite* der „*Kaltfront*“ der Depression¹. Sobald die hier vorhandene Diskontinuitätsfläche den Ort passiert, erfolgt ein Luftkörperwechsel im Gegensinne, ein plötzlicher Übergang von der Tropik- in die Polarluft: *Das Thermometer fällt, das Barometer steigt*. Der Ort rückt aus dem warmen Sektor der Zyklone in die aus polarem Luftmassen gebildete Antizyklone ein. Wieder können wir aus diesem Verlauf der Elemente auf einen Wechsel im meteorischen Milieu schließen.

Da an den beiden Grenzflächen sich noch andere, oft sehr charakteristische Vorgänge abspielen, aus denen wir manche Schlüsse ziehen können, sei hier noch einiges angefügt.

Legen wir, wie in der Abbildung gezeichnet, einen Schnitt AB senkrecht zur Erdoberfläche durch die Depression, so sehen wir an der *Vorderseite* die warme Tropikluft über die Polarluft aufsteigen. Erstere kommt damit in Höhen niedrigen Druckes, sie muß sich abkühlen, ihr Sättigungsdefizit sinkt und da sie sehr wasser-dampfreich war, erfolgt Wolkenbildung (Schichtwolken, *Stratuswolken*), evtl. fällt der sog. „*Aufgleitregen*“.

Auf der *Rückseite* pflügt sich die mit großer Geschwindigkeit und Gewalt nachstürzende Polarluft unter die Tropikluft, stößt diese gewaltsam in die Höhe, es erfolgt aus analogen Gründen Bildung von Haufenwolken (*Kumuluswolken*), Gewitterwolken, vielfach *böenartiger Regen* oder Schneefall², evtl. Neigung zu Böengewitter. Wegen dieser Erscheinungen spricht man von der Kaltfront auch als der „*Böenfront*“.

Das gesamte „*Niederschlagsfeld der Zyklone*“ ist im Schema schraffiert gezeichnet. Folgende Übersicht faßt das Gesagte zusammen:

<i>Zyklone (Depression)</i>	
<i>Vorderseite (Warmfront)</i>	<i>Rückseite (Kaltfront)</i>
Thermometer steigt	Thermometer fällt
Barometer fällt	Barometer steigt
Schichtwolken (Stratus)	Haufenwolken (Kumulus-, Gewitter-wolken)
„Aufgleitregen“ (Schneefall)	„Böenfront“: Böen—Böengewitter— Böenregen—Schneeböen— Schauerregen.

Wir sahen in dem Schema Abb. I, daß die mit Wucht auf der Rückseite einer Zyklone nachdrängenden Polarluftmassen die Tropikluft unterpflügen und sie

¹ „*Kaltfront*“ wolle nicht mit „*Polarfront*“ verwechselt werden, von der sie nur einen Teil darstellt, wie aus vorstehenden Erörterungen ersichtlich.

² Böen sind stoßweise und mit hoher Geschwindigkeit erfolgende Winde.

teilweise vom Erdboden abheben. Nicht selten erfolgt bis zur Ankunft der Zyklone über dem Kontinent dieser Vorgang in solchem Ausmaße, daß der gesamte Warmluftkern der Zyklone als „*Warmluftschale*“ vom Erdboden abgehoben wird und darunter die Polarluftmassen der Vorder- und Rückseite zusammenstoßen, ein Vorgang, der in der Meteorologie als „*Okkulsion einer Zyklone*“ geläufig ist.

Abb. 2 soll diese Erscheinung schematisch versinnbildlichen. Auf der Erdoberfläche erfolgt dann, sofern die Polarluft der Vorderseite von jener der Rückseite nicht stärker verschieden ist, keinerlei Luftkörperwechsel und dementsprechend

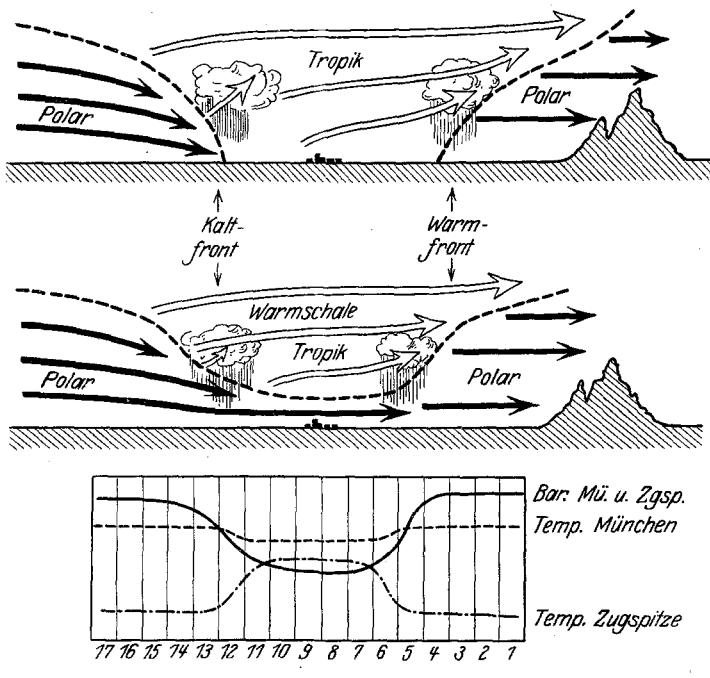


Abb. 2.

bleibt die Temperaturänderung hier aus, bzw. erfolgt sie aus noch zu besprechenden Gründen unter Umständen sogar im Gegensinne. Nur der Druckfall und vorübergehende Bewölkung sind natürlich zu beobachten, da die Warmluftschale über der Erdoberfläche in weiter Ausdehnung oft über ganze Länder wegzieht. In solchen Fällen sind die Zyklonfronten also sozusagen in die Lüfte gehoben und man trifft sie sehr häufig dann noch auf Bergstationen; dann aber gelingt eine Analyse von Vorgängen oft erstaunlich einfach, wenn man Messungen aus größerer Höhe heranziehen kann; solche stehen zum Beispiel für München in selten günstiger Weise zur Verfügung in den Messungen des relativ nahen Observatoriums auf dem Zugspitzgipfel (3000 m über dem Meer), sowie der Station Hohenpeißenberg (900 m über dem Meer).

Sehr häufig findet man nun beim Passieren der Fronten einer okkludierten Zyklone eine zunächst überraschende Temperaturänderung auf der Erdoberfläche, nämlich beim Passieren der Warmfront (Vorderseite) eine leichte Abkühlung, beim Passieren der Kaltfront (Rückseite) eine Erwärmung. Diese Temperaturänderung beruht nicht etwa auf einem Luftkörperwechsel, d. h. auf dem Einströmen anders temperierter Luft, sondern geschieht auf rein „dynamischem Wege“, indem Luft bei

Druckentlastung sich abkühlt, bei Kompression sich erwärmt (adiabatische Temperaturänderungen). Erfolgt nun in größerer Höhe der Einbruch warmer und damit leichter Luftmassen, so werden die darunterliegenden Luftsichten (wie ja auch das fallende Barometer anzeigt) entlastet und müssen sich somit abkühlen. Umgekehrt werden beim Einbruch polarer, kalter Luftmassen (etwa auf der Rückseite einer okkludierten Zyklone, d. h. nach Durchzug der Warmschale) in den oberen Luftsichten die unteren Schichten komprimiert (Barometer steigt) und sie beantworten diese Kompression mit adiabatischer Erwärmung. Zusammenfassend:

Änderung der meteorologischen Elemente beim Durchzug einer Warmschale:

<i>Vorderseite</i>	<i>Rückseite</i>
Luftdruck fällt	steigt
Temperatur oberer Luftsichten steigt	fällt
Temperatur am Erdboden unverändert oder fällt	unverändert oder steigt

Es folgt nun noch eine Tabelle, aus der die näheren Bezeichnungen der verschiedenen Luftkörper nach ihren Ursprungsgebieten hervorgehen.

Die Luftmassen werden definiert nach den Gebieten, in denen sie während der letzten vier Tage einheitlich und bestimmt beeinflußt wurden, d. h. in denen ihre beim Eintreffen erkennbaren charakteristischen Eigenschaften ihnen aufgeprägt wurden.

Tabelle 1.

<i>Bezeichnung:</i>	<i>Ursprungsgebiet:</i>
m A K	Grönland, Spitzbergen.
c A K	Nowaja Selmja, Barentmeer, Nordrussland.
m P K	Nördlicher Atlantik (zwischen $50^{\circ} + 65^{\circ}$ Breite) Canada.
c P K	Innerrußland, Finnland, Skandinavien (Winter).
c W	Innerrußland (Sommer), Balkan, auch evtl. aus Fennoskandien, wenn durch Strahlung stark erwärmt.
J	Indifferente Luft, das ist Luft, die einige Tage in der Nähe des Beobachtungspostens verblieben ist und ihre vorherigen Eigenschaften verloren.
m P W	Atlantischer Ozean (zwischen $40^{\circ} + 50^{\circ}$ Breite).
m P W SE	Feuchtwarme Südostluft (Schwarzes Meer).
m T W	Azoren, gesamtes Mittelmeer.
c T W	Nordafrika, Balkanhalbinsel, Kleinasien.
m maritim, c kontinental, A arktisch, P subpolar, T subtropisch, K Kaltluft, W Warmluft.	

Bevor ich nun in folgendem zu den eigenen Untersuchungen komme, muß ich noch einiges vorausschicken.

Wenn, wie wir sehen werden, die oben beschriebenen Durchzüge atmosphärischer Unstetigkeitsschichten tatsächlich einen Einfluß auf die Schwankungen der Todesziffer haben, so treten uns doch bei der Beurteilung dieser Zusammenhänge neue Schwierigkeiten in den Weg.

Eine der Schwierigkeiten ist die, daß wir bis heute noch nicht in der Lage sind, die „Stärke“ einer über unser Gebiet dahinziehenden Front anzugeben. Es ist sicher, daß die einzelnen Fronten in bezug auf ihren Ursprung auf uns durch ihre Stärke verschiedene Wirkungen haben müssen. Nun ist aber bisher die Stärke einer Front noch nicht

meßbar, und es gibt namhafte Meteorologen, die behaupten, daß die Berechnung der Stärke einer atmosphärischen Unstetigkeitsschicht wohl auch in Zukunft kaum möglich sein wird. Wir können heute nur aus den Erscheinungen, welche die über unser Gebiet dahinziehende Front auslöst, auf ihre Stärke schließen. Ich kann weiter unten zeigen, daß zum Beispiel eine der stärksten Kaltfronten, die wir seit Jahrzehnten in Deutschland erlebt haben, tatsächlich einen deutlichen und eindrucksvollen Einfluß auf die Sterblichkeit hatte. Andererseits weist aber auch *de Rudder* darauf hin, daß nicht nur „Wetterstürze“, die sehr sinnfällig den Durchzug von Unstetigkeitsschichten verraten, sondern auch viel weniger eindrucksvolle Witterungsänderungen krankheitsauslösend wirken, also wohl auch die Todesziffer beeinflussen können. Denn „Wetterstürze“ und weniger eindrucksvolle Witterungsänderungen, die nur durch feinere Beobachtungen nachweisbar sind, sind meteorologisch grundsätzlich gleiche Vorgänge.

Eine weitere Schwierigkeit in der Beurteilung liegt in der Verschiedenartigkeit des beeinflußten Krankenmaterials. Es war uns von vornherein klar, daß, abgesehen von den Todesfällen durch Blitzschlag und durch direkte Einwirkung starker Kälte und Hitze, das Wetter einen sonst gesunden Menschen nicht töten kann.

In der gesamten Literatur gibt es bisher nur einen einzigen Fall, von dem es ziemlich wahrscheinlich ist, daß hier der Tod durch direkte Einwirkung meteorologischen Geschehens auf einen sonst gesunden Organismus eingetreten ist. *Jenny* berichtet, daß ein bis dahin gesunder Säugling in wenigen Stunden unter Atemstörungen starb, nachdem eine ungewöhnlich warme Witterung ganz plötzlich unter Abkühlung um 10° , raschem Barometeranstieg und heftigem Sturm, umgeschlagen war. Solche Beobachtungen hängen aber noch „ganz in der Luft“.

Wie wir einleitend sahen, haben die bisherigen Untersuchungen ergeben, daß die Witterung niemals die Krankheitsursache selbst, sondern nur die *krankheitsauslösende* Ursache ist. Es bedarf für die Krankheitsauslösung immer prädisponierter, „resonanzfähiger“ (*de Rudder*) Individuen. Wie Kinder mit latenter Spasmophilie plötzlich unter Witterungswechsel Schübe manifester spasmophiler Zustände zeigen, wie bei der Eklampsie der Schwangeren, bei der Hämoptoe, beim Kehlkopfcrroup, beim akuten Glaukom und bei der Embolie immer ein präparoxysmaler Krankheitszustand im Sinne einer Bereitschaft vorhanden sein muß, so muß auch für die Einflüsse der Witterung auf den Eintritt des Todes ein durch Krankheit weitgehend vorbereiteter Organismus vorhanden sein.

Als dritte Schwierigkeit in der Beurteilung kommt hinzu, daß neben den Witterungseinwirkungen sicher auch noch anders geartete Einwirkungen vorhanden sind, welche die Sterblichkeitsziffer beeinflussen. Trotzdem nehmen wir an, daß dem Wetter ein ganz besonderer Einfluß zukommt, weil es einerseits für alle Individuen mehr oder weniger gleichmäßig vorhanden ist und es andererseits zu den übrigen Einwirkungen außerdem hinzukommt.

Ich habe nun für meine Untersuchungen nicht nur das Material der Prosektur des Charitékrankenhauses Berlin verwertet, sondern auch das Material der zwei anderen großen Berliner städtischen Prosekturen, des *Rudolf-Virchow-Krankenhauses* und des *Friedrichshain-Krankenhauses*. Für die Erlaubnis zur Verwertung auch des Materials dieser Prosekturen danke ich den Herren Professoren *Pick* und *Anders*; die Mitverwertung desselben erwies sich aus folgenden Gründen notwendig.

Das Krankenmaterial der Charité ist leider ein Auslesematerial. Es werden in der Charité meist nur solche Patienten aufgenommen, für die nach Maßgabe der Art der Untersuchungen der einzelnen Spezialkliniken besonderes klinisches Interesse vorliegt. So kommt es, daß wir bei unseren Sektionen verhältnismäßig wenig Todesfälle an Pneumonien, Apoplexien und Herzmuskeldegenerationen, dafür aber um so mehr Todesfälle bei Hirntumoren, Blutkrankheiten, Carcinomen und Sarkomen sehen. Die großen städtischen Prosekturen haben dagegen ein großes Material an senilem Marasmus, Myodegeneratio cordis, Pneumonien und Apoplexien. Bei diesem verschiedenartigen Krankheitsmaterial ist natürlich auch die Zahl der resonanzfähigen Individuen eine verschiedene. So erklärt es sich, daß, obwohl diese drei Krankenhäuser sehr nahe beieinander liegen und somit auch hinsichtlich ihrer Witterungsbeeinflussung das gleiche Milieu aufweisen, die Schwankungen der Todesziffer nicht immer gleichmäßig sind. An manchen Tagen ist das Zusammengehen der Schwankungen sehr sinnfällig, an anderen Tagen dagegen weniger deutlich. Da auch die Belegziffer an den einzelnen Krankenhäusern sehr starken Schwankungen unterworfen ist und von vielen äußeren Einwirkungen abhängig ist, so ist wohl auch hierin ein Grund zu sehen, warum die Beeinflussung durch die Witterung nicht immer ganz klar herauszuarbeiten ist.

Um nun all diesen Fehlerquellen aus dem Wege zu gehen, habe ich das Material in seiner Gesamtheit — nicht die einzelnen Krankheiten — auf seine Beeinflussung durch das meteorologische Geschehen untersucht. Es umfaßt 16 382 Sektionsfälle. Ich darf wohl annehmen, daß sich bei dieser großen Anzahl von Todesfällen und der Berücksichtigung dreier verschiedener Krankenhäuser eine mehr oder weniger starke Beeinflussung durch — zufällige — andere Einwirkungen, wie ich sie oben beschrieben habe, ziemlich weitgehend ausgleicht. Meiner Ansicht nach ist das verhältnismäßig kleine Material, mit dem *Struppner* am Krankenhaus Schwabing in München gearbeitet hat, nicht ausreichend für eine eindeutige Beurteilung, da ja bei einem kleinen und isolierten Material die anderweitigen Einwirkungen doch wesentlich stärker sind, als bei einem großen Material. Wie wir später sehen werden, wird unser Gebiet so häufig von atmosphärischen Unstetigkeitsschichten durchzogen, daß bei kleinem Material eine zu große Wahrscheinlichkeit für zufälliges Zusammengehen von Witterung und Tod vorhanden ist.

Ich habe nun an Hand der Sektionsdiagnosen der einzelnen Prosekturen die Zahl der Todesfälle, Tag und Stunde des Eintrittes des Todes, Alter und Geschlecht des Verstorbenen festgestellt. Außerdem wurden die Fälle hinsichtlich ihrer Todesursache in verschiedene Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe umfaßt alle organischen Herz- und Gefäßkrankheiten einschließlich der luetischen Erkrankungen des Herzens und der Gefäße. In der zweiten Gruppe sind alle Lungenkrankheiten, insbesondere Lungenentzündungen und Lungen- und Pleuraeiterungen enthalten. Die dritte Gruppe vereinigt alle Fälle von Lungen- und Knochentuberkulose, bei denen die Tuberkulose als solche ausgesprochene Todesursache war. In der vierten Gruppe sind alle Todesfälle bei Infektionskrankheiten zusammengefaßt. Die fünfte Gruppe setzt sich aus allen Todesfällen bei Tumoren zusammen und die sechste Gruppe vereinigt alle tödlichen Gehirnblutungen und Gehirnerweichungen. Die Zahl der Todesfälle an Embolie und der tödlich ausgehenden Nierenerkrankungen ist im Verhältnis zu den oben erwähnten Erkrankungen bei unserem Material so gering, daß sie wohl bei der Gesamtdarstellung berücksichtigt, nicht aber als selbständige Krankheitsgruppe untersucht wurden¹.

Nachdem so das Sektionsmaterial zusammengetragen war, wurden an Hand der täglichen Wetter- und Arbeitskarten der öffentlichen Wetterdienststelle Berlin und außerdem der täglichen Breslauer und norwegischen Wetterkarten die Durchzüge von atmosphären Unstetigkeitsschichten hinsichtlich des Terms des Durchzugs über Berlin und den Ort ihres Ursprungs festgelegt. Es wurden nun die Schwankungen der Sterblichkeitssziffer graphisch dargestellt. Auf der Abszisse wurden die einzelnen Tage des Monats, auf der Ordinate die Zahl der Todesfälle abgetragen. Die eingetragene Todesziffer stellt dabei die tägliche Gesamt-todesziffer der drei Krankenhäuser dar. In den nun folgenden graphischen Darstellungen bedeutet ein Pfeil (↓), daß an dem Tage, an dem der Pfeil in die Kurve eingetragen ist, eine Frontpassage in Berlin stattgefunden hat. Neben dem Pfeil ist die nähere Bezeichnung über Art und Ursprungsgebiet der Front angegeben (s. auch Tabelle 1). Eine umrahmte Bezeichnung einer Front bedeutet, daß es sich um eine Okklusionserscheinung handelt. Es ist noch zu bemerken, daß in den Kurven immer *alle* Fronten eingetragen sind, auch wenn sie ohne Einfluß auf die Sterblichkeit geblieben sind.

Abb. 3 stellt die Monatskurve für den Februar des Jahres 1929 dar. Mit ihrer starken Schwankung der Todesziffer ist sie ein sehr sinnfälliges Beispiel für die Beeinflussung des Eintritts des Todes durch die Witterung. Sehen wir uns die dazugehörigen meteorologischen Daten ein wenig näher an.

¹ Diese nach der üblichen Systematik vorgenommene Einteilung der Krankheiten könnte sehr wohl für unseren Zweck eine sehr unglückliche sein; eine bessere, etwa nach den letzten inneren, Todesursachen eingerichtete steht uns aber heute noch nicht zur Verfügung. Rössle.

5. Februar. Eine am Vortage im nordwestlichen Rußland erschienene Depression ist weiter ostwärts gezogen, auf ihrer Rückseite erfolgt ein kräftiger Kälteeinbruch, dessen vorderer Rand mit ansteigendem Druck bereits Ostpreußen erreicht hat, sich weiter südwestwärts fortpflanzt und am Morgen des **6. Februar** Berlin erreicht. Die Temperatur fällt, das Barometer steigt. Es erfolgt ein rapider Anstieg der Todesziffer.
7. Februar: Die Kaltluftmassen haben sich nach Westen weiter ausgebreitet, das Wetter ist heiter und kalt. Die Sterbeziffer geht zurück.

8. Februar: Bei Island ist eine neue, tiefe Depression erschienen, die ihren Einfluß in starker Bewölkung und Milderung des Frostes äußert. Am **9. Februar** ist in unserem Gebiet bei schwachen Nordostwinden eine wesentliche Milderung des Frostes eingetreten. Wieder erfolgt eine leichte Steigerung der Todesfälle. Jetzt setzt sich aber kalte Luft von Nordosten her in Bewegung, sie hat in Ostpreußen bereits Aufheiterung mit Temperaturrückgang verursacht. Die Todesziffer geht stark zurück. Am **10. Februar** beherrscht nun das ausgedehnte russische Hochdruckgebiet vollkommen das Wetter. Die Temperatur sinkt

durch dauernden Nachschub von kalter Luft von Nordosten her mehr und mehr. Die Nacht vom **9.** zum **10. Februar** ist mit die kälteste seit 1855. Am **11. Februar** herrscht immer noch heiteres, wolkenloses, kaltes Wetter. **12. Februar:** Die kalten Luftmassen dehnen sich immer noch weiter nach Westen aus. Die Mortalitätskurve erreicht ihren tiefsten Punkt. **13. Februar:** Die kalte Luft hat heute Frankreich in ihren Bereich aufgenommen. Eine Mittelmeerdepression zeigt einen tiefen Kern zwischen Genua und Livorno, von dem wärmere Luft in der Höhe über dem Balkan nordwärts verfrachtet wird, so daß dort ein umfangreiches Niederschlagsgebiet entstanden ist, das bereits am Vorabend nach Mitteleuropa übergriff und einzelne Schneefälle hervorgerufen hat. Nun erfolgt ein leichter Anstieg der Todeszahl. **14. Februar:** An der Nordostseite der Mittelmeerdepression ist eine Teilstörung über Ungarn entstanden, die wieder einen Schwall wärmerer Luft nach Norden geschafft hat, dabei ist es in der vorhergehenden

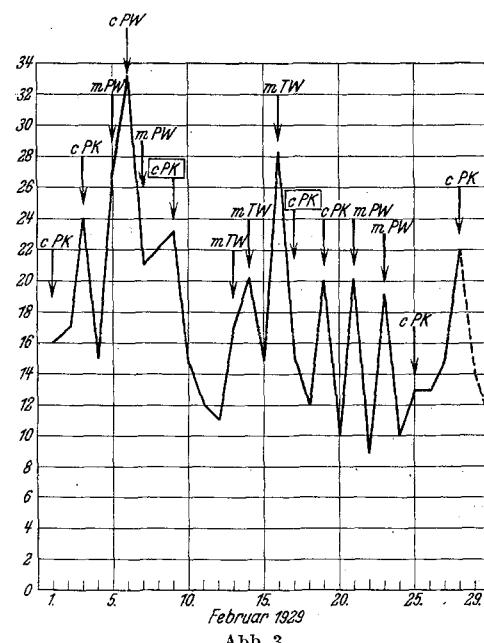


Abb. 3.

Nacht in größeren Teilen Deutschlands zu Schneefällen gekommen, die mit einer merklichen Milderung des Frostes verbunden sind. Daraufhin wieder ein leichtes Ansteigen der Sterbeziffer. *15. Februar*: Nachdem die Teildepression über Ungarn quer durch Deutschland nach Flandern abgezogen ist, zeigt die Kurve wieder ein leichtes Absinken der Mortalität. *16. Februar*: Von der vor 2 Tagen über Ungarn entstandenen Teilstörung ist wieder ein Schwall wärmerer Luft nach Norden in Bewegung gesetzt worden, so daß sich starke Bewölkung, verbunden mit zahlreichen Schneefällen, in Deutschland einstellt. Nun erfolgt wieder ein rapides Ansteigen der Todesziffer. *17. Februar*: Nach Abzug auch dieser Störung kann wieder kalte Kontinentalluft nachrücken. Die Temperaturen gehen wieder zurück, der Barometerdruck steigt. Die Mortalität geht stark zurück. Auch die dann noch folgenden leichten Schwankungen der Todesziffer sind, wie aus der Kurve deutlich ersichtlich, durch Fronteinbrüche beeinflußt. Aus dieser Kurve geht deutlich hervor, daß bei der Untersuchung der Einflüsse der einzelnen Witterungsfaktoren auf die Sterblichkeit ein Vergleich der Temperatur- und Barometerkurven mit der Todeszifferkurve zu keinem eindeutigen Resultat kommen konnte. Die Mortalität ist nicht an den Tagen tiefster Temperatur und höchstem Barometerstand die größte, sondern bei dem Einbruch derjenigen Front, welche die kalten Luftmassen westwärts bringt. Außerdem zeigt sie, daß jeder Fronteinbruch einen Einfluß auf die Sterbeziffer hat.

Ähnliche Beispiele könnte ich noch für andere Monate anführen. *De Rudder* berichtet bei seinen Untersuchungen über den Zusammenhang von Kehlkopfcroucherkrankungen und Witterungsänderungen, daß in Zeiten ziemlich „konstanter“ Witterung, also in Zeiten, wo nur wenige und meist nur schwache Fronten über ein Gebiet ziehen, selten Gruppenfälle von Crouperkrankungen auftreten und meint, damit einen Beweis für die Wirkungsmöglichkeit der Fronten zu haben. Ich kann an meinem Material zeigen, daß tatsächlich auch die Todesziffer in Zeiten ziemlich konstanter Witterung geringere Schwankungen aufweist, als in Zeiten mit häufigen und eindrucksvollen Witterungsänderungen.

Abb. 4 zeigt die Monatskurve Juli 1927 mit wenigen und schwachen Frontdurchzügen. Abb. 5 dagegen die Monatskurve Februar 1929 mit zahlreichen und starken Frontpassagen. Ähnliche Verhältnisse zeigen die Abb. 6 und 7 vom September und Oktober 1928. Die gestrichelte Linie stellt die tägliche mittlere Sterblichkeitsziffer für die Winter- bzw. Sommermonate der 3 Jahre dar. Diese Kurven zeigen aber noch andere interessante Einzelheiten. Aus ihnen geht hervor, daß es die Fronten schlechthin sind, die die Mortalität beeinflussen, daß offenbar hinsichtlich des Unterschiedes von Warm- oder Kaltfronteinbrüchen kein Unterschied in der Beeinflussung wahrzunehmen ist, außerdem kann man aus ihnen ersehen, daß auch die Okklusionserscheinungen eine Wirkung auf die Sterblichkeit haben.

Bei Durchsicht auch der nicht abgebildeten übrigen Monatskurven der 3 Jahre fällt auf, daß nur sehr wenige Fronten ohne Einfluß auf Schwankungen der Todesziffer bleiben. Rein zahlenmäßig sind die Verhältnisse so, daß von *allen* über Berlin einhergegangenen atmosphärischen

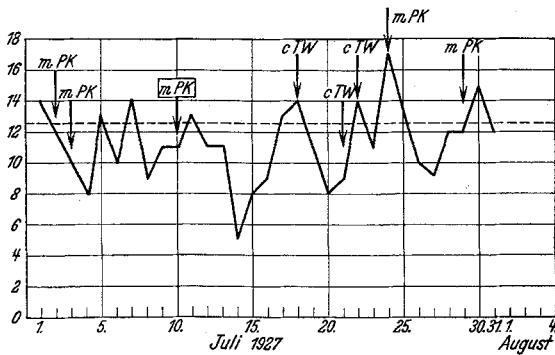


Abb. 4.

Unstetigkeitsschichten 79 % einen Einfluß auf die Höhe der Sterbeziffer haben. Hin und wieder zeigen aber auch die Übersichtskurven, daß erst am Tage nach der Frontpassage die Mortalität zunimmt. Einerseits ist der Grund hierfür wohl darin zu suchen, daß der durch das atmosphärische Geschehen beeinflußte Organismus sich noch kurze Zeit gegen diesen Einfluß halten kann, schließlich aber dann doch versagt. Andererseits ist es aber auch so, daß, wie wir weiter unten noch sehen werden, alle diese Fälle am 1. Nachtag statistisch festliegen, bei denen die Frontpassage sich in den Nachmittags- oder Abendstunden vollzieht und der Tod am frühen Morgen des nächsten Tages eintritt, so daß also nur wenige Stunden zwischen dem Auftreten atmosphärischer Veränderungen und dem Eintritt des Todes liegen.

Ganz vereinzelt weisen meine graphischen Darstellungen aber auch solche Fälle auf, bei denen die Sterblichkeitsziffer am *Vortage* der Frontpassage ihren Höhepunkt hat. Diese Beobachtungen decken sich mit

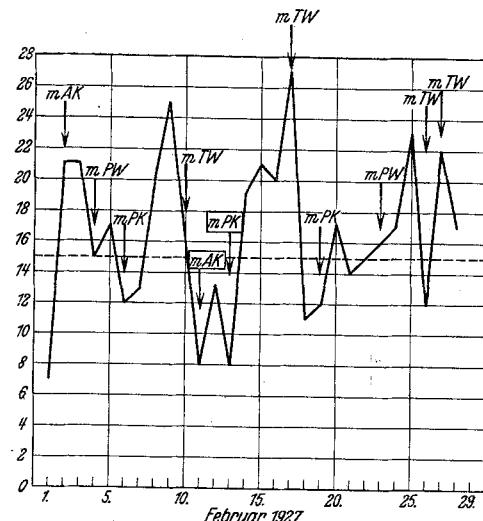


Abb. 5.

denen *de Ridders*, der zeigen konnte, daß Krankheitsfälle bereits dicht vor dem Eintritt eines Luftkörperwechsels auftreten können. Er sagt: „Eine Krankheitsauslösung kann schon zu einer Zeit erfolgen, wo mit den bisherigen Messungen eine Änderung am Beobachtungsort noch kaum festzustellen ist.“

Jede Theorie über die Auslösung von Krankheiten durch Wettervorgänge muß unter allen Umständen diese Beobachtungen berücksichtigen.“ Im übrigen ist dies ja eine alltägliche Beobachtung. „Wetterpropheten“ mit Narben, chronisch entzündlichen oder rheumatischen Prozessen haben ihre Schmerzzustände ja meist beim Herannahen, nicht aber erst beim Auftreten des Wetterumschlages.

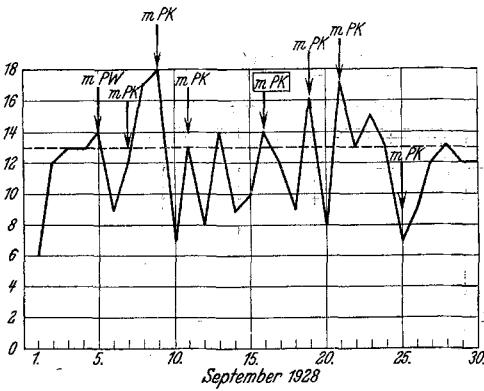


Abb. 6.

Ich habe nun versucht, die einzelnen Fronten, und zwar *alle* Fronten, ganz gleichgültig, ob sie eine Erhöhung der Sterbeziffer mit sich brachten oder diese Beeinflussung nicht zeigten, in Beziehung zu den täglichen

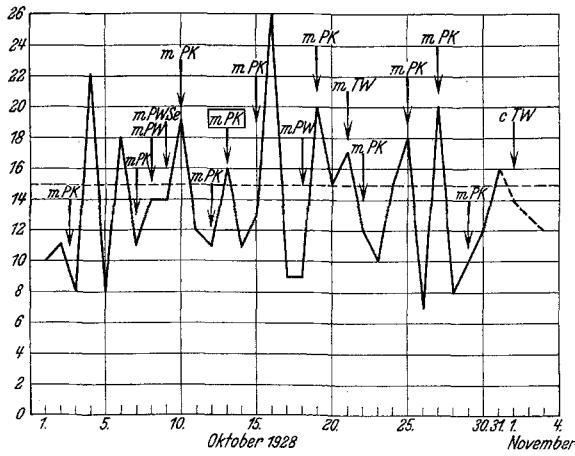


Abb. 7.

Todesfälle zu bringen. Ich bin so vorgegangen, daß ich in einer Tabelle alle Tage, an denen in Berlin ein Frontdurchgang (*Fronttage*) vor sich ging, untereinander angeordnet und in diese Rubrik die auf den Fronttag fallende Anzahl der Todesfälle eingetragen habe. In der gleichen Weise habe ich den 1. und 2. Vortag, sowie den 1. und 2. Nachtag des Front-

durchzuges festgelegt und die auf diese Tage fallenden Sterblichkeitsziffern eingetragen. Ist nun tatsächlich eine besondere Einwirkung der Fronten auf die Mortalität vorhanden, so muß, wenn man die Zahlen in den einzelnen Rubriken addiert und durch die Anzahl der Fronten dividiert und den Durchschnitt der Todesfälle an Fronttagen und dem an anderen Tagen vergleicht, ein „Gipfel“ der Todesziffer am Fronttag auftreten. Durch diese Anordnung werden sich dann, wenn die Fronten wirklich einen Einfluß haben, alle anderen, rein zufälligen Einwirkungen gegenseitig mehr oder weniger aufheben müssen. So habe ich nun sämtliche Fronten untereinander angeordnet, und zwar in drei verschiedenen Gruppen: 1. Kaltfronteinbrüche, 2. Warmfronteinbrüche und 3. Okklusionserscheinungen. Jede dieser Gruppen wurde dann noch in zwei weitere Gruppen unterteilt, je nachdem die Fronten im Sommer oder Winter Berlin passierten. Als Sommermonate galten die Monate Mai bis September, als Wintermonate Oktober bis Dezember und Januar bis März.

Betrachten wir zunächst die Summe aller Fronten, die in den untersuchten 3 Jahren über Berlin einhergingen, ganz gleichgültig, ob sie Warm- oder Kaltfronten oder auch Okklusionserscheinungen waren, ob sie im Winter oder Sommer passierten, und die dazugehörigen Summen der Sterbeziffern an den Fronttagen, 1. und 2. Vortagen und 1. und 2. Nachtagen, so ergibt sich folgende Tabelle:

Anzahl der Fronten	Zahl der Sterbefälle am				
	2. Vortag	1. Vortag	Fronttag	1. Nachtag	2. Nachtag
395	5,204	4,994	5,818	5,402	5,105
Im Mittel also	13,2	12,6	15	13,6	12,9

oder graphisch dargestellt (Abb. 8, s. S. 254).

Aus dieser Darstellung geht, soweit man dies bei dem heutigen Stande der Forschung behaupten kann, mit Sicherheit hervor daß die atmosphärischen Unstetigkeitsschichten einen Einfluß auf den Eintritt des Todes haben.

Die Kurve würde einen noch außerordentlich deutlicheren Gipfel aufweisen, wenn ich nur solche Fronttage berücksichtigt hätte, die sich nicht gegenseitig beeinflussen. Wie aus den Abb. 3—7, noch häufiger aber aus den nicht veröffentlichten Kurven ersichtlich ist, ist sehr oft der 1. oder 2. Vortag, oder auch der 1. und 2. Nachtag selbst ein Fronttag, hat also selbst meist schon eine hohe Sterblichkeitsziffer, oft sogar eine bedeutend höhere, als dieser Fronttag. Wenn ich dann trotz alledem in der Gesamtkurve noch einen Gipfel habe, so beweist er mir, daß eine Wirkung vorhanden sein muß. Außerdem ist in allen einzelnen Zusammenstellungen für die verschiedenen Frontarten und

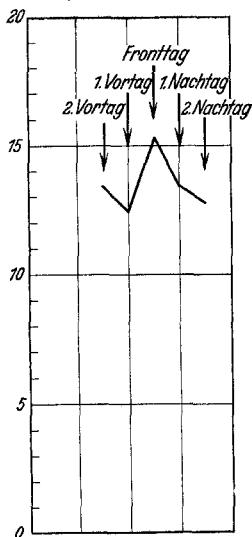


Abb. 8.

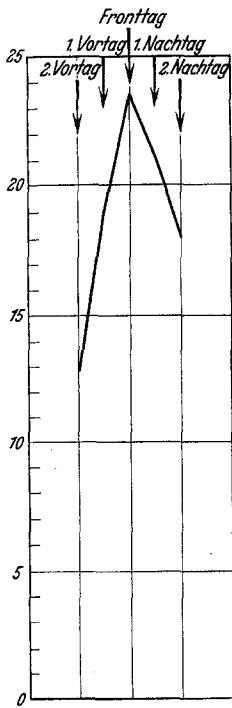


Abb. 9.

Jahreszeiten *immer* dieser Gipfel am Fronttag zu beobachten. Wäre eine Einwirkung nicht vorhanden, so müßten einige der Kurven an den anderen Tagen den Gipfel aufweisen. Für einzelne Frontengruppen ist die Bildung eines Gipfels sehr eindeutig (s. Abb. 10 und 11). Die folgende Abbildung (Abb. 9) zeigt die Summe aller maritim polaren Kaltfronten mit ihren zugehörigen Sterbeziffern für die Sommermonate des Jahres 1928 in graphischer Darstellung.

Aus ihr geht hervor, daß der Fronttag einen sehr hohen Gipfel hat, daß also im Sommer 1928 die maritim polaren Kaltfronten einen eindeutig festlegbaren Einfluß auf die Mortalität hatten.

Es muß weiter beachtet werden, daß — wie oben schon angedeutet — der Tag ja im Verhältnis zu dem meteorologischen Geschehen eine willkürliche Zeiteinstellung ist. Vielleicht würde sich bei einer Darstellung die eine kürzere Zeitspanne, etwa 6—8 Stunden, berücksichtigt oder eine andere Tageseinteilung (etwa von 8 Uhr morgens bis 8 Uhr morgens des nächsten Tages), ein noch deutlicherer Einfluß nachweisen lassen. Da wir aber bis heute den Frontdurchzug nur annähernd der Stunde nach und meist nur dem Tag nach eindeutig festlegen können, müssen wir bei der oben beschriebenen Art der Zeitrechnung vorläufig noch bleiben. Außerdem kommt noch hinzu, daß in unserer Art der Darstellung naturgemäß alle Epidemiezeiten, in denen zweifellos neben den atmosphärischen Einwirkungen noch andere Dinge den Zeitpunkt des Eintritts des Todes in hervorragendem Maße beeinflussen, unberücksichtigt bleiben müssen.

Nun hängt aber auch, wie wir oben sahen, die Zahl der durch die Witterungsvorgänge beeinflußten Todesfälle von der Anzahl der vorhandenen prädisponierten und resonanzfähigen Kranken ab. Es besteht also die Wahrscheinlichkeit, daß es Frontendurchzüge gibt, die keine Einflüsse auf die Mortalität aufweisen. Auch hierfür konnte ich in meinen Übersichtskurven hin und wieder ein Beispiel finden. Es gibt Tage, an denen hintereinander

in kurzen Abständen 2—3 Fronten eine ausgesprochene Wirkung auf die Höhe der Mortalität aufweisen, daß aber bei einer 4. Front am

1. Nachtage des letzten Fronttages dagegen die Zahl der Todesfälle absinkt. Es haben die zwei oder drei vorangegangenen Frontpassagen alle vorhandenen labilen Individuen erfaßt, sodaß für die 4. Front die prädisponierten Kranken fehlten, oder nur noch wenige vorhanden waren, die den Einwirkungen der drei ersten Fronten standhalten konnten, nun aber von der 4. Front doch noch tödlich beeinflußt wurden. Berücksichtigen wir nun all diese Schwierigkeiten und beobachten wir trotzdem immer einen Gipfel in der Kurve am Fronttag, so kann ein Einfluß des meteorologischen Geschehens auf die Mortalität nicht geleugnet werden.

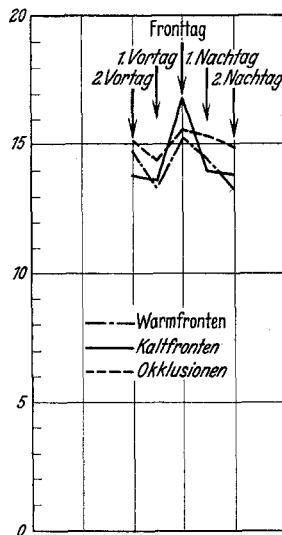


Abb. 10. Wintermonate.

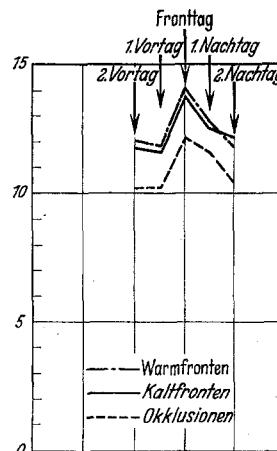
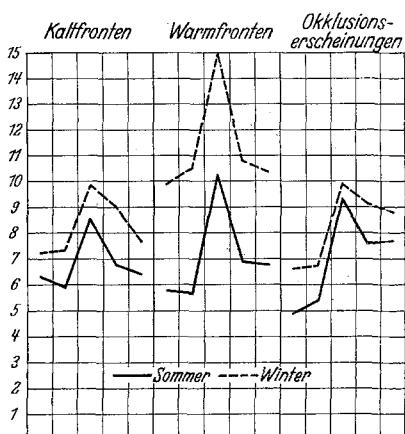


Abb. 11. Sommermonate.

Abb. 10 und 11 zeigen in gleicher Art der Darstellung wie die beiden letzten Abbildungen die einzelnen Frontarten in den Sommer- und Wintermonaten. Aus ihnen ist ersichtlich, daß im Winter die Kaltfronteinbrüche einen deutlicheren Einfluß aufzuweisen haben als die Warmfronteinbrüche und die Okklusionserscheinungen. Im Sommer dagegen haben Kalt- und Warmfronten auffallende Ähnlichkeit in ihrer Wirkung. Die Okklusionserscheinungen sind dagegen auch im Sommer weniger wirksam als die beiden anderen Frontarten. Da die Darstellungen mit Mittelwerten ausgeführt sind, zeigen die Kurven die Wirkungen der einzelnen Frontarten als solche, ohne Berücksichtigung der Zahl der verschiedenen Fronten. Es ist nun auffällig, daß gerade die Polarfronteinbrüche, von denen unser Gebiet hauptsächlich beeinflußt wird, eine deutlich stärkere Wirkung hinsichtlich auch der einzelnen Front aufweisen, als die übrigen Fronterscheinungen. Vielleicht hat dieses seinen Grund darin, daß unter den allgemein wetterempfindlichen Menschen möglicherweise solche Menschen sind, die hauptsächlich auf das „Rückseitenwetter“ (Kaltfronteinbrüche) ansprechen. Sodann geht aus all diesen Kurven noch hervor, daß die Beeinflussung der Mortalität durch die Witterungs-

erscheinungen eine verhältnismäßig raschwirkende ist. Der Höhepunkt der Kurve ist bei den Gesamtübersichten immer am Fronttag, d. h. also, die meisten Frontdurchzüge haben noch am Tage des Einbruches eine tödliche Wirkung, eine kleine Anzahl erst am folgenden Tage.

Eine weitere Fragestellung war nun, ob alle Krankheiten, die für die Witterungseinwirkungen eine Resonanz schaffen, gleichmäßig beeinflußt werden und wie die einzelnen Krankheiten auf die einzelnen Frontarten reagieren. Wie oben schon angeführt, wurden die Sektionsfälle ihren

Abb. 12¹.

wie auch die Lungenkrankheiten und Lungen- und Pleuraeiterungen durch Warm- und Kaltluft einbrüche wie auch durch die Okklusionserscheinungen im Winter bedeutend stärker beeinflußt werden als im Sommer, und daß bei beiden Gruppen, besonders aber bei den Herz- und Gefäßkrankheiten die Warmluft einbrüche eine stärkere Einwirkung zeigen, als die Kaltluft einbrüche und Okklusionen (s. Abb. 12).

Die Infektionskrankheiten sprechen auf Kaltluft einbrüche im Sommer wie im Winter gleichmäßig an, während bei ihnen die Warmfronten im Winter und die Okklusionen im Sommer eine deutlichere Wirkung zeigen.

Die Tuberkulose ist hinsichtlich der Kalt- und Warmfronteinwirkungen im Sommer und Winter ziemlich gleichmäßig empfindlich, nur setzt sie Warmfronteinflüssen im Winter mehr Widerstand entgegen, so daß der Tod meist erst am Tage nach der Frontpassage eintritt. Auf Okklusionen spricht die Tuberkulose im Winter stärker an als im Sommer.

Die Apoplexien zeigen im Sommer und Winter ziemlich gleich starke Beeinflussung sowohl durch die Kaltfront- und Warmfrontpassagen wie auch durch die Okklusionserscheinungen, nur scheinen sie den Einwirkungen der Warmfronten im Sommer und Winter und den Okklusionen

Todesursachen nach in 6 große Gruppen eingeteilt. Wie bei der Gesamtdarstellung wurden auch hier wieder die Fronttage, Vor- und Nachtage untereinander angeordnet und die so errechneten Mittelwerte graphisch dargestellt. Da es sich um eine Statistik auf Grund von Sektionen handelt, so war in bezug auf die Sicherheit der Diagnose eine Voraussetzung erfüllt, die nicht vorhanden gewesen wäre, wenn wir uns an die amtliche Todesursachenstatistik gehalten hätten.

Es ergibt sich nun, daß sowohl die Herz- und Gefäßkrankheiten

¹ Aus Platzmangel können hier nur die Kurven, die die Beziehung der Herz- und Gefäßkrankheiten zu den einzelnen Frontarten in Sommer- und Wintermonaten darstellen, abgebildet werden.

im Winter länger standhalten zu können als die anderen Krankheitsgruppen, da die Gipelpunkte der Kurven hier erst im 1. Nachtag liegen. Bei den Geschwulstkranken war, da sie ja an den verschiedensten Komplikationen sterben, von vornherein kein einfaches Verhalten zu erwarten. Es zeigte sich denn auch eine größere Unregelmäßigkeit als bei den vorgenannten Gruppen.

Die Warmfronten haben im Winter kaum einen Einfluß auf die an bösartigen Geschwülsten Erkrankten, zeigen dagegen im Sommer eine deutliche Einwirkung. Die Kaltfronten haben dagegen im Sommer wie im Winter ziemlich gleichmäßige Einwirkung, ebenso die Okklusionen.

Wenn auch, wie aus den Untersuchungen hervorgeht, ein gewisser Unterschied in der Beeinflussung der verschiedenen Krankheiten durch die einzelnen Fronterscheinungen vorhanden ist, so sind wir bis heute doch noch nicht in der Lage zu sagen, warum die oder jene Krankheit im Sommer eher auf Warmfronten anspricht als im Winter oder umgekehrt. Vielleicht können weitere Untersuchungen, die besonders die feineren meteorologischen Einzelheiten der einzelnen Fronterscheinungen berücksichtigen, später einmal eine Deutung zulassen. Das aber kann heute mit ziemlicher Sicherheit festgestellt werden, daß es Beziehungen zwischen Witterungsänderungen und Schwankungen der Sterblichkeitsziffer gibt, und daß es hauptsächlich der Durchzug atmosphärischer Unstetigkeitsschichten ist, dem eine für einen durch Krankheit prädisponierten Organismus tödbringende Beeinflussung zuzuschreiben ist. Ob diese Beeinflussbarkeit eine konstitutionelle Seite hat oder ob alle Menschen mit bestimmten Krankheiten mehr oder weniger von Wetterwechseln bedroht sind (auch wenn sie in gesunden Tagen nicht zu den Wetterfühligen gehört haben) geht aus den vorliegenden Untersuchungen nicht hervor. Es ist dies aber eine Frage, die eine nicht geringe praktische Bedeutung, z. B. auch für das chirurgische Handeln, ja für jeden ärztlichen Eingriff hat, der eine Belastung der Lebenskraft des Menschen bedeutet (*Rössle*).

Wenn auch den Kaltfronten eine gewisse stärkere Beeinflussung gegenüber den Warmfronten und den Okklusionserscheinungen nicht abzusprechen ist, sind es doch wohl die Durchzüge der Unstetigkeitsschichten schlechthin, die als meteorologisches Geschehen ihren Einfluß ausüben. Die einzelnen wirksamen Faktoren dieses Witterung zusammengefaßten Geschehens können heute noch nicht herausgeschält werden. Vielleicht gelingt es später durch bessere Analysierung der Frontpassagen, wie sie uns heute noch nicht möglich ist, und durch weitere klinische Untersuchungen auf diesem Wege einen Schritt weiterzukommen.

Fragen wir uns nun, wo dieses meteorologische Geschehen im Körper des Menschen angreift, welchen lebenswichtigen Teil des Organismus es besonders beeinflußt, so wird man gut tun, zunächst Beobachtungen zu sammeln statt Deutungen in den Vordergrund zu ziehen. Jedoch ist heute nach den Beobachtungen der letzten Jahre mit großer Wahr-

scheinlichkeit anzunehmen, daß der letzte, tiefgreifende Angriffspunkt des atmosphärischen Geschehens im vegetativen Nervensystem zu suchen ist. Wir haben ja in neuester Zeit mehr und mehr seine Stellung als Regulator vieler Zentralorgane des Organismus kennengelernt. So können wir heute annehmen, daß die durch die Atmosphäre ausgelöste Wirkung vielleicht in einer Änderung des Tonus des vegetativen Nervensystems liegt. Dafür sprechen Beobachtungen bei den im Anfang dieser Arbeit erwähnten, durch Witterungseinflüsse auslösbarer Erkrankungen. Die Spasmophilie der Säuglinge, Eklampsie der Schwangeren, Apoplexie und Embolien sind ja alles Erkrankungen, bei denen Einflüsse des vegetativen Nervensystems ohne weiteres zu erkennen sind. Auch die capillarmikroskopischen Untersuchungen *Bettmanns*, der kurz vor Gewittern ein ausgesprochenes dysergisches Verhalten der Gefäße mit einem ständigen Wechsel von Krampf und Lähmung beobachten konnte, sodann die von *Stachelin* berichteten Blutdruckschwankungen an Tagen mit plötzlichen Wetteränderungen und die von *Ossoinig* und *v. Heuß* mitgeteilten Schwankungen der Tuberkulinempfindlichkeit der Kinder bei Kälteeinbrüchen lassen ja ohne weiteres auf eine Beeinflussung des vegetativen Nervensystems schließen. *Bettmann* denkt dabei noch an ein Hereinspielen innersekretorischer Vorgänge und Auslösung der Erscheinungen durch hormonale Ausschüttungen.

Ist nun aber ein Organismus durch Krankheit und Leiden in der Reaktionslage seines vegetativen Nervensystems stark verändert, so ist es gut möglich, daß das nun plötzlich auftretende atmosphärische Geschehen diesen so wichtigen Regulator vollständig zerstört und so den Tod herbeiführt.

Zusammenfassung.

1. Auf Grund der statistischen Bearbeitung von über 16000 Berliner Sektionsfällen ergab sich beim Vergleich der täglichen Sterbeziffer mit der Wetterlage eine deutliche Abhängigkeit der Mortalität von den Unstetigkeitsschichten der Atmosphäre.

2. Die Höhepunkte der Sterblichkeit fallen zusammen mit sog. Fronttagen, d. h. den Tagen, an denen eine Kaltfront oder Warmfront über Berlin zog. Auch Okklusionen erhöhen, wenn auch in geringerer Stärke, die Zahl der Todesfälle.

3. Es werden zwischen den einzelnen Arten Krankheiten, zwischen Sommer und Winter, zwischen der Wirksamkeit verschiedenartiger Witterungswechsel Unterschiede gefunden.

Zum Schlusse danke ich Herrn Professor *König* (Direktor der Öffentlichen Wetterdienststelle Berlin) und Herrn Geheimrat *R. Süring* (Direktor des Preußischen meteorologischen Instituts) für Überlassung der meteorologischen Daten und Wetterkarten. Herrn Dr. *Wagemann* (Öffentliche Wetterdienststelle, Berlin) bin ich für die freundliche Hilfe bei der meteorologischen Bearbeitung zu besonderem Dank verpflichtet.

Schrifttum.

Bettmann: Zur atmosphärischen Beeinflussung der Hautgefäße (Capillarmikroskopische Befunde). Münch. med. Wschr. **1930** II, 2003. — *Bjerkenes, Solberg u. Bergeron*: Wetter und Jahreszeit als Krankheitsfaktoren. — *Blumenfeld, F.*: Wetter und Erkrankungen der oberen Luftwege. Z. Laryng. usw. **19**, 185 (1930). — *Dorno*: Studie über Licht und Luft des Hochgebirges, S. 78 u. 85. Braunschweig: F. Vieweg & Sohn 1911. — Spezifische und medizinische Klimatologie. Braunschweig 1924. Strahlenther. **30**, 135 (1928). — Beitrag zur Physik der Atmosphäre. Hergesell Z. **1929**. — Über die Grenzen und die Notwendigkeit der Zusammenarbeit von Physiologischer Klimatologie und Klimaphysiologie, dokumentiert an einem praktischen Beispiel. Sond.abdr. Schweiz. med. Wschr. **1932**, Nr 20. — *Farkas, M.*: Beiträge zum Wetterfühlen. Z. Bahn. **5**, 603. — *Feige*: Meteorologische Erläuterungen zu obigem Thema. Verh. schles. Bäderfest. Breslau **1926**. — *Feige, R. u. O. Moese*: Medizin, Klima und Wetter. Ostdeutsch. Naturwarte Breslau **1925**, H. 7. — *Feige, W. u. R. Freund*: Die Beziehungen zwischen Rheumatismus und meteorologischem Geschehen. Strahlenther. **39**, 131 (1931). — *Freund, R.*: Rheumatismus und Wetter. Z. Bäderkde **1927**, H. 5. — *Freund, W.*: Rheumatismus und Wetter. Veröff. baln. Ges. Berlin **1928**. — *Fritzsche, E.*: Witterung, Thrombose und Lungenembolie. Schweiz. med. Wschr. **1930**, 889. — *Gabrilowitsch*: Über Luftdruckänderungen und Lungenblutungen. Z. Tbk. **9**, H. 3 (1900). — *Geigel, Richard*: Wetter und Klima, ihr Einfluß auf den gesunden und kranken Menschen. München: J. F. Bergmann 1924. — *György*: Rachitis und Tetanie in *Stepp* und *György*: Avitaminoosen und verwandte Krankheitszustände. Berlin 1927. — *Hellpach*: Geopsychische Erscheinungen. Leipzig 1923. — *Heuß, v.*: Eklampsie und Kälteeinbrüche. Z. Geburtsh. **91**, 923 (1927). — Kaltfront und Krankheitsforschung. Med. Welt **1929**, 767. — *Jakobs*: Eklampsie und Wetter. Z. Geburtsh. **92**, 241 (1927). — *Janssen, Th.*: Inwieweit ist das Auftreten von Lungenblutungen durch Witterungseinflüsse beeinflußt? Beitr. Klin. Tbk. 8. — *Jenny, A.*: Wetter und Tod. Schweiz. med. Wschr. **1931**, Nr 1, 23. — *Killian*: Tödliche Lungenemboliefälle der Freiburger Klinik. Klin. Wschr., 19. April **1930**. — *Lederer, Richard*: Der Wintergipfel der Atmungserkrankungen. Grundlagen der Bekämpfung. Wien klin. Wschr. **1928**, 257. — Der Wintergipfel der Atmungserkrankungen. I. Mitt. Infektion und Immunität. Z. Kinderheilk. **46**, 723 (1928). — Der Wintergipfel der Atmungserkrankungen. II. Mitt. Jahreszeit und Klima. Z. Kinderheilk. **46**, 735 (1928). — *Linzenmeier*: Wetter und Eklampsie. Vortr. Sitzg. gynäk. Ges. Kiel **1921**. Ref. Med. Klin. **1921**, 364. — *Löwenfeld, L.*: Über Witterungsneurosen. Münch. med. Wschr. **1896**, 93. — *Moese, O.*: Luftmassen und körperliches Wohlbefinden. Z. Bäderkde **1928**, H. 12; Veröff. baln. Ges. Berlin **1928**. — *Moro, E.*: Über den Frühlingsgipfel der Tetanie. Münch. med. Wschr. **1919**, 1281. — *Ossoinig, K.*: Über Schwankungen der Tuberkulinempfindlichkeit. Mschr. Kinderheilk. **31**, 371 (1926). — *Rudder, de*: Stenosennwetter. Klin. Wschr. **1928**, 2094. — Atmosphäre und Krankheit. Entwurf einer allgemeinen Meteoropathologie. Klin. Wschr. **1929**, 2265. — Luftkörperwechsel und atmosphärische Unstetigkeitsschichten als Krankheitsfaktoren. Erg. inn. Med. **36**, 273 (1929). — *Schröder, G.*: Die Lungenblutung. Klin. Wschr. **1924**, 1366, 1408. — *Staehelin, R.*: Über den Einfluß der täglichen Luftdruckschwankungen auf den Blutdruck. Med. Klin. **1913**, 862. — *Struppner, Victor*: Gibt es Einflüsse der Witterung auf den Eintritt des Todes? Virchows Arch. **1931**. — *Süring, R.*: Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1927, 1928, 1929. Aus Veröffentlichung des Preußischen Meteorologischen Instituts H. O. Ficker, Nr. 360, 368, 378. — *Uffenrode u. Giese*: Angina und Wetter. Z. Laryng. usw. **1931**, 20. — *Unverricht*: Der Einfluß meteorologischer Faktoren auf das Zustandekommen von Lungenblutungen. Z. Tbk. **27**, 362 (1917).