

Deutsches Reich
Reichsamt für Wetterdienst

Wissenschaftliche Abhandlungen
Band II

Nr. 8

Nasse und trockene Perioden im Harz
in Abhängigkeit von der Wetterlage

von

W. D a m m a n n

Mit 3 Tafeln

ISBN 978-3-662-01768-5 ISBN 978-3-662-02063-0 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-02063-0

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
A. Allgemeine Niederschlagsverhältnisse des Harzgebietes	3
B. Nasse und trockene Perioden im Harz in Abhängigkeit von der Wetterlage	4
I. Häufigkeit der Niederschlags- und Trockenperioden	4
II. Nasse Perioden im Harz in Abhängigkeit von der Wetterlage	8
1. Auswahl der nassen Perioden	8
2. Die Wetterlage bei nassen Perioden im Harz	10
a) Vorbemerkungen	10
b) Die Lage der Luftdruckminima bei nassen Perioden im Harz	11
c) Das mittlere Druckfeld bei nassen Perioden im Harz	14
III. Trockene Perioden im Harz in Abhängigkeit von der Wetterlage	15
1. Auswahl der trockenen Perioden	15
2. Die Wetterlage bei trockenen Perioden im Harz	16
a) Die Lage der Luftdruckminima bei trockenen Perioden im Harz	16
b) Das mittlere Druckfeld bei trockenen Perioden im Harz	18
IV. Die Verteilung der Niederschläge bei nassen Perioden im Harz	18
1. Die Verteilung der Niederschläge bei den einzelnen Gruppen der nassen Perioden	18
2. Die Unterschiede der Niederschlagsverteilung zwischen den drei Gruppen der nassen Perioden und ihre Ursachen	19
3. Die Verteilung der Niederschläge am Anfangs-, Mittel- und Endtag der ersten Gruppe	21
4. Vergleich der Niederschlagsverteilungen der ersten und zweiten Gruppe (Gewitter)	22
V. Häufigkeit der Wetterlagen, die im Harz Niederschläge hervorrufen	22
1. Der jährliche Gang der Niederschlagshäufigkeit im Harz	22
2. Der jährliche Gang der Häufigkeit der Wetterlagen, die im Harz Niederschläge hervorrufen	25
3. Die Bedeutung des jährlichen Ganges der Häufigkeit der Wetterlagen für den jährlichen Gang der Niederschläge im Harz	26
C. Zusammenfassung	29

Tafel 1–3 mit den Abbildungen 10–40.

Aus dem Geographischen Institut der Universität Göttingen.

A. Allgemeine Niederschlagsverhältnisse des Harzgebietes.

Der vorliegenden Untersuchung sei ein kurzer Überblick über die allgemeinen Niederschlagsverhältnisse des Harzgebietes vorangestellt.

Der Harz gehört infolge seiner Höhe und seiner exponierten Lage am Nordrande des Mitteldeutschen Berglandes zu den niederschlagsreichsten deutschen Mittelgebirgen. Die mittlere Jahresmenge des Niederschlags erreicht auf dem Brocken (1142 m) mit 1545 mm¹⁾ ihre größte Höhe (Tab. 6). Es fällt auf, daß die erheblich tiefer im oberen Siebertal gelegene Station Schlufft (580 m) mit einem jährlichen Mittel von 1531 mm eine nahezu gleichgroße Niederschlagsmenge aufweist. Dieser Niederschlagsreichtum der Talstation Schlufft ist für alle nach Südwesten geöffneten Harztäler charakteristisch; man hat ihn wohl mit Recht auf die Stauwirkung zurückgeführt, die das sich verengende obere Talende dieser Täler auf die regenbringenden südwestlichen Winde ausübt.

Ein Gebiet größter Niederschlagsmengen mit Jahressummen von mehr als 1400 mm erstreckt sich daher vom Brockengebiet nach Südwesten und schließt die oberen Talenden des Oder-, Sieber- und Sösetals mit ein. Unter diesen ist offenbar das Siebertal, das auf beiden Seiten von hohen Zwischentalrücken eingefafßt wird [Hoher Acker (bis 860 m) im Westen, Rehberg (894 m)-Sonnenberg (854 m) im Osten] am niederschlagsreichsten.

Der Oberharz, das ist der nach Westen gewandte, höhere Teil des Harzgebirges, dem außer der Umgebung des Brockens und des Gebietes der südwestlichen Täler auch die Klausthaler Hochfläche angehört, empfängt durchweg Jahresmengen, die über 1000 mm liegen. Der Unterharz ist demgegenüber erheblich niederschlagsärmer. In demselben Maße, wie sich die Harzhochfläche nach Osten hin abdacht, werden auch die Niederschlagsmengen geringer. Sie sinken von etwa 1000 mm in der Gegend von Hohegeiß und Beneckenstein auf wenig mehr als 500 mm im Mansfeldischen.

Die Isohyeten folgen also im allgemeinen den Höhenlinien. Doch neigt das Gebiet größter Niederschlagssummen etwas mehr zum südwestlichen Rande der Hochfläche, der den regenbringenden Winden zunächst ausgesetzt ist. Im einzelnen ist die Verteilung der Niederschläge im Harz noch nicht ausreichend geklärt, wozu eine erhebliche Verdichtung des Stationsnetzes erforderlich wäre.

Die geringen Niederschlagsmengen des Unterharzes leiten zu einem ausgedehnten Trockengebiet mit Jahressummen von weniger als 500 mm über, das sich aus der Gegend von Magdeburg bis in das Thüringer Becken erstreckt und den Harz von Osten her umklammert. Es ist auf die Regenschattenwirkung des Harzes und der südlich anschließenden kleineren Mittelgebirge wie der Hainleite, der Schmücke, der Finne usw. zurückzuführen. Ein schmaler Ausläufer dieses Trockengebietes zieht sich von Nordosten her über Wegeleben (100 m) mit 454 mm, Quedlinburg (124 m) mit 503 mm und Derenburg (158 m) mit 501 mm nahe an den nördlichen Harzrand heran. Die Entfernung Derenburg-Brocken beträgt nur etwa 22 km. Dieses nahe Aneinanderrücken der Gebiete extremster Niederschlagsverhältnisse, für das die unmittelbare Regenschattenwirkung des Brockens verantwortlich zu sein scheint, ist in Deutschland einzigartig.

Die Verteilung der mittleren monatlichen Niederschlagsmengen unterscheidet sich nicht grundsätzlich von der der Jahressummen. Denn auch in den einzelnen Monaten ist der Oberharz am niederschlagsreichsten, während nach dem Unterharz und dem leeseitigen Trockengebiet hin die Mengen abnehmen. Doch ist die Verteilung der Monatssummen im Sommer viel gleichmäßiger als im Winter, in dem die Gegensätze zwischen Gebirge und Harzvorland besonders stark hervortreten. So erhält der Brocken im Dezember, Januar und Februar mehr als das Fünffache der Niederschlagsmenge Derenburgs, im Mai und Juni dagegen noch nicht einmal das Doppelte.

Diese verschiedenartige Ausbreitung der Monatssummen über das Harzgebiet im Jahresablauf hat eine monatliche Änderung der Mengenverhältnisse zwischen den einzelnen Stationen und damit ihren außerordentlich verschiedenartigen jährlichen Gang der Niederschläge zur Folge.

Ein besonders hervortretendes und daher bekanntes Kennzeichen dafür ist das Überwiegen der Niederschlagsmenge des Januar über die Julimenge in einem großen Teil des Harzgebirges. Bildet man die Verhältniszahlen Juli : Januar für die einzelnen Stationen, so ergibt sich, daß die Werte vom Vor-

¹⁾ 35jähr. Mittel (1891–1925) nach J. Hoffmeister, Das Klima Niedersachsens, Hannover 1930.

land, in dem überall das Julimaximum herrscht, zum Gebirge immer geringer werden; die schnellste Abnahme zeigt sich dabei am Harzrande. Die Quotienten werden schließlich kleiner als 1 in einem Gebiet, das zunächst die Gegenden größten Niederschlagsreichtums zwischen Brocken und Sieber umfaßt, dann aber weit nach Südosten auf Stationen mit geringen Niederschlagsmengen übergreift und sogar die schon im südlichen Harzvorland gelegenen Orte Walkenried und Eilrich mit umschließt, während andererseits der größte Teil der Klausthaler Hochfläche im Nordwesten des Gebirges im Juli noch eine etwas größere Menge als im Januar empfängt und daher außerhalb dieses Gebietes bleibt.

Weniger beachtet wurde bisher das Auftreten des Monats mit der geringsten Niederschlagsmenge. Es zeigt sich, daß das Minimum im Jahresgang bei den verschiedenen Stationen des Harzgebietes auf nicht weniger als 5 Monate fällt, auf den Februar, März, April, Mai und November. Die Orte mit den verschiedenen Minima zeigen eine auffallende geographische Verteilung. Schreitet man von SW nach NE über das Gebirge hinweg (etwa in der Linie Gieboldehausen – Sieber – Brocken – Wernigerode – Halberstadt), so trifft man südwestlich des Harzes (in Gieboldehausen) zuerst das Februarminimum, im näheren Harzvorland das Märzminimum; am Gebirgsrande selber herrscht in einem langgestreckten Gebiet von Bad Grund bis Stolberg das Aprilminimum und auf der Hochfläche das Maiminimum; nördlich des Brockens findet sich sodann an wenigen Stationen das Novemberminimum, während am nordöstlichen Harzrande, fast im ganzen Unterharz sowie im leeseitigen Vorland des Gebirges wieder das Februarminimum auftritt.

Das Gebiet mit dem Minimum der Niederschlagsmengen im Mai fällt dabei keineswegs überall mit dem Gebiet des vorherrschenden Januarmaximums zusammen. Vielmehr haben einige Stationen mit Januarmaximum das Minimum im April, andere weisen mit Julimaximum das Minimum der Jahreskurve im Mai auf. Zwischen den beiden Haupttypen der Jahresperiode – dem der Harzhochfläche mit (Haupt-) Maximum im Januar oder Dezember und Minimum im Mai und dem des leeseitigen Harzvorlandes mit Maximum im Juli und Minimum im Februar – bestehen vielfache Übergänge, die im ganzen ein sehr kompliziertes Bild von dem jährlichen Gang der Niederschläge im Harzgebiet ergeben.

Man geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß die Änderungen in der Ausbreitung der Monatssummen des Niederschlags im Jahresverlauf und damit der jährliche Gang der Niederschläge auf das Vorkommen und die Häufigkeit bestimmter Wetterlagen zurückzuführen sind, wobei man auch vermutlich dem Jahresgang der Temperatur und der Feuchtigkeit eine bestimmte und nicht unwichtige Rolle zuweisen muß.

So erheben sich aus der monatlichen und jährlichen Verteilung der Niederschlagsmengen im Harz Fragen, die auf eine allgemeine Untersuchung der für die Entstehung der Niederschläge in Betracht kommenden Wetterlagen drängen. Dieser Aufgabe unterzieht sich die vorliegende Arbeit. Sie richtet ihr Augenmerk zunächst auf die kleinsten natürlichen Einheiten des Witterungsablaufes, die nassen und die trockenen Perioden, deren Abhängigkeit von der Wetterlage untersucht wird. Daran schließt sich ein Abschnitt über die Niederschlagsverteilung bei nassen Perioden im Harz an, dem zuletzt eine Betrachtung über die Häufigkeit der Wetterlagen folgt.

B. Nasse und trockene Perioden im Harz in Abhängigkeit von der Wetterlage.

I. Häufigkeit der Niederschlags- und Trockenperioden.

Die Begriffe „nasse und trockene Perioden“ sind häufig in dem gleichen Sinne wie „Niederschlags- und Trockenperioden“ für eine Reihe aufeinanderfolgender Tage mit oder ohne Niederschlag gebraucht worden. Im folgenden sei aber unter einer „nassen Periode“ ein unter Berücksichtigung der Wetterlage zu begrenzender Zeitabschnitt verstanden, in dem es im Harzgebiet allgemein zu Niederschlägen kommt, im Unterschied zu „Niederschlagsperiode“, die wie oben die an einer Station auftretende Reihe aufeinanderfolgender Tage mit mindestens 0.1 mm Niederschlag bezeichnen soll. „Niederschlagsperiode“ ist also der lokale, „nasse Periode“ der allgemeine Begriff, der mit dem Blickpunkt auf das ganze Harzgebiet und die Wetterlagen definiert ist. Für „Trockenperiode“ und „trockene Perioden“ gilt sinngemäß das gleiche.

Die Zweckmäßigkeit dieser Unterscheidung wird verständlich, wenn man berücksichtigt, daß die Dauer und Häufigkeit der Niederschlags- und Trockenperioden an den einzelnen Stationen des Harzge-

bietes während des Ablaufs nasser und trockener Perioden sehr verschieden sind, weil sie ebenso wie die Intensität der Niederschläge in starkem Maße von lokalen Einflüssen mitbestimmt werden, deren man sich bei der Untersuchung der Abhängigkeit der Niederschläge von der Wetterlage bewußt bleiben muß. Niederschlags- und Trockenperioden sind gewissermaßen als die lokalen Abwandlungen der nassen und trockenen Perioden aufzufassen, deren Dauer und Folge von dem Gang der Wetterlagen abhängt.

Es erscheint infolgedessen ratsam, an den Beginn der Arbeit eine Untersuchung der Niederschlags- und Trockenperioden zu stellen, um die Art der Mitwirkung lokaler Einflüsse bei der Entstehung dieser Perioden kennenzulernen.

Dazu wurde zunächst an 12 Stationen des Harzgebietes (Brocken, Bad Grund, Klausthal, Lautenthal, Walkenried, Braunlage, Harzburg, Harzgerode, Nordhausen, Sangerhausen, Blankenburg, Wegeleben) die Häufigkeit der Niederschlags- und Trockenperioden in dem Zeitraum 1903–1912 nach Perioden gleicher Dauer ausgezählt¹⁾.

Das Ziel war nicht die Gewinnung mittlerer Häufigkeitswerte, die ein Interesse für sich beanspruchen könnten, sondern das Gewicht wurde auf die Unterschiede der Häufigkeit zwischen den einzelnen Stationen gelegt. Daher wurden aus den Häufigkeitszahlen der 12 Stationen Mittelwerte gebildet und die Häufigkeit der Perioden an den einzelnen Stationen in Prozenten der Mittelwerte ausgedrückt. Dabei wurden die Perioden noch zu Gruppen bestimmter Dauer zusammengefaßt. Es wurden unterschieden: 1) 1–2-tägige, 2) 3–5-tägige, 3) 6–9-tägige, 4) mehr als 9-tägige Niederschlags- und Trockenperioden (Tabelle 4 und 5; Abbildung 1, 2, 3).

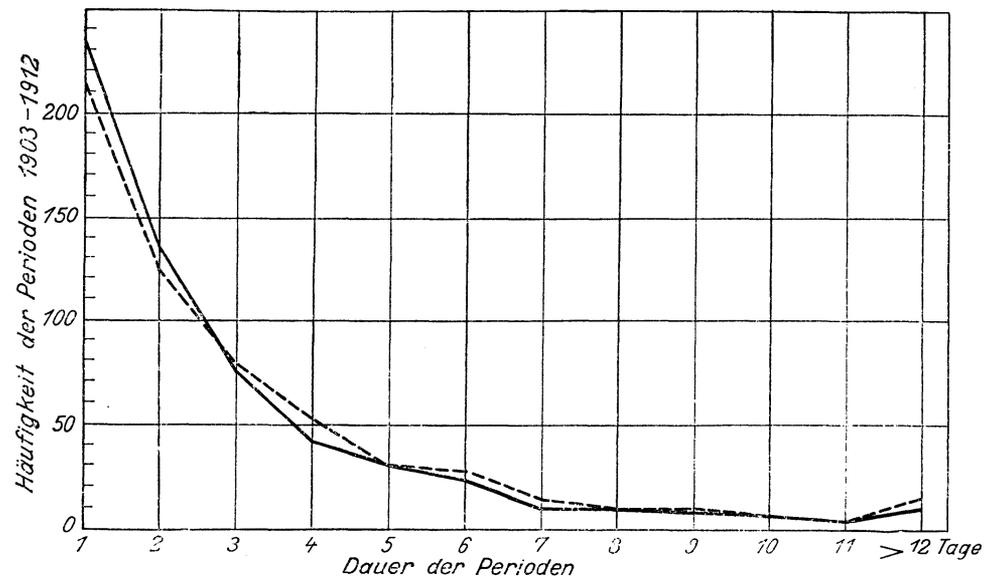


Abb. 1. Häufigkeit der Niederschlags- und Trockenperioden 1903–1912 (Mittel von 12 Harzstationen).
Gestrichelt: Niederschlagsperioden, ausgezogen: Trockenperioden.

Das hervortretendste Ergebnis dieser Auszählung ist bei den Niederschlagsperioden, daß die Zahl der kurzen Perioden an den niederschlagsärmeren Stationen größer ist als an den niederschlagsreicheren, während umgekehrt an den letzteren die Zahl der langen Perioden gegenüber den ersteren Stationen beträchtlich überwiegt (Abbildung 2).

Es sondern sich deutlich zwei Gruppen von Stationen voneinander ab; solche, die dem Oberharz angehören wie Braunlage, Walkenried, Klausthal, Lautenthal, Bad Grund und Brocken, und solche, die am Gebirgsrande, im Vorland oder im Unterharz liegen, wie Harzburg, Blankenburg, Sangerhausen, Wegeleben, Nordhausen und Harzgerode. Zwischen den Stationen der gleichen Gruppe bestehen lediglich zahlenmäßige Unterschiede der Häufigkeitswerte. Bei dem Übergang von einer Gruppe zur anderen findet jedoch eine gewisse Umkehrung statt, die sich bei den Abweichungen der Häufigkeitswerte von dem berechneten Mittel in einem Vorzeichenwechsel äußert.

Die Erklärung dieser eigenartigen Erscheinung läßt sich an Hand des Beispiels einer längeren Niederschlagsperiode des Brockens geben, etwa der vom 4. bis 12. Oktober 1912. In dieser Zeit wurden auf dem Brocken am 4. bis 6. und am 9. bis 10. größere Tagesmengen festgestellt, während die Messungen

¹⁾ Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen 1903–1912 (Veröff. des Preußischen Meteorologischen Instituts).

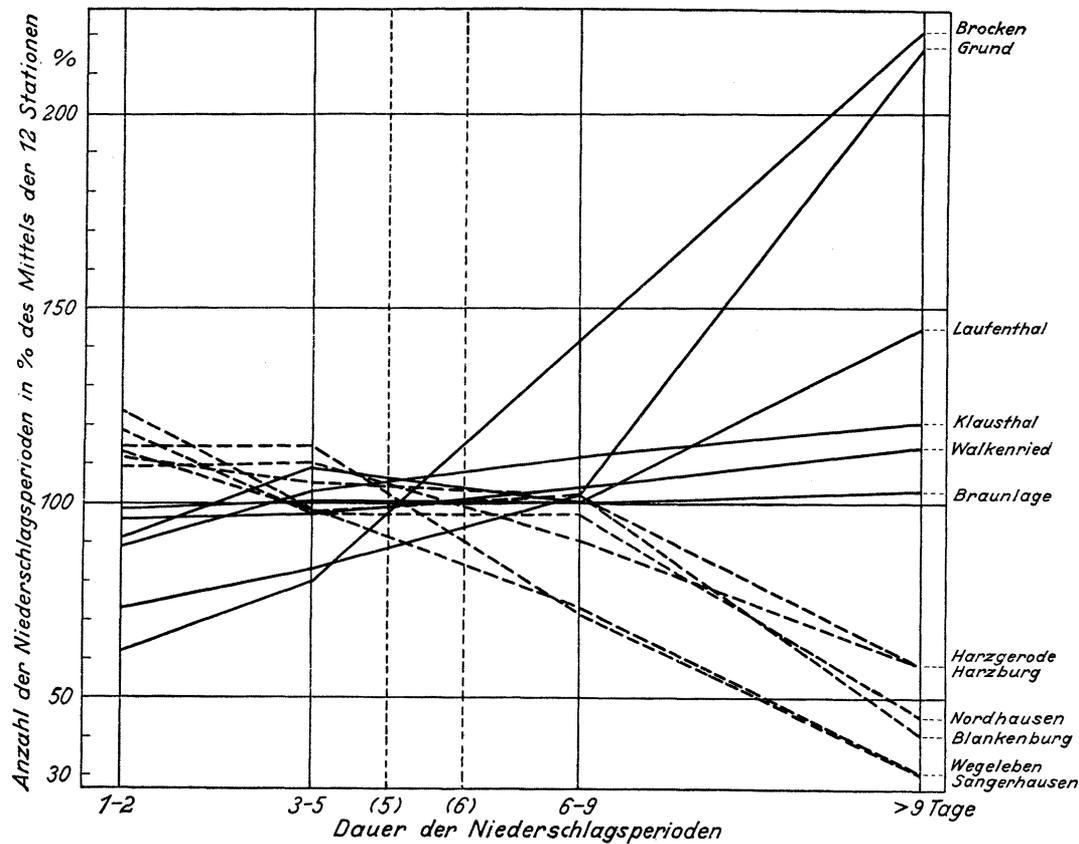


Abb. 2. Häufigkeit der Niederschlagsperioden in Prozenten des Mittels von 12 Harzstationen

am 7. und 8. sowie am 11. und 12. nur geringe Werte ergaben. Die Periode weist deutlich zwei „Kerne“ um den 5. und 10. auf, die durch den Vorüberzug von zwei Tiefdruckgebieten entstanden sind. Man könnte daher von einer „zusammengesetzten“ Niederschlagsperiode sprechen und diese von „einfachen“ Perioden unterscheiden, die bei dem Vorübergang eines einzigen Tiefdruckgebietes beobachtet werden.

In Wegeleben, das im nördlichen Harzvorland liegt, wurden in der Zeit vom 4. bis 12. Oktober nur am 4. bis 6. und am 9. bis 10. Niederschläge gemessen. Statt einer zusammengesetzten Niederschlagsperiode von 9 Tagen treten hier also zwei einfache Perioden von je 3 und 2 Tagen Dauer auf.

Die größere Niederschlagshäufigkeit auf dem Brocken hat somit im Vergleich zu Wegeleben ein Zusammenwachsen von einfachen Niederschlagsperioden zu zusammengesetzten mit zwei oder mehr Kernen zur Folge. Die Dauer der Perioden ändert sich daher mit zunehmender Niederschlagshäufigkeit sprunghaft; dabei muß die Zahl der kurzen Perioden notwendigerweise zurückgehen, während die der langen rasch anwächst.

Zwischen den Perioden, die einen Rückgang ihrer Häufigkeit erfahren, und den andern, deren Zahl zunimmt, liegt ein Umkehrungspunkt, der eine Periode bezeichnet, die an allen Stationen des Harzes gleich häufig vorkommt. Nach der graphischen Darstellung (Abbildung 2) ist dieser ungefähr zwischen der 5- und 6-tägigen Niederschlagsperiode anzunehmen. Die Tabelle 4 zeigt, daß vor allem die Häufigkeit der 5-tägigen Periode nur geringe Unterschiede bei allen Stationen aufweist.

Der Umkehrungspunkt besagt, daß die 6-tägigen und längeren Perioden meistens zusammengesetzte, die 5-tägigen und kürzeren aber vornehmlich einfache Perioden sind. Anders ausgedrückt: im Verlaufe von 6 und mehr Tagen kommt der Harz im allgemeinen in den Niederschlagsbereich mehrerer aufeinanderfolgender Tiefdruckgebiete, dagegen erhält er in 5 oder weniger Tagen durchweg nur von einer Depression Niederschläge. Das bedeutet aber, daß eine Zeitdauer von 5 bis 6 Tagen der mittlere Abstand zweier aufeinanderfolgender Minima ist — ein beiläufiges Ergebnis, das schon außerhalb des Rahmens dieser Arbeit liegt. Der Wert von 5 bis 6 Tagen stimmt ungefähr mit Defants 5.7-tägiger Druckwelle der Nordhemisphäre überein¹⁾.

¹⁾ A. Defant, Die Veränderungen in der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre in den gemäßigten Breiten der Erde. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. zu Wien, Math.-Nat. Kl. 1921, März.

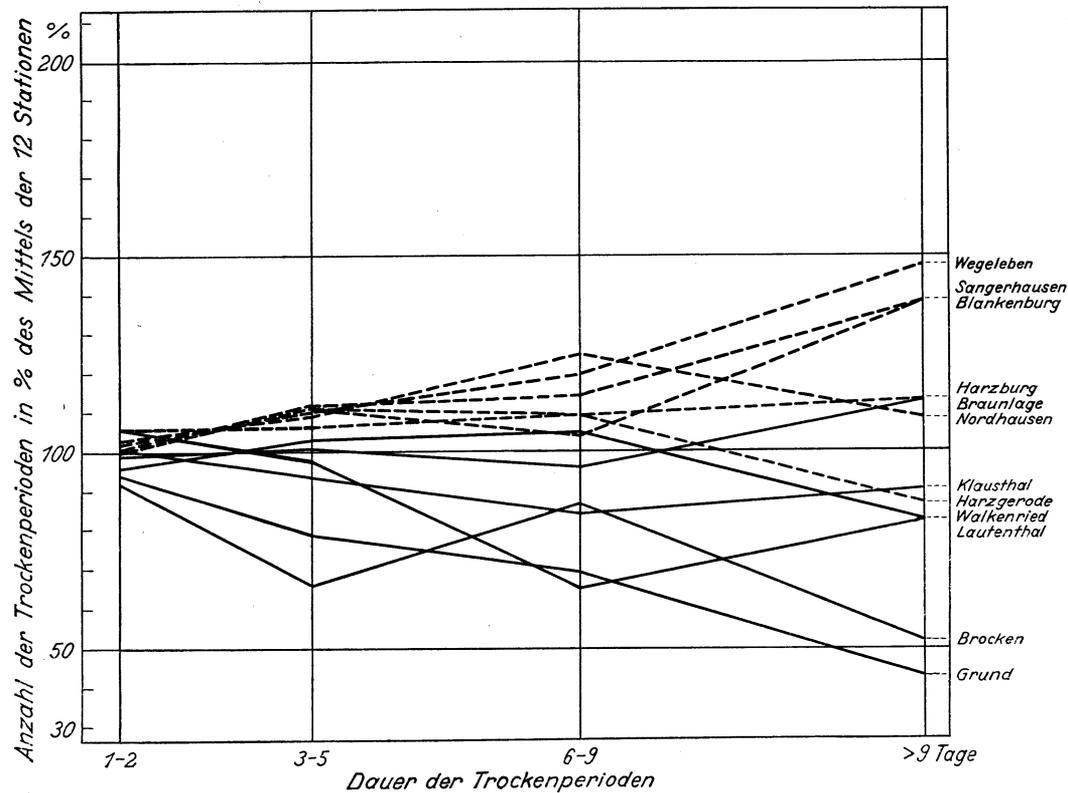


Abb. 3. Häufigkeit der Trockenperioden in Prozenten des Mittels von 12 Harzstationen

Bei den Trockenperioden tritt ein solcher Umkehrungspunkt nicht auf, sondern die Häufigkeit der Perioden jeder Dauer nimmt mit wachsender Niederschlagshäufigkeit ab (Abbildung 3). Dieser Gegensatz zu den Niederschlagsperioden ist erklärlich; denn die langen Trockenperioden bestehen nicht aus einer Aneinanderreihung von „Kernen“; es kann daher von niederschlagsreicheren zu niederschlagsärmeren Stationen kein sprunghaftes Wachsen der Dauer der Perioden stattfinden, sondern diese nimmt mehr kontinuierlich zu. Infolgedessen treten bei der Darstellung der Häufigkeit der Trockenperioden auch nicht zwei Gruppen von Stationen in Erscheinung, vielmehr besteht zwischen allen ein allmählicher Übergang.

Es läßt sich zusammenfassen: die Änderungen der Dauer der Niederschlags- und Trockenperioden, die von Stationen mit geringer Niederschlagshäufigkeit zu solcher mit großer Niederschlagshäufigkeit stattfinden, bestehen zunächst darin, daß an den letzteren Stationen schon vor und später nach dem Eintritt des „Kerns“ einer Niederschlagsperiode meist geringe Tagesmengen gemessen werden. Die Niederschlagsperioden werden dadurch verlängert, die Trockenperioden verkürzt; das Maß dieser Änderung ist infolgedessen bei Niederschlags- und Trockenperioden gleich. Es kommt aber vielfach vor, daß an niederschlagsreicheren Stationen der Abstand zwischen aufeinanderfolgenden „Kernen“ durch nachher und vorher aufgetretene geringe Tagesmengen vollständig ausgefüllt wird, so daß sich eine zusammengesetzte Periode bildet. Von dieser sprunghaften Änderung der Periodendauer sind die Trockenperioden naturgemäß ausgeschlossen.

Die Ursache für das Vorkommen von geringen Tagesmengen vor und nach dem „Kern“ einer Niederschlagsperiode liegt in der Stauwirkung begründet, die das Gebirge auf die Kalt- und Warmluftmassen ausübt, welche es bei dem Vorübergang von Depressionen überfluten. Es ist anzunehmen, daß es im Gebirge bei dem Herannahen einer Warmfront durch das erzwungene Anheben höherer Luftschichten schon vor der Ankunft des Aufgleitregengebietes zu leichteren Niederschlägen kommen kann. Nach dem Durchzug der Warmfront setzen sich die Niederschläge im Gebirge infolge des Aufsteigens der feuchtwarmen Luftmassen zunächst fort. Auch nach dem Durchzug einer Kaltfront ist im allgemeinen mit dem Anhalten der Niederschlagstätigkeit im Gebirge zu rechnen. Die Stauwirkung hat also eine größere Niederschlagshäufigkeit zur Folge, die im Harz im großen und ganzen mit der Höhe zunimmt.

Aus der Gesamtzahl der Tage mit oder ohne Niederschlag und der Gesamtzahl der Niederschlags- und Trockenperioden läßt sich für jede Station die mittlere Dauer der Niederschlags- und Trockenperioden ausrechnen (Abbildung 4).

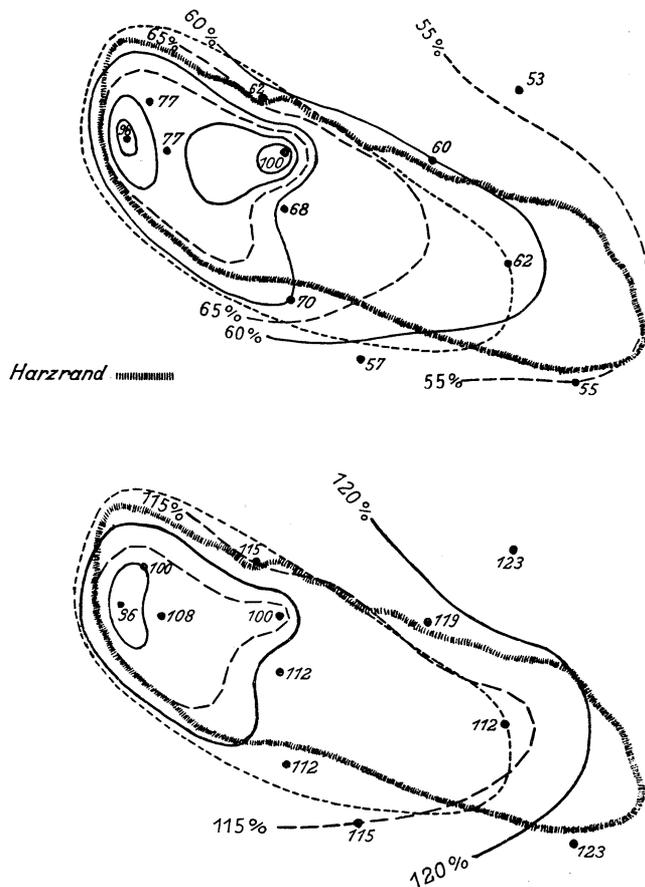


Abb. 4. Mittlere Dauer der Niederschlags- und Trockenperioden im Harz im Verhältnis zum Brocken (i. %).
Oben Niederschlagsperioden, unten Trockenperioden.
Die kurz gestrichelte Linie umschließt ein Gebiet, in dem die mittlere Dauer der Niederschlagsperioden die der Trockenperioden übertrifft.

der Niederschlagsperioden zwischen Wegeleben und dem Brocken um den doppelten Betrag zu, wie die der Trockenperiode abnimmt, obwohl sich die Niederschlagshäufigkeit in beiden Fällen natürlich um den gleichen Betrag ändert. Dieser Vergleich zeigt noch einmal den Unterschied zwischen dem sprunghaften Wachsen der Niederschlagsperioden und dem mehr kontinuierlichen der Trockenperioden.

Die mittlere Dauer der Trockenperioden ist in Bad Grund sogar noch kürzer als auf dem Brocken. Ihre geringe Zahl gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch den ebenfalls sehr kleinen Wert von Lautenthal, der mit dem des Brockens gleich ist. Die Annahme, daß die Lage an der Luvseite des Harzes die Ursache zur Bildung langer Niederschlags- und kurzer Trockenperioden darstellt, scheint dadurch bestärkt zu werden. Die Dauer der Trockenperioden nimmt nach dem Unterharz und am Rande des Gebirges weiter zu, jedoch nicht so schnell, wie die Dauer der Niederschlagsperioden abnahm. Es ist noch von Interesse, daß die letzteren fast im ganzen Harz im Mittel länger dauern als die Trockenperioden, während im beiderseitigen Harzvorland das Umgekehrte der Fall ist.

Die Berechnung der mittleren Dauer der Niederschlagsperioden und Trockenperioden bietet mithin einen ungefähren Maßstab dafür, welche Unterschiede zwischen den einzelnen Stationen des Harzgebietes bei dem Ablauf von nassen und trockenen Perioden auftreten. Diese Unterschiede der Dauer sind ebenso wie die der Niederschlagsergiebigkeit, die im Laufe der Arbeit noch besonders berücksichtigt werden wird, gewissermaßen eine Folge der Reaktion lokaler Faktoren auf die Gegebenheiten der Wetterlage.

II. Nasse Perioden im Harz in Abhängigkeit von der Wetterlage.

1. Auswahl der nassen Perioden.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der nassen Perioden im Harz von der Wetterlage wurde eine Auswahl von nassen Perioden getroffen. Diese erfolgte zunächst nach den Niederschlags- und Trocken-

Bei den Niederschlagsperioden ergibt sich für den Brocken eine mittlere Dauer von 4.7 Tagen. Im Gegensatz dazu erhält Wegeleben nur einen Wert von 2.5 Tagen, das sind 53% des Brockenwertes. Zwischen diesen Extremen bewegen sich die Werte der übrigen Stationen. Die längsten Niederschlagsperioden treten im Oberharz auf. Hier erreicht Bad Grund mit 4.6 Tagen nahezu den Brocken. Es ist möglich, daß die Lage an der Luvseite des Harzes die Ursache für die Bildung ungewöhnlich langer Niederschlagsperioden in Bad Grund ist. Andererseits hat hier aber ein sorgfältiger Beobachter selbst die geringsten Niederschläge aufgezeichnet, wodurch die Vergleichsmöglichkeit mit anderen durchschnittlichen Stationen etwas herabgesetzt wird. Es sei daher an dieser Stelle besonders darauf hingewiesen, daß die Ergebnisse der Niederschlagshäufigkeit in starkem Maße von der Sorgfalt des Beobachters abhängen.

In Klausthal und Lautenthal finden sich schon erheblich kleinere Werte als bei Bad Grund und dem Brocken, nämlich 3.6 Tage, während die mittlere Dauer in Braunlage nur noch 3.2 Tage beträgt. Am Harzrande und nach dem Unterharz nehmen die Werte weiter rasch ab; sie werden im nordöstlichen Harzvorlande am kleinsten.

Es kann nach dem vorhergegangenen nicht mehr überraschen, daß bei den Trockenperioden die Unterschiede der mittleren Dauer viel geringer sind. Auf dem Brocken dauert eine Trockenperiode im Mittel 2.6 Tage, in Wegeleben 3.2 Tage, das ist in Prozenten des Brockenwertes ausgedrückt 123%. Gemessen an dem Brockenwert nimmt also die Dauer

perioden einer Anzahl Stationen des Harzgebietes. Als Ausgangspunkt dienten die Beobachtungen von Braunlage, Walkenried und Wegeleben; doch wurde die letzte Aussonderung der nassen Perioden erst nach Berücksichtigung der Stationen Brocken, Bad Grund, Klausthal, Lautenthal, Harzburg, Harzgerode, Nordhausen, Sangerhausen und Blankenburg getroffen.

Die Station *Braunlage* liegt in 565 m Höhe auf der Hochfläche des Harzes, vom nördlichen und südlichen Gebirgsrand ungefähr gleichweit entfernt (Luftlinie rund 15 km), etwa in dem Übergangsbereich zwischen Oberharz und Unterharz. Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe beträgt 1163 mm, wovon 52% im Winterhalbjahr (November bis April) fallen. Das Maximum des jährlichen Ganges der Niederschläge liegt im Dezember, das Minimum im Mai. Braunlage vertritt somit die Niederschlagsverhältnisse des Gebirges. Es erschien nicht zweckmäßig, dafür den Brocken zu wählen, da er auch für den Oberharz schon zu extreme Verhältnisse widerspiegeln würde.

Die Station *Walkenried* befindet sich in 268 m Höhe vor dem mittleren südlichen Harzrand. Sie ist in der Luftlinie etwa 16 km von Braunlage entfernt. Ihre jährliche Niederschlagsmenge beträgt im Mittel 826 mm (50% im Winterhalbjahr), das Maximum der Jahresperiode fällt auf den Dezember, das Minimum auf den April. Die verhältnismäßig große jährliche Niederschlagssumme, das starke Hervortreten der Winterniederschläge bei noch relativ niedriger Lage des Beobachtungsortes kennzeichnen Walkenried als Station der Luvseite des Harzgebirges.

Wegeleben liegt im weiteren nördlichen Harzvorland in 100 m Höhe. Die Entfernung des Ortes vom Gebirgsrand mißt ungefähr 18 km, von Braunlage etwas mehr als 40 km und von Walkenried rund 50 km. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge beträgt 454 mm (35% im Winterhalbjahr), der niederschlagsreichste Monat ist der Juli, der niederschlagsärmste der Februar. Wegeleben ist also eine typische Station aus dem leeseitigen Tockengebiet des Harzes.

Die Beobachtungen von Walkenried (1903 bis 1912) waren über den Durchschnitt gut, während die von Braunlage und Wegeleben in dem fraglichen Zeitabschnitt als normal zu bezeichnen sind.

Es war naheliegend, zunächst einmal die nassen Perioden mit den größten Niederschlagsmengen im Harz zur Untersuchung auszuwählen. Dazu wurde bei den drei Stationen Braunlage, Walkenried und Wegeleben die mittlere tägliche Niederschlagsmenge aller Niederschlagsperioden von 1903–1912 berechnet; diese sei die „spezifische Niederschlagsdichte“ genannt. Sodann wurden für die drei Stationen Stufenwerte festgelegt – für Braunlage 10 mm, für Walkenried 7 mm, und für Wegeleben 5 mm – und alle Niederschlagsperioden, die diese Werte der spezifischen Niederschlagsdichte nicht erreichten, zunächst ausgeschieden. Dabei blieben in Braunlage 77, in Walkenried 81 und in Wegeleben 72 Perioden übrig.

Nun war nachzuprüfen, wie weit die 77 Niederschlagsperioden von Braunlage mit den 81 in Walkenried und den 72 in Wegeleben zeitlich in Einklang zu bringen waren, d. h. wie weit sie auf die gleichen nassen Perioden zurückgeführt werden konnten. Zur weiteren Beschränkung der Anzahl wurde noch festgesetzt, daß sich die Dauer der den gleichen nassen Perioden angehörenden Niederschlagsperioden zwischen den Stationen um höchstens drei Tage unterscheiden sollte; diese Forderung wurde auch auf die oben genannten 9 weiteren Harzstationen (Brocken, Bad Grund, Klausthal, Lautenthal, Harzburg, Harzgerode, Nordhausen, Sangerhausen und Blankenburg) ausgedehnt.

So blieben schließlich in Braunlage, Walkenried und Wegeleben noch 33 Niederschlagsperioden mit hoher spezifischer Niederschlagsdichte übrig, die an allen berücksichtigten Stationen in der gleichen Zeit auftraten und sich in ihrer Dauer um höchstens drei Tage unterschieden. Diese 33 nassen Perioden wurden nun nach ihrer Abhängigkeit von der Wetterlage untersucht.

Es erschien zweckmäßig bei ihnen von vornherein zwischen *Gewitterregen* und den Niederschlägen zyklonalen Ursprungs zu unterscheiden. Nach den Beobachtungen der Stationen zweiter Ordnung in Klausthal, Quedlinburg, Wasserleben, Harzgerode, Nordhausen und auf dem Brocken ergab sich, daß von den 33 nassen Perioden 14 auf Gewitter zurückzuführen waren.

Die Untersuchung lediglich dieser 33 Perioden mit hoher spezifischer Niederschlagsdichte würde einen großen Teil der nassen Perioden unberücksichtigt lassen; denn die Ergiebigkeit der meisten bleibt unterhalb der Stufenwerte und sehr oft ist auch die Dauer der Niederschlagsperioden zwischen den einzelnen Stationen um mehr als drei Tage verschieden, vor allem bei längeren Perioden. Daher wurde außer den schon ausgesonderten noch eine Auswahl von nassen Perioden mit geringerer spezifischer Niederschlagsdichte getroffen, und zwar wurde gefordert, daß sich bei diesen die Zahl der Tage mit Niederschlag auf dem Brocken und in Wegeleben um mindestens vier unterscheiden

sollte. Es war in diesem Fall besser, statt Braunlage und Walkenried den Brocken Wegeleben gegenüberzustellen, um die Extreme in der Dauer der Niederschlagsperioden zu erfassen.

Auf diese Weise wurden 55 Niederschlagsperioden des Brockens ausgesondert, die der angegebenen Bedingung genügten. Sie dauerten insgesamt 644 Tage, während in Wegeleben gleichzeitig nur an 332 Tagen Niederschläge gemessen wurden. Es sei bemerkt, daß die Auswahl dieser Perioden manchmal schwierig und häufig nicht ohne Willkür durchzuführen war. Bei einem Vergleich mit den 10 anderen Stationen des Harzes stellte sich heraus, daß ein großer Teil von ihnen nur schlecht mit entsprechenden Niederschlagsperioden an diesen Stationen in Einklang gebracht werden konnte und daher auszuscheiden war.

Das Ergebnis dieser Aussonderung war schließlich eine Gruppe von 22 nassen Perioden, die im Gegensatz zu den ersten nur geringe spezifische Niederschlagsdichten im Harz aufzuweisen hatten und bei denen sich die Dauer der Niederschlagsperioden auf dem Brocken und in Wegeleben um mindestens vier Tage unterschied.

Insgesamt wurden also 55 nasse Perioden zur Untersuchung ihrer Abhängigkeit von der Wetterlage ausgewählt. Dabei wurden drei Gruppen aufgestellt (Tabelle 1).

1. Gruppe. Nasse Perioden zyklonalen Ursprungs mit hoher spezifischer Niederschlagsdichte. Die Zahl der Niederschlagstage ist zwischen den Stationen höchstens um drei verschieden. 19 Perioden.

2. Gruppe. Nasse Perioden, zurückzuführen auf Gewitter, mit hoher spezifischer Niederschlagsdichte. Die Zahl der Niederschlagstage ist zwischen den Stationen höchstens um drei verschieden. 14 Perioden.

3. Gruppe. Nasse Perioden mit geringer spezifischer Niederschlagsdichte. Die Zahl der Niederschlagstage unterscheidet sich zwischen Wegeleben und dem Brocken um mindestens vier Tage. 22 Perioden.

Tabelle 1. Jahreszeitliche Verteilung der ausgewählten nassen Perioden.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Summe
1. Gruppe	3	3	—	2	I	—	—	—	4	4	—	2	19
2. Gruppe	—	—	—	—	2	4	7	I	—	—	—	—	14
3. Gruppe	I	—	2	I	—	2	I	4	I	3	4	3	22

2. Die Wetterlage bei nassen Perioden im Harz.

a) Vorbemerkungen.

Das Messen der Niederschläge erfolgt durchweg einmal am Tage morgens um 7 Uhr. Ein Niederschlagstag dauert also z. B. vom 7. Juli, 7 Uhr morgens, bis 8. Juli, 7 Uhr morgens. Die Niederschlagsmenge, die am 8. Juli um 7 Uhr gemessen wurde, kann also entweder noch am 7. Juli in der Zeit nach 7 Uhr oder am 8. Juli vor 7 Uhr morgens gefallen sein. Die gemessene Menge wird in jedem Fall dem Messungstag, in unserm Beispiel dem 8. Juli zugeschrieben. Aber dem Vergleich mit den Wetterkarten wird hier immer das dem Messungstag vorangehende Datum zugrundegelegt.

Die eigentlichen Niederschlagsvorgänge, wie z. B. die wirkliche Dauer der Regenfälle und ihre Intensität, werden durch das einmalige Messen am Tage natürlich nur in sehr grober Weise erfaßt. Die einzelnen Niederschlagsperioden sind— ohne daß dieses zum Ausdruck käme— oft sehr ungleichartig: die Mengen können als Dauerregen oder als einzelne Regengüsse niedergegangen sein. Dabei sind Unterbrechungen der Niederschläge bis zu fast zwei Tagen innerhalb einer Periode möglich. Auf diese Einzelheiten der Niederschlagsvorgänge wird in der vorliegenden Arbeit nicht eingegangen werden.

Die Untersuchung der Abhängigkeit der nassen Perioden im Harz von der Wetterlage ging auf zwei Wegen vor sich. Zuerst wurde für jeden Tag der Perioden die Lage der Luftdruckminima kartographisch festgelegt; sodann wurden für ausgewählte Tage der Perioden an einer Reihe europäischer Stationen mittlere Luftdruckwerte berechnet. Der erste Weg führte zur Abgrenzung von Verbreitungsgebieten der Luftdruckminima, bei denen es im Harz zu Niederschlägen kommt. Der zweite Weg hatte die Darstellung mittlerer Isobaren für nasse Perioden im Harz zum Ziele.

Die kartographische Festlegung der Lage der Luftdruckminima erfolgte in der Weise, daß das Zentrum des Minimums nach der Wetterkarte durch einen Punkt bezeichnet und so in eine Karte eingetragen wurde. Dabei war in jedem Falle zu überlegen, ob die im Harzgebiet gemessenen Niederschläge auch wirklich in Verbindung mit dem betreffenden Tiefdruckgebiet gefallen waren. Die Entscheidung dieser Frage hatte häufig zur Folge, daß nicht das Luftdruckminimum, sondern der Kern eines Teiltiefs oder eines Ausläufers der Depression mit dem Punkt bezeichnet wurde. In dem letztgenannten Fall war es bei nicht geschlossenen Isobarenformen oft schwierig zu entscheiden, an welcher Stelle der Punkt anzubringen war. So ließen sich in einzelnen Willkürlichkeiten nicht immer vermeiden.

Die Berechnung der mittleren Luftdruckwerte wurde für etwa 45 bis 50 europäische Stationen vorgenommen. Dazu dienten die Luftdruckangaben der „Täglichen Wetterberichte der Deutschen Seewarte“, 8 Uhr MEZ.

b) Die Lage der Luftdruckminima bei nassen Perioden im Harz.

Zuerst sei die Lage der Luftdruckminima bei jenen 19 nassen Perioden der ersten Gruppe untersucht, die sich durch hohe spezifische Niederschlagsdichte und verhältnismäßig geringe Unterschiede der Zahl der Niederschlagstage an den einzelnen Harzstationen auszeichnen. Die 19 nassen Perioden umfassen insgesamt 116 Tage mit Niederschlag; es sind also 116 Wetterlagen durch Punkte dargestellt worden. Die Dauer einer Periode betrug im Mittel 6.1 Tage (Abbildung 10).¹⁾

Es zeigt sich, daß die Punkte recht geschlossen in ein Gebiet fallen, das sich von der Ostküste Englands und Schottlands über die Nordsee und Ostsee zum Finnischen Meerbusen erstreckt. Die Nordgrenze dieses Gebietes läßt sich etwa durch eine Linie von den Shetland-Inseln über das südliche Skandinavien (hier etwa dem 61. Breitenparallel folgend) und das südliche Finnland zum Ladogasee ziehen. Die Westgrenze schneidet — wenn man von zwei Punkten, die aus dem Rahmen der übrigen herausfallen, absieht — etwa mit der Britischen Nordseeküste ab. Die Südgrenze verläuft etwa von der Straße von Dover nach dem mittleren Polen, wobei sie in Deutschland ungefähr dem Nordrand der Mittelgebirge folgt, während die Ostgrenze im großen und ganzen mit den Ostgrenzen der baltischen Randstaaten zusammenfällt, um am Ladogasee auf die Nordgrenze des umrissenen Gebietes zu treffen.

In diesem Bereich lagen also die Tiefdruckzentren, wenn im Harz starke Niederschläge fielen, sofern es sich nicht um Gewitter handelte. Es wäre natürlich wünschenswert, wenn man auch umgekehrt sagen könnte, daß der Harz starke Niederschläge zu erwarten hat, sobald ein Minimum in das begrenzte Gebiet gerät.

Diese Aussage hat so wenig Wahrscheinlichkeit für sich, so wenig man allein auf Grund der Luftdruckverteilung eine Prognose über die Niederschläge treffen kann; denn die an einer Station gemessene Niederschlagshöhe ist nicht allein von der Lage des Luftdruckminimums abhängig, sondern vor allem von der Art und dem Bewegungszustand der durch die Druckverteilung in Fluß gebrachten Luftströmungen. Daher kommt es vor, daß zwei Tiefdruckgebiete, deren Kerne eine annähernd gleiche Lage haben, doch außerordentlich verschiedene Niederschlagsmengen liefern können. Es sollte nicht die Aufgabe dieser Untersuchung sein, den Luftmassenvorgängen, die an den Vorüberzug der Depressionen geknüpft sind, noch näher nachzugehen.

Mit größerer Wahrscheinlichkeit kann man jedoch sagen, daß der Harz keine starken Niederschläge zu erwarten hat, solange die Luftdruckminima außerhalb des abgegrenzten Gebietes bleiben.

Es wurden nun im Verlauf der nassen Perioden noch drei charakteristische Tage besonders hervorgehoben: 1. der „Anfangstag“, d. h. der erste Tag der nassen Periode; 2. der „Mitteltag“, der Tag des niedrigsten Luftdrucks im Harz während der nassen Periode; er ist in vielen Fällen gleichzeitig der niederschlagsreichste Tag; 3. der „Endtag“, der letzte Tag der nassen Periode. Für diese wurde die Wetterlage besonders untersucht.

Am Anfangstag beschränkt sich die Lage der Tiefdruckkerne in der Hauptsache auf das Gebiet der Nordsee (Abbildung 11). Ihre Bewegungsrichtung ist im allgemeinen die östliche. Ihnen gegenüber ziehen sich die Hochdruckgebiete (gekennzeichnet durch Pfeile) nach Osten oder Südwesten zurück.

Auch am Mitteltag liegt noch ein großer Teil der Minima über der Nordsee, aber eine Reihe ist bereits in die westliche Ostsee oder in das westliche und mittlere Norddeutschland vorgerückt. Hochdruckgebiete (Kreise in Abb. 12) finden sich meistens im Südwesten, seltener im Südosten und Nordosten.

Der Endtag schließlich zeigt den Hauptteil der Tiefdruckzentren im Gebiet der südlichen Ostsee und im angrenzenden Norddeutschland, während von Südwesten her das Azorenhoch kräftig vorstößt (Ab-

¹⁾ Abbildung 10–40 auf den Tafeln im Anhang.

bildung 13). Die Bewegungsrichtung der Depressionen ist am Endtag unregelmäßiger als am Anfangs- oder Mitteltag; ein Teil von ihnen behält die östliche Bewegung bei, ein anderer Teil wendet sich mehr nach Nordosten und wieder andere schlagen eine mehr südöstliche Richtung ein. Sie sind dabei meistens im Stadium der Auflösung begriffen.

Nun folge die Untersuchung der 14 nassen Perioden der zweiten Gruppe, die durch Gewitter verursacht wurden. Sie umfassen insgesamt 34 Niederschlagstage; eine Periode dauerte also im Mittel 2.4 Tage (Abbildung 14).

Die Luftdruckverteilung weist bei diesen nassen Perioden ein Isobarenbild auf, das von dem der zuerst betrachteten Perioden der ersten Gruppe außerordentlich verschieden ist. Es ist im allgemeinen durch eine sehr gleichmäßige Verteilung des Luftdrucks, flache Minima und Maxima gekennzeichnet. Häufig handelt es sich um sogenannte Gewittersäcke, die als Ausläufer größerer Tiefdruckgebiete, welche meist im hohen Norden vorüberziehen, Mitteleuropa von Südwest oder West nach Ost durchwandern. In anderen Fällen waren es mehr selbständige, kleine flache Minima, die innerhalb einer breiten, meist etwa nordsüdlichen Tiefdruckrinne auftraten.

Die Punkte wurden bei der kartographischen Feststellung der Lage dieser Depressionen in die Gewittersäcke oder in die flachen Minima gelegt, sofern anzunehmen war, daß in Verbindung mit diesen die Niederschläge im Harz aufgetreten waren. Gemäß der Gesamtzahl der Niederschlagstage dieser nassen Perioden wurden 34 Wetterlagen durch Punkte zur Darstellung gebracht.

Es ergibt sich, daß die „Gewitterpunkte“ ein bedeutend kleineres Gebiet einnehmen als die Punkte der nassen Perioden der ersten Gruppe. Ferner fällt auf, daß dieses Gebiet weiter südlich liegt als das der nassen Perioden der ersten Gruppe, sodaß der Harz mitten in dieses Gebiet hineinfällt, während er bei dem letzteren an dessen südlichen Rande lag.

Die Niederschläge, die mit diesen flachen Luftdruckminima verbunden sind, haben offenbar nur eine geringe flächenhafte Verbreitung. Die Minima ziehen in unmittelbarer Nähe des Harzes vorüber, wenn dieser Niederschläge von ihnen empfängt. Im Gegensatz dazu weisen die Depressionen der ersten Gruppe oft ausgedehnte Niederschlagsgebiete auf, die sich grobenteils südlich des Minimums befinden. Die Punkte dieser Gruppe liegen infolgedessen alle nördlich des Harzes.

Das Verbreitungsgebiet der Punkte der Gewitterperioden umfaßt etwa das nordöstliche Frankreich, West- und Norddeutschland sowie die Deutsche Bucht, ferner das westliche Polen. In diesem Gebiet lagen also die Luftdruckminima, wenn im Harz Gewitterregen niedergingen. Man kann annehmen, daß der Harz im allgemeinen keine Gewitterniederschläge empfangen wird, solange diese Minima außerhalb des abgegrenzten Bereiches bleiben.

Bei den Gewitterperioden wurde noch zwischen einem Anfangstag, d. h., meist dem Gewittertag, und den Nachttagen, d. h., den auf den ersteren folgenden Tagen mit Niederschlägen unterschieden. Das Gebiet der Punkte des Anfangstages umschließt das nordöstliche Frankreich, Südwest-, Nord- und Ostdeutschland und die Deutsche Bucht (Abbildung 15). Über dem Atlantik liegt meist ein Hochdruckgebiet. Demgegenüber befinden sich die Minima der Nachtage über West-, Nord- und Ostdeutschland, über der westlichen Ostsee und über dem westlichen Polen (Abbildung 16). Sie haben durchweg eine östliche Bewegungsrichtung; hinter ihnen dringen Hochdruckgebiete von Südwesten und vom Atlantik vor.

Als letzte bleibt noch die Gruppe der 22 nassen Perioden übrig, die an den Harzstationen eine geringe spezifische Niederschlagsdichte, jedoch große Unterschiede in der Zahl der Niederschlagstage aufweisen (3. Gruppe). Diese Perioden zählen insgesamt 259 Tage; es sind demzufolge ebensoviele Wetterlagen durch Punkte dargestellt worden. Die mittlere Dauer der Perioden betrug 11.8 Tage, d. h., ungefähr das Doppelte der Perioden der ersten Gruppe und das Fünffache der Perioden der zweiten Gruppe (Abbildung 17).

Bei dieser Gruppe nehmen die Punkte ein Gebiet ein, das ganz Mittel- und Westeuropa mit angrenzenden Teilen des Atlantik, ferner fast ganz Skandinavien und Finnland, schließlich den nordwestlichen Teil Rußlands umfaßt; es geht also über das Verbreitungsgebiet der Minima bei nassen Perioden der ersten Gruppe nach allen Seiten weit hinaus.

Die Ursache für die verschiedene Ausbreitung dieser Gebiete liegt in der Auswahl der nassen Perioden beider Gruppen begründet. In der ersten Gruppe sind allein solche Wetterlagen enthalten, bei denen im Harz sehr starke Niederschläge gemessen wurden. Bei der dritten dagegen kommen vornehmlich solche vor, mit denen nur geringe Niederschläge im Harz verbunden waren, wobei manche Stationen ganz niederschlagsfrei blieben. Man kann sagen, daß das Verbreitungsgebiet der Punkte bei der dritten Gruppe alle Luftdruckminima einschließt, bei denen überhaupt Niederschläge im Harz möglich sind. Alle

Minima, die außerhalb dieses Gebietes liegen, rufen im allgemeinen keine Niederschläge im Harz mehr hervor.

In der Darstellung wurden die Wetterlagen durch kleine Kreise bezeichnet, bei denen es wohl auf dem Brocken, aber nicht in Wegeleben geregnet hatte. Sie überwiegen vor allem in der Randzone des Gebietes; doch ist ihre Zahl auch im inneren Teil noch bedeutend. Das zeigt, wie wenig die Lage des Tiefdruckkerns allein über die Niederschläge im Harz entscheidet.

Auch bei diesen nassen Perioden wurden noch Anfangs-, Mittel- und Endtage unterschieden und besonders untersucht.

Am Anfangstag sind die Punkte über ein weites Gebiet verbreitet, das die Britischen Inseln, Nordwestfrankreich und Nordwestdeutschland, ferner die Nordsee, die westliche Ostsee, das südliche Skandinavien und die angrenzenden Teile des Atlantik umfaßt. Die Minima weisen meist eine östliche oder nordöstliche Bewegungsrichtung auf; vor ihnen ziehen sich die Hochdruckgebiete im großen und ganzen nach Osten, am häufigsten nach Südosten zurück.

Die Lage der Depressionen des Mitteltages, d. h., des Tages, an dem im Harz der niedrigste Luftdruck gemessen wurde, ist auf ein etwas kleineres Gebiet beschränkt, das aber noch das nördliche Frankreich, nahezu ganz Deutschland sowie die mittlere und westliche Ostsee, das südliche Skandinavien, die Nordsee, ferner England und Schottland bedeckt.

Die Zahl der Punkte, die anzeigen, daß auch in Wegeleben Niederschläge gefallen sind, ist von 11 am Anfangstag auf 14 am Mitteltag (von insgesamt 22 Punkten) gestiegen. Die Bewegungsrichtung der Tiefdruckgebiete ist verschieden, wenn auch die östliche Richtung vorherrscht. Hochdruckgebiete liegen meistens im Osten, Südosten oder im Südwesten.

Die weiteste Verbreitung weisen die Tiefdruckkerne des Endtages auf. Sie sind über ein Gebiet verstreut, das etwa das ganze nordwestliche Europa einschließt. An diesen Tagen ist nur in drei Fällen auch in Wegeleben Niederschlag gefallen; sonst sind allein in den höheren Teilen des Harzes oder nur auf dem Brocken noch geringe Mengen gemessen worden. Die Bewegungsrichtung der Minima zeigt noch stärkere Unterschiede als am Mitteltag, eine vorherrschende östliche Richtung ist kaum noch festzustellen. Demgegenüber fällt die Zahl solcher Hochdruckgebiete auf, die entgegen der gewöhnlichen Zugrichtung der Zyklonen von Osten her vorstoßen. Am häufigsten ist jedoch auch hier das Vordringen eines Hochs aus Südwest. Die Tiefdruckgebiete füllen sich am Endtag meistens auf; sie sind oft nur noch flache Luftdruckgebilde.

Es fragt sich, wie weit die Verbreitungsgebiete der Minima aller drei Gruppen mit v a n B e b b e r s Zugstraßen übereinstimmen (Abbildung 31).

Die Lage der Tiefdruckkerne der dritten Gruppe erstreckt sich nahezu auf alle Zugstraßen. Nur der südlich der Alpen gelegene Teil der Zugstraße V bleibt ausgenommen. Doch kommt es gelegentlich vor, daß eine mit ihrem Kern südlich der Alpen gelegene Depression sich weit nach Norden ausdehnt und daß der Harz dann bei östlichen Winden Niederschläge empfängt. Nimmt man diesen selteneren Fall mit hinzu, so ergibt sich, daß die Minima auf fast allen Zugstraßen von Niederschlägen im Harz begleitet sein können.

Das bei der ersten Gruppe festgelegte Verbreitungsgebiet der Tiefdruckzentren schließt dagegen nur die Zugstraße III und IV sowie Teile der Zugstraße II und Vb ein. Für starke Niederschläge im Harz kommen also die anderen schon nicht mehr in Betracht. Als die wichtigsten müssen die Zugstraßen III und IV gelten, und zwar bei der Zugstraße IV der Teil zwischen der englischen Ostseeküste und Südfinnland (IVa und IVb), bei der Zugstraße III fast deren ganze Länge von den Shetland-Inseln bis zum südlichen Finnland (IIIb) und zum nördlichen Polen (IIIa). Die Minima der Zugstraße Vb rufen im Harz nicht so starke Niederschläge hervor wie in den schlesischen Gebirgen. Der Brocken hatte zum Beispiel bei den katastrophalen Regenfällen vom 5. bis 14. Juli 1903, die von Hellmann und v. Elsner mit untersucht wurden, nur 74.4 mm erhalten, während in den Sudeten stellenweise 400 mm gefallen waren¹⁾. Doch zeigt sich daran gleichzeitig, daß die Vb-Depressionen auch für den Harz noch Bedeutung gewinnen können. Die Zugstraße Vb liegt daher von Schlesien bis zum Ladogasee mit innerhalb unseres Gebietes. Demgegenüber befindet sich die Zugstraße II schon hart am nördlichen Rande des Gebietes und gehört vor allem in ihrem westlichen Teil nicht mehr ganz dazu.

Das Verbreitungsgebiet der Luftdruckminima der zweiten Gruppe liegt größtenteils zwischen den Zugstraßen III, IV und V; es wird von diesen nur in seinen Randzonen berührt. Während die

¹⁾ G. Hellmann und G. v. Elsner, Meteorologische Untersuchungen über die Sommerhochwasser der Oder. Veröff. d. Preuß. Met. Inst. Nr. 230, 1911.

Tiefdruckgebiete der genannten Zugstraßen vor allem das Wasser zu bevorzugen scheinen, ergibt sich hier, daß die Gewitterdepressionen offenbar mehr auf dem Landwege vorwärtsschreiten. Es wird sich noch zeigen, daß sie meist vom südwestlichen Frankreich ihren Ausgang nehmen, um von da nach Mitteldeutschland und weiter nach dem Osten zu ziehen.

c) Das mittlere Druckfeld bei nassen Perioden im Harz.

Die Berechnung der mittleren Luftdruckwerte, auf Grund deren Isobarenkarten entworfen wurden, erfolgte für den Anfangs-, Mittel- und Endtag der ersten und dritten Gruppe der nassen Perioden, bei der zweiten Gruppe für den Gewittertag und den letzten Nachttag.

Die mittlere Luftdruckverteilung des Anfangstages der ersten Gruppe zeigt über dem Nordwesten von Europa eine ausgedehnte Depression, deren Kern etwa vor dem nördlichen Eingang der Nordsee liegt (Abbildung 22). Über Südosteuropa befindet sich ein Hochdruckgebiet; von ihm erstreckt sich ein Keil hohen Drucks nach den Alpen. Das Tief weist zwei schwache Ausläufer auf, einen über dem mittleren Skandinavien und dem Finnischen Meerbusen, einen anderen über der Nordsee und Nordwestdeutschland. Mit dem letzteren ist offenbar der Beginn der Niederschlagstätigkeit im Harz verbunden.

Am Mitteltag hat sich der tiefe Druck über fast ganz Europa ausgedehnt (Abbildung 23). Der Kern der Depression liegt über der Nordsee, doch scheint sich das Hauptminimum noch über dem Europäischen Nordmeer zu befinden. Ein Ausläufer dieses Tiefdrucksystems reicht über die Ostsee bis zum südwestlichen Rußland. Das südosteuropäische Hoch ist völlig verschwunden, ebenso der Hochdruckkeil über dem Alpengebiet. Selbst im nördlichen Mittelmeer ist der Druck noch gegenüber dem Anfangstag gefallen.

Dagegen sind über Spanien kaum Luftdruckänderungen eingetreten. Infolgedessen ergibt sich von hier nach der Nordsee ein außerordentlich starkes Druckgefälle, das eine intensive Bewegung feuchtwarmer Meeresluft von Südwesten nach Nordfrankreich und Deutschland auslöst. Diese Wetterlage ist für stärkste Niederschläge im Harz als typisch anzusehen. Hier treten dabei starke Südwestwinde auf, die die Stauwirkung des Gebirges — besonders im Gebiet der nach Südwesten geöffneten Täler — am kräftigsten zur Geltung kommen lassen. Über die auftretenden Niederschlagsmengen und ihre Verteilung wird eins der nachfolgenden Kapitel handeln.

Bis zum Endtag hat sich die Depression sehr verflacht (Abbildung 24). Ihr Kern liegt nun über der mittleren Ostsee. Ein Ausläufer reicht noch östlich der Alpen ins nördliche Mittelmeerbecken; doch schiebt sich von Westen her ein Keil hohen Drucks vor, der wohl später die Ablösung der Mittelmeerdepression von der über der Ostsee zur Folge hat. Über Spanien und Frankreich ist ein Ausläufer des Azorenhochs erschienen und hat hier starken Druckanstieg gebracht. Infolgedessen ist auf der Rückseite des abziehenden Tiefs über Mitteldeutschland das starke Druckgefälle des Mitteltages erhalten geblieben. Die Richtung der Isobaren ist hier jedoch aus einer südwest-nordöstlichen in eine nordwest-südöstliche übergegangen. Bei dieser Wetterlage treten im Harz daher westliche bis nordwestliche Winde mit mehr schauerartigen Niederschlägen auf, die meist das Ende der nassen Periode bedeuten.

Die Isobarenkarten des Anfangs-, Mittel- und Endtages der nassen Perioden der ersten Gruppe zeigen somit den typischen Vorübergang einer Zyklone, die im Harz mit stärksten Niederschlägen verbunden ist. Im allgemeinen nehmen diese vom Anfangstag zum Mitteltag der Menge nach erheblich zu, um zum Endtag wieder abzuflauen.

Bei der zweiten Gruppe der nassen Perioden ergibt sich am Morgen des Gewittertages, der die Hauptregen bringt, ein Isobarenbild mit einer außerordentlich gleichmäßigen Luftdruckverteilung ohne starke Druckunterschiede (Abbildung 25). Westlich der Britischen Inseln herrscht hoher Druck, über dem nördlichen Skandinavien liegt dagegen ein flaches Tiefdruckgebiet; auch über Rußland ist der Druck verhältnismäßig niedrig. Diese im großen typisch sommerliche Verteilung erfährt nun dadurch eine besondere Ausgestaltung, daß sich von der nördlichen Depression nach Westdeutschland ein sackförmiger, flacher Ausläufer erstreckt, der sogenannte „Gewittersack“. Er wird von dem kontinentalen Tiefdruckgebiet im Osten durch ein flaches Hochdruckgebilde getrennt. Sein Kern liegt ungefähr über dem Mittelrhein. Infolge der geringen Druckgegensätze wehen im Harz nur schwache südliche bis südwestliche Winde. Auf der Westseite des Gewittersackes, über den Niederlanden, haben die Isobaren einen nord-südlichen Verlauf. Damit ist hier eine Zufuhr kalter nördlicher Luftmassen verbunden, die wohl an der Auslösung der Gewitter in Mitteldeutschland wesentlichen Anteil gewinnen.

Am Nachttag hat sich in der Wetterlage eine bedeutsame Änderung vollzogen (Abbildung 26). Das am Gewittertag über Skandinavien gelegene Tiefdruckgebiet ist offenbar in die große osteuropäische De-

pression übergegangen, als dessen Ausläufer jetzt der Gewittersack erscheint, der sich inzwischen noch vertieft hat; sein Kern liegt nun über Polen. In Westeuropa und über dem Atlantik ist der Druck gestiegen, so daß sich die Druckgegensätze über dem westlichen Deutschland erheblich verschärft haben. Die Isobaren verlaufen hier etwa von NW nach SE; sie biegen nach den dänischen Inseln und dem südlichen Skandinavien in eine nordnordöstliche Richtung um. Im Harz treten daher kühle nordwestliche bis nördliche Winde auf, mit denen aber nur noch geringe Niederschläge verknüpft sind.

Bei der Untersuchung des dem Gewittertag vorangehenden Tages stellte sich heraus, daß der Harz an diesem noch im Bereich eines schwachen Hochdruckgebietes lag, dessen Maximum sich etwa über Sachsen befand (Abbildung 27). Dagegen zeigte sich über dem westlichen Frankreich ein Tiefdruckgebilde, das über die Britischen Inseln hinweg mit der über Nordwesteuropa gelegenen Depression in Verbindung stand. Diesen Tiefdruckausläufer kann man daher wohl als erstes Anzeichen für die Bildung des „Gewittersackes“ und für starke Gewitter im Harz am folgenden Tag betrachten.

Im ganzen ergibt sich somit, daß die Entstehung ergiebiger Gewitterregen im Harz im Mittel mit dem Vorüberzug einer flachen Depression verbunden ist, die von Westfrankreich ihren Ausgang nimmt und sich am letzten Niederschlagstag über Polen befindet. Bei weitem der größte Teil der Niederschläge fällt am Gewittertage, meist dem ersten Tage der nassen Periode, während an den „Nachttagen“ nur geringe Mengen gemessen werden.

Die Luftdruckverteilung am Anfangs-, Mittel- und Endtag der dritten Gruppe ist den entsprechenden Darstellungen der ersten Gruppe ähnlich. Auch bei diesen liegt zu Beginn der Niederschläge im Harz im Nordwesten Europas eine ausgebreitete Depression, während sich im Südosten ein Hoch befindet, das über das Alpengebiet nach Westen einen Keil hohen Drucks vorschiebt. Im Vergleich zu der Luftdruckverteilung am Anfangstag der ersten Gruppe sind hier aber die Druckgegensätze merklich geringer.

Dieser Unterschied zur ersten Gruppe kommt bei der Druckverteilung des Mitteltages noch besser zum Ausdruck. An diesem liegt ebenso wie bei der ersten Gruppe der Tiefdruckkern über der Nordsee. Doch fehlt hier das starke Zusammendrängen der Isobaren zwischen Spanien und der Nordsee, sodaß die Zufuhr feuchtwarmer Meeresluft nach Mitteldeutschland weniger intensiv vor sich geht als bei der ersten Gruppe.

Besonders gering sind aber die Druckgegensätze am E n d t a g der dritten Gruppe. Die Depression befindet sich nun mit ihrem Kern über der mittleren Ostsee. Sie hat sich stark verflacht und tritt nur noch als Ausläufer eines im Norden Skandinaviens liegenden Tiefs in Erscheinung. Auffallend ist das außerordentlich schwache Nachrücken des Azorenhochs auf der Rückseite der abziehenden Depression, sodaß die Luftbewegung in Mittel- und Nordwestdeutschland nur sehr gering sein kann.

Zwischen den Druckverteilungen der ersten und dritten Gruppe ergeben sich demnach keine grundsätzlichen Unterschiede. Es zeigt sich lediglich, daß die Druckgradienten bei der dritten Gruppe im allgemeinen schwächer sind als bei der ersten. Infolgedessen müssen auch die Luftströmungen schwächer sein, woraus man auf die geringere Stauwirkung des Harzes als eine der Ursachen für die geringen Niederschlagsmengen bei der dritten Gruppe schließen kann. Vor allem ist wohl anzunehmen, daß die Art der den Harz überflutenden Luftmassen bei dieser Gruppe nicht die Voraussetzung für die Entstehung starker Niederschläge bot und daß insbesondere die mit dem Vorüberzug der Depression verknüpften frontalen Vorgänge den Harz nur in geringem Maße mitberührten. Das dürfte vor allem für den Anfangs- und Endtag gelten, an denen an den tiefer gelegenen Stationen in vielen Fällen keine Niederschläge gemessen wurden.

III. Trockene Perioden im Harz in Abhängigkeit von der Wetterlage.

1. Auswahl der trockenen Perioden.

Ähnlich wie bei den nassen Perioden wurde die Auswahl der trockenen Perioden, deren Abhängigkeit von der Wetterlage untersucht werden sollte, nach den Trockenperioden der drei Stationen Braunlage, Walkenried und Wegeleben getroffen.

Auch hier könnte man danach unterscheiden, welche Perioden große und welche geringe Unterschiede der Dauer an den einzelnen Stationen aufweisen. Man müßte ferner solche trockenen Perioden besonders herausheben, deren Ende der Anfang einer Gewitterperiode ist; denn die Wetterlage zu Ende dieser trockenen Perioden ist eine andere als bei solchen, die durch eine herannahende Depression

der ersten oder dritten Gruppe abgeschlossen werden. Eine Einteilung der trockenen Perioden nach diesen Gesichtspunkten würde in vielem nur eine Wiederholung gegenüber der Untersuchung der nassen Perioden bedeuten und wurde daher nicht vorgenommen.

Andererseits könnte man im Hinblick auf die Darstellung der Lage der Tiefdruckgebiete durch Punkte meinen, daß sich die Untersuchung der Wetterlagen bei trockenen Perioden im Harz in dieser Weise überhaupt erübrigen würde; denn nach der Festlegung der Verbreitungsgebiete der Minima bei nassen Perioden könnte man vermuten, daß damit umgekehrt auch der Verbreitung der Tiefdruckkerne bei trockenen Perioden eine gewisse Grenze gesetzt sei. Das ist jedoch nicht unbedingt der Fall; denn für die Entstehung der trockenen Perioden ist nicht allein entscheidend, daß sich die Depressionen in größerem Abstand vom Untersuchungsgebiet halten, sondern bei ihnen tritt – vor allem bei längeren Perioden – der Einfluß eines häufig stationären Hochdruckgebietes maßgeblich in Erscheinung. Die Verbreitungsgebiete der Luftdruckminima bei nassen Perioden stimmen daher nicht ganz mit dem bei trockenen Perioden von Tiefdruckkernen freibleibenden Gebiet überein.

Es wurden unter den Trockenperioden der drei Stationen Braunlage, Walkenried und Wegeleben nur solche ausgewählt, deren Dauer mindestens sechs Tage betrug. Ihre Zahl belief sich in Braunlage auf 79, in Walkenried auf 77 und in Wegeleben auf 100 Trockenperioden. Durch Vergleich mit 9 andern Harzstationen (Brocken, Bad Grund, Klausthal, Lautenthal, Harzburg, Harzgerode, Nordhausen, Sangerhausen und Blankenburg) wurden alle die Trockenperioden wieder ausgeschieden, die bei der Zurückführung auf die gleichen trockenen Perioden an den einzelnen Stationen starke Unterschiede der Dauer zeigten. So blieben 22 trockene Perioden mit insgesamt 187 Tagen übrig, für die nun die Wetterlage in der gleichen Weise wie bei den nassen Perioden untersucht wurde. Die mittlere Dauer der trockenen Perioden betrug 8.5 Tage.

2. Die Wetterlage bei trockenen Perioden im Harz.

a) Die Lage der Luftdruckminima bei trockenen Perioden im Harz.

Die Einzeichnung der Tiefdruckkerne als Punkte in eine Karte ergibt bei den trockenen Perioden – wie zu erwarten – ein größeres Gebiet, das von Punkten frei bleibt (Abbildung 18). Es bedeckt ganz Mitteleuropa, das südliche Skandinavien sowie die Nord- und Ostsee und ihre Küstenländer. Innerhalb dieses Gebietes, das von vielen Depressionen umlagert erscheint, herrscht hoher Luftdruck.

Es liegt nahe, das bezeichnete Gebiet – ähnlich wie es bei den nassen Perioden geschehen ist – zu der Aussage zu benutzen, daß im Harz nicht mit Niederschlägen zu rechnen ist, solange die Luftdruckminima außerhalb des punktfreien Raumes bleiben. Da derartige Prognosen über die Niederschläge nicht allein auf Grund der Luftdruckverteilung getroffen werden können, wie schon hervorgehoben wurde, ist die Bedeutung dieses Satzes zwar beschränkt, doch hat er im großen und ganzen Gültigkeit.

In dem Verbreitungsgebiet der durch Punkte dargestellten Luftdruckminima gibt es Stellen, an denen sich die Minima häufen, und daneben andere Gegenden, an denen nur wenige vorhanden sind. Häufungsstellen befinden sich im Mittelmeergebiet, über der Biskaya, westlich der Britischen Inseln, über dem Norwegischen Meere und im nordwestlichen Rußland.

Die Mittelmeerzyklone erstreckt ihren Einfluß nur selten soweit nach Norden, daß der Harz bei östlichen Winden, die feuchtwarme Luftmassen aus dem Mittelmeergebiet heranzuführen, Niederschläge erhält. Meistens handelt es sich vielmehr um flache Tiefdruckgebiete, die häufig stationär bleiben.

Das Biskayatief tritt meist als Ausläufer einer nördlicher gelegenen Depression auf, bleibt aber für das Harzgebiet gewöhnlich ohne Bedeutung. Dagegen dringen von der Biskaya im Sommer gelegentlich flache Tiefdruckausläufer über Frankreich nach Deutschland vor, die dem Harz Gewitter bringen.

Am bedeutungsvollsten ist das Gebiet westlich der Britischen Inseln. Hier erscheinen die meisten der Zyklonen, die, nach Osten vordringend, im Harz zu starken Niederschlägen Anlaß geben. Aber bei der Ausbildung einer kräftigen Antizyklone über Mitteleuropa werden sie meistens nach Norden abgedrängt. Sie sind genötigt, das Hochdruckgebiet im Norden zu umgehen, ohne ihren Einfluß im Harz geltend machen zu können.

Das Europäische Nordmeer zwischen Norwegen und Island ist gewissermaßen eine Sammelstelle für diese abgedrängten Tiefdruckgebiete und für solche, die von Island herüberkommen. Sie überschreiten das Skandinavische Gebirge meist im hohen Norden. (Zugstraße I b, c.)

Die Tiefdruckgebiete über dem nordwestlichen Rußland sind durchweg über das nördliche Skandinavien vom Atlantik herübergekommen. Sie wenden sich gewöhnlich nach Südosten. Nur selten dringt eine Depression von Süden herauf.

Aus der Verteilung der Tiefdruckkerne geht im ganzen hervor, daß die Zugstraßen II, III und IV bei trockenen Perioden im Harz nicht von wandernden Minima beschriftet werden; diesen wird vielmehr der Weg durch hohen Luftdruck über Mitteleuropa versperrt (Vergl. Abbildung 31). Die Tiefdruckgebiete sammeln sich in der Mehrzahl auf der Zugstraße I und umgehen die Antizyklone im Norden. Andere dagegen können noch die Zugstraße V a benutzen und zum Mittelmeer vordringen. Jedoch liegt die nach Norden abzweigende Zugbahn V b innerhalb des punktfreien Gebietes. Soweit also diese Depressionen nicht über dem Mittelmeer stationär werden, bleibt ihnen offenbar nur der Weg nach Osten offen (Zugstraße V c, d).

Zwei deutliche Lücken treten in dem Kranz der Luftdruckminima auf der Karte in Erscheinung: über Spanien—Südfrankreich und über dem südwestlichen Rußland. Es sind die Gegenden, aus denen am häufigsten Hochdruckvorstöße erfolgen und über die eine mitteleuropäische Antizyklone oft durch Rücken hohen Drucks mit dem Azorenhoch oder mit einem osteuropäischen Hochdruckgebiet in Verbindung steht.

Wie bei den nassen Perioden wurden auch bei den trockenen Perioden drei bestimmte Tage noch besonders untersucht: 1. der „Anfangstag“, d. h. der erste Tag der trockenen Periode, 2. der „Mitteltag“, der Tag des höchsten Luftdrucks im Harz im Verlauf der Periode, 3. der „Endtag“, der letzte Tag der trockenen Periode.

Für die Wetterlage des A n f a n g s t a g e s einer trockenen Periode ist das Vordringen eines Hochdruckgebietes bei gleichzeitiger Rückzugs- oder Ausweichbewegung der Minima kennzeichnend (Abbild. 19). Der Vorstoß hohen Drucks erfolgt vorzugsweise aus 3 Richtungen: aus dem Südwesten (Azorenhoch), aus dem Osten (russisch-sibirisches Hoch) und aus dem Nordwesten (Polarhoch).

Bei weitem am häufigsten dringt von Südwesten her ein Hochdruckgebiet nach Mitteleuropa vor. Sicherlich spricht dabei mit, daß das südwestliche, subtropische Hoch — eines der „Aktionszentren der Atmosphäre“ nach Teisserenc de Bort — große Beständigkeit aufweist und während des ganzen Jahres dazu neigt, seinen Einfluß nach Mitteleuropa hin auszudehnen. Der Vorstoß hohen Drucks von Südwesten her entspricht auch am besten der allgemeinen west-östlichen Bewegungsrichtung der wandernden Tiefdruckgebiete.

Demgegenüber sind die Fälle, in denen sich hoher Druck von Osteuropa nach Westen hin ausbreitet, seltener. Die eigentliche russisch-sibirische Antizyklone ist fast nur im Winter vorhanden. Doch kommt es öfter vor, daß sich das von Südwesten her vorstoßende Azorenhoch durch einen quer über Mitteleuropa reichenden Hochdruckrücken mit dem östlichen Hochdruckgebiet verbindet.

Häufiger sind wieder Hochdruckvorstöße aus Nordwesten. Diese sind meist an die Rückseite der nach Osten fortschreitenden Depressionen gebunden („kohärente Antizyklonen“ nach Schmauß), führen aber oft zur Ausbildung eines stationären Hochdruckgebietes über Mitteleuropa, das sich dann häufig mit dem russischen oder dem Azorenhoch verbindet¹⁾.

Am M i t t e l t a g befindet sich in den meisten der untersuchten Fälle eine stationäre Antizyklone über Mitteleuropa, deren Maximum innerhalb des oben abgegrenzten punktfreien Gebietes liegt (Abb. 20). Bei einer Reihe von trockenen Perioden stand Mitteleuropa aber unter dem Einfluß eines Hochdruckausläufers, der in nur einem Fall von dem Azorenhoch, in zwei Fällen von einem nordwestlichen Hochdruckgebiet und am häufigsten von einem östlichen Maximum ausgesandt wurde. Rund um Mitteleuropa liegen Tiefdruckgebiete, die gezwungen sind, das mitteleuropäische Hoch im Norden oder (seltener) im Süden zu umgehen.

Dagegen zeigt der E n d t a g der trockenen Periode das Zurückweichen der Hochdruckgebiete fast ohne Ausnahme nach dem Osten (Abbildung 21). Die Tiefdruckgebiete drängen von Westen her nach. Der Abbau des hohen Drucks über Mitteleuropa wird häufig durch eine umfangreiche Depression, die im hohen Norden vorüberzieht, eingeleitet, und nur schwache Ausläufer bringen die ersten Niederschläge im Harz mit sich. Erst die folgenden Depressionen schlagen einen südlicheren Weg ein und vervollständigen den Umschwung der Wetterlage. Ein großer Teil der Tiefdruckkerne liegt daher noch in verhältnismäßig nördlicher Lage.

¹⁾ Vergl. auch J. G r u n o w , Über die Ursachen großer Trockenheit in Mitteleuropa. Veröff. d. Preuß. Met. Inst. Nr. 382, 1931.

b) *Das mittlere Druckfeld bei trockenen Perioden im Harz.*

Ebenso wie bei den nassen Perioden erfolgte die Berechnung der mittleren Luftdruckwerte für den Anfangs-, Mittel- und Endtag der trockenen Perioden.

Die Isobarenkarte des Anfangstages weist über Mitteleuropa eine Antizyklone mit dem Maximum in Deutschland auf (Abbildung 28). Tiefdruckgebiete liegen über dem nördlichen Skandinavien und dem Mittelmeer.

Es erscheint überraschend, daß sich bereits für den Anfangstag einer trockenen Periode ein Hochdruckgebiet mit geschlossenen Isobarenformen über Mitteleuropa ergibt. Das steht offenbar im Widerspruch mit der Darstellung der Wetterlage durch Punkte, wobei für den Anfangstag der Vorstoß eines Hochdruckausläufers aus dem Südwesten, Nordwesten oder Osten charakteristisch erschien. Die Ursache dieser Unstimmigkeit liegt darin, daß die Einzelfälle, aus denen sich die mittlere Druckverteilung zusammensetzt, große Unterschiede untereinander aufweisen. Diese sind aber am geringsten über Mitteleuropa selber, wo in allen Fällen ein starker Druckanstieg erfolgt, während in den benachbarten Gebieten wegen der verschiedenen Herkunft der Hochdruckvorstöße teils niedriger, teils hoher Druck vorkommt.

Am Mitteltag hat sich der Luftdruck über Mitteleuropa stark erhöht (Abbildung 29). Das Maximum der Antizyklone befindet sich über Nordwestdeutschland. Am tiefsten ist der Druck dagegen im Norden und Nordwesten sowie über dem Mittelmeer; doch auch hier ist er gegenüber dem Anfangstag noch gestiegen. Das Isobarenbild weicht zwischen beiden Tagen nur wenig voneinander ab.

Bis zum Endtag hat dagegen eine beträchtliche Änderung in der Luftdruckverteilung stattgefunden (Abbildung 30). Bereits am Mitteltag war im Nordwesten von Europa ein leichtes Zusammendrängen der Isobaren zu erkennen. Jetzt rückt aus dieser Richtung eine neue Depression heran, vor der die Antizyklone nach Osten zurückweicht. Diese Druckverteilung gleicht im Grunde der des Anfangstages einer nassen Periode der ersten oder dritten Gruppe, nur daß bei den letzteren der Druck noch mehr gefallen ist, da sie gewissermaßen ein um einen Tag späteres Stadium verkörpern.

Die Wetterlage während des Verlaufs einer trockenen Periode ist also durch die Anwesenheit einer mehr oder weniger stationären Antizyklone über Mitteleuropa charakterisiert. Am Anfangstag stößt hoher Druck nach Mitteleuropa vor; es kommt zur Bildung eines stationären Hochdruckgebietes, das von den wandernden Depressionen meist im Norden umgangen wird. Mit dem Abzug der Antizyklone nach Osten findet die trockene Periode ihr Ende.

Bei kürzeren Perioden wird das Hochdruckgebiet gewöhnlich nicht stationär. Vielmehr handelt es sich dann meist um kohärente Antizyklonen, die mit dem vorangehenden Tiefdruckgebiet rasch vorüberziehen und hinter denen sofort eine neue Depression erscheint. Die Dauer dieser trockenen Periode ist der zeitliche Abstand zweier aufeinanderfolgender Zyklonen.

IV. Die Verteilung der Niederschläge bei nassen Perioden im Harz.

1. Die Verteilung der Niederschläge bei den einzelnen Gruppen der nassen Perioden.

Bei den nassen Perioden interessiert nun vor allem, wie sich die Niederschläge der Menge nach über das Harzgebiet verteilen. Dazu wurde für alle Stationen, die in dem Zeitabschnitt 1903—1912 regelmäßig beobachtet hatten, die mittlere tägliche Niederschlagshöhe der ausgewählten nassen Perioden berechnet.

Bei der ersten Gruppe ergibt sich ein Bild, das von dem der jährlichen Niederschlagsverteilung in einem bestimmten Punkte abweicht: die größten Mengen finden sich nämlich nicht auf dem Brocken, sondern in Sieber (Abbildung 33). Aber auch die Stationen Buntenbock, Oderhaus, Braunlage und Torfhaus weisen noch größere Niederschlagshöhen als der Brocken auf.

Über dem Siebertal liegt ein Gebiet, in dem die mittlere tägliche Niederschlagshöhe 16 mm übersteigt; dieses ist zwar nur durch die Station Sieber belegt, doch ist mit Rücksicht auf den großen Niederschlagsreichtum von Schlufft (das zu der Zeit noch nicht beobachtete) wohl eine größere Verbreitung in diesem Teil des Oberharzes anzunehmen. Die 14 mm-Isohyete umschließt auch das Oder- und Sösetal, während die 12 mm-Stufe den ganzen niederschlagsreichen Teil des Oberharzes umfaßt — einschließlich des Brockens, der 13.6 mm empfing (gegen 16.3 mm in Sieber).

Im übrigen stimmt der Verlauf der Isohyeten ungefähr mit der Jahreskarte der Niederschlagsverteilung überein. Nach dem Unterharz und dem beiderseitigen Harzvorland nehmen die Mengen ab. Die

geringsten treten in Quedlinburg und Aschersleben zutage, wo nur 2.0 mm gemessen wurden. In Sieber fällt also in der gleichen Zeit und bei der gleichen Wetterlage mehr als das achtfache der Niederschlagsmenge Quedlinburgs oder Ascherslebens.

Die Verteilung der Niederschläge bei der zweiten Gruppe der nassen Perioden, jenen, die durch Gewitter hervorgerufen werden, ist von der soeben besprochenen außerordentlich verschieden (Abbildung 34). Der größte Teil der Niederschläge ist in einem langgestreckten Gebiet am Nordrand des Harzes gefallen; das Maximum befindet sich in Wernigerode, wo die mittlere tägliche Niederschlagshöhe 16.0 mm beträgt. Auf der Hochfläche des Harzes selber sind die Mengen geringer, während der südliche Harzrand wieder etwas größere Niederschlagshöhen aufweist. Ein schmaler Streifen mit Beträgen unter 10 mm schiebt sich von Osten her auf den Unterharz herauf bis in die Gegend von Hohegeiß. Er findet möglicherweise in dem etwas niederschlagsärmeren Gebiet um Leerbach und Bad Grund seine Fortsetzung nach dem westlichen Teil des Oberharzes.

Im Harzvorland sind die mittleren täglichen Niederschlagshöhen ebenfalls geringer. Der kleinste Wert findet sich wieder in Aschersleben, das 7.1 mm erhalten hat. Es zeigt sich, daß die Verteilung der Niederschläge bei den Gewitterperioden im ganzen ein viel gleichmäßigeres Bild ergibt als bei den nassen Perioden der ersten Gruppe. Wernigerode hat nur wenig mehr als das Doppelte der Niederschlagsmenge in Aschersleben aufzuweisen.

Im Vergleich zur jährlichen Niederschlagsverteilung treten hier also wesentliche Unterschiede hervor, die — wie sich vermuten läßt — mit der Entstehung der Niederschläge bei Gewittern zusammenhängen. Darauf wird noch zurückzukommen sein.

Die Verteilung der Niederschläge bei der dritten Gruppe der nassen Perioden unterscheidet sich wiederum von den beiden vorhergehenden Gruppen, wenn sie im großen und ganzen auch der ersten ähnelt (Abbildung 35). Vor allem sind schon die Niederschlagsmengen bei dieser Gruppe erheblich geringer als bei den andern, was ja in der Art der Auswahl dieser nassen Perioden begründet liegt. Der Oberharz sowie der höhere Teil des Unterharzes hatten etwa 70 bis 80% der Zahl der Niederschlagstage des Brockens, Wegeleben dagegen nur wenig über 50%.

Die größte Niederschlagshöhe findet sich bei der dritten Gruppe auf dem Brocken mit 6.5 mm, während in Sieber nur 4.6 mm gemessen wurden. Auch die Stationen Klausthal und Buntenbock (beide mit 4.8 mm), die bei der ersten Gruppe beträchtlich hinter dem Gebiet der südwestlichen Täler zurückstanden, empfangen hier mehr Niederschläge als Sieber. Das Schwergewicht der Niederschlagsverteilung hat sich also bei der dritten Gruppe vom Siebertal nach dem höheren Brockengebiet verlagert. Von allen drei Gruppen stimmt daher die dritte am besten mit dem Bild der jährlichen Verteilung der Niederschlagsmengen überein.

Der Oberharz erhielt im ganzen mehr als 4 mm. Zum Unterharz und nach dem Harzvorland nehmen die Mengen stark ab. Sie sinken nordöstlich des Unterharzes auf weniger als 1 mm. Hier hat Aschersleben — auch bei dieser Gruppe am niederschlagsärmsten — mit 0.8 mm noch weniger als den achten Teil der Brockenmenge aufzuweisen. Der große Unterschied in der mittleren täglichen Niederschlagshöhe zwischen diesen beiden Stationen beruht zu einem Teil mit auf der geringen Niederschlagshäufigkeit, die die Leeseite des Harzes bei den nassen Perioden der dritten Gruppe auszeichnet. Ein Versuch, nach der Zahl der Niederschlagstage in dieser Gruppe Linien gleicher Niederschlagshäufigkeit im Harzgebiet zu zeichnen, hatte ein ähnliches Ergebnis wie die Berechnung der mittleren Dauer der Niederschlagsperioden.

2. Die Unterschiede der Niederschlagsverteilung zwischen den drei Gruppen der nassen Perioden und ihre Ursachen.

Die Untersuchung der Verteilung der mittleren täglichen Niederschlagsmengen bei den drei Gruppen der nassen Perioden hat in der Tat sehr bemerkenswerte Unterschiede zwischen diesen ergeben (Abbildung 5). Ihre Ursachen liegen in der Wetterlage und in der verschiedenen Art der Niederschlagsbildung begründet.

Bei der ersten Gruppe der nassen Perioden, d. h. bei solchen, die dem Harz die stärksten Niederschläge bringen, war auf der Vorderseite einer umfangreichen Depression, deren Kern am Mitteltag über der Nordsee lag, ein außerordentlich intensives Heranschaffen feuchtwarmer Luftmassen von Südwesten her festzustellen. Die Stauwirkung, die das Gebirge naturgemäß auf den herankommenden Luftstrom ausübt, und das damit verbundene Anheben auch höherer Luftschichten bei dem Überfließen des

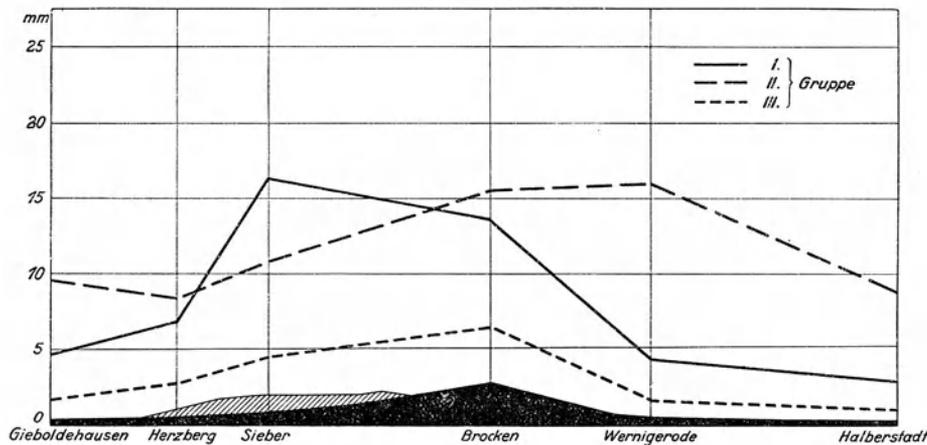


Abb. 5. Mittlere Niederschlagsprofile Gieboldehausen–Halberstadt bei nassen Perioden der I., II. u. III. Gruppe im Harz. Maßstab des Höhenprofils: Längen 1 : 600 000, Höhen 1 : 200 000.

Gebirges müssen zu einer erheblichen Verstärkung der Niederschlagsbildung während des Durchzugs der Fronten und zu einem Anhalten der Niederschläge auch noch nach ihrem Durchzug führen. Die große Intensität und zum Teil überhaupt die Entstehung der Niederschläge werden durch das Gebirge selber erzwungen; es gewinnt damit an dem Verlauf der Niederschlagsvorgänge über seinem Bereich ursächlichen Anteil.

Es läßt sich vermuten, daß sich mit wachsender Stärke der Luftbewegung die Zone intensivster Niederschlagsbildung bei dem hochflächenartigen Charakter des Oberharzes mehr zum luvseitigen Gebirgsrande verschiebt. Das Brockenmassiv, das dem nordöstlichen Harzrande näherliegt und das die Hochfläche nur noch um etwa 300 m überragt, vermag wohl kein so starkes Anheben der Luftmassen mehr wie der südwestliche Gebirgsrand hervorzurufen, der unmittelbar bis zu 600 m hoch aus dem Vorland ansteigt. Vielleicht muß man auch annehmen, daß der Brockengipfel bei der ersten Gruppe überhaupt schon oberhalb des Kondensationsniveaus liegt.

Infolgedessen fallen die stärksten Niederschläge im Gebiet der südwestlichen Harztäler. Demgegenüber steht der Brocken, der zwar auch erhebliche Mengen erhält, etwas zurück; er verursacht bei der Darstellung der Niederschlagsverteilung lediglich eine Ausbuchtung der Isohyeten nach Nordosten.

In dem Maße, wie auf der Luvseite des Harzes die Niederschläge durch die Stauwirkung verstärkt werden, erfahren sie auf der Leeseite infolge absteigender Luftbewegung eine beträchtliche Verringerung. Diese kommt in dem Gebiet geringer Niederschlagshöhen zum Ausdruck, das sich nordöstlich des Harzes ausdehnt. Der Einfluß des Gebirges auf die Niederschlagsvorgänge ist also doppelter Art: es bewirkt nicht nur eine Erhöhung der zum Niederschlag kommenden Mengen im Gebirge selber, sondern ebenso eine Erniedrigung derselben in seinem leeseitigen Vorland, dem „Regenschattengebiet“. Beide Wirkungen zeigen bei der ersten Gruppe der nassen Perioden ihre schärfste Ausprägung.

Bei der zweiten Gruppe dagegen, bei der die Niederschläge in Verbindung mit Gewittern fallen, erhalten Luv- und Leeseite offenbar eine andere Bedeutung. Die Verteilung der Niederschlagsmengen bei diesen Perioden scheint auf eine Bevorzugung der Gebirgsränder hinzudeuten, insbesondere des nördlichen Harzrandes. Auf jeden Fall ist hier das Gebiet größter Niederschlagshöhen im südwestlichen Teil des Oberharzes vollständig verschwunden.

Die Druckverteilung am Morgen des Gewittertages und die der „Nachtage“ machten es deutlich, daß bei Beginn dieser nassen Perioden ein Einbruch kalter Luftmassen aus nordwestlicher bis nördlicher Richtung erfolgt. Es ist anzunehmen, daß die Luftmassen bis in große Höhen hinauf labil werden, wodurch die Entstehung der starken Niederschläge und der Gewittererscheinungen erklärlich wird. Im Gegensatz zu der ersten Gruppe, bei der die großen Niederschlagsmengen eine Folge des durch das Gebirge erzwungenen Anhebens der Luftschichten waren – gesteigert noch durch eine kräftige horizontale Luftbewegung –, tritt hier als der bestimmende Faktor die Labilität auf, die – zunächst wohl unabhängig vom Gebirge – das Aufsteigen der Luft und die Bildung starker Niederschläge verursacht.

Es erscheint aber nicht unwahrscheinlich, daß bei dem Auftreffen der nördlichen oder nordwestlichen Bodenströmung auf den Nordrand des Harzes der Vorgang der Labilität durch den Stau eingeleitet oder verstärkt wird. Insofern gewinnt das Gebirge auch bei diesen Perioden einen gewissen Einfluß auf die Niederschlagsvorgänge, wie aus der Darstellung der mittleren täglichen Niederschlagshöhen hervorzuz-

gehen scheint. Das Gebiet der größten Niederschlagsmengen ist danach vor allem am nördlichen Harzrand zu erwarten.

Die Unterschiede zwischen der ersten und dritten Gruppe der nassen Perioden, deren letztere sich durch verhältnismäßig schwache Niederschlagsintensität auszeichnet, sind im wesentlichen gering. Am auffallendsten ist hierbei nur die Verlagerung des Gebietes größter Niederschlagsmengen von dem südwestlichen Teil des Oberharzes zum Brocken.

Bei dem Vergleich der Wetterlagen der ersten und dritten Gruppe war bereits darauf hingewiesen worden, daß bei der letzteren infolge der schwächeren Druckgradienten die Heranschaffung der feuchtwarmen Meeresluftmassen viel weniger intensiv vor sich geht und daß daher auch wohl die Stauwirkung des Gebirges eine bedeutend geringere sein muß. Die schwächere Stauwirkung insbesondere des südwestlichen Harzrandes bei relativ schwacher Luftbewegung würde erklären, daß sich bei der dritten Gruppe das Gebiet stärkster Niederschlagsbildung zum höheren Brocken verschiebt und daß sich demzufolge die Isohyeten mehr den Linien gleicher Höhenlage angleichen.

Man muß sich nämlich offenbar vorstellen, daß infolge der raschen Luftströmung bei der ersten Gruppe vor allem die Intensität des Anhebens der Luftmassen die Ursache der großen Niederschlagsmengen ist; diese ist bei dem südwestlichen Harzrand sicher am stärksten. Bei der dritten Gruppe aber, bei der die Luftbewegung überhaupt nur schwach vonstatten geht, dürfte dafür mehr die Höhe entscheidend sein, um welche die Luftmassen gehoben werden; diese ist andererseits im Brockengebiet am größten. Vermutlich liegt bei der dritten Gruppe das Kondensationsniveau höher als bei der ersten.

Die stärksten und wichtigsten Unterschiede bestehen somit zwischen der ersten und zweiten Gruppe der nassen Perioden. Beide Gruppen seien daher noch einmal in zwei typischen Einzelfällen einander gegenübergestellt, wofür die nasse Periode vom 21. bis 25. Februar 1912 (1. Gruppe) und die vom 7. bis 9. Juni 1905 (2. Gruppe; Gewitter) ausgewählt wurden (Abbildung 36 und 37).

Bei der ersten Periode sind im Gebiet der aus dem südwestlichen Harzrand heraustretenden Täler der Söse, Sieber, Oder und Wieda in den fünf Tagen mehr als 80 mm stellenweise sogar über 100 mm Niederschlag gefallen. Der Brocken hat dagegen nur 50 mm erhalten, und am nordöstlichen Harzrand sinken die Niederschlagssummen auf 5 mm!

Bei der letzten Periode fielen in einem langgestreckten Gebiet am nördlichen Harzrand mehr als 100 mm in drei Tagen, in der Gegend von Wernigerode sogar noch weit über 200 mm. Nach Südwesten nehmen die Mengen ab; sie liegen am südwestlichen Gebirgsrand, der sich hier als eine verhältnismäßig niederschlagsarme Zone zu erkennen gibt, unter 30 mm. Im südwestlichen Harzvorland steigen die Werte dagegen wieder etwas an.

3. Die Verteilung der Niederschläge am Anfangs-, Mittel- und Endtag der nassen Perioden der ersten Gruppe.

Bei der ersten Gruppe der nassen Perioden wurde der Versuch unternommen, auch für den Anfangs-, Mittel- und Endtag Karten der mittleren täglichen Niederschlagsverteilung zu zeichnen. Dabei ergab sich, daß sich nicht nur die Menge der Niederschläge während der drei Tage ändert, sondern auch ihre Verteilung.

Am Anfangstag liegt das Gebiet mit den größten Mengen ziemlich über dem ganzen Oberharz ausgebreitet; es bestehen nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Stationen, die ungefähr 8 bis 9 mm aufweisen (Abbildung 38). Im nordöstlichen Harzvorland, wohin eine starke Abnahme der Niederschlagsmengen besteht, ergaben die Messungen stellenweise weniger als 1 mm.

Zum Mitteltag steigen die Mengen erheblich an; die größten finden sich nun im Gebiet der südwestlichen (Täler (Abbildung 39). Sieber erhält eine mittlere tägliche Niederschlagsmenge von etwa 25 mm, auf dem Brocken fallen 17 mm und im leeseitigen Harzvorland nur noch etwa 4 mm. Wenn man aus den nassen Perioden der ersten Gruppe noch den Tag der größten Niederschlagshöhe (den „Haupttag“) herauszieht und daraus ein Mittel bildet, ergeben sich für Sieber rund 40 mm, für den Brocken 26.9 mm und für Aschersleben auf der Leeseite des Harzes 3.8 mm. Auch an diesem Tage liegt also das Gebiet größten Niederschlagsreichtums in der Nähe des südwestlichen Harzrandes.

Dagegen verschiebt sich zum Endtag das Niederschlagsmaximum zum Brocken (Abbildung 40). Dieser empfängt 8.0 mm, während sonst auf dem Oberharz, wo das Gebiet um Sieber nicht mehr hervortritt, etwa 7 mm gemessen werden. Im Nordosten sinken die Mengen unter 1 mm.

Es zeigt sich also, daß nur die Niederschlagsverteilung des Mittel- und Haupttages dem allgemeinen Gruppenmittel der ersten Gruppe entspricht; die des Anfangs- und Endtages ähnelt vielmehr dem Gruppenmittel der dritten Gruppe. Offenbar sind die allgemeinen Bedingungen der Wetterlage an diesen letzteren Tagen ähnliche wie bei den nassen Perioden der dritten Gruppe. Dazu ist wohl vor allem die im Gegensatz zum Mitteltag verhältnismäßig schwache und teilweise nicht genau südwestliche Luftströmung zu rechnen, bei der die Stauwirkung am südwestlichen Harzrand und damit die Niederschlagsbildung ebenso wie bei der dritten Gruppe gering bleiben muß. Die Verteilung der Niederschläge am Mitteltag und besonders am Haupttag vertritt demgegenüber den Typus der ersten Gruppe in verschärfter Form; denn sie ist für eine intensive Luftbewegung und stärkste Stauwirkung im Gebiet der südwestlichen Täler charakteristisch.

4. Vergleich der Niederschlagsverteilungen der ersten und zweiten Gruppe.

Wenn man die Niederschlagsmengen der ersten und der zweiten Gruppe (Gewitter) vergleicht, so erkennt man, daß an den meisten Stationen die letztere die größten Mengen lieferte; nur an wenigen überwiegen die bei der ersten Gruppe gemessenen Niederschlagshöhen (Abbildung 32).

Der Quotient: mittlere tägliche Niederschlagshöhen der zweiten Gruppe dividiert durch die der ersten Gruppe wird in einem geschlossenen Gebiet des Oberharzes kleiner als 1; in diesem sind also die Gewitterregen im Mittel weniger ergiebig als die starken zyklonalen Niederschläge der ersten Gruppe. Nach dem leeseitigen Harzvorland nehmen die Werte des Quotienten dagegen erheblich zu. Sie erreichen in einem Gebiet um Quedlinburg die Werte 4 bis 5.

Bildet man nun vergleichsweise auch die Quotienten: mittlere Niederschlagsmenge des Sommerhalbjahrs (Mai bis Oktober) dividiert durch die des Winterhalbjahrs, so ergibt sich eine überraschende Übereinstimmung in dem Verlauf der Linien gleicher Quotienten beider Berechnungen. Insbesondere zeigt sich, daß die Gebiete, in denen die Werte kleiner als 1 werden, nahezu zusammenfallen, das heißt demnach, daß die Niederschlagssummen des Winters dort gegenüber den Sommermengen überwiegen, wo die mittleren täglichen Niederschlagshöhen der Gewitterperioden kleiner sind als die der nassen Perioden der ersten Gruppe. Es ist zu überlegen, ob zwischen beiden Quotienten auch wirklich ein kausaler Zusammenhang besteht, wie man nach der auffallenden Übereinstimmung vermuten möchte.

Das Überwiegen der mittleren täglichen Mengen der ersten Gruppe gegenüber der zweiten führt offenbar zu der Annahme, daß im Oberharz die Niederschlagsbildung — bemessen nach Tagessummen — bei dem erzwungenen Anheben der rasch vorwärtsströmenden, feuchtigkeitsbeladenen Meeresluft durch den Stau ergiebiger ist als bei dem labilen Aufsteigen der Luftmassen in Gewittern. Wenn aber nasse Perioden der ersten Gruppe im Mittel ergiebiger sind als die Gewitterperioden, so muß bei ungefähr gleichbleibender Niederschlagshäufigkeit im Sommer- und Winterhalbjahr die Niederschlagsmenge des Winters die des Sommers übertreffen, da die nassen Perioden der zweiten Gruppe ja nur im Sommer vorkommen.

Das Maximum der Niederschläge im Winter im Oberharz ist danach nicht eine Folge größerer Niederschlagshäufigkeit oder besonderer Wetterlagen, sondern es entsteht dadurch, daß die Ergiebigkeit der Gewitterregen hier im Mittel eine obere Grenze findet, die von den starken Niederschlägen zyklonalen Ursprungs noch überschritten wird.

Die drei verschiedenen Arten der Niederschlagsverteilung der ersten, zweiten und dritten Gruppe der nassen Perioden sind gewissermaßen die Bausteine, aus denen sich die Niederschlagsverteilung der einzelnen Monate und des Jahres zusammensetzt. Wichtig erscheint demnach die Häufigkeit, mit der die verschiedenen Arten im Verlaufe des Jahres auftreten.

V. Häufigkeit der Wetterlagen, die im Harz Niederschläge hervorrufen.

1. Der jährliche Gang der Niederschlagshäufigkeit im Harz.

Die Frage nach der Häufigkeit der drei verschiedenen Arten der Niederschlagsverteilung im Harzgebiet, die zum Verständnis der mittleren monatlichen und jährlichen Verteilung der Niederschläge von größter Bedeutung erscheint, wurde durch eine Auszählung der Häufigkeit der charakteristischen Wetterlagen, die für die drei Gruppen der nassen Perioden gefunden wurden, zu beantworten gesucht. Zunächst sei jedoch eine Darstellung der Häufigkeit der Niederschläge im Harz überhaupt gegeben.

Dazu wurde — wie es in größerem Umfange zuerst Schmauß¹⁾ getan hat — eine Berechnung der täglichen Niederschlagshäufigkeit durchgeführt. Da es hierbei nicht darauf ankommt, zuverlässige, langjährige Mittelwerte der täglichen Häufigkeit der Niederschläge zu bekommen, sondern vielmehr die im Jahresverlauf vorhandenen Tendenzen zu größerer oder geringerer Häufigkeit nachzuweisen, genügt für die Rechnung nach Schmauß bereits ein Zeitraum von 20 Jahren. Hier wurde der 25-jährige Zeitraum von 1901–1925 benutzt.

Es wurden also Werte der täglichen Niederschlagshäufigkeit für die Stationen Brocken, Klausthal, Walkenried und Wegeleben ausgerechnet. Um Zufälligkeiten nach Möglichkeit auszugleichen, wurde nach dem Vorgang von Schmauß zu der Niederschlagshäufigkeit jedes Tages auch die des vorhergehenden und die des folgenden hinzugefügt. Die Werte wurden danach in vier Kurven graphisch dargestellt. Diese stimmen mit den von Schmauß und anderen veröffentlichten in den wesentlichsten Erscheinungen überein, sodaß sie im einzelnen hier nicht näher beschrieben zu werden brauchen (Abbildung 6).

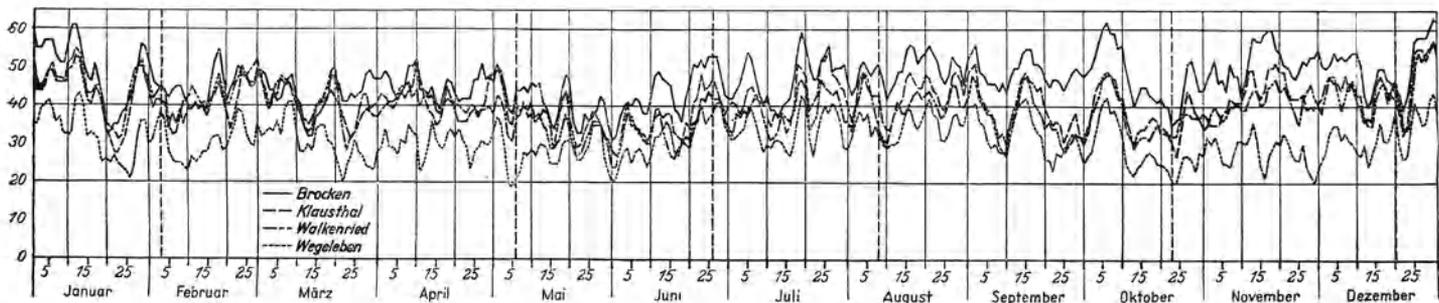


Abb. 6. Jährlicher Gang der täglichen Häufigkeit der Tage mit Niederschlag 1901–1925.
Die Werte sind ausgeglichen nach $n' = (n-1) + n + (n+1)$.

Man erkennt in den vier Kurven ein sehr starkes Schwanken der täglichen Niederschlagshäufigkeit in kurzen Zeitabschnitten. Daneben fällt ein allgemeines, sanftes Absinken der Werte nach zwei Zeitpunkten im Jahresverlauf auf, die etwa auf den 31. Mai und den 23. und 24. Oktober fallen. Die Daten stimmen bei allen vier Kurven überein.

In Tabelle 2 seien 1. die Zeitabschnitte mit großer Niederschlagshäufigkeit, 2. die mit geringer Niederschlagshäufigkeit, ferner solche mit weniger ausgeprägtem Kurvenverlauf (in der Tabelle eingeklammert) einander gegenübergestellt.

Tabelle 2.

1.	2.
24. Dez. — 18. Jan.	19. Jan. — 26. Jan.
27. I. — 1. II.	(2. II. — 10. III.)
11. III. — 17. III.	(18. III. — 3. V.)
6. V. — 13. V.	4. V. — 5. V.
18. V. — 20. V.	14. V. — 17. V.
26. V. — 29. V.	21. V. — 25. V.
3. VI. — 6. VI.	30. V. — 2. VI.
11. VI. — 15. VI.	7. VI. — 10. VI.
21. VI. — 28. VI.	16. VI. — 20. VI.
4. VII. — 8. VII.	29. VI. — 3. VII.
18. VII. — 20. VII.	9. VII. — 17. VII.
25. VII. — 30. VII.	21. VII. — 24. VII.
4. VIII. — 8. VIII.	31. VII. — 3. VIII.
14. VIII. — 23. VIII.	9. VIII. — 13. VIII.
27. VIII. — 3. IX.	24. VIII. — 26. VIII.
12. IX. — 18. IX.	4. IX. — 11. IX.
2. X. — 10. X.	19. IX. — 1. X.
17. XI. — 21. XI.	11. X. — 25. X.
21. XII. — 23. XII.	(26. X. — 16. XI.)
	(22. XI. — 20. XII.)

¹⁾ A. Schmauß, Singularitäten der jährlichen Witterungsverläufe in München. D. Met. Jb. f. 1928, Bayern. Veröff. d. Bayer. Landeswetterwarte, Jahrg. L., München 1929.

Die Tabelle 2 ergibt eine weitgehende Unterteilung der einzelnen Monate in Abschnitte größerer oder geringerer Niederschlagshäufigkeit, wobei sich zeigt, daß die Monatsgrenzen nur recht willkürlich in den ganzen Kurvenzug eingreifen.

Der Januar etwa, der seinem Monatsmittel nach als Monat mit großer Niederschlagshäufigkeit gilt, enthält vom 19.–26. auch einen Zeitabschnitt, in dem Niederschläge relativ selten sind. Andererseits kommt im verhältnismäßig niederschlagsarmen September vom 12.–18. ein Abschnitt mit großer Niederschlagshäufigkeit vor. Trotzdem wäre es wohl nicht vorteilhafter, wollte man an die Stelle der Zwölftteilung durch die Monate eine Einteilung des Jahres nach den in der Tabelle genannten 39 Zeitabschnitten größerer oder geringerer Niederschlagshäufigkeit setzen.

Jedoch ergeben sich nach dem Verlauf der Kurven Gesichtspunkte, nach denen sich offenbar eine natürliche Gliederung des Kurvenzuges vornehmen ließe. Am deutlichsten treten zwei größere Abschnitte heraus, die sich durch stark ausgeprägte Schwankungen der vier Kurven auszeichnen und die etwa von Anfang Mai bis Ende Juni einerseits, von Anfang August bis Ende Oktober andererseits dauern.

Im Gegensatz dazu lassen sich zwei weitere Abschnitte abgrenzen, die gerade durch ihren wenig ausgeprägten, unregelmäßigen Kurvenverlauf auffallen. Der eine umfaßt die Zeit von Ende Oktober bis etwa zum 20. Dezember, der andere dauert von Anfang Februar bis Anfang Mai.

Danach bleiben nur noch zwei verhältnismäßig kurze Kurvenstücke im Sommer und Winter übrig, die beide sowohl einen Teilabschnitt sehr geringer als auch einen mit sehr großer Niederschlagshäufigkeit enthalten. Von ihnen umfaßt der eine im wesentlichen den Juli, während der andere etwa zwischen dem 20. Dezember und Anfang Februar liegt.

Diese Gliederung, die lediglich auf Grund des eigenartigen Kurvenverlaufs getroffen wurde, läßt einen Zusammenhang mit allgemeinen jahreszeitlichen Veränderungen in der Atmosphäre vermuten. Doch sei auf diese Fragen hier nicht weiter eingegangen.

Bei dem Vergleich der vier Kurven untereinander zeigt sich naturgemäß, daß durchweg der Brocken die größte, Wegeleben die geringste Niederschlagshäufigkeit aufweist. Die Kurven dieser beiden extremen Stationen begrenzen ein mehr oder weniger breites Band, in das sich offenbar auch alle übrigen Harzstationen einfügen ließen. Die Unterschiede der Niederschlagshäufigkeit zwischen dem Brocken und Wegeleben sind im Sommer im allgemeinen am geringsten. Als eigenartig erscheint es, daß im September und Oktober die Kurven Klauthals und Walkenrieds mehr mit der Wegeleben-Kurve zusammenfallen, während sie sich im Winter und Frühling deutlich von dieser ablösen und sich mehr der Kurve des Brockens nähern.

Es lag nun nahe zu untersuchen, wie weit sich die Schwankungen der Niederschlagshäufigkeit auch in der Menge der Niederschläge ausdrücken. Daher wurden für den Zeitraum 1901–1925 tägliche Niederschlagssummen für die Stationen Brocken und Sieber gebildet. Um Zufälligkeiten nach Möglichkeit auszuschalten, wurden auch bei dieser Darstellung die Werte ausgeglichen (Abbildung 7).

Die Kurven der täglichen Niederschlagsmengen passen sich den Häufigkeitskurven recht gut an. Einem Maximum oder Minimum der Niederschlagshäufigkeit entspricht jeweils auch ein Maximum oder Minimum der Niederschlagsmenge. Es zeigt sich, daß in einer Periode von 25 Jahren und nach Anwendung des Ausgleichsverfahrens Zufallswerte der Niederschlagsmengen kaum in Erscheinung treten. Nur an wenigen Stellen ist das Bild des Kurvenverlaufs durch einzelne starke Niederschläge gestört. Die geringste tägliche Niederschlagsmenge findet man – ebenso wie die geringste tägliche Niederschlagshäufigkeit – am 1. Juni, die größte Menge dagegen am 30. Dezember – ebenfalls in guter Übereinstimmung mit den Werten der Häufigkeit.

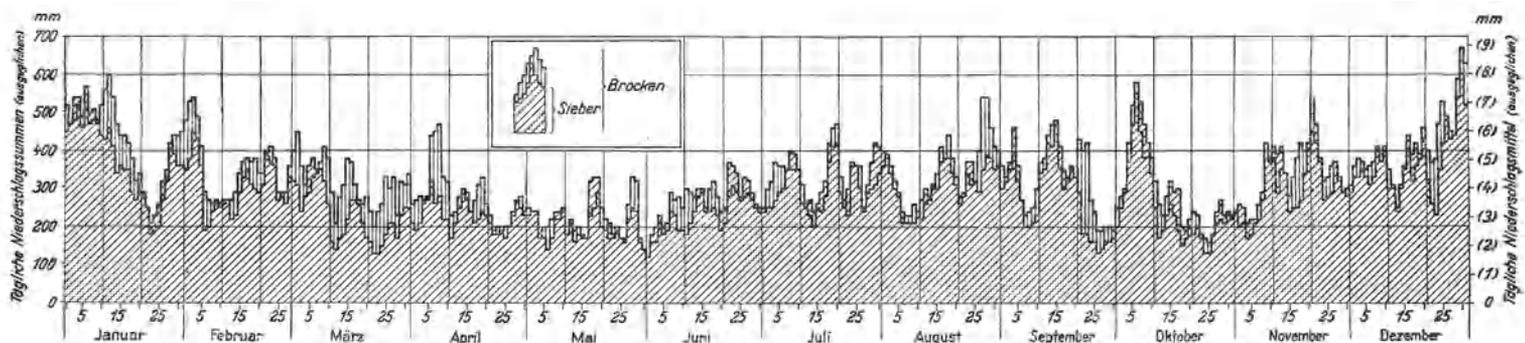


Abb. 7. Jährlicher Gang der Niederschlagsmengen (1901–1925) nach täglichen Beobachtungen.
Die Werte sind ausgeglichen nach $n' = (n-1) + n + (n+1)$.

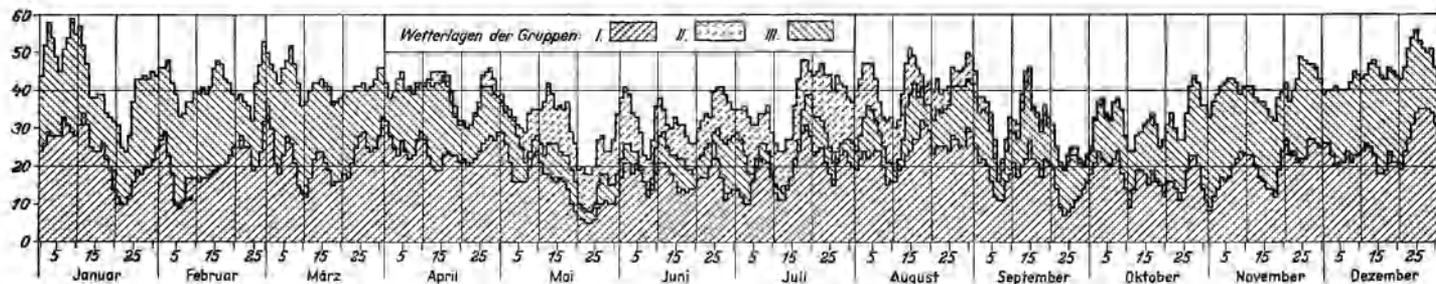


Abb. 8. Tägliche Häufigkeit der Wetterlagen, die dem Harz Niederschläge bringen. 1901–1925.
Die Werte sind ausgeglichen nach $n' = (n-1) + n + (n+1)$.

Der jährliche Gang der Niederschläge, den man nach Monatsmitteln darzustellen gewohnt ist, erscheint hier also in komplizierten Kurven, die zeigen, daß in den einzelnen Monaten starke Abweichungen von den bekannten Mittelwerten vorhanden sind.

Die Bedeutung dieser Tatsache läßt sich etwa bei einer Gegenüberstellung der Monate Januar und Oktober ermessen, von denen der erste auf dem Brocken der niederschlagsreichste, der zweite aber einer der niederschlagsärmsten Monate ist; die Oktobermenge beträgt nur 67% der Januarmenge. Vergleicht man jedoch die zweite Hälfte des Januar mit der ersten Hälfte des Oktober, so zeigt sich, daß in beiden die gleiche Menge gefallen ist (1779 mm). Der erhebliche Unterschied zwischen den beiden Monaten kommt erst durch den großen Gegensatz zwischen der ersten Hälfte des Januar und der zweiten Hälfte des Oktober zustande, denn in der Zeit vom 1. bis 15. Januar ist weit mehr als das Doppelte der Menge vom 16. bis 31. Oktober zum Niederschlag gekommen (2465 mm gegen 1083 mm). In der zweiten Oktoberhälfte fielen nur 38% der Gesamtmenge dieses Monats.

Das Beispiel mahnt bei dem Vergleich der Niederschlagsmengen nach Monatssummen zur Vorsicht; denn der Charakter der einzelnen Monate, ob niederschlagsreich oder -arm, weist innerhalb ihres Verlaufes vielfach starke Unterschiede auf.

2. Der jährliche Gang der Häufigkeit der Wetterlagen, die im Harz Niederschläge hervorrufen.

In der gleichen Weise, wie im vorhergehenden die Niederschlagshäufigkeit zur Darstellung gekommen ist, wurde auch die Häufigkeit der die Niederschläge hervorrufenden Wetterlagen nach täglichen Werten ausgezählt und gezeichnet (Abbildung 8).

Für die Auszählung wurden die früher für die drei Gruppen der nassen Perioden gewonnenen Verbreitungsgebiete der Luftdruckminima zu Grunde gelegt. Gezählt wurde somit die tägliche Häufigkeit der Tiefdruckkerne innerhalb der drei Verbreitungsgebiete, und zwar im Zeitraum 1901–1925. Im einzelnen wurde dabei wie folgt verfahren.

Im Verbreitungsgebiet der ersten Gruppe der nassen Perioden – also solcher, die im Harz sehr starke Niederschläge verursachen – sollten nur die Tiefdruckgebiete berücksichtigt werden, deren Kern einen Barometerstand von höchstens 755 aufwies. In dem Gebiet der zweiten Gruppe – der Gewitterperioden – wurden dagegen nur die Tiefdruckgebilde gezählt, deren Isobarenformen schon auf die Entstehung von Gewittern hinzudeuten schienen und bei denen nach den „Täglichen Wetterberichten der Deutschen Seewarte“ an Stationen Mittel- und Nordwestdeutschlands Gewitter aufgetreten waren; ihr Barometerstand sollte im Minimum mehr als 755 mm betragen. Schließlich kamen im Verbreitungsgebiet der dritten Gruppe – jedoch außerhalb des Gebietes der ersten – nur solche Luftdruckminima für die Auszählung in Betracht, die einen Barometerstand von höchstens 745 mm hatten. Die Wetterlagen der dritten Gruppe waren typisch für schwache Niederschläge und große Unterschiede in der Zahl der Tage mit Niederschlag zwischen den einzelnen Stationen des Harzgebietes.

Die somit nach drei Gesichtspunkten gewonnenen Häufigkeitswerte wurden addiert zur Darstellung gebracht, jedoch unter besonderer Kennzeichnung der drei Anteile. Die Summenkurve stellt also die Häufigkeit aller Wetterlagen dar, die im Harz Niederschläge hervorrufen. Ihre Werte wurden ebenso wie bei den früheren Häufigkeitskurven ausgeglichen.

Es zeigt sich nun, daß das Kurvenbild mit dem der Niederschlagshäufigkeit im großen und ganzen übereinstimmt. Nahezu alle Schwankungen der letzten Kurven finden sich auch bei der Häufigkeit der

Wetterlagen wieder. Der eigenartige jährliche Gang der Niederschlagshäufigkeit mit dem ausgeprägten Wechsel hoher und niedriger Häufigkeitswerte in kurzen Zeitabständen findet damit in dem jährlichen Ablauf der Wetterlagen eine Erklärung. Die gute Übereinstimmung der beiden Darstellungen ist gleichzeitig ein Kriterium für die Richtigkeit der Abgrenzung jener Verbreitungsgebiete der Luftdruckminima, die als Grundlage der Auszählung dienen.

Zu Anfang Januar ist die Häufigkeit der Wetterlagen der ersten und dritten Gruppe sehr groß; Wetterlagen der zweiten Gruppe treten dagegen nicht auf. Nach einem starken Rückgang der Häufigkeit in der letzten Januarhälfte wachsen ihre Werte unter fortwährenden Schwankungen wieder an. Bis zum April treten keine besonderen Änderungen mehr auf. In diesem Monat erfolgt jedoch ein merkliches Abnehmen der Wetterlage der dritten Gruppe. Dafür erscheinen jetzt auch Wetterlagen der zweiten Gruppe, der Gewitter.

Im Mai geht die Häufigkeit der Wetterlagen der ersten und insbesondere der dritten Gruppe sehr stark zurück, dagegen wächst die Zahl der Gewitterlagen fast sprunghaft an. Zum Juni ändert sich die Häufigkeit der letzteren nicht, die der dritten Gruppe nimmt nur wenig weiter ab, jedoch steigt die Häufigkeit der ersten Gruppe wieder etwas an. Im Juli verschwinden die Wetterlagen der dritten Gruppe fast ganz, während die Häufigkeit der zweiten Gruppe hier ein Maximum erreicht und die der ersten Gruppe weiter langsam wächst.

Sehr stark steigt die Häufigkeit der ersten Gruppe im August. Auch die Wetterlagen der dritten Gruppe kommen wieder häufiger vor, während die Gewitter schon bedeutend seltener werden, besonders gegen Ende des Monats. Im September tritt die Zahl der Gewitter gegenüber den Wetterlagen der anderen Gruppen fast ganz zurück. Aber auch die Häufigkeit der ersten Gruppe hat wieder abgenommen; die der dritten Gruppe ist dagegen noch ein wenig gestiegen. Während im Oktober die Zahl der Wetterlagen der ersten Gruppe im ganzen etwas zunimmt und auch das Vorkommen der dritten Gruppe häufiger wird, verschwinden die Gewitterlagen aus dem Kurvenbild.

Der November zeichnet sich durch ein beträchtliches Wachsen der Häufigkeit bei den Wetterlagen der dritten Gruppe aus. Auch die Zahl der Wetterlagen der ersten Gruppe steigt noch an. Bei beiden Gruppen findet zum Dezember eine weitere Häufigkeitszunahme statt, die zu den hohen Werten zu Anfang Januar überleitet.

In diesem jährlichen Gang der Häufigkeit der Wetterlagen liegen die Änderungen, die im Jahresverlauf in der Ausbreitung der Niederschlagsmengen auftreten, und damit der jährliche Gang der Niederschläge im Harz begründet. Sicher ist die rohe Einteilung der Wetterlagen nach nur drei Gruppen ohne die völlige Berücksichtigung der vielfältigen Möglichkeiten der Herkunft der Luftmassen, der Richtung, mit der sie auf den Harz treffen, der verschiedenen Möglichkeiten der Stauwirkung und — wie sich noch zeigen wird — ohne ausreichende Berücksichtigung der Höhe des Kondensationsniveaus, noch nicht imstande, alle Einzelheiten des jährlichen Ganges der Niederschläge zu erklären. Doch läßt die Darstellung der Häufigkeit dieser drei Gruppen bereits wichtige Schlüsse zu.

3. Die Bedeutung des jährlichen Ganges der Häufigkeit der Wetterlagen für den jährlichen Gang der Niederschläge im Harz.

Für die nachfolgende Untersuchung ist es zweckmäßig, den jährlichen Gang der Häufigkeit der Wetterlagen nach monatlichen Häufigkeitswerten zusammenzufassen. Dann ergibt sich eine Kurve, die Maxima im August, März und Dezember—Januar aufweist; Minima finden sich im Februar, Mai und September (Abbildung 9, Tabelle 3). Es fragt sich nun, wie weit aus dieser Häufigkeitskurve der jährliche Gang der Niederschläge im Harz, ausgedrückt nach Monatsmittelwerten, zu erklären ist.

Die wichtigste Erscheinung im Jahresgang der Niederschläge ist im Hinblick auf das ganze Harzgebiet der jahreszeitliche Wechsel in der Ausbreitung der Monatssummen. Er äußert sich, wie schon im einleitenden Kapitel behandelt wurde, in der Weise, daß die Unterschiede in den Niederschlagsmengen zwischen Gebirge und Vorland in den Wintermonaten am größten, im Sommer aber am kleinsten sind. Zwar erhält das Gebirge im Winter wie im Sommer gegenüber dem Vorland die größten Mengen, doch resultiert aus den jahreszeitlichen Änderungen der Verhältniszahlen ein ausgeprägtes Sommermaximum der monatlichen Niederschlagssummen im Harzvorland, während im Gebirge selber mit zunehmender Höhenlage an die Seite des Sommermaximums ein Wintermaximum tritt, das in einem größeren Gebiet, wie wir sahen, sogar das Hauptmaximum wird.

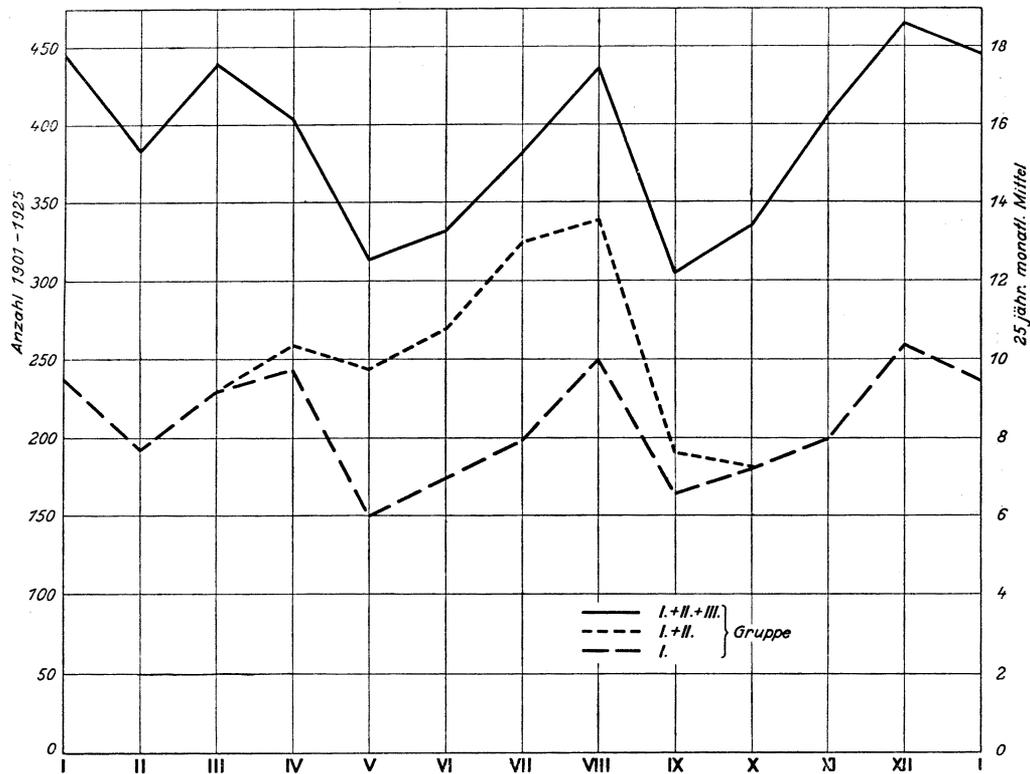


Abb. 9. Monatliche Häufigkeit der Wetterlagen, die dem Harz Niederschläge bringen. 1901-1925.

Tabelle 3. Häufigkeit der Wetterlagen, die dem Harz Niederschläge bringen. 1901-1925.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1. Gruppe	237	192	229	243	150	173	198	250	165	180	200	260
2. „	—	—	1	16	94	96	126	89	26	2	—	—
3. „	209	192	209	145	70	64	58	98	114	153	206	207
Summe	446	384	439	404	314	333	382	437	305	335	406	467

Als Ursache dieses jahreszeitlichen Wechsels in der Ausbreitung der Monatssummen läßt die Kurve der Häufigkeit der Wetterlagen das Auftreten der Gewitter in den Sommermonaten erkennen; denn die Untersuchung der Niederschlagsverteilung bei den Wetterlagen der zweiten Gruppe, der Gewitter, hatte eine außerordentlich gleichmäßige Ausbreitung der Niederschlagsmengen über Gebirge und Vorland ergeben: die größte im Harzgebiet vorkommende Menge war nur doppelt so groß wie die kleinste. (Bei der ersten Gruppe verhielten sich diese dagegen wie 8 : 1.)

Je stärker daher der Anteil der zweiten Gruppe an der Häufigkeit der Wetterlagen, die für den Harz Niederschläge bedingen, wächst, desto gleichmäßiger verteilen sich die Monatssummen über Gebirge und Vorland. Da ferner auch die Ergiebigkeit der Gewitter (außerhalb des Oberharzes) sehr viel größer ist als die der anderen Wetterlagen, muß die zunehmende Häufigkeit der ersteren auch ein starkes Anwachsen der monatlichen Niederschlagsmengen in den Sommermonaten in einem großen Teil des Harzgebietes zur Folge haben.

In den Wintermonaten dagegen, in denen nur Wetterlagen der ersten und dritten Gruppe vorkommen, müssen die Unterschiede in den Niederschlagsmengen zwischen Gebirge und Vorland beträchtlich werden, da die Untersuchung dieser Gruppen gezeigt hat, daß bei ihnen das Gebirge sehr viel größere Mengen erhält als das Vorland, insbesondere die Leeseite. Die Wintermonate sind daher in den letzteren Gebieten verhältnismäßig niederschlagsarm, während sie im Gebirge zu den niederschlagsreichsten des Jahres gehören. Dort, wo die bei Gewittern niedergegangenen Mengen kleiner sind als die bei der ersten Gruppe der nassen Perioden gemessenen, findet sich im Winter sogar das Hauptmaximum der Niederschläge.

Es zeigt sich also, daß die Kurve der Häufigkeiten der Wetterlagen der ersten, zweiten und dritten Gruppe unserer Untersuchung sehr wohl geeignet ist, die grundsätzlichen Erscheinungen des Jahresganges der Niederschläge im Harz zu erklären; doch stößt man bei seinen Einzelheiten sofort auf Schwierigkeiten.

Zwar ergibt sich noch eindeutig, daß das Sommermaximum der Niederschläge außerhalb des Gebirges auf den Juli fallen muß, da dieser Monat die größte Häufigkeit der Wetterlagen der zweiten Gruppe, der Gewitter, aufweist. Aber schon die Erklärung des Maximums im Dezember oder Januar wird schwierig, und vollends scheint die Kurve bei den verschiedenen Minima im Jahresgang der Niederschläge im Harz zu versagen.

Das Minimum im Februar etwa, das vor allem auf der Leeseite des Harzes sehr verbreitet ist, ließe sich zwar mit dem Rückgang der Häufigkeit der Wetterlagen der ersten und dritten Gruppe in diesem Monat in Zusammenhang bringen; aber der Oktober weist eine noch geringere Häufigkeit der genannten Gruppen auf, während die Monate Mai, Juni und September wegen des Vorkommens der Gewitter immerhin ausscheiden würden. Oder das Minimum im Mai, das bei den Stationen in den höchsten Lagen des Harzes vorkommt, könnte man wohl mit dem entsprechenden Minimum in der Häufigkeit der Wetterlagen zu erklären versuchen, aber im September ist die Häufigkeit der ersten Gruppe nur sehr wenig größer, sodaß auch dieser Schluß gewagt erscheint. Insbesondere aber scheint keine Möglichkeit zu bestehen, die im Harzgebiet noch auftretenden Minima im März und April oder November eindeutig aus der Häufigkeit der Wetterlagen abzuleiten.

Den Ausweg aus dieser Schwierigkeit bietet zunächst nur eine Vermutung, die hier angedeutet sei: der Einfluß der Höhe des Kondensationsniveaus, die sich jahreszeitlich mit der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft ändert. Im Winter wird nur ein verhältnismäßig geringes Anheben der feuchtigkeitsbeladenen Warmluftmassen genügen, um diese zur Kondensation zu bringen. In den Monaten mit allgemein höheren Temperaturen müssen die Luftmassen zur Erzielung der Kondensation dagegen um einen größeren Betrag gehoben werden. Es scheint daher, daß die Stauwirkung des Harzes bei an sich gleicher Wetterlage im allgemeinen eine größere Niederschlagsergiebigkeit bei niedrigen Temperaturen und eine geringere bei höheren Temperaturen zur Folge hat.

Unter der Voraussetzung der Richtigkeit dieser Vermutung wäre etwa die Entstehung des Februarminimums klar, denn wegen der niedrigen Temperaturen müßte im Februar die Stauwirkung und damit auch die Leewirkung des Gebirges bedeutend stärker sein als im Oktober, woraus sich für die Stationen im Regenschatten des Harzes die geringeren Niederschlagsmengen im Februar ergeben würden. Auch für die übrigen Minima gelingt es, mit Hilfe der obigen Annahme Erklärungen zu finden, wobei man etwa bei dem Vergleich von Mai und September auch den verhältnismäßig geringen Dampfdruck im ersteren der beiden Monate mit in Rechnung zu setzen hat.

Es kann nicht Aufgabe dieser Arbeit sein, den Einfluß der jahreszeitlich schwankenden Höhe des Kondensationsniveaus auf den jährlichen Gang der Niederschläge im Harzgebiet näher mitzubehandeln. Hier möge eine spezielle Untersuchung Platz greifen.

Aus allem ergibt sich aber, daß der verschiedenartige Jahresgang der Niederschläge im Harzgebiet vornehmlich aus dem Zusammenwirken von drei Faktoren resultiert: 1. dem jährlichen Gang der Wetterlagen, 2. dem Einfluß der Erdoberflächenformen, 3. dem jahreszeitlichen Wechsel der Höhe des Kondensationsniveaus.

Der jährliche Gang der Wetterlagen äußert sich erstens in einer sich von Monat zu Monat ändernden Häufigkeit solcher Wetterlagen, die für das Harzgebiet Niederschläge bedingen, zweitens in dem Auftreten verschiedener Typen von Wetterlagen, als deren wichtigste im vorstehenden die der ersten und zweiten Gruppe (Gewitter) hervorgehoben wurden. Dieser jährliche Gang der Wetterlagen ist infolge der geringen Größe des Untersuchungsgebietes für alle Stationen des Harzgebietes gleich.

Der Einfluß der Erdoberflächenformen schafft aus dem jährlichen Gang der Wetterlagen infolge seiner Wirkung auf die Verteilung der Niederschlagsmengen bei Stationen mit verschiedener geographischer Lage einen verschiedenen jährlichen Gang der Niederschläge, der sich bei dem Übergang vom Vorland zum Gebirge durch das Hervortreten des Wintermaximums und durch die Verschiebung des Minimums von Februar über März und April zum Mai ändert.

Der jahreszeitliche Wechsel der Höhe des Kondensationsniveaus entscheidet dabei offenbar über die Stärke des Einflusses der Erdoberfläche in der Weise, daß bei niedriger Lage des Kondensationsniveaus die Stauwirkung und Leewirkung des Gebirges auf die Niederschlagsver-

teilung am schärfsten zum Ausdruck kommen, bei hoher Lage dagegen am wenigsten. In dem ersten Falle wären also die Unterschiede der Niederschlagsmengen zwischen Gebirge und Harzvorland sehr groß, im zweiten Falle würden sie sich mehr abschwächen. Die Untersuchung machte es wahrscheinlich, daß dieser Einfluß der wechselnden Höhe des Kondensationsniveaus an der Entstehung des verschiedenartigen jährlichen Ganges der Niederschläge im Harz wesentlichen Anteil gewinnt.

C. Zusammenfassung.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der nassen und trockenen Perioden im Harz in ihrer Abhängigkeit von der Wetterlage sowie in ihrer Beziehung zu den allgemeinen Niederschlagsverhältnissen des Harzgebietes. Sie wurde eingeleitet durch einen kurzen Überblick über die allgemeinen Niederschlagsverhältnisse nach langjährigen Monats- und Jahresmitteln, wobei insbesondere auch der jährliche Gang der Niederschläge Beachtung fand.

Die Untersuchung der Abhängigkeit der nassen und trockenen Perioden im Harz von der Wetterlage ging von den Niederschlags- und Trockenperioden an einzelnen ausgewählten Stationen aus. Zuvor aber wurden allgemein die Niederschlags- und Trockenperioden selber näher untersucht; durch einen Vergleich ihrer Häufigkeit an 12 gut verteilten Harzstationen ließen sich wichtige Einblicke in die Art ihrer Entstehung und Verbreitung gewinnen.

Es zeigte sich, daß die Zahl der kurzen Niederschlagsperioden an den niederschlagsärmeren Stationen größer ist als an den niederschlagsreicheren, während umgekehrt an den letzteren die Zahl der langen Niederschlagsperioden gegenüber den ersteren Stationen überwiegt. Es ergibt sich ein Umkehrungspunkt bei der 5–6-tägigen Niederschlagsperiode, die an allen Harzstationen ungefähr gleich häufig vorkommt. Die Zahl der Trockenperioden nimmt dagegen gleichmäßig für alle Perioden von den niederschlagsärmeren zu den niederschlagsreicheren Stationen ab. Die mittlere Dauer der Niederschlags- und Trockenperioden, die für die 12 Harzstationen berechnet wurde, beträgt auf dem Brocken 4.7 bzw. 2.6 Tage, in Wegeleben im leeseitigen Harzvorland dagegen 2.5 bzw. 3.2 Tage.

Es wurden dann einzelne nasse und trockene Perioden ausgewählt, deren Abhängigkeit von der Wetterlage auf zweierlei Art untersucht wurde. Zum ersten wurde die Verbreitung der Tiefdruckgebiete durch Punkte dargestellt, zum anderen wurden für bestimmte Tage der Perioden, nämlich Anfangs-, Mittel- und Endtag, mittlere Luftdruckwerte berechnet. Das eine führte zur Abgrenzung von Verbreitungsgebieten der Minima bei nassen und trockenen Perioden im Harz, das andere zur Darstellung mittlerer Isobaren.

Bei den n a s s e n Perioden erwies sich die Unterscheidung von drei Gruppen als zweckmäßig: eine erste Gruppe mit großen täglichen Niederschlagsmengen, zyklonalen Ursprungs (19 Perioden mit insgesamt 116 Niederschlagstagen); eine zweite mit ebenfalls großen täglichen Mengen, jedoch zurückzuführen auf Gewitter (14 Perioden mit insgesamt 34 Niederschlagstagen); eine dritte Gruppe mit geringen täglichen Niederschlagsmengen und großen Unterschieden in der Zahl der Tage mit Niederschlag zwischen den einzelnen Stationen des Harzgebietes (22 Perioden mit insgesamt 259 Niederschlagstagen auf dem Brocken). Die Auswahl der trockenen Perioden betraf demgegenüber 22 Perioden mit insgesamt 187 Trockentagen.

Das Verbreitungsgebiet der Minima bei nassen Perioden der ersten Gruppe erstreckt sich von der Ostküste Englands und Schottlands über Nord- und Ostsee zum Finnischen Meerbusen; es umschließt die Zugstraßen III und IV, sowie Teile der Zugstraßen II und V b (nach v a n B e b b e r). Demgegenüber verteilen sich die Minima bei nassen Perioden der zweiten Gruppe (Gewitter) über ein wesentlich kleineres Gebiet, das etwa das nordöstliche Frankreich, West- und Norddeutschland sowie das westliche Polen umfaßt und das somit größtenteils zwischen den Zugstraßen III, IV und V liegt. Bei nassen Perioden der dritten Gruppe schließt das Verbreitungsgebiet der Minima dagegen ganz Mittel- und Westeuropa mit angrenzenden Teilen des Atlantik, ferner ganz Skandinavien, Finnland und den nordwestlichen Teil Rußlands ein. Es erstreckt sich also nahezu über alle Zugstraßen.

Die Isobarenkarten ergeben für die nassen Perioden der ersten Gruppe den typischen Vorüberzug einer Depression, die im Harz starke Niederschläge hervorruft. Sie liegt mit ihrem Kern am Anfangstag vor dem nördlichen Eingang der Nordsee, am Mitteltag über der Nordsee und am Endtag über der mittleren Ostsee. Nur wenig unterscheiden sich davon die entsprechenden Isobarenkarten der dritten Gruppe, doch sind bei dieser die Druckgradienten im allgemeinen viel geringer. Ein grundsätzlicher Unterschied besteht dagegen

zur zweiten Gruppe der nassen Perioden (Gewitter), bei denen sich über Westdeutschland am Morgen des Gewittertages ein sackförmiger flacher Ausläufer einer nördlichen Depression befindet, der sich an den „Nachttagen“ unter Verschärfung der Druckgegensätze nach Polen verlagert, wobei der Isobarenverlauf über Deutschland und Skandinavien eine ungefähr nordsüdliche Richtung einnimmt.

Bei trockenen Perioden im Harz befindet sich über Mitteleuropa, dem südlichen Skandinavien sowie über Nord- und Ostsee und ihren Küstenländern ein Gebiet, das von Tiefdruckzentren freibleibt.

Die Luftdruckverteilung bei den trockenen Perioden ist durch das Vorhandensein einer kräftigen Antizyklone über Mitteleuropa charakterisiert.

Für die drei Gruppen der nassen Perioden wurde sodann die Verteilung der Niederschläge im Harzgebiet noch besonders untersucht. Dabei ergaben sich wiederum wichtige Unterschiede. Bei der ersten Gruppe liegt das Maximum der Niederschlagsmengen im luvseitigen, südwestlichen Teil des Oberharzes, während der Brocken etwas weniger erhält; die geringsten Mengen finden sich im Lee auf der Nordseite des Harzgebietes. Dagegen ist bei der zweiten Gruppe der größte Teil der Niederschläge in einem langgestreckten Gebiet am nördlichen Gebirgsrand gefallen. Das Verhältnis zwischen der niederschlagsärmsten und niederschlagsreichsten Station beträgt bei der ersten Gruppe 1 : 8, bei der zweiten Gruppe jedoch 1 : 2. Die Niederschlagsverteilung paßt sich bei der dritten Gruppe im Vergleich zu den vorigen den Höhenstufen am besten an; das Maximum der Niederschläge liegt auf dem Brocken. Es stellte sich noch heraus, daß in einem Gebiet, das mit dem des Überwiegens der Niederschlagssumme im Winterhalbjahr gegenüber dem Sommerhalbjahr übereinstimmt, die Ergiebigkeit der ersten Gruppe größer ist als die der zweiten Gruppe (Gewitter). Anscheinend vermag in diesem Gebiet die Stauwirkung des Gebirges bei starker südwestlicher Luftströmung ergiebigere Niederschläge (bemessen nach Tagessummen) hervorzurufen als der Vorgang der Labilität bei Gewittern.

Zum Schluß wurde der Versuch gemacht, den jährlichen Gang der Wetterlagen, die im Harz Niederschläge verursachen, nach täglichen Häufigkeitswerten für die Periode 1901–1925 zur Darstellung zu bringen. Für die Auszählung der Häufigkeitswerte wurden die früher abgegrenzten Verbreitungsgebiete der Minima zugrundegelegt. Es zeigte sich, daß der jährliche Gang der Niederschlagshäufigkeit und der Niederschlagsmenge, der ebenfalls nach täglichen Werten dargestellt wurde, im großen und ganzen gleichlaufende Kurven ergibt. Die Berechnung der monatlichen Häufigkeit der Wetterlagen lieferte zusammen mit der in den vorigen Kapiteln gewonnenen Kenntnis der verschiedenartigen Verteilung der Niederschläge einen Anhaltspunkt zur Erklärung der allgemeinen Niederschlagsverhältnisse des Harzgebietes. Die Häufigkeit der Niederschlagswetterlagen ist allgemein in den Monaten Dezember–Januar, März und August am größten, Minima ergeben sich im Februar und besonders im Mai und September. Hierbei ist die zweite Gruppe der Wetterlagen (Gewitter) nur in den Sommermonaten vertreten; ihr Maximum fällt auf den Juli. Demgegenüber nimmt die Häufigkeit der Wetterlagen der dritten Gruppe zum Sommer gerade stark ab; diese erreicht im Juli ihr Minimum. Die Häufigkeitswerte der ersten Gruppe entsprechen ungefähr dem Gesamtverlauf der Kurve.

Zur vollständigen Erklärung des verwickelten jährlichen Ganges der Niederschläge im Harz reichte die Kurve der monatlichen Häufigkeit der Niederschlagswetterlagen allerdings nicht ohne weiteres aus. Hierzu müßte noch eine Untersuchung der jahreszeitlichen Änderungen der Höhe des Kondensationsniveaus treten. Die Ursache für den verschiedenartigen Jahresgang der Niederschläge im Harz kann man sonach in den Zusammenwirkungen dreier Faktoren erblicken: 1. des jährlichen Ganges der Wetterlagen, die im Harz Niederschläge hervorrufen, 2. des Einflusses der Erdoberflächenformen, 3. der jahreszeitlichen Änderungen der Höhe des Kondensationsniveaus.

Tabelle 4. Häufigkeit der Niederschlags- und Trockenperioden 1903—1912.

Stationen	Zahl der Tage		Tage																												Zahl der Tage mit — ohne Niederschl.	Anzahl der Perioden	Mittlere Dauer der Perioden Tage					
	Niederschlagsperioden	Trockenperioden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				29	30	31	>31	
Wegeleben	N	267	151	77	54	30	23	12	8	6	4	1	2	1	1																					1608	637	2.5
	T	226	149	77	49	37	29	11	19	7	12	3	3	6	3	1										1									2045	638	3.2	
Braunlage	N	206	126	82	53	31	30	17	9	10	8	10	2	3	3	2									2											1901	594	3.2
	T	225	141	87	34	28	19	14	9	11	6	4	8	3	2	1											1								1752	594	2.9	
Walkenried	N	215	111	79	41	38	25	14	18	12	9	6	6	5	1										1										1960	586	3.3	
	T	224	132	82	39	31	26	10	16	6	4	7	1	2	2	1											1							1693	585	2.9		
Nordhausen	N	246	155	84	42	32	25	22	4	13	6	1	2	3																					1742	636	2.7	
	T	251	130	83	46	32	23	11	17	13	10	4	3	1	3	1											1							1911	636	3.0		
Sangerhausen	N	247	141	95	63	29	28	9	5	6	2	2	2																						1655	632	2.6	
	T	211	160	84	51	31	26	11	11	15	8	10	3	4	4												1							1998	632	3.2		
Blankenburg	N	249	132	82	44	34	37	14	8	9	4	3	2	1																					1721	621	2.8	
	T	233	135	70	57	37	31	12	9	5	8	7	3	5	1													1						1532	621	3.1		
Harzgerode	N	230	147	91	50	30	31	16	9	11	7	3	1	3																					1831	632	2.9	
	T	238	154	80	46	33	22	17	10	11	5	6	2	1	2																			1822	631	2.9		
Harzburg	N	239	130	84	68	29	27	17	9	7	5	5	2	2																					1799	627	2.9	
	T	244	131	92	41	32	27	10	10	13	9	5	5	2	1	1												1						1854	626	3.0		
Brocken	N	132	77	52	48	30	35	19	22	19	19	6	9	8	3	3	2	4	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2355	498	4.7	
	T	234	106	44	32	21	23	10	7	8	5	3	3																					1298	497	2.6		
Klausthal	N	184	115	79	61	28	28	21	13	12	6	6	3	4	5	4																			2067	576	3.6	
	T	248	123	71	32	34	18	11	8	9	9	7		3																				1586	575	2.8		
Grund	N	149	99	63	41	31	25	12	15	15	12	9	7	1	8	6	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2351	513	4.6		
	T	224	123	55	35	27	16	8	8	6	3	2	2	1	1																			1302	512	2.5		
Lautenthal	N	201	106	76	67	34	27	10	16	13	7	9	7	4	3	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2116	592	3.6		
	T	269	122	78	40	27	8	12	8	8	9	3	2	1	1																		1537	591	2.6			
Summen	N	2565	1490	944	632	376	341	188	136	133	89	58	45	32	28	21	8	10	5	11	7	2	11	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	23106	7144			
	T	2827	1606	903	502	370	273	137	132	112	83	63	35	25	26	7	3	10	10	1	1	1	1	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	20730	7138			
Mittel der 12 Stationen	N	214	124	79	53	31	28	15	11	11	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1925	595	3.2		
	T	236	134	75	42	31	23	11	11	9	7	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1728	595	2.9			

1) 38 Tage. 2) 33, 32, 34, 33, 49 Tage.

Tabelle 5. Häufigkeit der Niederschlags- und Trockenperioden 1903—1912.

Stationen		Zusammenfassung				Anzahl der Perioden in Prozenten des Mittels der 12 Stationen				Mittlere Dauer der Perioden im Verhältnis zum Brocken
		1—2 tägig. Perioden	3—5 tägig. Perioden	6—9 tägig. Perioden	> 9 tägig. Perioden	1—2 tägig. Perioden	3—5 tägig. Perioden	6—9 tägig. Perioden	> 9 tägig. Perioden	
Wegeleben	Niederschlags- perioden	418	161	49	9	124	99	74	31	53%
	Trocken- perioden	375	163	66	34	102	110	120	148	123%
Braunlage	N	332	166	66	30	98	102	100	103	68%
	T	366	149	53	26	99	101	96	113	112%
Walkenried	N	326	158	69	33	96	97	104	114	70%
	T	356	152	58	19	96	103	105	83	112%
Nordhausen	N	401	158	64	13	119	97	97	45	57%
	T	381	161	69	25	103	109	125	109	115%
Sangerhausen	N	388	187	48	9	115	115	73	31	55%
	T	371	166	63	32	101	112	115	139	123%
Blankenburg	N	381	160	68	12	113	98	103	41	60%
	T	368	164	57	32	100	111	104	139	119%
Harzgerode	N	377	171	67	17	112	105	102	59	62%
	T	392	159	60	20	106	107	109	87	112%
Harzburg	N	369	181	60	17	109	111	91	59	62%
	T	375	165	60	26	102	111	109	113	115%
Brocken	N	209	130	95	64	62	80	144	221	100%
	T	340	97	48	12	92	66	87	52	100%
Klausthal	N	299	168	74	35	88	103	112	121	77%
	T	371	137	46	21	101	93	84	91	108%
Grund	N	248	135	67	63	73	83	102	217	98%
	T	347	117	38	10	94	79	69	43	96%
Lautenthal	N	307	177	66	42	91	109	100	145	77%
	T	391	145	36	19	106	98	65	83	100%
Summen	N	4 055	1 952	793	344					
	T	4 433	1 775	654	276					
Mittel der 12 Stationen	N	338	163	66	29					
	T	369	148	55	23					

Tabelle 6. Niederschlagsverhältnisse an den Harzstationen.

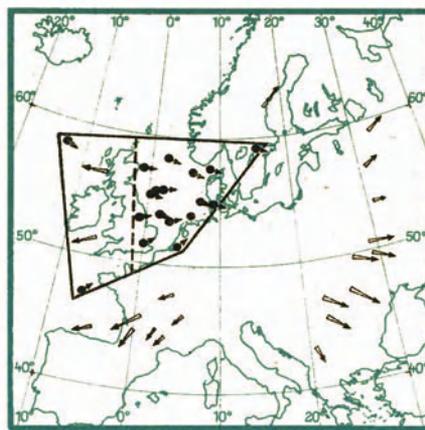
Stationen	Höhe m	Mittl. Jährl. Nieder- schlg- höhe mm	Mittl. tägl. Nieder- schlg- höhe 1. Gr. mm	Mittl. tägl. Nieder- schlg- höhe 2. Gr. mm	Mittl. tägl. Nieder- schlg- höhe 3. Gr. mm	2. Gr.		Stationen	Höhe m	Mittl. Jährl. Nieder- schlg- höhe mm	Mittl. tägl. Nieder- schlg- höhe 1. Gr. mm	Mittl. tägl. Nieder- schlg- höhe 2. Gr. mm	Mittl. tägl. Nieder- schlg- höhe 3. Gr. mm	2. Gr.		
						1. Gr.								1. Gr.		
1 Gieboldehausen . . .	158	612	4.7	9.5	1.7	2.0		38 Hohegeiß . . .	625	1055	12.0	10.5	3.7	0.9		
2 Silkerode . . .	188	728	5.3	9.9	2.0	1.9		39 Benneckenstein . . .	515	1002	10.5	7.9	3.2	0.8		
3 Trebra . . .	188	659	1)					40 Grünthal . . .	513	981	10.2	9.7	3.8	1.0		
4 Klettenberg . . .	260	692						41 Sülzhayn . . .	320	853						
5 Nordhausen . . .	247	582	4.6	10.6	1.6	2.3		42 Hasselfelde . . .	450	737	5.4	9.6	1.9	1.8		
6 Kelbra . . .	155	492						43 Stiege . . .	495		5.4	9.6	2.1	1.8		
7 Seesen . . .	220	808	6.8	10.1		1.5		44 Rübeland . . .	420	775	5.8	12.4	2.2	2.1		
8 Osterode . . .	220	811	7.4	10.7	2.5	1.4		45 Todtenrode . . .	425	675	4.2	11.7	1.8	2.8		
9 Herzberg . . .	240	797	6.9	8.3		1.2		46 Allrode . . .	460	668	4.3	9.4	2.0	2.2		
10 Lauterberg . . .	300	1053	10.8	9.8	3.2	0.9		47 Güntersberge . . .	415	734	6.0	9.9	2.5	1.7		
11 Sachsa . . .	330	905	10.2	8.9		0.9		48 Stolberg . . .	300	794	7.1	11.0	3.3	1.6		
12 Walkenried . . .	268	826	8.7	10.0	2.3	1.1		49 Hayn b. St. . . .	435	697	5.5	10.7	2.2	1.9		
13 Ellrich . . .	255	818	8.7	9.1		1.0		50 Harzgerode . . .	398	611	3.5	8.7	1.7	2.5		
14 Ilfeld . . .	260	739	6.8	11.0	2.2	1.6		51 Viktorshöhe . . .	582	692						
15 Lautenthal . . .	295	1149	11.0	11.9	3.7	1.1		52 Agnesdorf . . .	280	560	4.1	9.9	1.5	2.4		
16 Wildemann . . .	400	1185	11.2	11.3	3.6	1.0		53 Sangerhausen . . .	182	499	2.9	9.5	1.0	3.3		
17 Grund . . .	340	989	8.0	10.0	3.0	1.3		54 Wippra . . .	215	535	2.6	9.3	1.2	3.6		
18 Zellerfeld . . .	560	1407						55 Annarode . . .	322	561	3.0	8.9	1.5	3.0		
19 Klausthal . . .	578	1344	13.4	10.3	4.8	0.8		56 Klostermannsfeld . . .	245	514	2.4	8.0	1.2	3.3		
20 Buntenbock . . .	546	1274	14.1	10.3	4.8	0.7		57 Goslar . . .	260	924	8.6	12.1	2.7	1.4		
21 Lerbach . . .	356	1000	9.5	9.2		1.0		58 Harzburg . . .	259	825	7.1	13.2	2.5	1.9		
22 Altenau . . .	495	1188						59 Ilsenburg . . .	270	820						
23 Rose . . .	550	1417						60 Wernigerode . . .	232	677	4.3	16.0	1.7	3.7		
24 Dammhaus . . .	575	1333						61 Hasseroide . . .	270	687						
25 Torthaus . . .	800	1411	14.3	12.1	5.3	0.8		62 Blankenburg . . .	228	597	3.2	11.9	1.4	3.7		
26 Schlufte . . .	580	1531						63 Eggerode . . .	195	564	2.9	12.1	1.3	4.2		
27 Sieber . . .	340	1410	16.3	10.8	4.6	0.7		64 Gernrode . . .	225	566	2.7	12.0	1.6	4.4		
28 St. Andreasberg . . .	610	1349						65 Ballenstedt . . .	230	591	2.6	10.4	1.3	4.0		
29 Oderhaus . . .	430	1333	15.5	11.4	5.0	0.7		66 Stapelburg . . .	230	645	3.8	10.5	1.3	2.8		
30 Wieda II (Forsthaus)	320	1060	12.6	10.8	3.8	0.9		67 Wasserleben . . .	152	586	3.4	10.8	1.3	3.2		
31 Wieda I (Oberförsterei)	394	1180	13.6	10.7	3.9	0.8		68 Derenburg . . .	158	501						
32 Ravensberg . . .	660	932	9.8	10.5	3.1	1.1		69 Halberstadt . . .	130	523	2.9	9.1	1.1	3.1		
33 Braunlage . . .	565	1163	13.7	11.5	4.2	0.8		70 Quedlinburg . . .	124	503	2.0	10.2	0.9	5.1		
34 Schierke . . .	620	1141						71 Aschersleben . . .	110		2.0	7.1	0.8	3.6		
35 Brocken . . .	1140	1545	13.6	15.6	6.5	1.1		72 Hoym . . .	123	522	2.3	7.8		3.4		
36 Scharfenstein . . .	615	1163						73 Wegeleben . . .	100	454	2.5	9.4	0.9	3.8		
37 Molkenhaus . . .	515	1087	9.6	14.8	3.6	1.5										

1) Beobachtungen unvollständig.

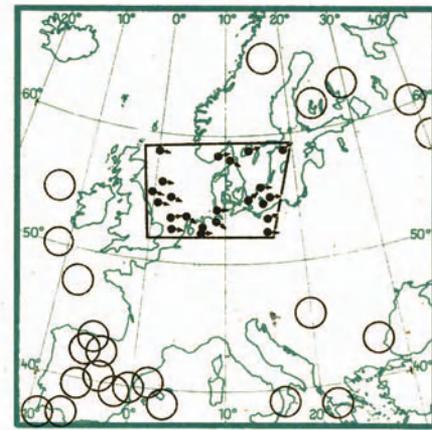
Lage und Bewegung der Tief- und Hochdruckgebiete bei nassen (NP) und trockenen (TP) Perioden (Abb. 10–21).



10. NP, I. Gruppe.



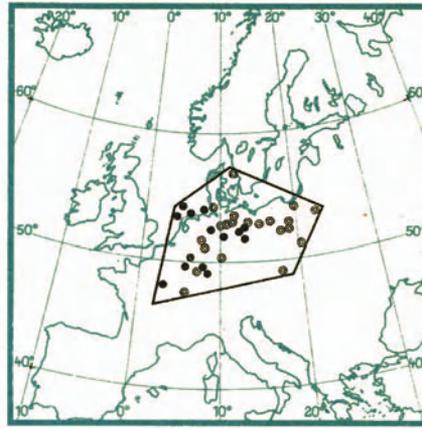
11. NP, I. Gruppe, Anfangstag.



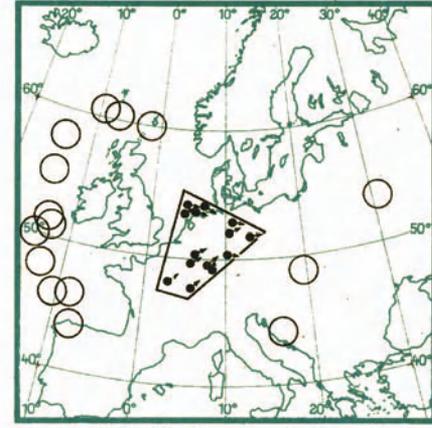
12. NP, I. Gruppe, Mitteltag.



13. NP, I. Gruppe, Endtag.



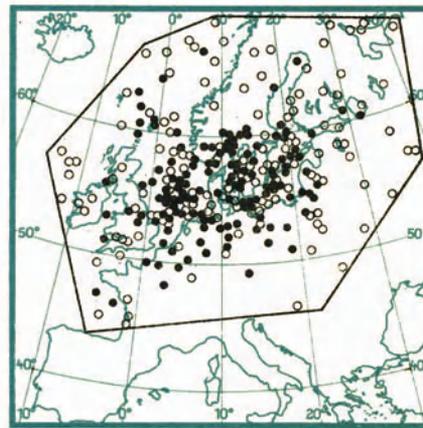
14. NP, II. Gruppe
(Gewittertage = schwarze Punkte).



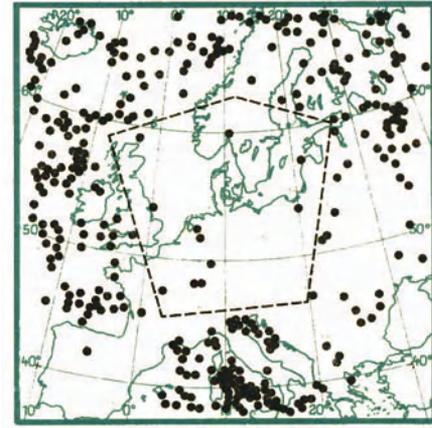
15. NP, II. Gruppe, Anfangstag.



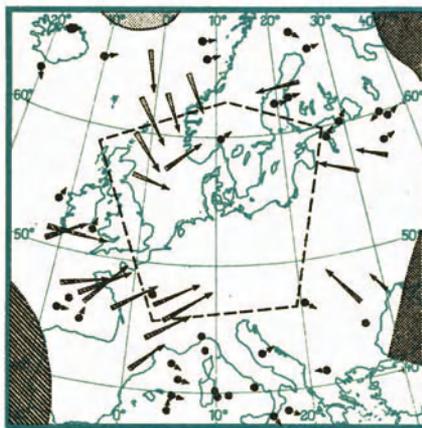
16. NP, II. Gruppe, Nachtag.



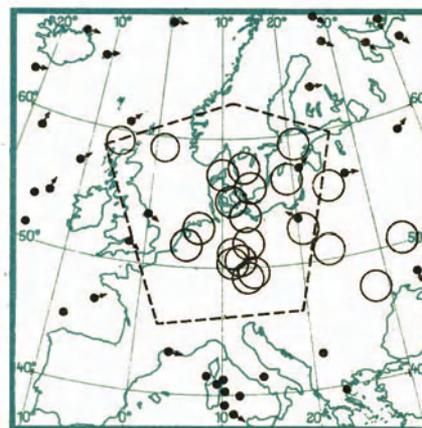
17. NP, III. Gruppe (vergl. S. 13).



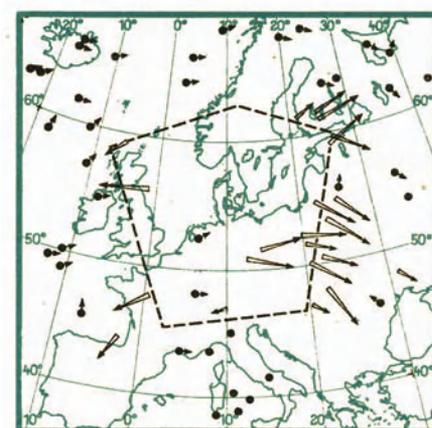
18. Trockene Perioden.



19. TP, Anfangstag.

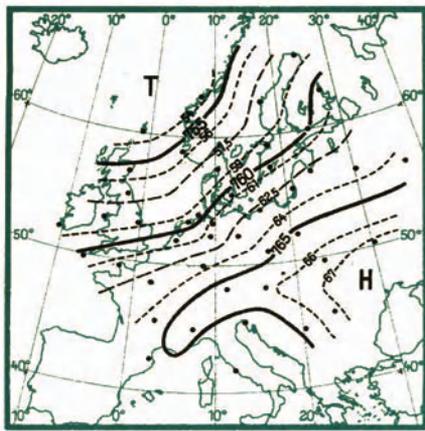


20. TP, Mitteltag.

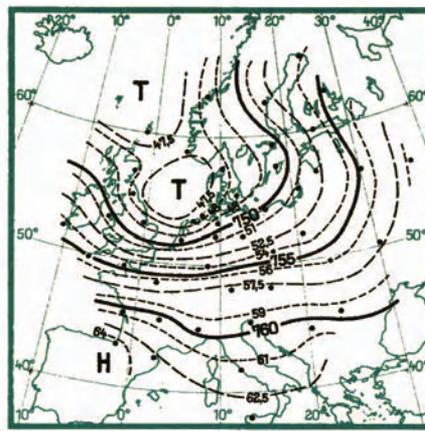


21. TP, Endtag.

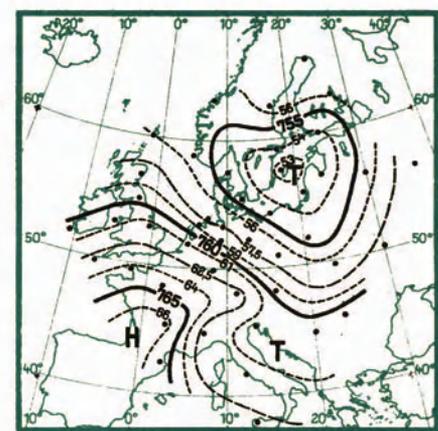
Mittleres Druckfeld bei nassen und trockenen Perioden (Abb. 22–30).



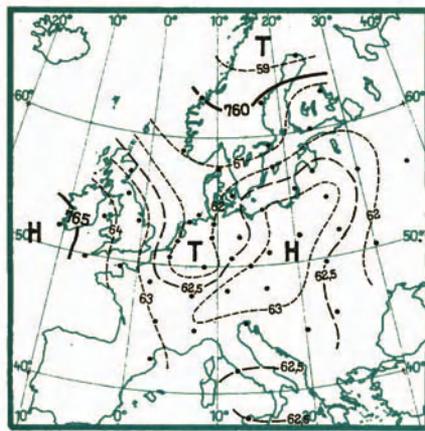
22. NP, I. Gruppe, Anfangstag.



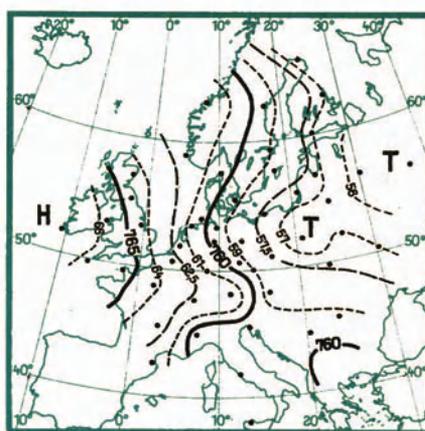
23. NP, I. Gruppe, Mitteltag.



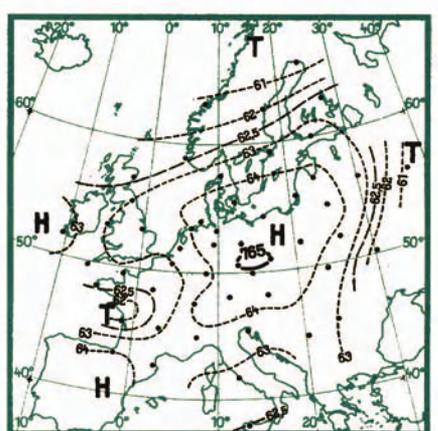
24. NP, I. Gruppe, Endtag.



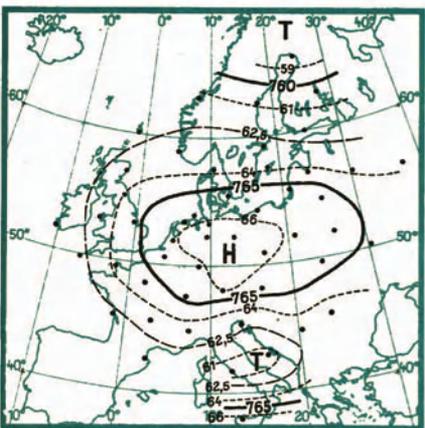
25. NP, II. Gruppe, Gewittertag.



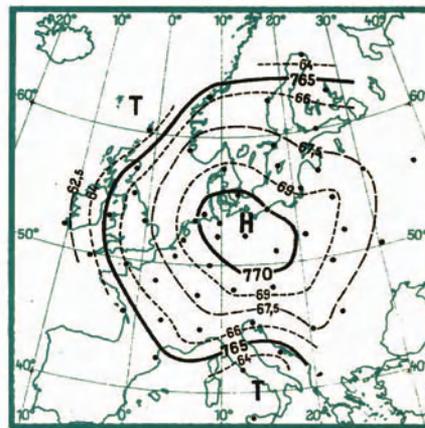
26. NP, II. Gruppe, letzter Nachttag.



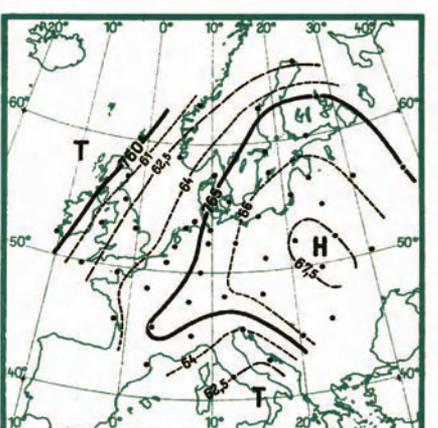
27. NP, II. Gruppe, Vortag.



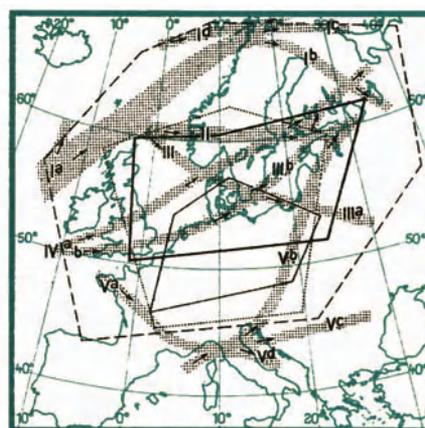
28. TP, Anfangstag.



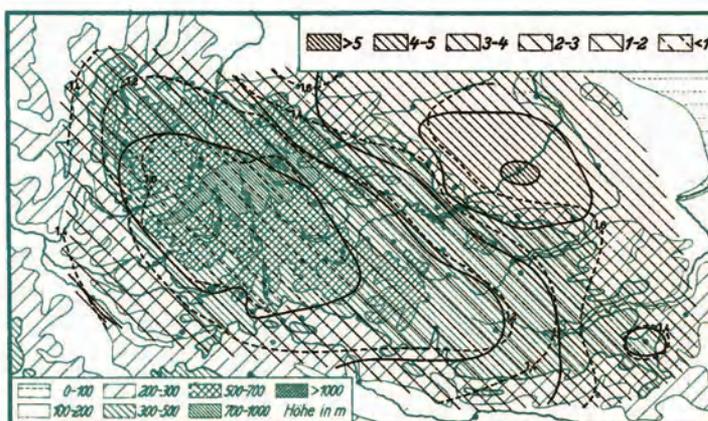
29. TP, Mitteltag.



30. TP, Endtag.

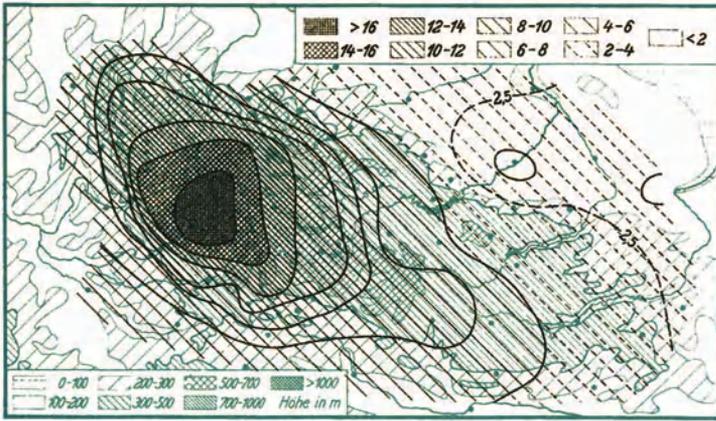


31. van Bebbers Zugstraßen und Verbreitung der Tiefdruckkerne.

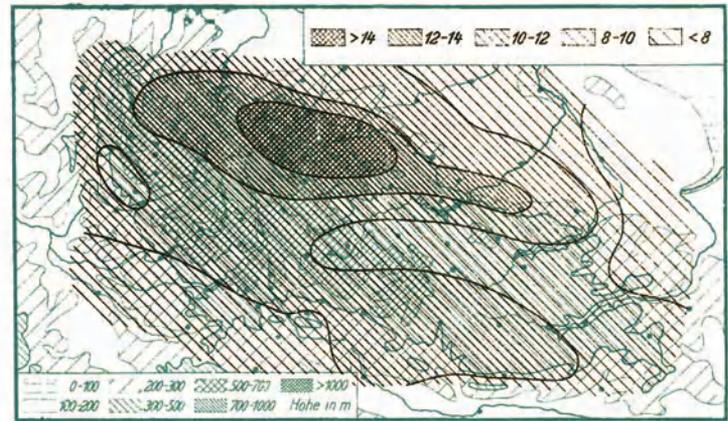


32. Quotienten der Niederschlagshöhen II.: I. Gruppe (ausgezogen und schraffiert); Sommer: Winter (gestrichelt).

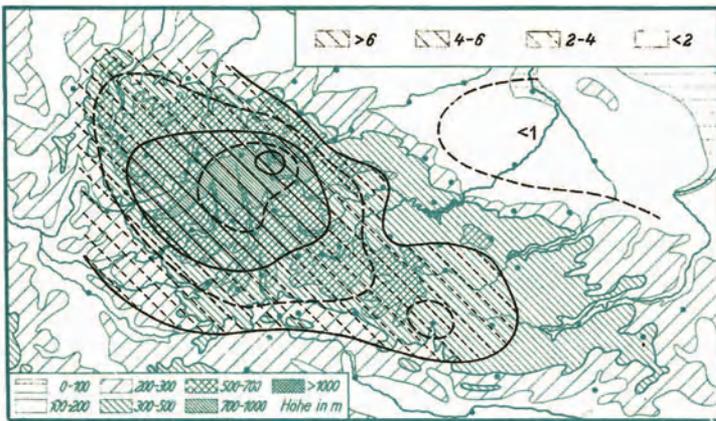
Die Verteilung der Niederschläge im Harz (Abb. 33–40).



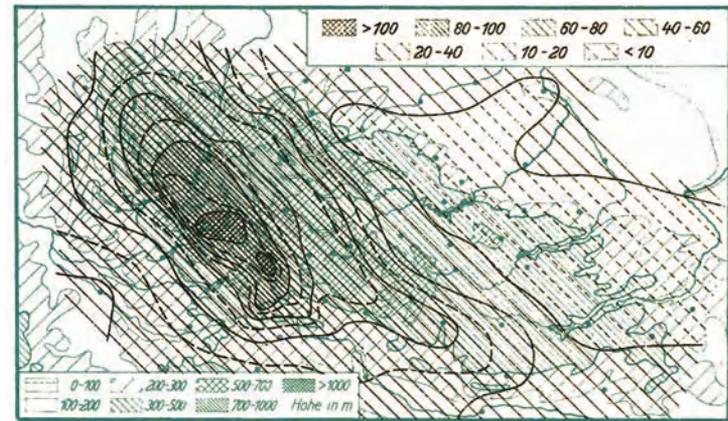
33. Mittl. tägl. Niederschlagshöhen, I. Gruppe.



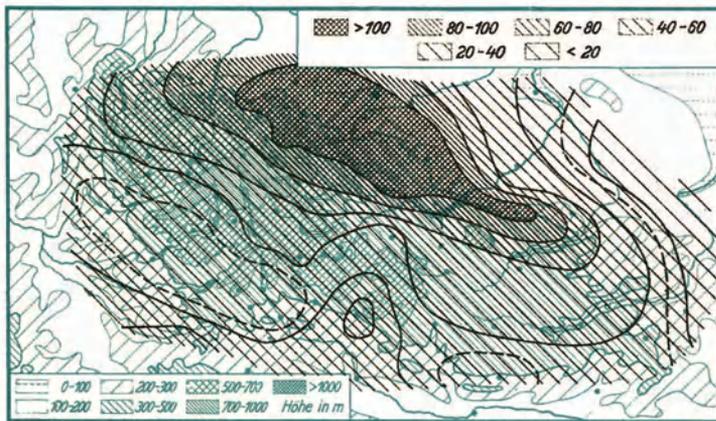
34. Mittl. tägl. Niederschlagshöhen, II. Gruppe.



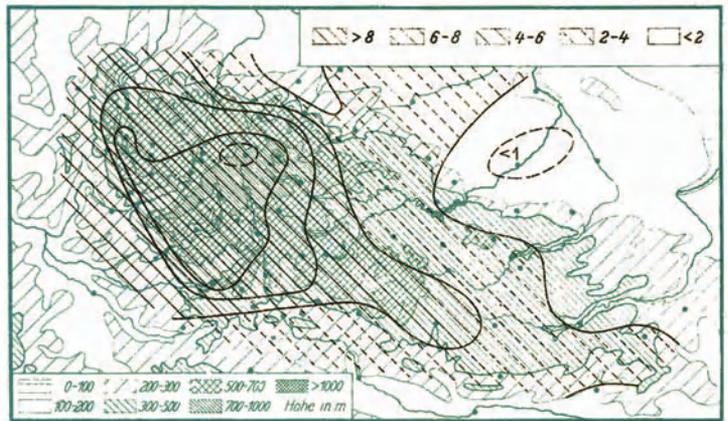
35. Mittl. tägl. Niederschlagshöhen, III. Gruppe.



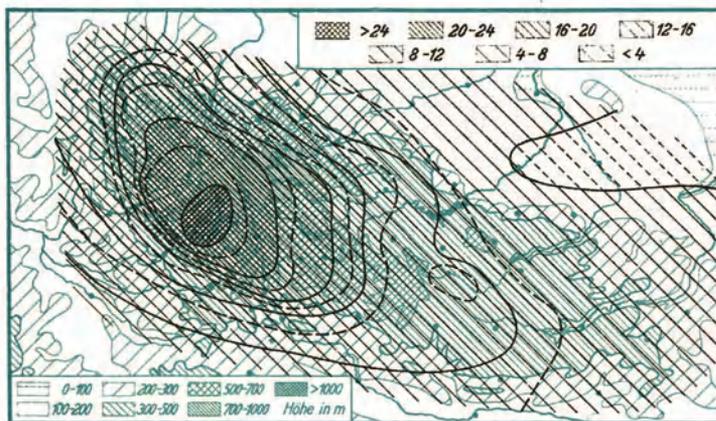
36. Niederschlagssummen 21.—25. Febr. 1912.



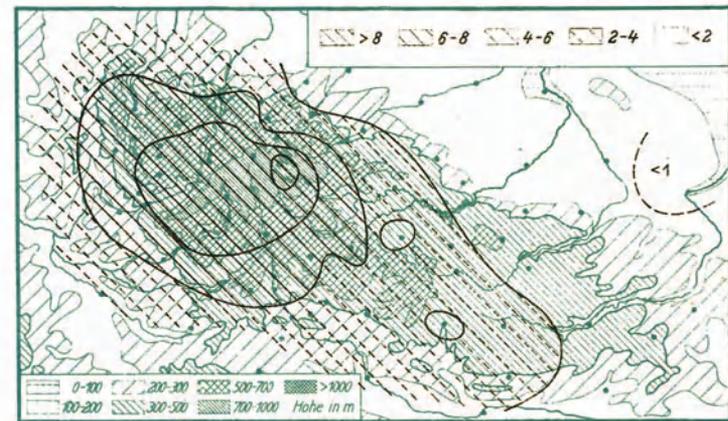
37. Niederschlagssummen 7.—9. Juni 1905.



38. Mittl. Niederschlagshöhen, Anfangstag, I. Gruppe.



39. Mittl. Niederschlagshöhen, Mitteltag, I. Gruppe.



40. Mittl. Niederschlagshöhen, Endtag, I. Gruppe.