

**Hellmann und v.Elsner**

**Meteorologische Untersuchungen**

über die

**Sommerhochwasser der Oder**

**Text**

**Meteorologische Untersuchungen**

über die

**Sommerhochwasser der Oder**

**Veröffentlichungen des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts**

Herausgegeben durch dessen Direktor

**G. Hellmann**

---

Nr. 230

---

**Meteorologische Untersuchungen**

über die

**Sommerhochwasser der Oder**

Von

**G. Hellmann** und **G. v. Elsner**

---

Mit einem Atlas von 55 Foliotafeln

---



**Text**

---

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1911

ISBN 978-3-662-23292-7

ISBN 978-3-662-25325-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-25325-0

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1911

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorrede . . . . .	VII
Einleitung und historischer Rückblick . . . . .	1
Die Grundlagen der Untersuchung . . . . .	15
Vorbereitende Arbeiten . . . . .	15
Die Luftdruckkarten für das Meeresniveau . . . . .	18
Die Luftdruckkarten für 2500 m Höhe . . . . .	29
Die Temperaturkarten . . . . .	38
Die Niederschlagskarten . . . . .	38
Die Wetterlage bei den einzelnen untersuchten Sommerhochwassern der Oder . . . . .	45
Das Hochwasser zu Anfang August 1888 . . . . .	45
Das Hochwasser Mitte August 1888 . . . . .	50
Das Hochwasser zu Anfang September 1888 . . . . .	51
Das Hochwasser zu Ende Juli 1889 . . . . .	55
Das Hochwasser zu Anfang Oktober 1889 . . . . .	57
Das Hochwasser zu Anfang September 1890 . . . . .	60
Das Hochwasser im Juli 1891 . . . . .	63
Das Hochwasser im Juni 1892 . . . . .	68
Das Hochwasser im März 1894 . . . . .	72
Das Hochwasser im Juni 1894 . . . . .	77
Das Hochwasser im Mai 1896 . . . . .	80
Das Hochwasser im Mai 1897 . . . . .	84
Das Hochwasser Ende Juli bis Anfang August 1897 . . . . .	88
Das Hochwasser zu Anfang Mai 1899 . . . . .	94
Das Hochwasser zu Ende Mai 1899 . . . . .	99
Das Hochwasser im September 1899 . . . . .	100
Die starken Niederschläge im Oktober 1901 . . . . .	106
Das Hochwasser im Juni 1902 . . . . .	110
Das Hochwasser im Juli 1903 . . . . .	115
Das Hochwasser im Juli 1907 . . . . .	121
Das Hochwasser im August 1854 . . . . .	124

Analyse der Wetterlage bei den Sommerhochwassern der Oder	131
Die Luftdruckverteilung im Meeresniveau	132
Bahnen der Minima	132
Tiefe der Minima	135
Teilminima an der Vorderseite. Umbiegen der Isobaren nach N.	135
Minima über Nordeuropa. Rinne tieferen Luftdrucks	135
Fortbewegung der Minima	136
Vordringen des westlichen Maximums	137
Keile hohen Luftdrucks	137
Verstärkung des Gradienten der Depression	137
Die Luftdruckverteilung in 2500 m Höhe	138
Die Luftdruckverteilung zu Ende Juli 1897	138
Die Luftdruckverteilung im Juli 1903	143
Beziehungen zwischen der oberen und unteren Luftdruckverteilung	146
Beziehungen des Keiles hohen Luftdrucks im Norden der Alpen zur oberen Luftdruckverteilung	148
Die Temperaturverteilung	158
Allgemeine Übersicht	158
Besondere Eigentümlichkeiten der Temperaturverteilung	159
Die vertikale Temperaturverteilung	160
Beziehungen zwischen Luftdruck- und Temperaturverteilung und Fortbewegung der Minima	165
Die Niederschläge	183
Beziehungen zwischen Niederschlägen und Luftdruckverteilung	183
Das Wandern der Niederschlagsgebiete	186
Gewitter an der Vorderseite der Depression. Art der Niederschläge	190
Die Verteilung der Niederschläge im Gelände	191
Größe der Tagesmaxima in den verschiedenen Monaten	192
Einfluß der Geschwindigkeit des Zuges der Minima auf die Größe der Niederschläge	194
Einfluß der Tiefe und der Gestalt der Depression, sowie der Stärke des Gradienten auf die Intensität der Niederschläge	197
Ursachen der starken Niederschläge	199
Stärke der Niederschläge bei Wetterlagen, die den hier behandelten ähnlich sind	218
Die Hochwassererscheinungen	220
Die Möglichkeit einer Hochwasservoraussage	223
Die Voraussage auf Grund der synoptischen Wetterkarten	223
Die Voraussage auf Grund anderer Methoden	226
Vorschläge für weitere Ausgestaltung des schlesischen Wetterdienstes	233



## Vorrede

---

»Ex omni malo aliquid bonum«. Dieses alte Sprichwort hat sich am Preußischen Meteorologischen Institut schon öfters bewährt. Denn die verheerenden Überschwemmungen, von denen die östliche Hälfte der Monarchie in den Jahren 1888 und 1903 heimgesucht wurde, gaben ihm die unmittelbare Anregung zu fruchtbaren wissenschaftlichen Arbeiten. Wie nämlich die anlässlich des Hochwassers von 1888 an das Institut gerichteten zahlreichen Anfragen nach Regenangaben der verschiedensten Art mich dazu bewogen, eine umfassende Bearbeitung der Niederschlagsverhältnisse von Norddeutschland vorzunehmen, deren Ergebnisse in dem dreibändigen Werk »Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten« niedergelegt sind, so bot die ungewöhnliche Hochflut der Oder und ihrer linken Nebenflüsse im Juli 1903 den Anlaß zur Vornahme einer eingehenden Untersuchung über die meteorologischen Bedingungen der Sommerhochwasser der Oder.

Die Hauptresultate dieser fast sieben Jahre in Anspruch nehmenden Arbeit sind in dem vorliegenden Werke niedergelegt.

Schon früh hatte der Zusammenhang zwischen den schlesischen Sommerfluten und der gleichzeitigen Wetterlage meine Aufmerksamkeit erregt. Sicherlich nicht unbeeinflußt durch die eigene Anschauung, die ich in den Jugendjahren in meiner Heimat an der Glatzer Neiße gewonnen hatte und die durch Erzählungen über die gewaltigen Neiße-hochwasser der Jahre 1829 und 1854 ergänzt worden war, besaß ich von jeher für diese Erscheinungen ein tieferes Interesse. Als daher der August des Jahres 1888 für Schlesien abermals eine große und weitverbreitete Überschwemmung brachte, benutzte ich das eben von mir eingerichtete Netz von Regenstationen sogleich dazu, um zum ersten

Mal eine genauere Darstellung der das Hochwasser bedingenden Regenverteilung zu geben, was bei dem Mangel an Beobachtungen bei früheren Hochwassern nicht möglich gewesen war. Und da sich im darauffolgenden September zwei weitere, aber minder große Überschwemmungen unter sehr ähnlichen Witterungsverhältnissen wie im August einstellten, kam ich, zumal auch einige Hochfluten aus den Sommern 1880 bis 1886 trotz spärlicher Beobachtungen auf denselben allgemeinen Grundtypus der Luftdruckverteilung zurückgeführt werden konnten, schon damals zu der Überzeugung, daß das Auftreten der schlesischen Sommerhochwasser hauptsächlich an eine charakteristische Depressionsbahn gebunden ist, die der Zugstraße Vb der van Bebberschen Nomenklatur am meisten entspricht. Auch dachte ich schon an die Möglichkeit, praktische Maßregeln auf diesen Zusammenhang zu gründen.

Seitdem sind die engen Beziehungen zwischen dieser Depressionsbahn und excessiven Regenfällen nicht bloß im Odergebiet, sondern auch in dem benachbarten der oberen Weichsel, der Elbe und der mittleren Donau in mehreren Einzeluntersuchungen festgestellt worden. Diese Arbeiten beschränken sich aber gewöhnlich nur auf denjenigen Teil der genannten Erscheinung, der durch das Beobachtungsmaterial des eigenen Stationsnetzes dargestellt werden kann.

Als nun das entsetzliche Hochwasser im Juli 1903 die Königliche Staatsregierung zu Beratungen darüber veranlaßte, was in Zukunft zur Abschwächung der Schäden solcher Überschwemmungen zu tun sei, erging auch an das Meteorologische Institut die Aufforderung, seinerseits Vorschläge zu machen und darzulegen, inwieweit die meteorologischen Beobachtungen zur Vorhersage der starken Regenfälle im Odergebiet verwertet werden könnten. Es fiel mir die Aufgabe zu, in einer Denkschrift die mögliche Teilnahme des Instituts an solchen Vorkehrungen darzulegen.

Als geeignete Maßnahmen zur künftigen Verbesserung der Hochwasserwarnungen in Schlesien und dadurch auch zur Abschwächung der durch die Sommerhochwasser hervorgerufenen Schäden wurde empfohlen erstens: die unmittelbare Nutzbarmachung der Regenmessungen in Schlesien und in den österreichischen Grenzgebieten für diese Warnungen, zweitens: die Schaffung eines noch dichteren Netzes von Regenstationen im Einzugsgebiet der linken Nebenflüsse der Oder, um das eingehendere

Studium der Beziehungen zwischen den Niederschlags- und Abflüßmengen der dazu berufenen Behörde zu ermöglichen, und drittens: eine umfassende und kritische Aufarbeitung des über die früheren Sommerhochwasser vorliegenden meteorologischen Beobachtungsmaterials aus Preußen und den Nachbarländern Sachsen, Österreich-Ungarn und Rußland, um die Erscheinung als ein Ganzes zu erfassen und in ihrem Verhalten richtiger verstehen zu lernen.

Zum besseren Verständnis dieser Vorschläge sei folgendes bemerkt.

Die bislang von der Oderstrombauverwaltung in Breslau ausgegebenen Hochwasser-Voraussagen stützten sich ausschließlich auf die telegraphisch gemeldeten Wasserstände an einer Anzahl von Pegeln an der Oder und deren Nebenflüssen. Von den im Quell- und oberen Einzugsgebiet dieser Flüsse gefallenen Niederschlägen, die für die Höhe der Wasserführung meist ausschlaggebend sind, erfuhr die genannte Behörde direkt nichts, sondern nur indirekt aus den naturgemäß später erfolgenden Meldungen der weiter unterhalb gelegenen obersten Pegelstationen. Es stand zu erwarten, daß durch die Hinzunahme der unmittelbaren Regenmessungen an einer ausgewählten Zahl von Regenstationen in den oberen Flußgebieten die Hochwasserprognose selbst verbessert bzw. gestützt werden konnte, weil dadurch ein zeitlich schnellerer und räumlich weiterer Überblick über das ganze Regengebiet und somit auch über die drohende Wassergefahr gewonnen wird. Dieser Nutzen erschien mir namentlich dann groß zu sein, wenn ein hoher Wasserstand bereits vorhanden ist.

Da auch die Oderstrombauverwaltung diese Ansicht teilte, wurde die Einführung der telegraphischen Berichterstattung von den Regenstationen sogleich in Aussicht genommen, und nachdem ich in Wien und Brünn wegen der Teilnahme der österreichischen Stationen mündlich Verhandlungen gepflogen hatte, konnte Dank dem Entgegenkommen aller beteiligten Behörden schon im Mai 1904 eine derartige Berichterstattung über starke Regenfälle an die Oderstrombauverwaltung ins Leben treten. Diese Einrichtung ist seitdem jeden Sommer von April bis Ende September in Kraft gewesen und hat sich bewährt.

Bezüglich der zweiten der oben genannten Vorschläge sei zunächst daran erinnert, daß die von der Oderstrombauverwaltung ausgegebene Wasserstandsvorhersage bis jetzt nur dem Oderstrom selbst zu Gute

kommt. Da aber die Anwohner der Nebenflüsse oft weit mehr unter dem Hochwasser zu leiden haben als die des Hauptstromes, auch ihr Leben häufiger gefährdet ist, muß es als äußerst erstrebenswert bezeichnet werden, die Hochwasserprognosen allmählich auch wenigstens auf den unteren Lauf der wichtigsten linken Nebenflüsse auszudehnen. Dazu bedarf es allerdings noch eingehender Vorstudien, namentlich über die Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluß an diesen Flüssen. Um diese zu ermöglichen, wurde die Einrichtung von neuen Regenstationen in den genannten Einzugsgebieten und die Aufstellung von vier weiteren selbstregistrierenden Regenmessern in Aussicht genommen.

Da alle Vorschläge von dem vorgesetzten Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten gutgeheißen und die zu ihrer Ausführung erforderlichen Mittel in der Form eines Extraordinariums zur Verfügung gestellt wurden, konnte die Vermehrung des schlesischen Netzes von Regenstationen gleichfalls noch im Jahre 1904 zur Ausführung kommen. Es wird die Aufgabe der dazu berufenen Behörden sein, diese Studien nunmehr zu fördern und den Vorteil einer Wasserstandsansage auch den unteren linken Oderzuflüssen zuteil werden zu lassen.

Zur Ausführung des dritten gemachten Vorschlags, nämlich einer umfassenden Untersuchung über die meteorologischen Bedingungen der Sommerhochwasser der Oder rückwärts bis zum Jahre 1888, für welche Periode genügendes Beobachtungsmaterial vorliegt, wurde im Juni 1904 beim Meteorologischen Institut eine eigene kleine Abteilung — die »Schlesische Abteilung« — gebildet, die unter meiner unmittelbaren Leitung stand.

Nachdem das Arbeitsprogramm entworfen, die zu den kartographischen Darstellungen erforderlichen Netzkarten besonders hergestellt und das Beobachtungsmaterial beschafft war, konnte mit der eigentlichen Arbeit des Entwurfes der Luftdruck-, Temperatur- und Regenkarten begonnen werden. Für 21 verschiedene Hochwasserperioden wurden insgesamt 564 solche Karten großen Maßstabes gezeichnet, wozu ungefähr eine halbe Million Einzelbeobachtungen Verwendung fanden, da zu den Regenkarten die Beobachtungen durchschnittlich von 1500—2400 Stationen, zu den Luftdruck- und Temperaturkarten die von rund 400 Stationen benutzt werden konnten. Bedenkt man, daß die Mehrzahl der Beobachtungen kritisch gesichtet oder re-

duziert werden mußte, so wird man es verstehen, daß nahezu fünf Jahre lang, anfangs drei, später zwei Meteorologen mit der Herstellung dieser für die Untersuchung unentbehrlichen Karten zu tun hatten. Es waren zumeist jüngere Assistenten, von denen die meisten schon nicht mehr dem Institut angehören. Da ich befürchten mußte, einen zu vergessen, wenn ich alle nennen wollte, möchte ich nur diejenigen hier namhaft machen, die längere Zeit daran teilgenommen haben. Es sind dies Dr. Hopfner, Dr. Knoch, Dr. Koch und Dr. Stöckigt. Der Observator G. von Elsner hat vom Oktober 1904 bis zum Schluß diese Arbeiten überwacht. Ihm ist auch die Zusammenfassung der Ergebnisse und zum weitaus größten Teile die speziellere Textgestaltung zu danken.

Was ich bezüglich der Erfolge einer Untersuchung über die meteorologischen Bedingungen der Sommerhochwasser der Oder in der oben genannten Denkschrift ausführte, ist in Erfüllung gegangen. Ich wies damals ausdrücklich darauf hin, daß man von einer derartigen retrospektiven Arbeit nicht so absolut sichere und eindeutige Resultate erwarten darf, um daraufhin spätere Hochwasser genau voraussagen zu können. Ein solches Ergebnis wäre bei der komplizierten Natur der Erscheinungen und dem allgemeinen Stande der Wetterprognose sogar sehr unwahrscheinlich. Eine im geplanten großen Umfange geführte Untersuchung verspräche aber jedenfalls die Aufdeckung mancher neuen und wichtigen Gesichtspunkte, die sich für die Erreichung des Zieles, d. h. für die Voraussage gefährdender Regenfälle im Odergebiet, als nützlich erweisen werden.

Dieses Ziel ist erreicht worden. Aber auch darüber hinaus dürfte das vorliegende Werk einige bemerkenswerte Resultate allgemeiner Natur gezeitigt haben, da in ihm zum ersten Mal auf Grund eines umfangreichen Materials der Verlauf der Niederschlagsverteilung an Einzeltagen in ihrem Zusammenhang mit den gleichzeitigen Luftdruck- und Temperaturverhältnissen untersucht worden ist. Wer meteorologische Karten zu lesen versteht, wird in dem beigegebenen Atlas eine Fülle von interessanten und wichtigen Tatsachen, außer den im Text niedergelegten, in anschaulicher Form dargestellt finden.

Berlin im März 1911.

G. Hellmann.

## Einleitung und historischer Rückblick.

Die Überschwemmungen der norddeutschen Flüsse lassen sich auf eine oder mehrere der folgenden meteorologischen Ursachen zurückführen: starker Regenfall (Regenfluten), plötzliches Schneeschmelzen, namentlich bei gefrorenem Boden (Schmelzwasserfluten, Taufluten), Eisversetzung beim Eisgang (Eisfluten), Aufstauen des Wassers durch Sturm (Sturmfluten). Sehr häufig wirken die zweite und dritte der genannten Ursachen zusammen und bedingen eine sehr komplizierte Erscheinung, deren Verlauf von den zwei meteorologischen Elementen Temperatur und Niederschlag abhängig ist. Dagegen zeigen die Regenfluten und die Sturmfluten, bei denen nur je ein Element bestimmenden Einfluß hat, ein einfacheres Gepräge.

Letztere, die Sturmfluten, kommen hauptsächlich nur im untersten Lauf der in die Nordsee mündenden Flüsse Westdeutschlands vor, viel seltener im Ostseegebiet. Sie sind aber keine selbständige Erscheinung, sondern nur eine häufige Nebenwirkung der allgemeinen Sturmfluten, die in ihrem wesentlichsten Teile in einer Überflutung der Flachküsten durch Meerwasser besteht, das der Sturm aufs Land und in die Flußmündungen treibt.

Während die Schmelzwasser- und Eisfluten nie lokal auftreten, sondern größere Teile eines Flußsystems treffen, muß man bei den Regenfluten solche unterscheiden, die sich in Folge starker, langdauernder und ausgebreiteter Regenfälle (Landregen) einstellen und dann gleichfalls große Gebiete überschwemmen, und solche, bei denen ein räumlich beschränkter Wolkenbruch oft kleine Flüsse in reißende Ströme verwandelt. Wie in Hellmanns Regenwerk (Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten I, S. 136 ff.) gezeigt wurde, treten diese letzteren vorzugsweise in den trockeneren Gebieten auf und sind daher in Westdeutschland seltener als in Ostdeutschland.

Die großen Regenfluten, die Schmelzwasser- und die Eisfluten, welche die großen Überschwemmungen herbeiführen, haben in den einzelnen Flußsystemen Norddeutschlands eine sehr verschiedene Häufigkeit, die Regenfluten auch eine ungleiche jährliche Periode. Hierfür sind gleichfalls meteorologische Ursachen maßgebend, so daß die Lehre von den Überschwemmungen, die

allerdings noch weiterer Ausbildung harrt, zum großen Teil angewandte Meteorologie ist.

Daß die Schmelzwasser- und Eisfluten im Osten Norddeutschlands häufiger vorkommen als im Westen, ist ohne weiteres verständlich, dagegen bedarf es eines genaueren Studiums der Niederschlagsverhältnisse Deutschlands und der die großen Regenfälle verursachenden barometrischen Depressionen, um die interessante Tatsache richtig zu verstehen, daß die Regenfluten in den östlichen Flüssen vorzugsweise im Sommer, in den westlichen im Winter auftreten. Dieses verschiedene Verhalten des Ostens und Westens wird sowohl durch die jahreszeitliche Verteilung der großen Landregen (Regenwerk Bd. I, S. 139) bestätigt als auch durch die Zahl der in den einzelnen Flüssen selbst vorgekommenen Hochwasser, worüber die großen, im „Bureau des Wasser-ausschusses“ bearbeiteten Flußmonographien sowie das ältere Rheinwerk des Badischen Zentralbureaus für Hydrographie und Meteorologie reichlichen Aufschluß geben.

Die häufigen Sommerfluten der östlichen Ströme Norddeutschlands bleiben nun keineswegs jeweilig auf ein einziges Flußsystem beschränkt, sondern treten, entsprechend der in Umfang und Region schwankenden Ausdehnung der Regenfälle, die von den hydrographischen Grenzen ganz unabhängig sind, sehr oft gleichzeitig in zwei oder gar drei benachbarten Flußgebieten auf. Wenn also auch die Oder hier im Vordergrund der Untersuchung steht und alle dafür notwendigen kartographischen Darstellungen so gewählt sind, daß ihr Gebiet vollständig auf ihnen erscheint und die Mitte einnimmt, so kommen doch die im vorliegenden Werke enthaltenen Studien über die meteorologischen Bedingungen der Sommerhochwasser der Oder auch den ähnlichen Erscheinungen im oberen Einzugsgebiet der Weichsel und der Elbe zugute.

---

Ehe auf den eigentlichen Gegenstand der Untersuchung eingegangen wird, soll hier noch ein kurzer Rückblick auf frühere schlesische Sommerhochwasser gegeben werden, über die eine wissenschaftliche Untersuchung nicht mehr möglich ist.

Als nämlich nach längerer Pause in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts verheerende Sommerhochfluten im Odergebiet auftraten, wurde selbst in Kreisen, denen man ein richtigeres Urteil zutrauen sollte, vielfach die Meinung laut, daß diese Kalamitäten durch Änderungen des Klimas, Ausrottung der Wälder, Eingriffe des Menschen usw. verschuldet wären. Daß die Größe der Hochwasserschäden durch den letzteren Umstand in günstigem und ungünstigem Sinne beeinflußt werden kann, muß ohne weiteres zugegeben werden. Unmöglich aber kann die natürliche Entstehung der Sommerfluten, nämlich durch exzessiven Regenfall, auf irgend welche derartige Ursachen zurückgeführt werden. Zu allen Zeiten ist er durch allge-

meine meteorologische Verhältnisse bedingt gewesen, für deren Wandel in den letzten Jahrhunderten auch nicht der geringste Beweis vorliegt.

Es erschien daher angebracht, im einzelnen zu zeigen, daß auch die früheren Sommerhochwasser der Oder, für die kein eigentliches wissenschaftliches Beobachtungsmaterial vorhanden ist, immer durch starke Regenfälle bedingt worden sind, die denselben Habitus hatten wie die der Jetztzeit.

Es liegt in der Natur der Sache, daß in früherer Zeit, als das Zeitungs- und Zeitschriftenwesen noch schwach entwickelt war, nur über ganz ungewöhnliche Vorkommnisse, zu denen auch verheerende Überschwemmungen gehören, besondere Flugschriften und Bücher veröffentlicht wurden. Viele minder bedeutende Hochwasser sind daher in der Literatur nicht mehr nachweisbar, sondern nur hie und da in einigen Chroniken genauer verzeichnet, denen hier nicht weiter nachgegangen werden kann. Die Anzahl der über eine einzelne Überschwemmung erschienenen Schriften läßt aber andererseits einen Schluß zu auf die Größe der Erscheinung. So kann man z. B. sicher annehmen, daß die Hochwasser des Jahres 1736, deren Literatur unten folgt, ungewöhnlich groß und verheerend gewesen sein müssen.

Mit Hilfe der Bibliotheken in Breslau und Berlin ist es hoffentlich gelungen, die einschlägige Literatur über die Sommerhochwasser — die Winterfluten wurden ausdrücklich nicht berücksichtigt — im Nachfolgenden möglichst vollständig zu verzeichnen. Da bei einigen Drucken mehrere Varianten vorkommen, mußten die Titel genau wiedergegeben werden, was auch bei der großen Seltenheit<sup>1)</sup> vieler der hier aufgeführten Schriften gerechtfertigt erscheint. Die in kleinerem Druck hinzugefügten Bemerkungen und Auszüge aus den Werken sollen vor allem zeigen, daß die unmittelbare Ursache der Hochfluten ausgedehnte Regenfälle waren, die ebenso verliefen, wie es noch jetzt der Fall ist.

#### 1608.

DILUVIUM | GOLDBERGENSE. | CATTVS | SILESIAE FLUVIUS | IV. SUPRA  
GOLDBERGAM MILL. ORIUNDUS | SICIS HINC INDE PEDIBUS PLERUMQ. TRAJICIENDUS: |  
A. C. MDCIX. | IV. NON JUN. AB H. III. AD VI. P. M. | INTER IMBRES, & TONITR. ALICUBI  
AD ULNAS | ASSURGENS XIIX. RESTAGNANS AD MLII. | FUNESTIS ET ABOMINANDIS FLUCTIB. |  
INTRA II MILL. | AGROS, POMARIA, PRATA VASTAVIT: | RIPAS AGGERES, MUROS DIRUIT: |  
ARBORES, ETIAM BICUBITALES, MEDIO FRACTAS FISSASVE ABDUXIT: | SAXA INGENTIA,  
LAPIDES MOLARES, LINTRES SAXEOS ABRIPUIT: | VILLAS VII. AEDES SUP. L. HORREA  
XXIV. EVERTIT: | PONTES QVOSVIS, AEDIFICIA INNUMERA, HYDROMYLAS OMNES CORRUPIT: |  
DOMUM ICTU FULMINIS ARDENTEM AD ALIQVOT | JUGERA DEVEXIT: | PECORA SUP. DC.  
GALLINAS QVOQ. & IPSOS ANSERES SUFFOCAVIT: | HOMINES | OMNES ATTONITOS REDDIT:  
| MULTOS MIRACULOSEQ. POSTLIMINIO VITÆ RESTITUIT: | PLURIMOS RE FAMILIARI,

<sup>1)</sup> Welch' lokale Verbreitung diese Drucke hatten und wie selten sie inzwischen geworden sind, beweist der Umstand, daß keiner von ihnen in der Königlichen Bibliothek zu Berlin vorhanden ist. Die Königliche und Universitätsbibliothek sowie die Stadtbibliothek in Breslau besitzen die meisten; auch finden sich einige in der Bibliothek des Kgl. Meteorologischen Instituts und in Hellmanns Privatbibliothek.

NON PAUCOS SANITATE, | ET EHEU CXXVI. | NEC PRÆGNANTIBUS, NEC PUERPERIS PARCENS, |  
 VITA PRIVAVIT: | EXUVIAS | INCOLAR. XLII. EXTRANEOR. XIV. | S. P. Q. G. | UT COMITATU  
 FREQUENTISS. ITA SPECTACULO | LVCTVOSISS. JUXTA ÆDEM D. NIC. | PIETATIS GRATIA  
 FUNE- | RAVIT. | EN HOMO | IRÆ & BONITATIS DIVINÆ EXEMPLUM, | CALAMITATIS AURI-  
 MONTANÆ SPECULUM, | CONTEMPLARE, TIME, ADORA. | SEPULTIS QUIETEM, VIVIS MELIUS  
 FATUM: | UTRISQ. Æ. SALUTEM | A | D. O. M. | ADPRECARE. | Joh. Feigius Scholæ Du-  
 calis Rector, Reiq. pub. Goldberg. Consul. | Posteritati meritò consecravit. |

Dieser Text innerhalb einer Zierleiste 44.5 × 29.0 cm. In der Mitte der unteren  
 Leiste: LIGNICI TYPIS SARTORIANIS. Einblattdruck.

Ausführlicher Bericht | Von | Wassern und Wasserfluten/ | Und insonderheit von der  
 zuver | unerhörten | Ergißung der | Katzbach/ | Darinnen umb Goldberg / und an | andern  
 benachbarten orten / bey 123. Men= | schen / Sambt etlich hundert stücken Viehes/ |  
 ertrunden / Und ander unverwindlicher | schade hierdurch geschehen | Den 2. Junii, diß  
 1608. Jahres/ | Verfasset Durch/ | M. Davidem Namslerum | Boleslaviensem, | Diener  
 der Christlichen Kirchen | zum Goldberg. | Gedruckt zur Liegnitß durch | Nicolaum  
 Schneider. |

Titel in Schwarz- und Rotdruck innerhalb einer Bordüre. 4°. 80 ungez. Blätter.

Der erste Teil ist eine allgemeine meteorologisch-hydrologische Darlegung, der  
 zweite handelt von den Wasserfluten und insbesondere von derjenigen der Katzbach  
 am 2. Juni 1608.

Aus der sehr umständlichen Darstellung geht hervor, daß im Quellgebiet der  
 Katzbach (und des Bobers) sehr starke und ausgebreitete Regenfälle, bei Schönau mit  
 Gewitterscheinungen, eingetreten waren. Zwischen Kauffung und Goldberg kamen  
 123 Personen bei der Überschwemmung ums Leben.

Partsch, Literatur der Landes- und Volkskunde der Provinz Schlesien. Heft I,  
 S. 70, führt (wohl nach Bibliographien, wie namentlich nach J. G. Thomas, Hand-  
 buch der Literaturgeschichte von Schlesien. Hirschberg 1824. 8°. Cap. XIX, S. 140 ff.)  
 zwei andere ähnliche Schriften von Namsler auf, die nicht aufgefunden wurden.

Danielis | VECHNERI | AURIMONTANI | De insolitâ & inauditâ | Eluvione  
 Catti | Silesiorum, | Quae fuit IV. Non. Junii | A. MDCIIX. | ORATIO | Habita | in  
 Illustri Avrimontanâ | IX. KALEND. IXBRIS. | LIGNICI | Typis Nicolai Sartorii. |

Titel innerhalb einer sehr ähnlichen Bordüre wie bei der vorigen Schrift. 4°.  
 24 ungez. Bl.

Diese Rede, die nach dem ausführlichen Bericht von David Namsler nichts  
 neues bringt, erschien auch in deutscher Übersetzung:

Eine Oration, | Von der zuver unerhörten | Ergißung der | Katzbach/ | Und dem  
 vnßglichen schaden/ | so hierdurch an Menschen / Viehe / Ge= | bäuden / Gætern / Wiesen  
 und | Gärten ergangen/ | Auch wunderbarer errettunge vieler | Personen in derselben/ |  
 Durch | M. Danieleum Vechnerum | in der Fürstlichen Schule zum | Goldberge ge-  
 halten/ | Aus dem Latein ins Deutsche | versehet/ | Zur Liegnitß | Gedruckt und verlegt  
 durch | Nicolaum Schneider. |

Titel in derselben Bordüre wie bei dem vorhergehenden Druck. 4°. 40 ungez. Bl.

BENEDICTI PAVLLINI | CATTI | SILESIAE AMNIS | INVNDATIO. | Epit. ad amplifs. & Nobilifs. | Virum | JOAN. à BIBRAN | Equ. Silef. Buchvvaldae. Dn. | GORLIC | Joannes Rhamba excudebat. | Anno MDCX. |

4°. 10 ungez. Bl.

Die von Partsch (a. a. O. I, S. 71) angeführte Schrift von Caspar Lindner, Wasserpredigt, da den 2. Juni 1608 durch die Ergießung der Gewässer großer Schaden an Menschen und Vieh geschehen, 4°. konnte nicht aufgefunden werden.

### 1702.

Ein | Exempel und Spiegel | Göttl. Zorns wieder die Sünde/ | An der/ | Den 14. Julij Anno 1702. in den Schlesiſchen Gebür- | ge ſchnell ergoffenen graufamen | Waſſer-Fluth/ | Davon die Fürſtenthümer Schweidniß / Zauer | und Liegniß unſäglichen Schaden erlitten. | In III. unterſchiedene Theile | abgefaſſet / Als | I. In einem Bibliſch- und Geiſtl. Vorbericht. | II. Einen Hiſtoriſch = wahrhaftigen Nachbericht. | III. Einen nützlich und Troſtreichen Unterricht. | Zum ewigen Gedächtniß dem Druck | übergeben Von einem / deſſen in | Chriſti Worten Höchſter Schatz Beſteht. | In ZAMER/ | Gedruckt bey Johann Gottfried Webern 1703. |

4°. 14 ungez. Bl. Der Verfaſſer iſt, wie aus den ſpäteren Auflagen hervorgeht, Caspar Winckler.

Es regnete mehrere Tage hintereinander im Rieſengebirge und in den Vorbergen, am 14. Juli fiel ein Wolkenbruch. Der Verf. ſchildert eingehend die außerordentlichen Verheerungen von der Katzbach bis zum Queiß und bemerkt in einem NB. zum Schluß: »In Böhmer Lande ſoll das Waſſer eben zu der Zeit noch viel größeren Schaden gethan haben als hier«. Es ſollen 8 bis 9 Hundert Menſchen dort umgekommen ſein.

In der Widmung der unten aufgeführten zweiten Auflage ſagt der Verf., daß die drei Fürſtentümer außer dem Hochwaſſer vom 14. Juli noch durch ſolche am 22. Juli und 9. Auguſt heimgesucht worden ſind.

Gründliche Beſchreibung | Derer | Graufamen und wütenden | Waſſer = Fluthen/ | Oder | Zämmerlichen | Ueberſchwemmungen/ | Welche | Die Fürſtenthümer Schweidniß / Zauer und | Liegniß / von gefallenem Wolken = Brüchen / Anno | 1702. den 14. Julij mit faſt ungläublichen Schaden / un = verſehens / erſchrecklich und ſchmerzlich | betroffen. | Denen lebenden zu einer traurigen Erinne = rung / denen Nachkommen aber zu einem ewigen Gedäch = nus / das andermahl in Druck verfertigt / hin und wieder/ | nach fleißiger und genauerer Unterſuchung / theils auch Gerichl. | Nachricht/ | Vermehret und verbeſſert | von | C. W. | LAUBAN/ | Gedruckt bey Johann Chriſtian Stremeln. 1703. |

4°. 5 ungez. und 43 gez. Seiten. Die Widmung an den Magiſtrat der Stadt Lauban iſt unterzeichnet: Caſpar Winckler.

Sichere Nachricht | und | Warhaftige Erzählung der Unglücks = Fälle/ | welche bey denen graufamen | Waſſer-Fluthen/ | Und erbärmlichen | Ueberſchwemmungen/ | An Menſchen und Vieh / in Städten und Dörfern / ſo. erſchrecklich und ſchmerzlich in den | Fürſtenthümern: | Schweidniß / Zauer und Liegniß/ | Von gefallenem Wolkenbrüchen Anno 1702.

d. 14 Julii sich | begeben und zugetragen haben. | Denen ietzt=lebenden zu einer mit=leidenden Erinnerung/ | den Nachkommen zu einem ewigen Gedächtniß / das drit=temahl in Druck verfertigt / hin und wieder / nach | fleißiger und genauerer Untersuchung/ | Mehrentheils auch Gerichtlicher Nachricht/ | vermehret und verbessert | von C.W. | UUBAN/ | Gedruckt bey Johann Christian Stremeln. |

4°. 52 S.

*Anniverfaria Sacra*, | Oder | Gdt=gewiedmete Jahr=Gedächtniß | Derer entse=lichen | Wasser=Fluthen/ | und erbärmlichen | Uberschwemmungen/ | Welche besonders die drey Fürstenthümer: | Schweidniß / Sauer und Liegnitz | Durch fast unzählbare Unglücks=Fälle / von gefallenen | Wolkenbrüchen / an Menschen und Vieh / in Städten und | Dörffern zc. Anno 1702. den 14. Julii / kläglich und | jämmerlich betroffen. | Denen ietzt=lebenden zu einer mitleydigen Erin=nerung / den Nachkömen zu stetem Andenken / das vierd=te mahl in Druck verfertigt / hin und wieder / nach fleißiger Er=forschung / vielfältiger Mühe / mehrentheils selbst eigener Besich=tigung und Gerichtlicher Nachricht/ umb ein großes ver= mehret / und ohn andere Weitläufigkeit nüz= lich verbessert/ | Dabey auch eine eigentliche Beschreibung des kostbar = neuerbaueten | Weeres zu Gold=berg / in der Raßbach / pag. 54. seqq. inseriret | und einverleibet worden/ | von | C. W. | UUBAN / Gedruckt bey Johann Christian Stremeln. 1705.

4°. 2 ungez. Bl., 68 S. Der Verf. macht in dieser Ausgabe noch vollständigere Angaben über die Schäden des Hochwassers, die nach Flüssen geordnet aufgezählt sind.

Mit Gottes Gnaden=Pfande! | Die | Schlesiße | Sündfluth/ | geschehen | im Jahr Christi MDCCII. | den 14. Jul. oder Heumonats/ | Und | nicht sonder Christlich= und Ver= nunftmäßiger Betrachtung / was | die Ursach derselben / beschrieben | von | M. George Gottlob Pihschmān / | Pfarrern zu Siegersdorff am Queis. | UGPTG/ | Zu finden im Landtischen Buchladen. |

8°. 152 S. Enthält weniger Tatsächliches über die Schäden der Überschwemmung als die Schrift von Caspar Winckler.

#### 1710 — 1711.

Kurze | Nachricht/ | Von denen | Zu letzt = verstrichenen Jahren/ | Sonderlich | umb Breslau/ | und | an andern | Benachbarten Orten/ | Entstandenen grossen | Wasser=Fluthen/ | Cyßfahrten/ | und dahero | Entstandenen Schaden | mit Fleiß gesamlet von | C. W. | Breslau / in der Baumannif. Erben Druckerey/ | druckts Johann Jandé / Factor. |

12°. 36 S., letzte S. leer. Die Widmung an die Kaufmannschaft von Breslau ist unterzeichnet: Breslau / den 30. Nov. | Anno 1711. | Caspar Windler.

#### Bis 1734.

Kurze Beschreibung | Von großen | Cyßfahrten | Und Wasser=Fluthen/ | Sammt dem davon entstandenen | Großen Schaden, | Bey der Kayser= und Königlichen | Stadt Breslau | In Schlesien, | Aus Nicolai Pohlis geschriebenen An= nalibus, auch andern

alten und neuern wahrhaftigen Nachrichten mit Fleiß zusammengetragen | Von | Daniel Gomolcken/ | Pohlisch- und Deutschen Sänger. | Gedruckt 1734. |

Kl. 8<sup>o</sup>: 8 ungez. Bl.

### 1736.

Ausführliche Beschreibung | Derer grossen | Schnee, Eyß-Fahrten, | und davon entstandenen erschrocklichen | Wasser = Flutten, | und dem an, | Wiesen, Aekern, Sämmen, | Mühlen, und Brücken geschähenen grossen Schaden inn- und | um die | Kayß. und Königl. Stadt | Breslau, | In Schlesien, | Von deren Erbauung an, biß auf | das 1736ste Jahr aus Nicolai Pohlis geschriebenen Annalibus, auch andern alten, und | neuen wahrhaftigen Nachrichten mit Fleiß zusammengetragen von Daniel Gomolcken, Pohlisch, und Teutscher Sänger bey St. | Christophori in Breslau. |

Kl. 8<sup>o</sup>. 48 S. (1736.)

Fortsetzung | Der Wasser-Historie, | Nemlich | Was die dieses 1736. Jahr im Junii und | Julio gewesene | Wasser-Fluthen/ | In | Ober- und Nieder-Schlesien | Vor Schaden verursacht, | Nebst | Einen ausführlichen Bericht, | Aller in Schlesien entspringenden Flüsse, | und Bäche, sambt deren Einfluß | in die Oder, | Vorgetragen. | Von Daniel Gomolcken. | Breslau 1736 |

8<sup>o</sup>. 54 S., 1 Bl. Der Verf. sagt auf S. 10: »Das heurige Wasser übertrifft alle vorher gewesene grosse Wasser an Grösse, auf dem Ober-Wasser ist es 8 Zoll und auf dem Nieder-Wasser 5 Zoll gewesen, es verstehet sich nach dem Maaß, wie sie an beyden Orten eingehauen zu sehen sind. Als 1729 ist es 10 Zoll niedriger gewesen, 1715 6 Zoll, 1712 8 Zoll, 1709 5 Zoll, 1698 8 Zoll, 1687 13 Zoll 1675 den 9. Juli 6 Zoll, 1674 den 1. April 15 Zoll, 1655 5 Zoll, 1652 7 und halben Zoll.«

Ferner erwähnt der Verf. das Bestehen eines alten Hochwasser-Warnungsdienstes: »es ist ein altes Herkommen, dass die an der Oder liegende Städte einander allemahl durch die Bothen Nachricht geben, wenn die Oder zu wachsen beginnet«.

Nach Kundmann, Rariora naturae et artis p. 547 erreichte die Oder in Breslau ihren höchsten Stand am 10. — 12. August.

Zwo Predigten, | welche | bey Gelegenheit | des grossen | Wasserß, | das sich 1736. den 17. Julius zu Nacht | in der Gegend um | Landeshut | ergossen, | gehalten worden | von | Melchior Gottlieb Minor, | Predigern bey der Gnaden-Kirche zur H. Dreyfaltigkeit vor Landeshut. | Leipzig und Breslau, | verlegtß Johann Jacob Korn. |

Kl. 8<sup>o</sup>. 6 ungez. Bl., 106 S. Auf S. 97 — 106 gibt der Verf. einen Bericht über die »ausserordentliche Ergießung des Bobers und Zieders den 17. und 18. Julius 1736«.

Es hatte schon vorher stark geregnet, »daß also der ausserordentlich starke Regen, der den 17. Julius Nachmittage ganzer acht Stunden dauerte, die Flüsse bereits sehr voll, und das Erdreich völlig ersäuffet antraff. Der Wind stund dabey Süd-West, da er zuvor einige Tage Nord-West gewesen war«.

Die Stimme Gottes | im Wasser, | Wurde | Bey Gelegenheit des grossen Wasserß, | Mit welchem | Die Kayser- und Königliche | Weichbild-Stadt | Landeshutte | Im Schweidnitzischen Fürstenthume, | Im Jahr 1736. | In der Nacht zwischen dem 17. und 18. Ju-

lius heimgesuchet wurde, | In der Früh-Predigt | Am 8ten Sonntage nach Trinitatis | Aus der ordentl. Epistel Rom. 8. v. 12—17. | Zur Erbauung vorgestellt | von | Melchior Gottlieb Minor, | Predigern bey der Evangel. Gnaden-Kirche | zur Heil. Dreyfaltigkeit. | Leipzig und Breslau, | Verlegt's Johann Jacob Korn. |

Kl. 8°. 88 S.

Sammlung | Von vielen glaubwürdigen | Nachrichten/ | der im Monath Junii und Julii dieses 1736. Jahrs | geschenehen grossen | Wasser-Fluthen/ | Lange anhaltenden starcken Regen, Wolken- | Brüchen und unbeschreiblichen | Wasser-Schäden, | In vielen Ländern Deutschlands und angränzenden | Orten, | Mit Fleiß zusammen getragen. |

4°. 8 ungez. Bl.

Continuirte Sammlung | Vieler merk- und glaubwürdigen | Nachrichten | Derer in Deutschland und andern Europäischen | Ländern im Monath Junio, Julio und Augusto | geschenehen extra grossen | Überschwemmungen | vieler Flüsse, | Als da sind: | Die Weichsel, die Warthe, der Biber [sic!], die Meisse, die Queisse, | die Oder, die Selsse, der Ratzbach, die schwarze Elster, die Spree, die Elbe, | die Böhmishe, Freybergische und Zwickauische Mulde, die Havel, | die Döber, die Salze, die Fier, die Donau &c. | Ingleichen | Des lange anhaltenden Regenwetters, öfftern starcken Ge- | wittern und Platz-Regen, Wetter-Bränden, Schlossen und Hagel- | wettern, auch Wolckenbrüchen u. d. g. | Mit Fleiß zusammen getragen | Von | Einem Bewunderer der Göttl. Straff-Verichte. | Leipziger Michaelis-Messe 1736.

4°. mehr als 8 ungez. Bl. Aus Zeitungsnachrichten zusammengestellt, so daß man die ungewöhnlich große Ausdehnung der gleichzeitigen Überschwemmungen im Gebiet der Weichsel, Oder und Elbe zu Anfang Juli ersehen kann.

Das | In Thränen des Jamers sich Badende | und mit | Fluthen der Noth | geängstete | Herzogthum | Schlesien | In einer Elegie vorgestellt | und mit Anmerkungen | Der Presse übergeben | Von | Ludwig Wilhelm von Langnau | Siles. eqv. | JGMN | bey Johann Volckmar Marggrafen. | 1736. |

4°. 10 ungez. Bl.

Das | In Thränen des Jamers sich Badende | und mit | Fluthen der Noth | geängstete | Herzogthum | Schlesien | In einer Elegie vorgestellt | und mit | Anmerkungen [sic!] der Presse übergeben | Von | Ludwig, Wilhelm von Langnau | Siles. eqv. | JGMN | bey Johann Volckmar Marggrafen | Die andere Auflage 1737. |

4°. 10 ungez. Bl.

Poëtische Nachricht | Von der | Bey Alten-Stettin | Im Monath Julio 1736. | Gewesenen | Wasser-Fluth | kurz darauf entworfen, | Und endlich | am 12. Maji 1737. | Zum Druck befördert, | Von | Balthasar Daniel Bartels, | Lastabijchen Gerichts-Secretario. | SLETSN, | Bey NICOLAI REIMARI. |

4°. 6 ungez. Bl. Am Schluß eine Tabelle der Wasserstände der Oder vom 31. Juli bis 27. August in Stettin.

Wasser-Predigt | Welche | Seiner werthen Ge- | meine | Bey der im Jahre 1736.  
 fast | durch gang Schlesien sich ereigneten | unerhörten | Wassers-Noth | Am X. Sonntage  
 nach Tri- | nitatis gehalten, und mit einer | kurzen Historischen Nachricht | Von | Schle-  
 sischen | Wasserfluthen | Begleitet | M. Christoph Pfeiffer. Olf. Sil. | Pakt. in Dittmansb. |  
 Schweidnitz 1736 | Bey Johann George Böhm. |

Kl. 8°. 52 S. Auf die eigentliche Wasserpredigt folgt auf S. 25—52 eine „kurz  
 gefaßte historische Nachricht von Schlesißen Wasser-Fluthen“, deren Quellen am Schluss an-  
 gegeben werden.

Ausführliche | Nachricht | von der grossen | Wasser-Fluth, | In Ober- und Nieder-  
 Schlesien, wie | auch in Pohlen. | Da nemlich die Warte, | die Oder, der Ober und  
 Rober und vie- | le andere Flüsse und Wasser an unterschie- | denen Orten ausgerissen,  
 ganze Dörfer, Häuser | und Brücken überschwemmet und weggeführt, | dadurch Menschen  
 und Vieh elendiglich ertrun- | ken und umkommen sind, das Getraide erfäu- | fet worden,  
 nebst andern unzähligen Schaden, | der durch das Wasser geschehen, zugeleichwei- | gen, wie  
 solches mit mehrern im nach- | folgenden Liede wird zuverneh- | men seyn. | Der Anfang  
 dieses Wassers war den 4. | Julii, 1736. und hat gestanden bis in den | Monat August,  
 ehe man gemercket, | daß es gefallen. | Melod. Ach Gott wie manches Herzeleid ꝛ. |  
 Gedruckt in diesem Jahr. |

Kl. 8°. 4 ungez. Blätter.

Heiliges Denkmahl | Der Göttlichen Heimsuchungen, | Welche | Im Junio und  
 Julio des 1736. Jahres | Durch außerordentlich anhaltende schwere Regen | und daraus  
 erfolgte | Allgemeine Wasser-Fluten und Überschwemmung | Das Land Schlesien | Und  
 dessen Haupt-Stadt Breslau | schmerzlich betroffen, | In einer nach denselben gehaltenen |  
 Erndten-Predigt, | Und bey noch daurender Noth | gehaltenen zweyen | Wochen-Predigten, |  
 Der Gemeine des H G E R N | In der Haupt-Kirche zu St. Elisabeth in Breslau auß  
 Herß geleet, | und zur allgemeinen Erbauung dem Druck übergeben | von | Johann  
 Friedrich Burg. | Der Breslauerischen Evangelischen Kirchen und Schulen INSPECTORE. |  
 Breslau, in Verlag der Baumannißen Erben Buchdruckerey, druckts Johann | Theophilus  
 Straubel, Factor. |

4°. 4 ungez. Bl., 82 S.

Buß- und Andachts-Seufzer | Auf die Erndte | Bei der | Grossen Wassers-Noth |  
 Dieses 1736sten Jahres | In Breslau | verfertigt, | Und zu allgemeiner Erbauung |  
 gesungen. |

Kl. 8°. 2 ungez. Bl. 12 Verse, unterzeichnet G. E. S.

Gebete | Bey der in der Kirche zu 11000 | Jungfrauen A. O. 1737. gestifteten |  
 Gedächtniß-Predigt von denen | im Jahr 1736. das Land betroffenen grossen | Wasser-  
 Fluten. |

Kl. 8°. 4 ungez. Bl.

### 1755.

Schädliche Wasser-Fluthen | als göttliche Zorn- und Gnaden- | Fluthen | suchte bey  
 Gelegenheit | der grossen | Wasser-Ergießung | zu Nöhrsderff | den 16. Jun. 1755. | den

darauf folgenden 4. Sonntag nach Trinitatis | als den 22. Junii | aus Psalm 42. v. 8. |  
 Seiner anvertrauten, und größtentheils verunglückten Gemeinde, | zu heiliger Erbauung  
 vorstellig zu machen; | Und zugleich | zu einem unvergeßlichen Andenken | dieser besondern  
 göttlichen | Heimführung, | durch öffentlichen Druck zu empfehlen | Johann Gottfried Thielisch, |  
 Evangel. Prediger zu Röhrsdorff. | JAUER, gedruckt bey Heinrich Christoph Müllern. |  
 4°. 32 S. Die Überschwemmung scheint lokal geblieben zu sein, wenn sie auch  
 an Ort und Stelle bedeutender war als die von 1736.

Eine von Thomas und Partsch a. a. O. angeführte Schrift von Adami (Diluvia  
 urbis Landeshutanae memorabilia oder Landeshut in Wassersnoth. 1755. 4°) bezieht  
 sich offenbar auf dasselbe Hochwasser, konnte aber nicht aufgefunden werden.

### 1783.

Auszug eines Briefes | von der | am 22. Junii 1783 | in der Graffschaft Glatz |  
 entstandenen erschrecklichen | Wasserfluth, | und dem dadurch | und wahrscheinlicher Weise  
 durch ein Erdbeben | verursachten Schäden. |

4°. o. O. u. J. 2 Bl. Die Zeitschriftenliteratur über dieses Hochwasser ver-  
 zeichnet Partsch, Literatur der Landes- und Volkskunde der Provinz Schlesien.  
 Heft 1, S. 70.

### 1804.

Nachricht | von der | großen Wasserfluth | in Schlesien | im Juny dieses Jahres; |  
 durch welche | nicht allein viele Städte und Dörfer theils | beschädiget theils fast gänzlich  
 zu Grunde | gerichtet, Brücken und Mühlen weggeri- | sen und Aecker und Wiesen auf  
 mehrere | Jahre unbrauchbar gemacht worden, son- | dern auch viele Menschen ihr Leben |  
 eingebüßt haben. | 1804. |

Kl. 8°. 4 ungez. Bl.

Es regnete vom 8.—16 Juni, besonders stark (»Wolkenbrüche«) aber am 12.  
 und 14. Juni. Glatzer Neisse, Weistritz und Bober scheinen am meisten betroffen  
 gewesen zu sein. Das Wasser erreichte in Schmiedeberg die größte Höhe in der Nacht  
 vom 12. zum 13. Juni, in Sagan am 15. Über die ungewöhnlich großen Verheerungen  
 des unteren Bobers handeln die folgenden zwei Schriften von J. Stenzel.

Die | Ueberschwemmung des Bobers | zu Sagan | am funfzehnten Junius 1804. |  
 Ein Beitrag zur Geschichte Sagens. | Zum | Besten der Verunglückten | herausgegeben |  
 von | J. Stenzel | Mitglieder des Fürstl. Augustiner- | Stifts zu Sagan. | Sagan, gedruckt  
 mit Raabe'schen Schriften. |

Kl. 8°. 24 S.

»Der Bober erreichte am 15. Junii 1804 (in Sagan) eine Höhe von 31 Fuss. Die  
 Wasserhöhe übertraf die vom Jahre

1703	um	3	Fuss	8	Zoll
1736	»	6	»	2	»
1766	»	4	»	10	»
1779	»	9	»	1	»
1780	»	8	»	6	»
1785	»	7	»	4	»
1795	»	5	»	6	» «.

Die nachfolgenden, dem Buch entnommenen meteorologischen Beobachtungen Stenzels in Sagan zeigen, daß der allgemeine Witterungsverlauf ähnlich demjenigen der späteren, in dem vorliegenden Werk näher untersuchten Hochwasser war und macht es wahrscheinlich, daß das barometrische Minimum östlich von Schlesien längere Zeit stationär blieb, da der Luftdruck in Sagan vom 14. bis 16. Juni niedrig war und nur geringe Schwankungen erlitt.

Seite 6.

Mo- nats Tag	Zeit der Beobach- tung		Barome- ter- Höhe		Ther- mom. nach Fah- renh.	Richtung des Windes	Witterung	
	Zu- nius	Uhr	Fl.	Si- ni- en				Total- Linien
11	{	7	27	11	7	50	S. S. W.	Strichregen den ganzen Tag. Regen bis 12 Uhr
		2 1/2	28	0	2	63	N. W.	
		9	28	0	3	55	N.	
12	{	7	28	0	3	53 1/2	N. N. D.	Reg. bis 6 N. Trübe ohne Regen
		2 1/2	28	0	3	62	N	
		9	27	11	8	55	N. N. W. Sturmsföße	
13	{	7	27	10	0	51	N. N. W.	Reg. fast d. ganze Nacht Von 7 1/2 Uhr stark. Regen.
		2 1/2	27	9	7	56	N. starker Sturm	
		9	27	9	7	54	N. starker Sturm	
14	{	7	27	8	7	51	N. Sturm	stark. Regen. noch stärk N. stark. Regen. mäßiger Re- gen.
		2 1/2	27	8	9	59	N. N. W. St.	
		9	27	8	7	54	N. N. W. f. St.	
15	{	4 1/2	27	8	1	51	N. W. Strm.	mäßiger Reg. schauerweise stark. Regen. schwach. N. ohne Regen
		2	27	7	9	54	W. Sturm	
		9	27	8	0	53	N. W. oh. St.	
16	{	4 1/2	27	7	7	54	W. N. W.	stark. Regen. schwach. N. ohne Regen Sonnensicht
		7	27	7	7	54	W. N. W.	
		2	27	8	2	65	N.	
17	{	9	27	8	2	57	D. N. D.	gewitterart. st. Schauer abwechslend Schauerreg. Schön kl. ge- witt. Streif.
		6	27	9	0	56	SW. st. St.	
		2 1/2	27	9	1	66	N.	
		9	27	9	8	57	W. ohne St.	

Seite 7. Anmerkung. Wenn von dem in diesen 7 Tagen gefallenen Regen das Wasser nicht in die Erde gedrungen oder sich sonst verlaufen hätte; so würde die ganze Gegend, so weit sie der Regen betroffen hätte, 7 Zoll 6 zweidrittel Linien unter Wasser gestanden haben.

Die | Wasser=Fluth | im Monat Junius 1804 | in Beziehung auf die Stadt und das Fürstenthum | Sagan | umständlicher beschrieben | und | nebst einem Chronologischen Verzeichnisse der denk= | würdigeren Begebenheiten in der Geschichte | der Stadt Sagan | zum | Besten der Armen | herausgegeben | von | Joseph Stenzel | Mitgliede des Fürstl. Augustiner=Stiftes zu Sagan. | Dasselbst gedruckt mit Raabeschen Schriften.

8°. 296 S., 1 Tabelle. In diesem Buch geht der Verf. sehr viel ausführlicher auf die Schäden der Überschwemmung in Sagan selbst und im gleichnamigen Fürstentum ein als in der 14 Tage nach dem Ereignis veröffentlichten Broschüre. Der 6. Abschnitt behandelt die Überschwemmungen des Bobers in den früheren Jahrhunderten; der als Anhang gedruckte 7. Abschnitt (S. 163—296) ist eine Chronik der Stadt Sagan.

### 1810.

Nede | an dem | schauervollen Grabe | elf christlicher Mitbürger | welche | in der Nacht vom 23.—24. May 1810. | zu Schmiedeberg | in den Tiefen einer ungeheuren Wasserflut | ihren Tod fanden | gehalten | und nebst einem Anhange historischer Erläuterungen | auf besonderes Verlangen dem Drucke übergeben | von Karl Friedrich Hoffmann | zweytem Pastor. | (Zum Besten der durchs Wasser ganz oder zum Theil | ruinirten Familien, Preis 2 Ggr. Münze.) | Hirschberg, gedruckt in der Krahn'schen Dfficin. |

Kl. 8°. 16 S. Ein am 23. Mai Abends gegen 9 Uhr mit starkem Gewitter niedergehender Wolkenbruch richtete in Schmiedeberg, Michelsdorf und Hermsdorf großen Schaden an. Die Überschwemmung scheint lokal geblieben zu sein.

Merkwürdige Nachricht | von der | großen Wasserflut | welche ein | den 23. May d. Jahres | bei Schmiedeberg | gefallener großer Wolkenbruch | verursacht, | die Stadt und viele Dörfer verwüstet | und verheeret hat. | Nebst ein Verzeichniß der bei dieser Ueberschwem= | mung verunglückten und ertrunkenen | Personen. | 1810. |

Kl. 8°. 16 S., 1 Kupfer.

### 1829.

Beschreibung | der Unglücksfälle und Verwüstungen | welche | durch das Anschwellen der Ströme, Flüsse | und Bäche in der Provinz Schlesien | im Monat Juni 1829 | entstanden sind. | Schweidnitz, | gedruckt bei Carl Friedrich Stuckart. |

8°. 24 S. Zusammenstellung der Wasserschäden nach Flüssen, von der Glatzer Neisse bis zum Queiss, einschl. der Oder. Am größten war die Überschwemmung im Gebiet der Neisse.

Beschreibung | des | angstvollen Tages der Stadt Neisse | und | ihrer Umgebung | am 11. Juni 1829. | Mit | einer Ansicht der Stadt und einem Theil der Friedrich= | stadt im unglücklichen Zustande der Wasserfluth. | Aufgenommen | in der gelben Caserne der Friedrichstadt. | Neisse, | gedruckt und zu haben bei Rosenkranz und Bär. |

Kl. 8°. 4 ungez. Bl. (Ansicht fehlt im Exemplar der Breslauer Univ. Bibl.). Am 10. Juni brachte eine Estafette die Nachricht, dass das Wasser der Neisse 9 Fuss gestiegen sei. Die Hochflut trat den 11. früh zwischen 2 und 3 Uhr ein.

Nachrichten | von großen Oder-Ueberschwemmungen | aus der Vergangenheit | vom | Stadtsyndikus und Archivarius | Koch. | Zum Besten der Bewohner des Kämmerer-Dorfes | Kanterödorf und der Stadt-Dörfer jenseits | der Oder. | Preis 2½ Sgr. | Jeder Mehrbetrag wird mit Dank angenommen und | zweckmäßig verwendet werden. | Brieg, | zu haben beim Rathsherrn Kaufmann Kuhnroth | im steinernen Tisch. |

Kl. 8°. 16 S. Die kleine Schrift enthält nach den im Ratsarchiv vorhandenen Chroniken auch Nachrichten von den Überschwemmungen der Oder zu Brieg am 13. Juli 1496, 19. August 1501, 24. August 1515, 21. Oktober 1570, Johanni 1621. Immer waren es starke lang andauernde Regen im Gebiet der oberen Oder, namentlich aber in dem der Neisse, die vorausgingen.

Darstellung | der | durch das Anschwellen der | Ströme, Flüsse und Bäche | der Provinz Schlesien | im Monat Juny dieses Jahres | entstandenen Verwüstungen | von W. Schr und H. Steffens | Zum Besten der durch die Ueberschwemmung Verunglückten. | Aus den Schlesiſchen Provinzial-Blättern besonders abgedruckt. | Breslau, | bei Wilhelm Gottlieb Kern. | 1829.

Kl. 8°. 53 S., 1 Tabelle.

Mit dem Jahre 1829 kann dieser historisch-bibliographische Rückblick abschließen, da fachmännische Berichte über die späteren Hochwasser der Oder in Zeitschriften und Zeitungen enthalten sind, über welche die Schlesische Bibliographie von Partsch zur Genüge orientiert. Daß aber auch später noch bei ungewöhnlich großen Überschwemmungen zahlreiche populäre Bücher und Flugschriften erschienen sind, beweist die betreffende Literatur der Jahre 1897 und 1903, die mindestens ein Dutzend solcher Schriften aufweist.

Aus der oben wiedergegebenen alten Literatur läßt sich ferner entnehmen, daß die schlesischen Sommerhochwasser früherer Zeit auch insofern den heutigen gleichen, daß sie meist einzelne Teile des Odergebietes und nur selten das ganze zugleich betrafen. Irgendwelche Gesetzmäßigkeit in der Abwechslung kleinerer und umfangreicherer Überschwemmungen kann aus dem vorhandenen Material natürlich nicht abgeleitet werden. Dagegen darf man wohl als sicher annehmen, daß die letzteren, d. h. die ausgebreiteten großen Hochwasser relativ selten vorkommen, weil eben das Regengebiet in der Regel keine so große Ausdehnung hat, daß die Oder und ihre Nebenflüsse zugleich in Erregung geraten. So verhielt es sich auch ehemals; denn wenn auch möglicherweise die eine oder andere kleine Schrift über frühere Überschwemmungen verloren oder uns entgangen sein sollte, so ist es doch ganz unwahrscheinlich, daß diese ein besonders großes Hochwasser behandelt haben sollte, da über ein solches gewöhnlich mehrere Schriften erschienen.

Bei dem ungenügenden Material aus früheren Jahrhunderten läßt sich über die zeitliche Aufeinanderfolge der Hochwasser nichts zuverlässiges aussagen, soviel ist aber sicher, daß relativ hochwasserarme und hochwasserreiche Perioden vorgekommen sind. Man ist nun neuerdings soweit gegangen, eine

regelmäßige periodische Wiederkehr dieser Erscheinungen anzunehmen. Zuerst tat dies im Jahre 1883 der Mainzer Professor Paul Reis<sup>1)</sup>, der die Hochwasser als wesentlich kosmischen Ursprungs ansah und von denselben Ursachen ableitete, welche die Sonnenflecken und Nordlichter erzeugen. Er glaubte sogar, daß die Vorausbestimmung der Hochwasser durch diesen kosmischen Zusammenhang möglich sei, und „zwar für die Regelperioden mit größerer Sicherheit als die Wetterprognose“. Während Reis die Rheitüberschwemmungen zugrunde gelegt hatte, wandte W. Katzerowsky<sup>2)</sup> diese Theorie auf diejenigen der Elbe in Böhmen an und meinte gleichfalls einen Zusammenhang mit den Sonnenflecken gefunden zu haben. Schließlich hat noch der Cistercienserordenspriester Stephan Zach<sup>3)</sup> ein ähnliches Werk veröffentlicht, das sich in vielen Teilen eng an das von Reis anschließt, ihm so große Stücke und Schlußfolgerungen wörtlich entnimmt, daß von eigener Arbeit wenig übrig bleibt.

Eine kritische Prüfung dieser Schriften zeigt, daß die von Reis aufgestellten Sätze über die Beziehungen der Überschwemmungen zu den Sonnenflecken nicht richtig sind. An und für sich wäre ein solcher Zusammenhang durchaus nicht unmöglich, ist er doch auch für die Niederschläge als komplizierten Charakter, daß er in der einfachen Weise, die Reis annimmt, nicht zu Tage tritt. Auf alle Fälle haben seine Regeln nicht den geringsten prognostischen Wert. Der Hauptfehler der genannten drei Schriften besteht darin, daß die Verfasser von einem ganz ungenügenden Quellenmaterial über das Vorkommen der Hochwasser ausgehen und es ziemlich willkürlich zu Perioden kombinieren. Man könnte auf die Weise auch eine beliebige andere Periode herausrechnen. Ehe weitere derartige Versuche, Gesetzmäßigkeiten in der Aufeinanderfolge der Überschwemmungen zu finden, unternommen werden, müßte erst die wichtige Vorarbeit getan sein, auf Grund historischer und archivalischer Studien ein möglichst vollständiges Verzeichnis dieser Vorkommnisse wenigstens für die letzten drei Jahrhunderte aufzustellen. Bisher wurde eine solche Chronik nur für die Elbe von Pötzsch<sup>4)</sup> angefertigt, die aber längst veraltet und außerdem auch nicht ganz vollständig ist.

<sup>1)</sup> Paul Reis, Die periodische Wiederkehr von Wassernot und Wassermangel im Zusammenhange mit den Sonnenflecken, den Nordlichtern und dem Erdmagnetismus. Leipzig 1883. 8°.

<sup>2)</sup> W. Katzerowsky, Periodicität der Überschwemmungen. Prag 1886. 8°. (S.-A. Mitteil. d. Ver. f. Geschichte der Deutschen in Böhmen, XXV. Jahrg.)

<sup>3)</sup> Stephan Zach, Die periodische Wiederkehr der Hochfluten, Nässen und Dürren in ihrem Zusammenhange mit dem Fleckenbestande der Sonne, der Häufigkeit der Nordlichter und den Änderungen des Erdmagnetismus. Budweis 1898. 8°.

<sup>4)</sup> Ch. G. Pötzsch, Chronologische Geschichte der großen Wasserfluthen des Elbstroms seit tausend und mehr Jahren. Dresden 1784—1800. 3 Bände, 4°.

## Die Grundlagen der Untersuchung.

### Vorbereitende Arbeiten.

Da der Zweck der vorliegenden Arbeit war, die Witterungsvorgänge bei den Sommer-Hochwassern der Oder einer möglichst eingehenden Untersuchung besonders mit Hilfe recht genauer Karten der Luftdruck-, Temperatur- und Niederschlagsverteilung zu unterziehen, so ergab sich daraus von vornherein eine starke Einschränkung bezüglich der Zeit, über die sich die Darstellung zu erstrecken hatte. Denn die Möglichkeit der Herstellung hinreichend zuverlässiger Karten der Witterungsvorgänge hing ganz davon ab, daß auch genügend zahlreiche Beobachtungen zur Erreichung des Zweckes vorhanden waren. Wenn nun auch die Zahl der bestehenden Beobachtungsstationen besonders in Deutschland und Österreich-Ungarn es nicht unmöglich erscheinen ließ, einigermaßen brauchbare Karten der Luftdruck- und Temperaturverteilung für bestimmte Zeitpunkte schon von der Mitte des vorigen Jahrhunderts ab anzufertigen, so war dies doch ausgeschlossen, sobald es sich um die Darstellung der Niederschlagsverteilung handelte. Hierzu reichte einerseits die Zahl der damals vorhandenen Stationen bei weitem nicht aus, zumal aus den Gebirgsgegenden fast gar keine Niederschlagsbeobachtungen vorlagen, andererseits verhinderte die große Verschiedenheit der Messungstermine in Deutschland und Österreich eine Vergleichbarkeit der Tagessummen. Erst die Errichtung eines engeren Netzes von Regenstationen in Schlesien im Jahre 1887 bot die Möglichkeit, über die Verteilung der Niederschläge im Odergebiet an bestimmten Tagen genauere Aufschlüsse zu erhalten. Daraus ergab sich also die Notwendigkeit, den Beginn der Untersuchung auf das genannte Jahr zu verlegen. Da nun das einzige etwas bedeutendere Hochwasser der Oder im Jahre 1887 auf den Mai fiel, die neuen Regenstationen in Schlesien ihre Beobachtungen aber erst vom Juni ab begannen, so wurde das Jahr 1888 als Anfangstermin gewählt.

Außerdem kam natürlich auch noch der Umstand in Betracht, daß die Ausdehnung der Untersuchung auf eine noch weiter zurückliegende Zeit die Dauer der Arbeit über das wünschenswerte Maß hinaus verlängert hätte, da

wegen der in früheren Jahren bestehenden großen Unsicherheit der Seehöhen und der Korrekturen der Barometer die Herstellung von Luftdruckkarten sehr mühevoll geworden wäre.

Zuerst galt es, ein Verzeichnis aller größeren Anschwellungen der Oder in den Sommern von 1888 bis 1903 aufzustellen, das als Ausgangspunkt für die Untersuchungen dienen sollte.

Unter gefälliger Mitwirkung von Dr. Fischer an der Königlichen Landesanstalt für Gewässerkunde wurden daher nach Ausscheidung einer Anzahl minder wichtiger Fälle, deren Bearbeitung nicht lohnend gewesen wäre, die nachstehend verzeichneten Witterungsperioden mit starken Niederschlägen und meist erheblicheren Hochwassererscheinungen als zur weiteren Untersuchung geeignet festgestellt:

- 1) 31. Juli—3. August 1888
- 2) 15.—18. August 1888
- 3) 31. August—8. September 1888
- 4) 26.—30. Juli 1889
- 5) 26. September—3. Oktober 1889
- 6) 29. August—5. September 1890
- 7) 12.—24. Juli 1891
- 8) 4.—8. Juni 1892
- 9) 14.—17. März 1894
- 10) 12.—21. Juni 1894
- 11) 29. April—6. Mai 1896
- 12) 11.—20. Mai 1897
- 13) 26. Juli—3. August 1897
- 14) 2.—11. Mai 1899
- 15) 24.—27. Mai 1899
- 16) 7.—15. September 1899
- 17) 3.—14. Oktober 1901
- 18) 11.—25. Juni 1902
- 19) 6.—12. Juli 1903.

Schließlich wurden noch die Hochwasserperiode vom 13.—15. Juli 1907, wenigstens hinsichtlich der Luftdruckverteilung, und die vom 16.—22. August 1854 bezüglich der Luftdruck- und Temperaturverteilung, aus Gründen, die später erörtert werden sollen, näher untersucht, insgesamt also 21 Fälle.

Zunächst galt es, geeignete Kartenunterlagen für die Darstellung der Luftdruck- und Temperatur- sowie der Niederschlagsverteilung zu beschaffen. Da es auf eine möglichst ins einzelne gehende Zeichnung unter Verwendung alles verfügbaren Beobachtungsmaterials ankam, so ergab sich daraus die Forderung, einerseits nicht zu kleine Maßstäbe für die Karten zu wählen, andererseits ihren Umfang auf das zulässig geringste Maß zu beschränken. Für die Grundkarte der Darstellung der Luftdruck- und Temperaturverhältnisse

wurde daher ein Maßstab von 1 : 3 500 000 gewählt, während ihr Umfang so bestimmt wurde, daß sie im Westen fast noch ganz Belgien und im Osten Galizien und Ungarn umschloß, im Norden etwas über Christiania, im Süden über Florenz hinaus reichte. Das so umgrenzte Gebiet schien ausreichend, um den Weg der für die Entstehung der Hochwasser verantwortlichen Depressionen genügend verfolgen zu können. Zur Beurteilung der allgemeinen Wetterlage in weiterer Entfernung reichten die synoptischen Karten der Deutschen Seewarte aus. Als Unterlage für die Darstellung der Niederschlagsverteilung mußte wegen der großen Zahl der zu benutzenden Regenstationen eine Karte erheblich größeren Maßstabes angefertigt werden, während andererseits der Umfang ihres Gebietes eine wesentliche Einschränkung erfahren konnte. So entstand eine Arbeitskarte im Maßstab von 1 : 1 000 000, deren Nordrand das Kurische Haff durchschnitt und im Osten den ganzen Lauf der Weichsel, im Süden den der Raab, im Westen den größten Teil des Laufes der Mulde umschloß. Sie reichte also aus, um nicht nur die Niederschläge im ganzen Odergebiet, sondern auch in den Nachbargebieten der Elbe, Weichsel und Donau einzuzichnen. Ihres immerhin noch bedeutenden Umfanges wegen wurde aber die Karte ihrer Höhe nach in drei Teile zerlegt, wodurch ein bequemerer Eintrag der Niederschlagsmengen von durchschnittlich 2000 Stationen ermöglicht wurde.

Eine andere, viel Mühe in Anspruch nehmende Vorarbeit bestand in der Beschaffung des Beobachtungsmaterials. Da es sich um Herstellung von synoptischen Karten des Luftdrucks und der Temperatur für bestimmte Termine sowie um Tageskarten des Niederschlages handelte, mußten die Terminbeobachtungen des Luftdrucks, der Temperatur und des Windes, sowie die Tagesmengen des Niederschlages für die in Frage kommenden Witterungsperioden von allen in das Bereich der Karten fallenden Stationen beschafft werden. Die Beobachtungen des preußischen Stationsnetzes standen zwar ohne weiteres aus den Archiven des Meteorologischen Instituts zur Verfügung, es erwies sich aber als unumgänglich notwendig, erst Abschriften von den in Betracht kommenden Werten anzufertigen, da ihre unmittelbare Entnahme aus den Beobachtungsjournalen bei der Herstellung der Karten viel zu umständlich und zeitraubend gewesen wäre. Die übrigen erforderlichen, aus fremden Stationsgebieten stammenden Beobachtungen mußten, so weit sie nicht in extenso durch den Druck veröffentlicht waren und hieraus entnommen werden konnten, erst abschriftlich von den zuständigen Zentralstellen erbeten werden. Es kamen hierbei folgende Behörden und Institute in Betracht:

die Königlich Bayerische Meteorologische Zentralstation in München,  
 das Königlich Sächsische Meteorologische Institut in Dresden,  
 der Meteorologische Landesdienst in Elsaß-Lothringen,  
 die k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien,  
 das k. k. Hydrographische Zentralbureau in Wien,

die meteorologische Kommission des Naturforschenden Vereines in Brünn,  
 die meteorologische Sektion der k. k. Sternwarte in Krakau,  
 die königl. Ungarische Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Budapest,  
 die hydrographische Sektion des Königl. Ungarischen Ackerbauministeriums in Budapest,  
 der Meteorologische Dienst der Bosnisch-Hercegovinischen Landesregierung,  
 das Kaiserlich Russische Physikalische Zentralobservatorium in St. Petersburg,  
 das Meteorologische Bureau in Warschau,  
 das Königlich Dänische Meteorologische Institut in Kopenhagen.

Alle diese Behörden haben der an sie gerichteten Bitte um Lieferung von Beobachtungsmaterial bereitwilligst entsprochen, indem sie die Beobachtungen entweder unentgeltlich oder gegen Erstattung der Abschreibgebühren übermittelten, wofür ihnen hiermit nochmals besonders gedankt sei.

Nach Erledigung dieser vorbereitenden Arbeiten konnte mit der Herstellung der Luftdruck-, Temperatur- und Niederschlagskarten begonnen werden. In den nachstehenden Ausführungen soll das dabei verfolgte Verfahren eingehendere Erläuterung finden.

#### **Die Luftdruckkarten für das Meeresniveau.**

Da die Zahl der zur Darstellung der Luftdruckverteilung im Meeresniveau verfügbaren Stationen zwischen rund 370 (im Jahre 1888) und 430 (im Jahre 1903) schwankte, durchschnittlich also 400 betrug, so ließ sich jedenfalls der Verlauf der Isobaren mit solcher Genauigkeit festlegen, daß sie in Abständen von 1 mm gezogen werden konnten. Ein derartiger Abstand mußte aber auch unter allen Umständen gewählt werden, wenn es, wie hier, darauf ankam, die Luftdruckverteilung in einer möglichst genauen Darstellung zum Ausdruck zu bringen. Es kann übrigens schon vorweg bemerkt werden, daß diese genaueren Luftdruckkarten sehr oft ein merklich anderes Bild der Luftdruckverteilung zeigten als die der täglichen Wetterkarten, welche auf Grund der Beobachtungen relativ weniger telegraphisch berichtenden Stationen in Eile gezeichnet werden müssen. Gerade Einzelheiten von kleinerem Umfange, die aber für den Witterungsverlauf von Wichtigkeit sind, kommen auf diesen letzteren Karten oft gar nicht zur Darstellung.

Die Reduktion auf das Meeresniveau einer so großen Anzahl von Luftdruckwerten mit Hilfe der ausführlichen barometrischen Höhenformel wäre natürlich eine kaum zu bewältigende Aufgabe gewesen, es mußte daher daran gedacht werden, dafür ein möglichst einfaches Verfahren ausfindig zu machen. Es ist ja auch bei der Anfertigung der täglichen synoptischen Wetterkarten allgemein üblich, die Reduktionen auf Grund einer vereinfachten Formel vor-

zunehmen, indem besonders die Luftfeuchtigkeit nur mit einem mittleren Betrage oder auch gar nicht berücksichtigt wird. Dieses Verfahren rechtfertigt sich um so mehr, als bei der Reduktion des Luftdrucks auf das Meeresniveau eine große Unsicherheit über den wahren in die Formel einzuführenden Wert der Temperatur der Luftsäule zwischen Station und Meeresniveau besteht. Der dadurch verursachte Fehler ist im allgemeinen erheblich größer als die Fehler, die durch Einführung von Mittelwerten bei den übrigen Gliedern der Höhenformel verursacht werden. Tatsächlich existiert ja die Luftsäule, deren Mitteltemperatur man in die Formel einsetzt, gar nicht, und bei der Berechnung dieser Temperatur ist man auf Annahmen angewiesen, deren Änderung auch jedesmal eine Änderung der Luftdruckwerte im Meeresniveau bedingt. Ferner handelt es sich bei den für die täglichen Isobarenkarten benutzten Luftdruckwerten nicht um genau gleichzeitige Beobachtungen. Nicht nur sind je nach den verschiedenen Ländern die Beobachtungszeiten verschieden, sondern auch innerhalb desselben Landes fallen meist die Beobachtungen nicht auf denselben Zeitpunkt, da gewöhnlich aus klimatologischen Gründen nach Ortszeit beobachtet wird, dieselbe Stunde also von E nach W für jeden Längengrad um 4 Minuten später eintritt. Dazu kommen dann noch, wenn man von Instrumentalfehlern ganz absieht, die kleinen Ungenauigkeiten der Luftdruckwerte, die teils in dem Beobachtungsverfahren an sich, teils auch in der Person des Beobachters begründet sind.

Die bei der Deutschen Seewarte angewandte Reduktionsmethode, nämlich die Herstellung besonderer Reduktionstafeln für jede einzelne Station, konnte bei der großen Zahl der Stationen und dem häufigen Wechsel der Seehöhen, der jedesmal die Herstellung einer neuen Tafel erfordert hätte, wegen der Größe der damit verbundenen Arbeit nicht in Betracht kommen. Ein sehr einfaches, allen berechtigten Anforderungen genügendes Verfahren bot sich dagegen in der Verwendung der Jordanschen Höhentafeln<sup>1)</sup>. Zwar ursprünglich nur zur Berechnung barometrisch gemessener Höhen bestimmt, können sie doch auch leicht durch Umkehrung des Berechnungsverfahrens zur Reduktion von Barometerständen auf ein anderes Niveau benutzt werden. Die Tafeln sind berechnet für eine mittlere geographische Breite von 50° und setzen ein Verhältnis der mittleren absoluten Feuchtigkeit zum mittleren Luftdruck in der betrachteten Luftsäule von 1 : 100 voraus. Sie haben daher nur zwei Eingänge, nämlich für den Luftdruck in ganzen und zehnteln Millimetern und für die Mitteltemperatur der Luftsäule in ganzen Graden. Infolgedessen ist das Reduktionsverfahren äußerst einfach: man geht mit der aus der beobachteten Temperatur unter bestimmten Voraussetzungen über die Temperaturabnahme mit der Höhe berechneten Mitteltemperatur und dem zu reduzierenden Luftdruck, der auf Normalschwere bezogen sein muß, in die Tafel

<sup>1)</sup> W. Jordan, Barometrische Höhentafeln. 2. Aufl., Stuttgart 1886. 8°. und Barometrische Höhentafeln für Tiefland und große Höhen. Hannover 1896. 8°.

ein, zieht die Seehöhe der Station von dem aufgefundenen Werte ab und sucht zu der Differenz den zugehörigen Luftdruck. Die Operation ist derartig einfach, daß man sie leicht im Kopfe ausführen kann. Bei der Unsicherheit, die ohnehin über den richtigen Wert der einzuführenden Mitteltemperatur besteht, reicht deren Berücksichtigung nur nach ganzen Graden aus. Im übrigen ist es, wenn man sich über den Einfluß im klaren ist, den die Änderung der Mitteltemperatur um  $1^{\circ}$  bei 100 m Höhendifferenz auf den reduzierten Luftdruck ausübt, nicht schwierig, besonders in den Fällen, wo die berechnete Mitteltemperatur gerade in der Mitte zwischen zwei ganzen Graden liegt und eine größere Höhe in Betracht kommt, an den reduzierten Luftdruckwert eine entsprechende Korrektur schätzungsweise anzubringen.

Es sollen hier nun einige Angaben darüber folgen, welche Fehler durch Anwendung dieses vereinfachten Verfahrens in den reduzierten Luftdruckwerten entstehen können.

Da die Tafeln für eine mittlere Breite von  $50^{\circ}$  berechnet sind, beträgt die anzubringende Korrektur bei  $0^{\circ}$  mittlerer Temperatur und 760 mm Luftdruck für je einen Breitengrad Abweichung und 100 m Höhe nur 0.00086 mm, und zwar ist sie mit wachsender Breite positiv und umgekehrt. Bei den hier in Betracht kommenden Breiten und Höhen der Stationen würde der Fehler aber im Höchsthalle 0.02 mm betragen, braucht also nicht mehr in Rechnung gezogen zu werden.

Der Fehler, der durch Vernachlässigung des Gliedes der Höhenformel, das die Korrektur wegen Änderung der Schwere mit der Höhe enthält, oder durch dessen Berücksichtigung mit einem mittleren Werte entsteht, wie es bei den Tafeln für mittlere Höhen der Fall ist, darf wegen seiner Geringfügigkeit ganz außeracht gelassen werden. Etwas bedeutendere Abweichungen können aber dann auftreten, wenn das Verhältnis zwischen Feuchtigkeit und Luftdruck tatsächlich erheblich von der Annahme 1:100 verschieden ist. In den Sommermonaten kann das Verhältnis wesentlich größer werden, doch dürfte es den Wert 2:100 in den hier in Frage kommenden Fällen kaum überschritten haben. Die Korrektur, die an die aus den Tafeln berechneten Luftdruckwerte im Meeresniveau anzubringen ist, beträgt unter Voraussetzung dieser extremen Annahme für 100 m — 0.036 mm oder für 500 m — 0.178 mm. Sie gilt zunächst nur für eine mittlere Temperatur der Luftsäule von  $0^{\circ}$  und 760 mm Luftdruck, wächst im absoluten Sinne mit fallender Temperatur und steigendem Luftdruck und nimmt ab mit steigender Temperatur und fallendem Luftdruck. Die Änderung ist aber unbedeutend, da sie für  $20^{\circ}$  Temperaturänderung nur etwa 0.01 mm und für 20 mm Luftdruckänderung nur ungefähr die Hälfte davon beträgt. Bei einem kleineren Werte des Verhältnisses als 1:100 kann die Korrektur, die dann aber positiv wird, keinen größeren als den oben angegebenen Betrag erlangen, da dieser erst erreicht wird, wenn die Feuchtigkeit gleich Null geworden ist. Man darf also, da verhältnismäßig nur wenige

der benutzten Stationen über 500 m hoch liegen, annehmen, daß der durch Voraussetzung eines mittleren Feuchtigkeitsgehaltes entstandene Fehler im reduzierten Luftdruck im ungünstigsten Falle höchstens 0.2 mm betragen wird.

Hieraus sieht man, daß die durch Vereinfachung der barometrischen Höhenformel hervorgerufenen Fehler in der Mehrzahl der Fälle überhaupt nicht ins Gewicht fallen, dagegen sind die durch die mangelhafte Kenntnis der in die Formel einzuführenden Mitteltemperaturen veranlaßten Unsicherheiten im reduzierten Luftdruck weit bedenklicher. Da, wie schon erwähnt, die Luftsäule zwischen Station und Meeresniveau in Wirklichkeit nicht besteht, ist man darauf angewiesen, die aus den Temperaturbeobachtungen an verschiedenen hoch, aber horizontal nahe gelegenen Stationen sich ergebenden Werte für die Temperaturänderung mit der Höhe auf diese gar nicht vorhandene Luftschicht zu übertragen. Es wäre dabei natürlich zu umständlich und meist auch gar nicht durchführbar, in jedem einzelnen Falle den für die Temperaturzunahme nach unten anzuwendenden Koeffizienten aus dem Vergleich der Temperatur an der gerade in Betracht kommenden Station mit der an einer nahe gelegenen anderen von wesentlich verschiedener Höhe ermitteln zu wollen, zumal dieses Verfahren, da es sich um eine Extrapolation handelt, noch keineswegs einen Erfolg verbürgt. Man wird vielmehr ganz allgemein einen mittleren Betrag für die Temperaturänderung mit der Höhe annehmen müssen, der mit den aus zahlreichen Beobachtungen gewonnenen Erfahrungen im Einklang steht. Gewöhnlich setzt man bei der Reduktion des Luftdrucks auf das Meeresniveau eine Temperaturzunahme nach unten von  $0.5^{\circ}$  auf 100 m voraus. Es ist dies ungefähr der im Mittel des ganzen Jahres gültige Betrag. Da es sich aber im vorliegenden Falle im allgemeinen um Sommermonate handelte, wo die Temperaturänderung mit der Höhe etwas größer ist, so schien es angemessen, durchweg den Betrag der Zunahme von  $0.6^{\circ}$  auf 100 m anzunehmen. Praktisch ist die Wirkung dieser Verschiedenheit der Annahme nicht groß, denn für eine Station von 500 m Seehöhe ändert sich die Mitteltemperatur der Luftsäule zwischen Station und Meeresniveau dadurch nur um  $0.25^{\circ}$ , was wiederum einer Änderung des reduzierten Luftdruckwertes um ungefähr 0.04 mm entspricht. Also erst bei größeren Höhen wird die Änderung jenes Faktors um  $0.1^{\circ}$  von Belang.

In Wirklichkeit können aber im Einzelfalle von der obigen Annahme vollkommen abweichende Verhältnisse bezüglich der Temperaturänderung mit der Höhe obwalten, z. B. bei einer Temperaturumkehr. Es können die Temperaturen an einzelnen Stationen sehr erheblich lokal beeinflußt sein, wenn entweder die dem Erdboden benachbarte Luftschicht zu stark erhitzt oder zu stark abgekühlt ist. Auch kann häufig eine ungünstige Aufstellung der Thermometer die Temperaturangaben fälschen. So ist es wohl möglich, daß an einer Station unter Anwendung der üblichen Voraussetzung einer Änderung von  $0.5^{\circ}$  oder  $0.6^{\circ}$  für 100 m, die Mitteltemperatur der Luftsäule im Vergleich zu der

bei benachbarten Stationen erheblich zu hoch oder niedrig ausfällt und dadurch der auf das Meeresniveau reduzierte Barometerstand gar nicht unbedeutend gefälscht wird.

Die nachstehende kleine Tabelle gibt eine Vorstellung von der Größe der entstehenden Fehler<sup>1)</sup>. Es sei dazu bemerkt, daß ein positiver Fehler in der Mitteltemperatur den reduzierten Barometerstand erniedrigt und umgekehrt. Der Fehler ist ferner proportional der Höhe und dem auf das Meeresniveau reduzierten Barometerstand und verringert sich seinem absoluten Betrage nach mit wachsender Temperatur.

Einfluß eines Fehlers von  $\pm 1^{\circ}$  in der Mitteltemperatur der Luftsäule auf den auf das Meeresniveau (M.-N.) reduzierten Barometerstand für 1000 m Höhe.

Mitteltemperatur(C) Luftdruck im M.-N. mm	- 10°	0°	+ 10°	+ 20°	+ 30°
780	∓ 0.38	0.36	0.33	0.31	0.29
760	0.37	0.35	0.32	0.30	0.28
740	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27

Leider pflegen nun gerade die stärksten lokalen Temperaturanomalien in Gebirgsgegenden, also an Orten von schon größerer Seehöhe einzutreten. So waren Abweichungen von  $5^{\circ}$  und mehr zwischen den auf das Meeresniveau reduzierten Temperaturen an benachbarten Orten keineswegs selten. Da die Hälfte dieser Unterschiede als Fehler in der Mitteltemperatur der Luftsäule zwischen Station und Meeresniveau zum Ausdruck kommt, konnte bei einer Seehöhe von 500 m der reduzierte Luftdruck bis zu 0.5 mm unrichtig werden. Der vielfache Mangel an tiefer gelegenen Stationen besonders im Alpengebiet machte es aber nötig, auch noch einzelne Stationen für die Reduktion der Luftdruckwerte zu benutzen, die über 500 m hoch lagen. Hier konnten dann leicht Fehler im reduzierten Luftdruck entstehen, die 1 mm erreichten, zumal wenn auch noch abnorme Feuchtigkeitsverhältnisse einen Fehler im gleichen Sinne hervorriefen. In solchen Fällen stellte es sich meist als zweckmäßig heraus, die wirklich beobachtete Temperatur um den Betrag der Abweichung des auf das Meeresniveau reduzierten Wertes von denen der Umgebung zu korrigieren.

<sup>1)</sup> Die Tabelle ist berechnet mit Hilfe der Differentialformel:  $db = -\frac{h b \alpha dt}{18464 \log e (1 + \alpha t)^2}$ ,

die aus der aus der Höhenformel abgeleiteten Gleichung:  $\log b = \log b' + \frac{h}{18464 (1 + \alpha t)}$  hervorgeht. Hierbei bedeutet  $b$  den Luftdruck im unteren,  $b'$  den im oberen Niveau,  $t$  die Mitteltemperatur der Luftsäule,  $h$  die Höhendifferenz,  $\alpha$  den Ausdehnungskoeffizienten der Luft und  $e$  die Basis der natürlichen Logarithmen;  $db$  und  $dt$  sind die einander entsprechenden Änderungen von  $b$  und  $t$  (die Fehler).

Die Jordanschen Höhentafeln stellen also, da die zuletzt behandelten Temperaturfehler ihnen ja nicht zur Last gelegt werden können, an sich ein äußerst brauchbares und einfaches Hilfsmittel zur Reduktion von Luftdruckwerten auf das Meeresniveau dar, zumal sie auch im Gegensatz zu den meisten anderen Höhentafeln voraussetzen, daß die Barometerstände bezüglich der Schwere korrigiert sind. Leider wird aber ihre Brauchbarkeit etwas beeinträchtigt durch häufige Druckfehler, die z. T. allerdings schon berichtigt sind und auch bei einiger Aufmerksamkeit sich leicht feststellen lassen, sowie durch ihren nicht allen Anforderungen genügenden Umfang. Die Tafel für mittlere Höhen ist berechnet nur für Mitteltemperaturen von  $5^{\circ}$  bis  $35^{\circ}$  und für Luftdruckwerte zwischen 630 und 765 mm, die Tieflandtafel für Mitteltemperaturen von  $0^{\circ}$  bis  $35^{\circ}$  und für Luftdruckwerte zwischen 730 und 775 mm. In solchen Fällen also, wo die Mitteltemperatur unter  $5^{\circ}$  und der zu reduzierende Luftdruck unter 730 mm, oder wo der zu reduzierende Luftdruck unter 730 mm, der reduzierte über 765 mm lag, reichten die Tafeln nicht aus, ebensowenig, wenn zwar der zu reduzierende Luftdruck mehr als 730, der reduzierte aber mehr als 775 mm betrug oder die Mitteltemperatur noch unter  $0^{\circ}$  lag, was auch wiederholt vorkam. Unter solchen Umständen blieb dann nichts übrig, als entweder die fehlenden Werte durch Extrapolation zu ermitteln, was sich ziemlich sicher ausführen läßt, oder auf ein anderes Hilfsmittel zurückzugreifen, nämlich auf die „Graphischen Barometertafeln“ von Vogler (Braunschweig 1880. 4<sup>o</sup>). Diese beruhen auf demselben Prinzip wie die Jordanschen Tabellen, nur ist die Feuchtigkeit hier als Funktion der Temperatur aufgefaßt. Nennenswerte Unterschiede zwischen beiden Tafeln ergeben sich aber erst bei großen Höhen. Im übrigen sind jedoch die Voglerschen Tafeln weniger praktisch als die Jordanschen, da sie beim Gebrauch große Aufmerksamkeit erfordern, das Auge rasch ermüden und dadurch ein schnelles Arbeiten erschweren.

Wenn nun auch die Frage wegen des anzuwendenden Reduktionsverfahrens in befriedigender Weise gelöst war, blieben doch noch manche Schwierigkeiten zu überwinden, ehe mit der Herstellung der Luftdruckkarten begonnen werden konnte. Zunächst mußte festgestellt werden, ob die Luftdruckbeobachtungen der einzelnen Stationsgebiete schon bezüglich der Schwere korrigiert waren, oder von welchem Zeitpunkt ab diese Korrektion eingeführt wurde, was sich nicht immer aus den Veröffentlichungen ersehen ließ. Ferner war aus den in den Jahrbüchern der verschiedenen fremden Länder sich findenden Bemerkungen zu ermitteln, ob noch Korrekturen an die einzelnen Luftdruckwerte anzubringen waren, sei es, daß, wie meist in Österreich, die festgestellten Korrekturen überhaupt noch nicht bei den Beobachtungen Berücksichtigung gefunden hatten, sei es, daß später ermittelte Änderungen eine nachträgliche Anbringung von Korrekturen nötig machten.

Die größte Mühe aber verursachte die sichere Feststellung der Seehöhen der Stationen von Jahr zu Jahr, vor allen Dingen auch des Zeitpunktes, wann eine Änderung der Seehöhe eingetreten war. In zahlreichen Fällen standen offenbar die angegebenen Seehöhen mit der Höhe der Luftdruckwerte nicht im Einklang, vielfach änderten sie sich von Jahr zu Jahr, ohne daß anscheinend die Aufstellung des Barometers eine andere geworden war, nicht selten fanden sich auch in einem und demselben Jahrgange für eine Station verschiedene Höhenwerte.

Am zuverlässigsten waren natürlich die Angaben in den Ländern, die über ein genaues Nivellement verfügten, wodurch eine sichere Ermittlung der Barometerhöhen verbürgt war. So konnten z. B. in dem preußischen Stationsnetze die Seehöhen der Barometeraufstellungen und die Zeitpunkte der Änderungen fast ausnahmslos zuverlässig ermittelt werden. Um diese Schwierigkeiten zu überwinden, blieb schließlich kein anderer Ausweg übrig, als die unsicheren Höhen durch Vergleich mit den sicheren benachbarter Stationen auf barometrischem Wege zu berechnen. Daher wurden zunächst die Jahresmittel des Luftdrucks der einzelnen Stationen nach Anbringung der etwa noch erforderlichen Korrekturen auf das Meeresniveau reduziert. Auf Grund der Beobachtungen derjenigen Stationen, deren Höhe als genau bekannt anzusehen war, ließ sich dann leicht ein Bild der mittleren Luftdruckverteilung für das betreffende Jahr gewinnen. Hierauf wurden die reduzierten Werte, die sich nicht ganz dem Verlauf der Isobaren einfügen wollten, um einen entsprechenden Betrag korrigiert und diese Korrekturen auch für die Einzelbeobachtungen der betreffenden Stationen als gültig angenommen. Streng genommen läßt sich dieses Verfahren allerdings nur in solchen Fällen rechtfertigen, wo die Korrektur oder die Höhe nicht allzu groß ist, da der für das M.-N. gültige Betrag sich nach der Höhe verhältnismäßig etwas verkleinern muß. Daher wurde in allen Fällen, in denen die Abweichungen im M.-N. sehr bedeutend waren, einfach eine neue Höhe berechnet aus dem Isobarenverlauf im M.-N. und dem beobachteten Jahresmittel des Luftdrucks. In den meisten Fällen stimmten nun die so ermittelten Korrekturen und die neuen Höhen bei der Reduktion der Einzelbeobachtungen für die Luftdruckkarten recht gut; indessen kam es nicht selten vor, daß die betreffenden Werte bei einer Station durchweg mit denen der Umgebung nicht im Einklang standen; alsdann wurde das oben geschilderte Verfahren noch auf die Luftdruckmittel des Monats, in den die Beobachtungen fielen, ausgedehnt. Dies hatte, sofern es sich nicht um ganz wertlose Beobachtungen handelte, fast immer guten Erfolg, woraus man den Schluß ziehen konnte, daß im Laufe des Jahres eine Änderung der Korrektur oder der Höhe der Aufstellung des Barometers stattgefunden hatte, wenn die Schuld nicht einem Druck- oder Rechenfehler in der betreffenden Veröffentlichung beizumessen war. Fortan wurden infolgedessen zunächst immer die Monatsmittel reduziert und die Jahresmittel nur

zur Kontrolle herangezogen. Es kam nämlich auch wiederholt vor, daß die mit Hilfe des Monatsmittels bestimmten Korrekturen oder Höhen sich als falsch erwiesen, während die aus dem Jahresmittel sich ergebenden offenbar richtig waren. Dann war wohl immer das Monatsmittel durch einen Druck- oder Rechenfehler gefälscht. Natürlich erfolgt die Reduktion des Jahres- oder Monatsmittels des Luftdrucks auf das M.-N. weit sicherer als die eines Einzelwertes, da die in einem solchen Falle so nachteiligen Anomalien in der Änderung der Temperatur mit der Höhe oder in den Feuchtigkeitsverhältnissen bei den Mittelwerten ganz oder größtenteils verschwinden. Bei der Herstellung der Karten zeigte es sich allerdings oft genug, daß diese Einzelbeobachtungen bei manchen Stationen recht unzuverlässig waren. Es wurde dann versucht, besonders durch graphische Vergleichen der Werte mit denen benachbarter Stationen die Fehler zu ermitteln und nach Möglichkeit zu beseitigen. Freilich stieß man dabei bisweilen auf Schwierigkeiten, da die schlechten Stationen stellenweise geradezu gruppenweise auftraten. Besonders auffallend zeigte sich dies vielfach in Tirol, wo es namentlich in früheren Jahren oft kaum möglich war, festzustellen, welche Beobachtungen richtig waren. Diese Darlegungen werden es verständlich machen, welche Schwierigkeiten das Entwerfen der Luftdruckkarten bisweilen gemacht hat.

Die Karten wurden für die Termine 7<sup>u</sup>, 2<sup>p</sup> und 9<sup>p</sup> gezeichnet, da weit- aus die meisten Stationen zu diesen Stunden beobachteten. Um nun aber die in einzelnen Netzen zu etwas anderen Zeiten angestellten Beobachtungen damit in Einklang zu bringen, wurden an allen dazu geeigneten Stationen mit stündlichen Beobachtungen die Luftdruckwerte für die jedesmal in Betracht kommenden Stunden auf das M.-N. reduziert und die zwischen den einzelnen Werten bestehenden Differenzen benutzt, um so die reduzierten Werte der zu abweichenden Stunden angestellten Beobachtungen auf die Normaltermine 7, 2, 9 zurückzuführen. Natürlich blieb dieses Verfahren in allen den Fällen ziemlich unsicher, wo die Änderung des Luftdrucks an den nächst gelegenen Stationen mit stündlichen Beobachtungen sehr verschieden gewesen war, oder wo die betreffenden Orte von den Vergleichsstationen zu weit entfernt lagen, im allgemeinen erwies es sich aber doch als sehr nützlich.

Für die nachträgliche Darstellung der Luftdruckverhältnisse im Juli 1907 konnten im wesentlichen nur die vorhandenen Wetterkarten benutzt werden, da die fremden Zentralanstalten nicht nochmals um Beistellung des ausführlichen Beobachtungsmaterials ersucht werden sollten. Zwar standen noch die gesamten Beobachtungen des preußischen Stationsnetzes zur Verfügung, es schien aber nicht zweckmäßig, die Luftdruckverteilung nur auf einem Teil der Karte auf Grund äußerst zahlreicher Beobachtungen darzustellen, während im ganzen übrigen Gebiete die Zahl der Stationen weit geringer war. Es wurden daher nur die in den deutschen, österreichischen, ungarischen, russischen, fran-

zösischen und italienischen Wetterkarten sowie noch die im Bulletin du Nord enthaltenen Luftdruckwerte benutzt, im ganzen von 166 Stationen.

Größere Schwierigkeiten verursachte die Herstellung der Luftdruckkarten für das Hochwasser im Monat August des Jahres 1854. Zwar war die Zahl der damals schon vorhandenen Orte mit Luftdruckbeobachtungen keineswegs unbedeutend — es standen immerhin 86 Stationen zur Verfügung —, aber die Kenntnis der Seehöhen und der Barometerkorrekturen war in den meisten Fällen ganz unsicher. Zum Glück bot nun die wichtige Untersuchung von Hann über „Die Verteilung des Luftdrucks in Mittel- und Südeuropa“ die Möglichkeit, wenigstens für eine Anzahl über das ganze Kartengebiet verteilter Stationen die im Jahre 1854 gültigen Seehöhen und Barometerkorrekturen festzustellen und auf dieser Grundlage weiter zu arbeiten. Der Verfasser gibt in dieser Abhandlung die Monats- und Jahresmittel des Luftdrucks für eine Anzahl europäischer Stationen bis zum Jahre 1885. Die Reihen sind nach Möglichkeit in sich homogen gemacht, beziehen sich also durchweg je auf eine bestimmte angegebene Seehöhe und bedürfen, falls sie nicht schon völlig korrigiert sind, in jedem Falle nur einer einheitlichen Korrektur, die ebenfalls mitgeteilt wird. Die Schwerekorrektur ist jedoch an diese Werte noch nicht angebracht.

Aus dem Vergleich der durch Hann für August 1854 von den hierin Betracht kommenden Stationen mitgeteilten Luftdruckmitteln mit den seinerzeit veröffentlichten ließ sich nun zunächst feststellen, welche Korrekturen an die Einzelbeobachtungen anzubringen waren, um sie unter Benutzung der vom Verfasser angegebenen Höhen auf das Meeresniveau zu reduzieren.

Was aber alle anderen Stationen betrifft, so gelang es zwar noch bei einigen wenigen, die im Jahre 1854 gültigen Seehöhen, sowie die etwa anzubringenden Barometerkorrekturen zuverlässig zu ermitteln, bei der übrigen, etwa  $\frac{3}{4}$  der Gesamtheit ausmachenden Anzahl mußten diese Daten zunächst als unbekannt angesehen werden, da sich die aus den Veröffentlichungen hervorgehenden Angaben als unrichtig erwiesen. Zwar wäre es durch eingehende und langwierige Nachforschungen vielleicht noch möglich gewesen, annähernd richtige Werte für manche Orte zu erlangen, die Aufwendung von soviel Zeit und Mühe würde aber nicht im Verhältnis zu dem daraus hervorgehenden Gewinne gestanden haben, zumal sich die Möglichkeit bot, auf einem einfacheren Wege zum Ziele zu gelangen.

Hann gibt nämlich in seiner Abhandlung Karten der mittleren Luftdruckverteilung in Mittel- und Südeuropa für die einzelnen Monate und für das ganze Jahr, bezogen auf die Periode 1851—1880. Diese wurden dazu benutzt, um die mittlere Luftdruckverteilung im August und im Jahre 1854 abzuleiten und zwar mit Hilfe der oben erwähnten Stationen mit sicheren Höhen und Korrekturen, die sich gut über das ganze Kartengebiet verteilten. Es wurden die Mittel für das Jahr und den Monat August 1854 von diesen Orten

— 21 an Zahl, die Hauptstationen heißen mögen — auf das Meeresniveau reduziert und die Differenzen zwischen den 30-jährigen Mitteln 1851—1880 für August und das ganze Jahr sowie den betreffenden Mitteln des Jahres 1854 gebildet.

Nun gibt Hann in einer Tabelle die auf das Meeresniveau reduzierten Luftdruckmittel für die einzelnen Monate und das ganze Jahr von allen Stationen, die er für seine Isobarenkarten benutzt hat. Von diesen Orten wurden diejenigen herausgesucht, von denen die Einzelbeobachtungen für August 1854 zur Verfügung standen, und darauf an die für das Meeresniveau gültigen Mittelwerte Korrekturen angebracht, die aus den Differenzen der 30-jährigen Mittel gegenüber denen des Jahres 1854 bei den umliegenden Hauptstationen interpoliert wurden. Im Grunde genommen hätte man auch hier nicht die aus den unmittelbaren Beobachtungen hervorgehenden Differenzen verwenden dürfen, sondern sie auf das Meeresniveau reduzieren müssen; da aber der Fehler nur in einem Falle 0.1 mm beträgt, sonst meist erheblich darunter bleibt, konnten ohne Schaden die unmittelbaren Differenzen zur Korrektur verwendet werden. Die Interpolation bot im allgemeinen keine Schwierigkeiten, und es gelang, die für das Jahr 1854 gültigen Luftdruckwerte im Meeresniveau für die betreffenden Orte anscheinend mit großer Annäherung abzuleiten. In ähnlicher Weise wurde dann noch bei den übrigen Stationen verfahren, nur mußten hier die für die 30-jährige Periode gültigen Mittelwerte des Luftdrucks im Meeresniveau aus den Hannschen Isobarenkarten entnommen werden. Der Verlauf der so gezeichneten Isobaren für August und das Jahr 1854 gab dann Veranlassung, noch kleine Korrekturen an einzelnen Stellen anzubringen. Auf Grund dieser für das Meeresniveau gültigen Werte und der tatsächlich beobachteten, die aus den verschiedenen Veröffentlichungen entnommen werden konnten, wurden hierauf die Höhen der einzelnen Stationen berechnet, d. h. also jede Höhe doppelt, einmal auf Grund des Luftdruckmittels im August und zweitens auf Grund des Jahresmittels 1854. Die zwischen beiden Höhenwerten nicht selten vorhandenen erheblichen Differenzen zeigten, wie notwendig die doppelte Berechnung war, denn oft ließen sich diese Unterschiede auf Rechenfehler der Beobachter oder Druckfehler in den Veröffentlichungen zurückführen. In anderen Fällen dagegen war der Grund der Abweichung nur in einer Änderung der Seehöhe zu suchen; alsdann erwies sich die Höhe für August als die richtige. Kleinere Unterschiede in den Höhen wurden, wenn der Isobarenverlauf auf keiner der beiden Karten Unstetigkeiten zeigte, einfach ausgeglichen, oder es wurde die Höhe für August bevorzugt. Natürlich können die berechneten Höhen nicht ohne weiteres als die wahren betrachtet werden, sondern nur als Rechnungswerte, da sie ja unter Umständen durch etwa vorhandene Barometerkorrekturen beeinflusst sind. Aus diesem Grunde wurde auch davon abgesehen, erst noch die Schwerekorrektur an die Originalbeobachtungen anzubringen, obwohl die

Werte für das Meeresniveau in dieser Hinsicht korrigiert waren, sie wurde vielmehr der Einfachheit halber auch mit in die Höhe hineinbezogen.

Vielleicht könnte der Einwand erhoben werden, daß es dieses immerhin noch etwas umständlichen Verfahrens zur Ermittlung der Höhen gar nicht bedurft hätte, daß man besser lediglich durch Interpolation zwischen den für die Hauptstationen gültigen Luftdruckwerten im Meeresniveau die entsprechenden Werte für die obigen Stationen hätte feststellen können. Hiergegen ist zu bemerken, daß die Luftdruckunterschiede im Meeresniveau zwischen den benachbarten Hauptstationen fast durchweg bedeutend größer waren als die Unterschiede der benutzten Differenzen. Daher war eine Interpolation zwischen den letzteren weit leichter und sicherer auszuführen als zwischen den ersteren.

Nachdem auf diese Weise die Höhen der einzelnen Stationen im August 1854 festgelegt waren, wurden mit ihrer Hilfe die Isobarenkarten für die Hochwasserperiode entworfen. Es zeigte sich dabei bald, daß die ermittelten Höhenwerte fast ohne Ausnahme sehr gut stimmten. Nur ganz vereinzelt schien eine kleine Änderung erforderlich, obwohl auch hier die Isobaren von Millimeter zu Millimeter gezogen wurden. Den damaligen Beobachtungszeiten entsprechend sind diese Karten für die Termine 6<sup>a</sup>, 2<sup>p</sup> und 10<sup>p</sup> gezeichnet worden.

Im allgemeinen sei hier noch bezüglich sämtlicher Isobarenkarten bemerkt, daß außer für den Morgentermin Karten für die Mittag- und Abendtermine nur insoweit gezeichnet wurden, als es notwendig erschien, um den Zusammenhang der aufeinander folgenden Wetterlagen zu erkennen, insbesondere also um den Weg der Depression mit Sicherheit festzulegen. Hierzu genügten allerdings auch diese Zwischenkarten nicht immer, besonders erwies sich der zwischen der Abend- und der Morgenkarte liegende Zeitraum von 10 Stunden bisweilen als zu lang. Meist gelang es aber in solchen Fällen durch Vergleichung der an einzelnen in der Nähe der Depressionsbahn liegenden Orten angestellten stündlichen Luftdruckaufzeichnungen die Herkunft und den Weg des Minimums sicher zu bestimmen.

In allen dem Werke beigegebenen Luftdruckkarten im Meeresniveau sind die Isobaren von 760 mm und darüber durch stärkeren Druck ausgezeichnet. Die Bezeichnungen H (Hoch) und T (Tief) bedeuten, sobald sie am Rande der Karte stehen, nicht immer, daß dort wirklich ein Maximum oder Minimum sich befindet, sondern nur, daß nach der betreffenden Richtung hin der Luftdruck zu- oder abnimmt. Übrigens sind auch die Millimeterzahlen stets auf diejenige Seite der Isobaren gesetzt, nach der hin der Luftdruck steigt.

Zum Zweck einer besonderen Untersuchung wurden auch für mehrere Hochwasserperioden Karten der Luftdruckänderungen zwischen Morgen- und Abend- sowie zwischen Abend- und Morgentermin gezeichnet. In diesen auf den Tafeln 53—55 zum größten Teil wiedergegebenen Karten sind die Linien

gleicher Luftdruckzunahme sowie die Nulllinie stärker ausgedruckt. Die bei den Kurven stehenden Zahlen bedeuten die Änderungen des Luftdrucks in Millimetern und befinden sich stets auf der Seite, nach der von der Nulllinie aus die positiven und negativen Änderungen zunehmen. Die Buchstaben S und F bezeichnen die Stellen stärksten Steigens und Fallens des Luftdrucks.

### Die Luftdruckkarten für 2500 m Höhe.

Es sind auch Karten der Luftdruckverteilung in 2500 m Höhe für zwei Witterungsperioden angefertigt worden. Das dabei angewandte Verfahren war folgendes. Als Grundlage diente die von Köppen angegebene Methode<sup>1)</sup>, die es ermöglicht, aus den Isobaren im Meeresniveau und den Linien gleicher mittlerer Temperatur der Luftsäule zwischen 0 und 2500 m die Isobaren im letzteren Niveau abzuleiten. Die Richtigkeit der reduzierten Werte hängt dabei natürlich in erster Linie von der möglichst zuverlässigen Bestimmung der Mitteltemperatur der ganzen Luftsäule ab. Da dem Verfahren, wie üblich, eine vereinfachte Reduktionsformel zugrunde gelegt ist, in der Luftfeuchtigkeit und Schwerekorrektion nach Breite und Höhe mit einem mittleren Betrage berücksichtigt sind, so kann dieser Umstand ebenfalls, zumal bei starker Abweichung der wirklichen Feuchtigkeitsverhältnisse von den angenommenen, das Ergebnis beeinträchtigen, doch dürfte der dadurch verursachte Fehler selbst unter sehr extremen Verhältnissen 1 mm nicht erreichen. Wesentlich größer aber ist der Einfluß einer unrichtigen Mitteltemperatur. Es sei auch hier wieder eine kleine Tabelle mitgeteilt, aus der ersichtlich ist, welche Änderung ein Fehler von  $1^{\circ}$  in der Mitteltemperatur in den auf das Niveau von 2500 m reduzierten Barometerständen hervorruft<sup>2)</sup>. Aus dieser geht hervor, daß ein positiver Fehler in der Mitteltemperatur einen zu hohen Barometerstand ergibt und umgekehrt. Der Fehler ist ferner abhängig von dem Barometerstande in 2500 m Höhe und verringert sich mit wachsender Temperatur.

Einfluß eines Fehlers von  $\pm 1^{\circ}$  in der Mitteltemperatur der Luftsäule bei Reduktion der Barometerstände im Meeresniveau auf 2500 m Höhe.

Mitteltemperatur(C) Luftdruck in 2500 m Höhe mm	- 15°	- 5°	+ 5°	+ 15°	+ 25°
580	±0.74	0.69	0.64	0.60	0.56
555	0.71	0.66	0.61	0.57	0.53
530	0.68	0.63	0.58	0.54	0.51

<sup>1)</sup> W. Köppen, Über die Gestalt der Isobaren in ihrer Abhängigkeit von Seehöhe und Temperaturverteilung. Meteorol. Zeitschr. 1888, S. 470 ff., und: Über die Konstruktion der Isobaren für das Niveau von 2500 m. Ebenda 1889, S. 348 f.

<sup>2)</sup> Die Tabelle ist berechnet aus der Differentialformel:  $db' = \frac{hb'adt}{18464 \log e (1 + at)^2}$ , worin  $b'$  den Luftdruck im oberen Niveau bedeutet.

Im Durchschnitt kann man also für eine Temperaturänderung von  $1^{\circ}$  eine Änderung des reduzierten Luftdrucks um 0.6 mm annehmen; da sich aber schon bei einer Änderung der Temperaturabnahme mit der Höhe um  $0.1^{\circ}$  für 100 m die Mitteltemperatur der Luftsäule um  $1.25^{\circ}$  ändert, so entspricht einem solchen Wechsel in der Voraussetzung eine Ab- oder Zunahme des Luftdrucks um 0.75 mm in 2500 mm Höhe. Arbeitet man also mit einem durchweg sich gleichbleibenden Mittelwerte bezüglich der Temperaturabnahme nach der Höhe, z. B.  $0.5^{\circ}$  für 100 mm, so sind, da im Einzelfalle doch unter Umständen erhebliche Abweichungen von dieser Annahme bestehen werden, die, wenn auch nur ausnahmsweise,  $0.5^{\circ}$  oder auch noch mehr betragen können, Fehler im reduzierten Luftdruck möglich, die 3.8 mm und mehr erreichen. Diese Fehler werden die Richtigkeit des Bildes der Luftdruckverteilung besonders beeinträchtigen, wenn sie etwa an verschiedenen Stellen, z. B. im Hoch- und Tiefdruckgebiet in entgegengesetzter Weise wirksam sind, wenn also vielleicht im Hochdruckgebiet keine Temperaturabnahme nach oben oder gar Temperaturumkehr, im Tiefdruckgebiet aber gleichzeitig adiabatische Temperaturabnahme bestände, was allerdings in Wirklichkeit in so schroffem Gegensatze in derselben Jahreszeit höchst selten vorkommen dürfte. Dies würde zur Folge haben, daß die Luftdruckunterschiede zwischen Hoch- und Tiefdruckgebiet stark abgeschwächt erscheinen und zwar um vielleicht 8 mm. Jedenfalls können also, selbst wenn man diese Annahmen als übertrieben ansieht, recht beträchtliche Fehler im reduzierten Luftdruck durch unrichtige Voraussetzungen über die Änderung der Temperatur nach der Höhe entstehen. Sind die Luftdruckunterschiede im Meeresniveau sehr bedeutend, so werden diese Fehler das allgemeine Bild der Luftdruckverteilung in der Höhe nicht in dem Maße entstellen, als wenn die Druckunterschiede nur gering sind.

Ein Hilfsmittel zur genäherten Bestimmung der zu dieser Reduktion erforderlichen Lufttemperatur bieten in Bergländern die Beobachtungen an Höhenstationen, indem man aus dem Vergleich der dort beobachteten Temperaturen mit den an nahe gelegenen tieferen Stationen die Temperaturabnahme nach der Höhe feststellt. Freilich bleibt auch dieses Hilfsmittel nur unsicher; denn einerseits geben die Beobachtungen an Höhenstationen kein ganz richtiges Bild von den Zuständen in der freien Atmosphäre, und andererseits sind gerade an den tiefer gelegenen Orten im Gebirge die Temperaturen häufig stark lokal gefärbt, so daß man über die wahre Temperaturänderung mit der Höhe immer noch im Zweifel bleibt. Tatsächlich ergaben sich auch vielfach bei den Versuchen, die Temperaturabnahme in den Alpenländern auf diese Weise zu ermitteln, bei verhältnismäßig nahe gelegenen Orten, ja bei denselben Höhenstationen je nach Wahl der Basisstation, so große Differenzen in dieser Hinsicht, daß es unmöglich schien, die erhaltenen Ergebnisse zur Berechnung der Mitteltemperatur mit Nutzen zu verwerten. Es mußte daher der Versuch gemacht werden, auf andere Weise zum Ziele zu gelangen. Zu-

nächst boten die Höhenstationen die Möglichkeit, die dort beobachteten Luftdruckwerte ohne allzu großen Fehler auf die Höhe von 2500 m zu reduzieren. Freilich mußte in allen Fällen, wo die Richtigkeit der Beobachtungen nicht von vornherein verbürgt war, erst geprüft werden, ob diese selbst stimmten und ob nicht die angenommene Höhe der Station einer Korrektur bedurfte. Diese Prüfung wurde durch Reduktion des Jahres- und des in Betracht kommenden Monatsmittels des Luftdrucks der nächst gelegenen tieferen Station mit zuverlässigen Beobachtungen auf die Höhe der oberen Station ausgeführt. Es ist schon oben erwähnt worden, daß eine Reduktion des Luftdrucks auf ein anderes Niveau auf Grund des Jahres- oder Monatsmittels natürlich weit sicherer ist, als auf Grund von Einzelbeobachtungen, zumal wenn die Berechnung der Mitteltemperatur der Luftsäule auf Grund wirklich beobachteter Temperaturen erfolgt. Die mit Hilfe dieser Prüfungsmethode ermittelten Korrekturen konnten also innerhalb der hier in Betracht kommenden Grenzen als zuverlässig gelten. Um nun aber noch zu prüfen, ob nicht etwa den Einzelbeobachtungen erhebliche Fehler anhafteten, wurden ebenfalls die Beobachtungen der nächst gelegenen tieferen Stationen, die sich schon bei der Reduktion der Barometerstände auf das Meeresniveau als zuverlässig erwiesen hatten, auf das Niveau der höheren Station reduziert. Wenn auch kleinere Fehler von wenigen Zehntel Millimetern dadurch bei größeren Höhenunterschieden nicht nachweisbar waren, so konnte man doch Ablesefehler von 1 mm mit einiger Sicherheit erkennen. Zur Reduktion auf 2500 m Höhe wurde im allgemeinen wieder eine Temperaturabnahme von  $0.6^{\circ}$  auf 100 m angenommen, bei der einzigen höher gelegenen Station Sonnblick natürlich der aus dem Vergleich mit tiefer gelegenen Stationen hervorgehende Betrag. Bei den übrigen Stationen aus der Temperaturzunahme nach den tiefer gelegenen Orten die Abnahme nach oben abzuleiten, schien doch meist sehr unsicher, da ja die Beobachtungen an Drachenstationen gelehrt haben, welcher rasche Wechsel der Temperaturänderung mit der Höhe in der freien Atmosphäre oft stattfindet.

Um auch noch in den Mittelgebirgen einzelne Beobachtungen zur direkten Reduktion auf 2500 m verwenden zu können, mußten Stationen bis zu etwa 1000 m Höhe herab benutzt werden. Der größte Höhenunterschied betrug also 1500 m. Nehmen wir nun an, die wirkliche Temperaturabnahme nach der Höhe könnte von der angenommenen bis zu  $0.4^{\circ}$  für 100 m abgewichen sein, dann ergäbe sich daraus ein Fehler in der Mitteltemperatur der Luftsäule bis zu  $3^{\circ}$  und diesem entspräche ein Fehler von etwa 1.1 mm in dem auf 2500 m Höhe reduzierten Luftdruck, wenn die benutzte Station 1000 m hoch läge. Da man bei der Darstellung der Luftdruckverhältnisse in so großer Höhe nicht denselben Anspruch an Genauigkeit stellen darf, wie bei der Reduktion auf das Meeresniveau, sondern sich mit einer Annäherung an die

wirklichen Verhältnisse begnügen muß, so kann ein solcher doch nur unter ziemlich abnormen Verhältnissen eintretender Fehler noch nicht für unzulässig groß erklärt werden. Bei einer Station in der Höhe von 1500 m würde zudem unter der gleichen Voraussetzung eines Maximalfehlers von  $0.4^{\circ}$  für 100 m in der Größe der Temperaturabnahme der Fehler höchstens nur noch 0.5 mm betragen.

Auf diese Weise erhielt man also für das ganze Gebiet von den Alpen bis zu den deutschen Mittelgebirgen eine Anzahl fester Punkte für die Größe des Luftdrucks in 2500 m Höhe. Diese Luftdruckwerte in Verbindung mit den für die gleichen Punkte im Meeresniveau gültigen, die aus den bereits gezeichneten Isobarenkarten und zwar meist durch Interpolation entnommen wurden, ermöglichten die Bestimmung der zugehörigen mittleren Temperatur der Luftsäule zwischen 0 und 2500 m Höhe, wenn man auf die vereinfachte barometrische Höhenformel zurückging, die nur die beiden Barometerstände im unteren und oberen Niveau und die Mitteltemperatur der Luftsäule als veränderliche Größen enthielt. Allerdings wurden die Temperaturen tatsächlich nicht jedesmal mit Hilfe der Formel berechnet, sondern auf Grund der von Köppen gegebenen Tafel<sup>1)</sup>, die als Eingänge die Luftdruckwerte im Meeresniveau ungefähr in Intervallen von 5 zu 5 mm, sowie die Mitteltemperaturen in Intervallen von  $5-6^{\circ}$  fortschreitend und in der Tabelle selbst die zugehörigen Luftdruckwerte in 2500 m Höhe enthält. Für eine etwas genauere Bestimmung der Mitteltemperatur schien freilich die Tafel nicht ganz ausreichend, zum mindesten war eine unbequeme doppelte Interpolation erforderlich. Da es außerdem des besseren Vergleichs wegen wünschenswert war, die Isobaren im oberen Niveau ebenso wie unten in Abständen von Millimeter zu Millimeter zu zeichnen, so wurde die Köppensche Tafel durch Berechnung der Zwischenwerte erweitert, so daß die Luftdruckwerte im Meeresniveau etwa von Millimeter zu Millimeter, die Temperaturen aber in Abständen von  $1^{\circ}$  und etwas darüber fortschritten. Außerdem wurde behufs bequemerer Interpolation diese erweiterte Tabelle dann auch noch graphisch dargestellt. Aus letzterer Tafel konnten darauf die zum oberen und unteren Luftdruck gehörigen Mitteltemperaturen leicht entnommen werden.

Da die erweiterte Köppensche Tafel auch in anderen Fällen von Nutzen sein dürfte, wenn es sich darum handelt, Isobaren, die im Meeresniveau in geringeren Abständen als von 5 zu 5 mm gezogen sind, auf die Höhe von 2500 m zu reduzieren, so wird sie nachstehend mitgeteilt. Allerdings ist schon eine ähnliche Tafel kürzlich in einer Abhandlung von R. Süring und A. Mey<sup>2)</sup> veröffentlicht worden, die hier abgedruckte, die im übrigen der Zeit nach wesentlich früher als die eben erwähnte entstanden ist, hat jedoch einen

<sup>1)</sup> Meteorol. Zeitschr. 1889, S. 474.

<sup>2)</sup> R. Süring und A. Mey, Über den Zusammenhang zwischen Gewitterzügen und Niederschlagsgebieten. Abhandl. des Kgl. Pr. Met. Inst. Bd. III, Nr. 5, 1910, S. 6 u. 7.

erheblich größeren Umfang, da sie für Luftdruckwerte zwischen 730 und 780 mm und für Temperaturen zwischen  $+ 30.8$  und  $- 16.1^{\circ}$  berechnet ist, während die andere nur den Luftdruck von 750—770 mm und die Temperatur von  $+ 30.8$  bis  $0^{\circ}$  umfaßt.

Nach Bestimmung der Mitteltemperaturen der Luftschicht zwischen 0 und 2500 m Höhe an den oben angegebenen Orten konnte man unter der Voraussetzung, daß die vertikale Temperaturabnahme in der Umgebung der betreffenden Punkte die gleiche war wie dort, die Differenzen zwischen den für das Meeresniveau gültigen Temperaturen, die aus den bereits gezeichneten Isothermenkarten event. durch Interpolation zu entnehmen waren, und zwischen den zugehörigen Mitteltemperaturen der Luftschicht als Korrektion an die für das Meeresniveau gültigen Temperaturen der umliegenden Orte anbringen, um auch für diese die Mitteltemperaturen der darüber liegenden Luftsäule zu erhalten. Die Werte dieser Differenzen, die bei Voraussetzung einer gleichmäßigen Temperaturabnahme nach oben gleich der halben Differenz zwischen oberer und unterer Temperatur sind, also ein Maß für die Temperaturabnahme geben, zeigten eine weit größere Konstanz und auch eine bessere Stetigkeit in der Änderung von Ort zu Ort, als die aus den beobachteten Temperaturen der Höhenstationen ermittelten Werte der Temperaturabnahme. Dies kann wohl als Beweis dafür gelten, daß die aus dem Luftdruck abgeleiteten Mitteltemperaturen zuverlässiger sind als die aus den Temperaturbeobachtungen selbst berechneten.

Auf diese Weise wurden für den größeren Teil der Karte die Mitteltemperaturen aus den Temperaturen im Meeresniveau abgeleitet, wobei natürlich dafür Sorge getragen wurde, daß die als Korrektionswerte benutzten Differenzen allmählich in einander übergangen. Der Umstand, daß bei der Konstruktion der Isothermenkarten sämtliche Beobachtungen unter Annahme einer Temperaturzunahme nach unten um  $0.6^{\circ}$  für 100 m auf das Meeresniveau reduziert wurden, während häufig für die ganze Luftschicht eine andere durchschnittliche Temperaturabnahme gültig gewesen sein wird, mußte ja einen gewissen Einfluß auf die berechneten Werte der Mitteltemperatur ausüben. Bei der Unsicherheit aber, die doch im einzelnen Falle darüber besteht, welches Maß der Temperaturzunahme bei der Reduktion der beobachteten Temperaturen in der gedachten Luftschicht von der Station nach dem Meeresniveau anzunehmen ist, läßt es sich schwer sagen, ob und inwieweit durch das Verfahren wirklich Fehler entstehen. Um Unstetigkeiten im Verlauf der Isothermen der Mitteltemperaturen zu vermeiden, mußten allerdings diejenigen Temperaturen im Meeresniveau vernachlässigt und durch interpolierte Werte ersetzt werden, die aus der Umgebung herausfielen. Es blieben nun noch die Mitteltemperaturen der Luftschicht zwischen 0 und 2500 m für die Gegenden zu berechnen, von denen Beobachtungen an Höhenstationen nicht vorhanden waren, also hauptsächlich für den ganzen nördlichen Teil des

Kartengebiets. Hier war man leider lediglich auf Annahmen angewiesen. Zwar standen für einige Tage der Hochwasserperiode im Juli 1903 Drachenbeobachtungen des Aeronautischen Observatoriums in Reinickendorf bei Berlin zur Verfügung, aber die abweichenden Beobachtungszeiten erschwerten ihre Benutzung. Köppen gibt allerdings eine kleine Tabelle zur annähernden Berechnung der Mitteltemperatur bei verschiedenen Barometerständen, Temperaturen und Winden, immerhin sind aber die dort angegebenen Werte doch

Tafel zur Reduktion des Luftdrucks  
(Eingänge: Luftdruck im M.-N. und Mitteltemperatur)

	730.1	731.1	732.1	733.1	734.1	735.0	736.0	737.0	738.0	739.0	740.0	741.0	741.9
	mm												
30.8°	552.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6
29.4	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9
28.0	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1
26.6	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4
25.3	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6
24.0	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9
22.7	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1
21.4	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4
20.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6
18.8	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9
17.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2
16.3	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4
15.1	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7
13.9	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0
12.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2
11.5	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5
10.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8
9.1	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0
7.9	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3
6.7	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6
5.6	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8
4.4	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1
3.3	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4
2.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6
1.1	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9
0.0	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2
- 1.2	33.8	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4
- 2.3	33.1	33.8	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7
- 3.4	32.4	33.1	33.8	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0
- 4.5	31.7	32.4	33.1	33.8	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3
- 5.6	31.0	31.7	32.4	33.1	33.8	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6
- 6.7	30.3	31.0	31.7	32.4	33.1	33.8	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8
- 7.8	29.6	30.3	31.0	31.7	32.4	33.1	33.8	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1
- 8.9	28.8	29.6	30.3	31.0	31.7	32.4	33.1	33.8	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4
-10.0	28.1	28.8	29.6	30.3	31.0	31.7	32.4	33.1	33.8	34.5	35.2	36.0	36.7
-11.0	27.4	28.1	28.8	29.6	30.3	31.0	31.7	32.4	33.1	33.8	34.5	35.2	36.0
-12.1	26.7	27.4	28.1	28.8	29.6	30.3	31.0	31.7	32.4	33.1	33.8	34.5	35.2
-13.1	26.0	26.7	27.4	28.1	28.8	29.6	30.3	31.0	31.7	32.4	33.1	33.8	34.5
-14.1	25.3	26.0	26.7	27.4	28.1	28.8	29.6	30.3	31.0	31.7	32.4	33.1	33.8
-15.1	24.6	25.3	26.0	26.7	27.4	28.1	28.8	29.6	30.3	31.0	31.7	32.4	33.1
-16.1	23.9	24.6	25.3	26.0	26.7	27.4	28.1	28.8	29.6	30.3	31.0	31.7	32.4

sehr unsicher und auch nur für durchschnittliche Verhältnisse gültig. Hann führt ebenfalls in der 2. Auflage seines Lehrbuchs der Meteorologie (S. 627) eine auf den Ergebnissen der Drachenbeobachtungen beruhende kleine Tabelle auf, aus der die Temperaturabnahme in den verschiedenen Sektoren der Hoch- und Tiefdruckgebiete hervorgeht. Aus dieser ersieht man, daß die mittlere Temperaturabnahme im Gebiet des Maximums und Minimums im Sommer in der Schicht bis 2000 m wenig verschieden ist, nämlich 0.63 und

im Meeresniveau auf die Höhe von 2500 m.  
(der Luftschicht zwischen 0 und 2500 m Höhe.)

742.9	743.9	744.9	745.9	746.9	747.9	748.9	749.9	750.9	751.9	752.9	753.9	754.9	
mm													
562.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	30.8°
61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	29.4
60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	28.0
60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	26.6
59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	25.3
58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	24.0
57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	22.7
57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	21.4
56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	20.1
55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	18.8
54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	17.6
54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	16.3
53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	15.1
52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	13.9
52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	12.7
51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	11.5
50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	10.3
49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	9.1
49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	7.9
48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	6.7
47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	5.6
46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	4.4
46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	3.3
45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	2.2
44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	1.1
43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	0.0
43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	- 1.2
42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	- 2.3
41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	- 3.4
41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	- 4.5
40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	- 5.6
39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	- 6.7
38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	- 7.8
38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	- 8.9
37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	-10.0
36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	-11.0
36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	44.6	-12.1
35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9	-13.1
34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	-14.1
33.8	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	-15.1
33.1	33.8	34.5	35.2	36.0	36.7	37.4	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	-16.1

0.64° für 100 m. Aus diesem Grunde ist in der Regel von den Temperaturen im Meeresniveau zur Berechnung der Mitteltemperatur ein Betrag von 7.5° oder 8° in Abzug gebracht worden, was einer angenommenen Temperaturabnahme von 0.60 oder 0.64° auf 100 m entspricht. Allerdings wurde dabei für die nötigen Übergänge zu den mit Hilfe der Höhenstationen errechneten Temperaturabnahmen Sorge getragen und auch die Lage der Orte zu den Hoch- und Tiefdruckgebieten dadurch etwas berücksichtigt, daß im Hoch-

Tafel zur Reduktion des Luftdrucks  
(Eingänge: Luftdruck im M.-N. und Mitteltemperatur)

	756.0	757.0	758.0	759.0	760.0	761.0	762.0	763.0	764.1	765.1	766.1	767.1	768.1
	mm												
30.8°	572.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	79.9	80.7	81.5
29.4	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	79.9	80.7
28.0	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	79.9
26.6	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1
25.3	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4
24.0	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6
22.7	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8
21.4	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0
20.1	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3
18.8	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5
17.6	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7
16.3	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0
15.1	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2
13.9	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4
12.7	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7
11.5	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9
10.3	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2
9.1	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4
7.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6
6.7	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9
5.6	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1
4.4	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4
3.3	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6
2.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9
1.1	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1
0.0	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4
- 1.2	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6
- 2.3	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9
- 3.4	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1
- 4.5	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4
- 5.6	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6
- 6.7	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9
- 7.8	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1
- 8.9	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4
-10.0	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6
-11.0	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2	54.9
-12.1	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4	54.2
-13.1	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7	53.4
-14.1	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0	52.7
-15.1	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2	52.0
-16.1	42.4	43.2	43.9	44.6	45.4	46.1	46.8	47.6	48.3	49.0	49.8	50.5	51.2

druckgebiet meist eine etwas kleinere, im Tiefdruckgebiet eine etwas größere Temperaturabnahme vorausgesetzt wurde.

Nachdem so sämtliche Mitteltemperaturen für einen bestimmten Beobachtungstermin berechnet und in ein Kartenformular eingetragen waren, wurden die zugehörigen Isothermen in den aus der erweiterten Köppenschen Tabelle hervorgehenden Temperaturintervallen gezeichnet und die zum gleichen Beobachtungstermin gehörigen Isobaren im Meeresniveau ebenfalls auf die

im Meeresniveau auf die Höhe von 2500 m.  
(der Luftschicht zwischen 0 und 2500 m Höhe.)

769.2	770.2	771.2	772.3	773.3	774.3	775.4	776.4	777.4	778.5	779.5	780.6	
mm												
582.2	83.0	83.8	84.6	85.4	86.1	86.9	87.7	88.5	89.3	90.1	90.9	30.8°
81.5	82.2	83.0	83.8	84.6	85.4	86.1	86.9	87.7	88.5	89.3	90.1	29.4
80.7	81.5	82.2	83.0	83.8	84.6	85.4	86.1	86.9	87.7	88.5	89.3	28.0
79.9	80.7	81.5	82.2	83.0	83.8	84.6	85.4	86.1	86.9	87.7	88.5	26.6
79.1	79.9	80.7	81.5	82.2	83.0	83.8	84.6	85.4	86.1	86.9	87.7	25.3
78.4	79.1	79.9	80.7	81.5	82.2	83.0	83.8	84.6	85.4	86.1	86.9	24.0
77.6	78.4	79.1	79.9	80.7	81.5	82.2	83.0	83.8	84.6	85.4	86.1	22.7
76.8	77.6	78.4	79.1	79.9	80.7	81.5	82.2	83.0	83.8	84.6	85.4	21.4
76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	79.9	80.7	81.5	82.2	83.0	83.8	84.6	20.1
75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	79.9	80.7	81.5	82.2	83.0	83.8	18.8
74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	79.9	80.7	81.5	82.2	83.0	17.6
73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	79.9	80.7	81.5	82.2	16.3
73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	79.9	80.7	81.5	15.1
72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	79.9	80.7	13.9
71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	79.9	12.7
70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	79.1	11.5
69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	78.4	10.3
69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	77.6	9.1
68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	76.8	7.9
67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	76.0	6.7
66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	75.3	5.6
66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	74.5	4.4
65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	73.7	3.3
64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	73.0	2.2
63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	72.2	1.1
63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	71.4	0.0
62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	70.7	- 1.2
61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	69.9	- 2.3
60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	69.2	- 3.4
60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	68.4	- 4.5
59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	67.6	- 5.6
58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	66.9	- 6.7
57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	66.1	- 7.8
57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	65.4	- 8.9
56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	64.6	-10.0
55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	63.9	-11.0
54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	63.1	-12.1
54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	62.4	-13.1
53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	61.6	-14.1
52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	60.9	-15.1
52.0	52.7	53.4	54.2	54.9	55.6	56.4	57.1	57.9	58.6	59.4	60.1	-16.1

Karte übertragen. Die gegenseitigen Schnittpunkte dieser Kurven ergaben dann mit Hilfe der Tabelle die zugehörigen Luftdruckwerte in 2500 m Höhe, die nun zur Konstruktion der Isobaren in Abständen von je 1 mm benutzt wurden.

### Die Temperaturkarten.

Was die Herstellung der Isothermenkarten für das Meeresniveau anbetrifft, so ist schon oben erwähnt worden, daß für die Reduktion der Temperaturen auf M.-N. eine Zunahme von  $0.6^{\circ}$  auf 100 m angenommen wurde. Wegen der zahlreichen ganz lokalen Temperaturdifferenzen schien es zweckmäßig, die Isothermen nur in Abständen von je  $2^{\circ}$  zu ziehen, da die Karten durch Überlastung mit Einzelheiten sonst die Übersichtlichkeit eingebüßt hätten. Auch so war es häufig noch nötig, Werte unberücksichtigt zu lassen, die mit den Temperaturen der Umgebung nicht genügend im Einklang standen.

Die Temperaturzahlen in den Karten sind in ähnlicher Weise, wie es bei den Luftdruckkarten geschehen ist, immer auf diejenige Seite der Isothermen gesetzt, nach der hin die Temperatur zunimmt. Die Buchstaben „w“ und „k“ innerhalb der geschlossenen Kurven oder am Rande bedeuten außerdem, daß es innerhalb der betreffenden Gebiete wärmer oder kälter ist als in der Umgebung.

### Die Niederschlagskarten.

Vor der Herstellung der Niederschlagskarten, zu der durchschnittlich rund 1500—2400 Stationen benutzt wurden, war zunächst festzustellen, zu welcher Tagesstunde in den einzelnen Beobachtungsnetzen die Messung stattfand. Zum Glück fiel der Beobachtungstermin bei der großen Mehrzahl der Stationen in allen Beobachtungsnetzen übereinstimmend auf 7 Uhr Vormittags. Kleine Abweichungen von diesem Zeitpunkte im Betrage von einer Stunde, wie sie stellenweise in Österreich vorkamen, mußten notgedrungen als belanglos angesehen werden. Dagegen konnten leider die Beobachtungen des Königlich Sächsischen Stationsnetzes nicht Verwendung finden, da die Messungen damals dort noch zur Mittagszeit erfolgten. Erst in neuerer Zeit, etwa vom Jahre 1904 ab, hat ein Übergang zum Termin 7<sup>a</sup> stattgefunden. Die bayerischen Beobachtungen konnten aus einem ähnlichen Grunde erst vom Jahre 1901 benutzt werden, da vorher die Messungen um 8 Uhr abends vorgenommen wurden. Daraus erklären sich die weißen Stellen am linken Rande der Karten, die also nicht, wie man ja auch ohne weiteres aus dem ganzen Isohyetenverlauf sieht, niederschlagsfreie Gebiete bedeuten. Nur bei einigen Karten der Niederschlagssummen sind in solchen Fällen, wo die Gesamtmengen trotz der abweichenden Beobachtungszeiten wahrscheinlich den auf den Beobachtungstermin 7<sup>a</sup> bezüglichen ziemlich genau entsprechen, die leeren Stellen ausgefüllt worden.

Besondere Beachtung erforderten die Verschiedenheiten in der Datierung der Niederschläge. Während sie in dem preußischen Stationsnetz dem Messungstage zugeschrieben werden, pflegen sie in den übrigen hier in Betracht kommenden Gebieten meist auf den vorhergehenden Tag zurückdatiert zu werden, da ja in der Tat der größte Teil des Beobachtungszeitraums von 7<sup>a</sup> bis 7<sup>a</sup> auf den dem Messungstage vorangehenden bürgerlichen Tag fällt. Es scheint aber doch das in Preußen übliche Verfahren aus dem Grunde den Vorzug zu verdienen, weil es ganz eindeutig lediglich den Zeitpunkt der Messung festsetzt, während bei der Zurückdatierung in den nicht seltenen Fällen, wo die Hauptniederschlagsmengen erst von Mitternacht ab bis 7<sup>a</sup> fielen, das Datum des vorhergehenden Tages direkt zu dem Irrtum Veranlassung gibt, daß die Niederschläge schon früher gefallen seien. Gerade bei der vorliegenden Untersuchung kamen solche Fälle recht häufig vor, und es hätte ganz falsche Vorstellungen erweckt, wenn man unter solchen Umständen den betreffenden Niederschlagskarten ein Datum hätte beilegen wollen, das für das Fallen der Niederschläge im wesentlichen nicht mehr in Betracht kam. Ganz abgesehen davon ist es aber auch für den Beobachter selbst einfacher und weniger irreführend, wenn er die Niederschläge bei dem Datum des Tages vermerkt, an dem er die Messung vornimmt. Dies zeigte sich deutlich bei einem Vergleich der preußischen mit den anderen Beobachtungen. Während bei ersteren Fehler in der Datierung einzelner Niederschlagstage verhältnismäßig selten waren, fanden sie sich bei den letzteren sehr viel häufiger, offenbar weil die Beobachter bisweilen unwillkürlich, zumal wenn es vorher mehrere Tage nicht geregnet hatte, den Niederschlag dem Messungstage zuschrieben. Ganz besonders zahlreich kamen solche und andere Versehen bei den Stationen des ungarischen Regenstationsnetzes vor, und es erforderte oft langwierige Untersuchungen und Vergleichen, um derartige Fehler herauszufinden. Weit weniger Schwierigkeiten bot natürlich die Feststellung solcher Fälle, in denen der Beobachter prinzipiell die Messungen um einen Tag falsch datiert hatte.

Das ungleichartige Material der Regenbeobachtungen aus verschiedenen Beobachtungsnetzen und der Umstand, daß von den nichtpreußischen Stationen nur die Tagessummen vorlagen, gestattete nicht, allgemein das Fortschreiten des Regens durch Linien gleichen zeitlichen Eintretens zu verfolgen. Nur im Einzelfall war dies auf preußischem Gebiet möglich.

Längere Erwägungen waren erforderlich, um Klarheit darüber zu erlangen, welche Niederschlagsstufen für die Tages- und Summenkarten am zweckmäßigsten zu wählen waren. Bei der großen Verschiedenheit der an einem Tage gefallenen Mengen bot die Durchführung eines einheitlichen Schemas für die Stufen große Schwierigkeiten, da es wünschenswert schien, noch möglichst viele Einzelheiten der Niederschlagsverteilung zur Darstellung zu bringen, und auch die Zahl der Stufen nicht zu groß sein durfte. Schließ-

lich stellte sich die in den vorliegenden publizierten Karten verwendete Stufenfolge als die zweckmäßigste heraus, wenn auch auf vielen Originalkarten, die nicht veröffentlicht werden konnten, noch mehr Stufen unterschieden wurden.

Zum Unterschiede von den Tageskarten des Niederschlages, die blaue Farbenstufen zeigen, wurden die Karten, welche die in den einzelnen Perioden gemessenen Gesamtniederschlagsmengen veranschaulichen, in brauner Farbe gegeben.

Leider war es der hohen Kosten wegen nicht möglich, alle gezeichneten Niederschlagskarten zu veröffentlichen, sondern es konnte nur eine kleine Auswahl, nämlich 20 von 150, daraus getroffen werden. Da es aber doch von hohem Interesse ist, zu sehen, in welchen Gegenden an den Hauptniederschlagstagen die größeren Mengen gefallen waren, und welche Lage sie zu den Isobaren hatten, so wurden die Gebiete mit mehr als 20 mm Niederschlag in wenigen Abstufungen, soweit der Umfang der Niederschlagskarten reichte, auf den zugehörigen Luftdruckkarten kenntlich gemacht. Hierbei war allerdings der Umstand sehr hinderlich, daß die Luftdruckkarten sich nur auf einen bestimmten Zeitpunkt beziehen, während die Niederschläge sich auf einen Zeitraum bis zu 24 Stunden erstrecken, innerhalb dessen sich natürlich die Luftdruckverteilung beständig geändert hat. Es konnte daher nur in Betracht kommen, die Niederschläge stets auf derjenigen Isobarenkarte einzutragen, die am besten ein Bild der Luftdruckverteilung zur Zeit der größten Regenfälle darstellte. Daher mußte erst immer untersucht werden, welcher Tageszeit die Hauptbeträge zuzuschreiben waren. Dies wurde so gut als möglich mit Hilfe der Bemerkungen über Form und Zeit der Niederschläge in den Aufzeichnungen der Beobachter, durch die an einer Anzahl preußischer Stationen dreimal täglich ausgeführten Messungen, sowie endlich aus den Niederschlagsregistrierungen, die vom Jahre 1896 ab für einige Stationen vorlagen, zu ermitteln gesucht. Dabei stellte sich dann wieder heraus, daß sich natürlich die Zeit, zu der die größten Niederschläge fielen, nicht selten für die einzelnen Gegenden verschob. Daher wurden für die Hauptzeiten des Niederschlages im allgemeinen diejenigen Gebiete als maßgebend angesehen, die für die Entstehung des Oderhochwassers ausschlaggebend waren. Allerdings boten auch unter Beachtung dieser Grundsätze die Isobarenkarten nicht immer die Möglichkeit, eine für die Zeit des stärksten Niederschlages genügend zutreffende Luftdruckverteilung der Zeichnung zugrunde zu legen, zumal dann, wenn die größten Mengen zwischen 9<sup>p</sup> und 7<sup>a</sup> gefallen waren und das Minimum sich schnell fortbewegt hatte. Bisweilen wurde auch, wenn es sich herausstellte, daß durch Zeichnung einer bisher fehlenden, für die Erkenntnis des Zusammenhanges der Luftdruckverteilung nicht unbedingt erforderlichen Zwischenkarte dem Übel abgeholfen werden konnte, diese noch nachträglich

Verzeichnis der im Königlichen Meteorologischen Institut  
aufbewahrten Originalkarten.

(+ bedeutet: entworfen und veröffentlicht, — entworfen, aber nicht veröffentlicht.)

Datum	Luftdruck- karten	Luftdruck- karten für 2500 m Höhe	Karten der Luftdruck- änderungen	Temperatur- karten	Nieder- schlags- karten		Datum	Luftdruck- karten	Luftdruck- karten für 2500 m Höhe	Karten der Luftdruck- änderungen	Temperatur- karten	Nieder- schlags- karten	
					Tages- karten	Summen- karten						Tages- karten	Summen- karten
<b>1888</b>													
31. Juli	7 <sup>a</sup>	—		—			1. Okt.	7 <sup>a</sup>	+				
31. Juli	9 <sup>p</sup>	+					1. Okt.	9 <sup>p</sup>	—				
1. Aug.	7 <sup>a</sup>	+	—	+			2. Okt.	7 <sup>a</sup>	+				
1. Aug.	2 <sup>p</sup>	+					2. Okt.	9 <sup>p</sup>	+				
1. Aug.	9 <sup>p</sup>	+	—				3. Okt.	7 <sup>a</sup>	+				
2. Aug.	7 <sup>a</sup>	+	—	+	—		26. Sept. — 3. Okt.						
2. Aug.	2 <sup>p</sup>	+					<b>1890</b>						
2. Aug.	9 <sup>p</sup>	+					29. Aug.	7 <sup>a</sup>	+		—		
3. Aug.	7 <sup>a</sup>	+	—	+	+		29. Aug.	9 <sup>p</sup>	+				
3. Aug.	9 <sup>p</sup>	—					30. Aug.	7 <sup>a</sup>	+				
4. Aug.	7 <sup>a</sup>				+		30. Aug.	9 <sup>p</sup>	—				
2.-4. Aug.						+	31. Aug.	7 <sup>a</sup>	+				
15. Aug.	7 <sup>a</sup>	—		—			1. Sept.	7 <sup>a</sup>	+				
15. Aug.	9 <sup>p</sup>	—					2. Sept.	7 <sup>a</sup>	+				
16. Aug.	7 <sup>a</sup>	+		—			3. Sept.	7 <sup>a</sup>	+				
17. Aug.	7 <sup>a</sup>	+		—			4. Sept.	7 <sup>a</sup>	+				
17. Aug.	2 <sup>p</sup>	—					5. Sept.	7 <sup>a</sup>	—				
17. Aug.	9 <sup>p</sup>	+					30. Aug. — 5. Sept.						
18. Aug.	7 <sup>a</sup>	+					<b>1891</b>						
19. Aug.	7 <sup>a</sup>						12. Juli	7 <sup>a</sup>	+		—		
16.-19. Aug.						—	13. Juli	7 <sup>a</sup>	+				
31. Aug.	7 <sup>a</sup>	+		—			13. Juli	9 <sup>p</sup>	+				
1. Sept.	7 <sup>a</sup>	+		—			14. Juli	7 <sup>a</sup>	+				
1. Sept.	9 <sup>p</sup>	—					15. Juli	7 <sup>a</sup>	—				
2. Sept.	7 <sup>a</sup>	+					18. Juli	7 <sup>a</sup>	+				
3. Sept.	7 <sup>a</sup>	+					19. Juli	7 <sup>a</sup>	+				
3. Sept.	9 <sup>p</sup>	—					19. Juli	9 <sup>p</sup>	+				
4. Sept.	7 <sup>a</sup>						20. Juli	7 <sup>a</sup>	+				
7. Sept.	7 <sup>a</sup>	—		—			21. Juli	7 <sup>a</sup>	+				
7. Sept.	9 <sup>p</sup>	+					22. Juli	7 <sup>a</sup>	+				
8. Sept.	7 <sup>a</sup>	+		—			23. Juli	7 <sup>a</sup>	—				
8. Sept.	9 <sup>p</sup>	+					23. Juli	9 <sup>p</sup>	—				
9. Sept.	7 <sup>a</sup>						24. Juli	7 <sup>a</sup>	—				
1.-4, 8.-9. Sept.						—	25. Juli	7 <sup>a</sup>					
<b>1889</b>							14.-25. Juli						
26. Juli	7 <sup>a</sup>	—		—			<b>1892</b>						
27. Juli	7 <sup>a</sup>	+		—			4. Juni	7 <sup>a</sup>	+		—		
27. Juli	9 <sup>p</sup>	+					4. Juni	2 <sup>p</sup>	—				
28. Juli	7 <sup>a</sup>	+		—			4. Juni	9 <sup>p</sup>	—				
28. Juli	9 <sup>p</sup>	—					5. Juni	7 <sup>a</sup>	+				
29. Juli	7 <sup>a</sup>	+		—			6. Juni	7 <sup>a</sup>	+				
29. Juli	9 <sup>p</sup>	—					7. Juni	7 <sup>a</sup>	+				
30. Juli	7 <sup>a</sup>	+		—			8. Juni	7 <sup>a</sup>	+				
31. Juli	7 <sup>a</sup>						9. Juni	7 <sup>a</sup>					
27.-31. Juli						—	5.-9. Juni						
26. Sept.	7 <sup>a</sup>	—		—			<b>1894</b>						
27. Sept.	7 <sup>a</sup>	—		—			14. März	7 <sup>a</sup>	—		—		
28. Sept.	7 <sup>a</sup>	+		—			14. März	9 <sup>p</sup>	+		+		
29. Sept.	7 <sup>a</sup>	+		—			15. März	7 <sup>a</sup>	+		+		
30. Sept.	7 <sup>a</sup>	+		—									
30. Sept.	9 <sup>p</sup>	+		—									
30. Sept.	9 <sup>p</sup>	+		—									

Verzeichnis der im Königlichen Meteorologischen Institut  
aufbewahrten Originalkarten.

(+ bedeutet: entworfen und veröffentlicht, — entworfen, aber nicht veröffentlicht.)

Datum	Luftdruck- karten	Luftdruck- karten für 2500 m Höhe	Karten der Luftdruck- änderungen	Temperatur- karten	Nieder- schlags- karten		Datum	Luftdruck- karten	Luftdruck- karten für 2500 m Höhe	Karten der Luftdruck- änderungen	Temperatur- karten	Nieder- schlags- karten		
					Tages- karten	Summen- karten						Tages- karten	Summen- karten	
<b>1894</b>														
15. März	2 <sup>p</sup>	—					27. Juli	2 <sup>p</sup>	—					
15. März	9 <sup>p</sup>	+					27. Juli	9 <sup>p</sup>	+					
16. März	7 <sup>a</sup>	—	+				28. Juli	7 <sup>a</sup>	+	+			+	
16. März	9 <sup>p</sup>	+					28. Juli	9 <sup>p</sup>	+					
17. März	7 <sup>a</sup>	—					29. Juli	7 <sup>a</sup>	+	+			+	
18. März	7 <sup>a</sup>						29. Juli	2 <sup>p</sup>	—					
19. März	7 <sup>a</sup>						29. Juli	9 <sup>p</sup>	+					
16.-19. März							30. Juli	7 <sup>a</sup>	+	+			+	
12. Juni	7 <sup>a</sup>	+					31. Juli	7 <sup>a</sup>	+	+			+	
13. Juni	7 <sup>a</sup>	+					1. Aug.	7 <sup>a</sup>	—	—			—	
14. Juni	7 <sup>a</sup>	—					2. Aug.	7 <sup>a</sup>	—	—			—	
15. Juni	7 <sup>a</sup>	—					3. Aug.	7 <sup>a</sup>	—	—			—	
16. Juni	7 <sup>a</sup>	+					4. Aug.	7 <sup>a</sup>	+					
17. Juni	7 <sup>a</sup>	—					28. Juli - 4. Aug.							+
19. Juni	7 <sup>a</sup>	—												
21. Juni	7 <sup>a</sup>	+												
21. Juni	9 <sup>p</sup>	+												
22. Juni	7 <sup>a</sup>													
13.-22. Juni														
<b>1896</b>														
29. April	7 <sup>a</sup>													
29. April	9 <sup>p</sup>	+												
30. April	7 <sup>a</sup>	+												
30. April	2 <sup>p</sup>	+												
30. April	9 <sup>p</sup>	+												
1. Mai	7 <sup>a</sup>	+												
2. Mai	7 <sup>a</sup>	+												
3. Mai	7 <sup>a</sup>	+												
4. Mai	7 <sup>a</sup>	+												
5. Mai	7 <sup>a</sup>	+												
6. Mai	7 <sup>a</sup>	+												
7. Mai	7 <sup>a</sup>	+												
8. Mai	7 <sup>a</sup>													
1.-8. Mai														
<b>1897</b>														
11. Mai	7 <sup>a</sup>	—					2. Mai	7 <sup>a</sup>	—					
11. Mai	9 <sup>p</sup>	+					3. Mai	7 <sup>a</sup>	+					
12. Mai	7 <sup>a</sup>	+					3. Mai	2 <sup>p</sup>	—					
12. Mai	9 <sup>p</sup>	+					3. Mai	9 <sup>p</sup>	—				+	
13. Mai	7 <sup>a</sup>	+					4. Mai	7 <sup>a</sup>	+				—	
13. Mai	9 <sup>p</sup>	—					4. Mai	9 <sup>p</sup>	—				+	
14. Mai	7 <sup>a</sup>	+					5. Mai	7 <sup>a</sup>	+				—	
15. Mai	7 <sup>a</sup>	+					5. Mai	9 <sup>p</sup>	+				—	
16. Mai	7 <sup>a</sup>	+					6. Mai	7 <sup>a</sup>	+				—	
17. Mai	7 <sup>a</sup>	—					7. Mai	7 <sup>a</sup>	+				—	
18. Mai	7 <sup>a</sup>	—					8. Mai	7 <sup>a</sup>	+				—	
19. Mai	7 <sup>a</sup>	—					9. Mai	7 <sup>a</sup>	+				—	
20. Mai	7 <sup>a</sup>	—					10. Mai	7 <sup>a</sup>	+				—	
12.-20. Mai							10. Mai	9 <sup>p</sup>	+				—	
26. Juli	7 <sup>a</sup>	—					11. Mai	7 <sup>a</sup>	—				—	
27. Juli	7 <sup>a</sup>	+	+	+			12. Mai	7 <sup>a</sup>					—	
							4.-12. Mai							
							24. Mai	7 <sup>a</sup>	+					
							24. Mai	9 <sup>p</sup>	—					
							25. Mai	7 <sup>a</sup>	+					
							25. Mai	9 <sup>p</sup>	+					
							26. Mai	7 <sup>a</sup>	+					
							26. Mai	9 <sup>p</sup>	+					
							27. Mai	7 <sup>a</sup>	—					
							28. Mai	7 <sup>a</sup>						
							25.-28. Mai							
							7. Sept.	7 <sup>a</sup>	—					
							8. Sept.	7 <sup>a</sup>	+			+		
							8. Sept.	2 <sup>p</sup>						
							8. Sept.	9 <sup>p</sup>	+					
							8. Sept.	9 <sup>p</sup>	+			+		
							9. Sept.	7 <sup>a</sup>	—			+		
							9. Sept.	9 <sup>p</sup>	—			+		
							10. Sept.	7 <sup>a</sup>	+			+		
							10. Sept.	2 <sup>p</sup>	+					
							10. Sept.	9 <sup>p</sup>	+			+		

Verzeichnis der im Königlichen Meteorologischen Institut  
aufbewahrten Originalkarten.

(+ bedeutet: entworfen und veröffentlicht, — entworfen, aber nicht veröffentlicht.)

Datum	Luftdruck- karten	Luftdruck- karten für 2500 m Höhe	Karten der Luftdruck- änderungen	Temperatur- karten	Nieder- schlags- karten		Datum	Luftdruck- karten	Luftdruck- karten für 2500 m Höhe	Karten der Luftdruck- änderungen	Temperatur- karten	Nieder- schlags- karten					
					Tages- karten	Summen- karten						Tages- karten	Summen- karten				
<b>1899</b>							24. Juni	7 <sup>a</sup>	+								
11. Sept.	7 <sup>a</sup>	+		+			25. Juni	7 <sup>a</sup>	—								
11. Sept.	2 <sup>p</sup>	—					15.-25. Juni										+
11. Sept.	9 <sup>p</sup>	+		+			<b>1903</b>										
12. Sept.	7 <sup>a</sup>	+		+	+		5. Juli	7 <sup>a</sup>									
12. Sept.	9 <sup>p</sup>	+		+			6. Juli	7 <sup>a</sup>	+	+							
13. Sept.	7 <sup>a</sup>	+		+	+		7. Juli	7 <sup>a</sup>	+	+							
14. Sept.	7 <sup>a</sup>	+					7. Juli	9 <sup>p</sup>	+			+					
15. Sept.	7 <sup>a</sup>	—					8. Juli	7 <sup>a</sup>	+	+		+	+				
8.-14. Sept.						+	8. Juli	9 <sup>p</sup>	+			+	+				
<b>1901</b>							9. Juli	7 <sup>a</sup>	—	+		+	+				
3. Okt.	9 <sup>p</sup>	—					9. Juli	9 <sup>p</sup>	+	+		+	+				
4. Okt.	7 <sup>a</sup>	—					10. Juli	7 <sup>a</sup>	+	+		+	+				
4. Okt.	9 <sup>p</sup>	—					10. Juli	2 <sup>p</sup>	—								
5. Okt.	7 <sup>a</sup>	+					11. Juli	7 <sup>a</sup>	+	+			+	+			
5. Okt.	9 <sup>p</sup>	—					12. Juli	7 <sup>a</sup>	—								
6. Okt.	7 <sup>a</sup>	+					13. Juli	7 <sup>a</sup>	+				+	—			
7. Okt.	7 <sup>a</sup>	+					14. Juli	7 <sup>a</sup>	—					—			
8. Okt.	7 <sup>a</sup>	—					5.-14. Juli										+
8. Okt.	9 <sup>p</sup>	—					<b>1907</b>										
9. Okt.	7 <sup>a</sup>	+					13. Juli	8 <sup>a</sup>	+								
10. Okt.	7 <sup>a</sup>	+					13. Juli	8 <sup>p</sup>	—								
10. Okt.	9 <sup>p</sup>	—					14. Juli	8 <sup>a</sup>	+								
11. Okt.	7 <sup>a</sup>	—					14. Juli	8 <sup>p</sup>	+								
12. Okt.	7 <sup>a</sup>	+					15. Juli	8 <sup>a</sup>	—								
13. Okt.	7 <sup>a</sup>	—					15. Juli	8 <sup>p</sup>	—								
14. Okt.	7 <sup>a</sup>	—					<b>1854</b>										
6.-13. Okt.						—	16. Aug.	6 <sup>a</sup>	+				+				
<b>1902</b>							17. Aug.	6 <sup>a</sup>	+				+				
11. Juni	7 <sup>a</sup>	—					17. Aug.	10 <sup>p</sup>	+								
12. Juni	7 <sup>a</sup>	+					18. Aug.	6 <sup>a</sup>	+				+				
13. Juni	7 <sup>a</sup>	+					18. Aug.	2 <sup>p</sup>	+								
14. Juni	7 <sup>a</sup>	+		+			18. Aug.	10 <sup>p</sup>	+								
14. Juni	9 <sup>p</sup>	+					19. Aug.	6 <sup>a</sup>	—				+				
15. Juni	7 <sup>a</sup>	+		+			19. Aug.	10 <sup>p</sup>	—								
16. Juni	7 <sup>a</sup>	+		+			20. Aug.	6 <sup>a</sup>	+				+				
17. Juni	7 <sup>a</sup>	+		+			21. Aug.	6 <sup>a</sup>	—								
18. Juni	7 <sup>a</sup>	+			+		22. Aug.	6 <sup>a</sup>	—								
19. Juni	7 <sup>a</sup>	+					<b>Summe</b>										
19. Juni	9 <sup>p</sup>	+					davon		230	12	23	149	131	19			
20. Juni	7 <sup>a</sup>	+			+		veröffentlicht		152	11	18	29	15	5			
21. Juni	7 <sup>a</sup>	—															
22. Juni	7 <sup>a</sup>	—															
23. Juni	7 <sup>a</sup>	—															

Gesamtsumme . . . . . 564 Karten.

Davon veröffentlicht . . . . . 230 „

gezeichnet, jedoch der Zeitersparnis halber nur insoweit, als es für die Eintragung der Niederschläge erforderlich war.

Da die Niederschlagskarten nur für einen beschränkten Teil des die Luftdruckverteilung darstellenden Kartengebiets gezeichnet wurden, so geben natürlich die Eintragungen der Regenmengen in die Isobarenkarten kein ganz vollständiges Bild der Regenverteilung auf dem ganzen Gebiet der Luftdruckkarten.

Auch darauf muß noch hingewiesen werden, daß der Verlauf der Isohyeten auf den speziellen Niederschlagskarten namentlich im östlichen Teil der Karte (mittleres Weichsel- und oberes Warthegebiet) sowie in den Alpen vielfach unsicher bleibt (gestrichelte Linien), weil trotz der großen Gesamtzahl der benutzten Beobachtungen in diesen Gebieten doch noch zu wenig Stationen vorhanden sind. —

Wie schon oben erwähnt, ist von den gezeichneten Niederschlagskarten nur eine kleine Zahl veröffentlicht worden. Aber auch die Luftdruck- und besonders die Isothermenkarten sind bei weiten nicht vollzählig abgedruckt. Da es jedoch manchem, der noch speziellere Untersuchungen über die hier behandelten Witterungsvorgänge anstellen möchte, wünschenswert erscheinen wird, zu erfahren, in welchem Umfange ihm außer dem hier veröffentlichten noch weiteres Material zur Verfügung gestellt werden kann, so wird ein ausführliches Verzeichnis sämtlicher gezeichneten Karten, die in den Archiven des Meteorologischen Instituts aufbewahrt werden, vorstehend mitgeteilt.

---

## Die Wetterlage bei den einzelnen untersuchten Sommerhochwassern der Oder.

In den nachstehenden Ausführungen sollen zunächst die Witterungsvorgänge, die Veranlassung zur Entstehung der Hochfluten gaben, an der Hand der für diesen Zweck gezeichneten Karten geschildert werden. Soweit es nötig war, die Luftdruck und Temperaturverteilung über den Rahmen unserer Karten hinaus zu verfolgen, wurden dazu die Wetterkarten der Seewarte und des Physikalischen Zentralobservatoriums in St. Petersburg, sowie die täglichen synoptischen Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean benutzt.

### Das Hochwasser zu Anfang August 1888<sup>1)</sup>.

(Taf. 1—3, 21 und 22.)

Am 31. Juli morgens lag ein Minimum von 746 mm über Dänemark, das ein flaches Teilminimum bis in das westliche Ungarn entsandte, und ein Maximum von ungefähr 765 mm über Rußland. Ferner zeigte sich ein flaches Minimum unter 760 mm über dem westlichen Mittelmeer.

Am Abend desselben Tages befand sich das nördliche Minimum abziehend über dem mittleren Schweden, während der Luftdruck über Deutschland gestiegen war. Der höchste Druck erstreckte sich in einem schmalen Bande von der Schweiz bis nach Galizien. Das südliche Tiefdruckgebiet hatte sich dagegen, ohne an Tiefe zuzunehmen, etwas nach NW ausgebreitet, indem es einige ganz flache Ausläufer nach Tirol und nach Polen vorschob, während sich dazwischen ein ebenfalls ganz flaches kleines Tiefdruckgebiet bemerkbar machte.

Am Morgen des 1. August war das nördliche Minimum noch weiter nach N gezogen, die südliche flache Depression aber nach Oberitalien vorgerückt, wiederum ohne wesentliche Änderung ihrer Tiefe. Auch jetzt noch ging von letzterer eine ganz schmale, eigentümlich gewundene Zunge etwas tieferen

---

<sup>1)</sup> Vergl. auch die Darstellung von G. Hellmann, Der Wolkenbruch am 2./3. August 1888 im Gebiet des oberen Queiß und Bober. Centralblatt der Bauverwaltung 1888, S. 375—376, und Meteorologische Zeitschrift 1889, S. 19—21 (mit Zusätzen des Verf.).

Druckes aus, die sich über Mähren nach dem Salzkammergut zurückbog. Über dem nördlichen Deutschland war der Luftdruck weiter ein wenig gestiegen, nur im W an der Maas lag ein ganz flaches Depressionsgebiet, das aber keine Bedeutung erlangte. Bereits am Mittag desselben Tages war jedoch in der Witterungslage eine bemerkenswerte Änderung eingetreten, indem sich die südliche Depression, die noch immer über Oberitalien lag, etwas vertieft und in Verbindung damit über Österreich ein ausgesprochenes Minimum von etwa 758 mm Tiefe ausgebildet hatte, dessen Entwicklung anscheinend mit der vorher schon vorhandenen Zunge niederen Druckes zusammenhing. Am Abend war das Depressionsgebiet, das weiter in Verbindung mit dem oberitalienischen Minimum blieb, etwas weiter nach E verschoben, so daß der Kern bei Budapest lag, außerdem aber hatte es seinen Bereich weiter nach N ausgebreitet.

Schon mittags zeigte sich dabei ein Verlauf der Isobaren, der uns bei der Schilderung der Witterungsvorgänge bei den anderen Hochwassern noch oft entgegneten wird, nämlich ein Aufsteigen der zuerst mehr dem Alpenkamm parallel laufenden Linien nach NE. Während am Tage zuvor unter dem Einfluß der abziehenden nördlichen Depression nur geringe Regenmengen im Odergebiet gefallen waren, traten am Nachmittag des 1. August vielfach im Gefolge von weitverbreiteten Gewittern am Vorderrande des Minimums etwas stärkere Niederschläge mit Beträgen von mehr als 20 mm auf, besonders in den Quellgebieten des Bobers, der Weistritz, der Malapane und der Warthe. Zu Reinerz im Gebiet der Glatzer Neiße erreichte der Niederschlag vereinzelt 52 mm.

Am Morgen des 2. August war die Sachlage noch wenig verändert, nur das oberitalienische Minimum hatte sich etwas vertieft, und das ungarische Minimum, dessen Kern jetzt bei Eperies lag, stellte nur noch eine Teildepression des ersteren vor. In Mitteldeutschland hatte der Luftdruck ein wenig abgenommen und dadurch das ganze Depressionsgebiet sich etwas nach W ausgebreitet. Die Mittagskarte jedoch zeigt eine ungünstige Veränderung der Wetterlage; denn das südliche Minimum war unter gleichzeitiger Vertiefung von Oberitalien aus in nordöstlicher Richtung vorgedrungen, wobei es zwei Kerne unter 756 mm in Steiermark und Südwestungarn aufwies. Die ungarische Teildepression machte sich nur noch als eine Ausbiegung der Isobare von 759 mm im östlichen Galizien bemerkbar. Das nördliche Minimum war inzwischen noch weiter nordwärts gezogen, und zwischen die beiden Depressionsgebiete schob sich von einem im W lagernden umfangreichen Maximum aus eine Zunge höheren Druckes. Auch von Frankreich her war ein Keil hohen Druckes in die Schweiz eingedrungen, was in Verbindung mit der Ausbreitung der südlichen Depression natürlich eine Verstärkung des Druckgefälles auf deren Westseite zur Folge haben mußte. Am Abend war das Minimum unter weiterer Vertiefung bis auf etwa 753 mm und gleichzeitiger Ausdehnung seines Bereichs langsam etwas weiter nordöstlich gezogen. Sein wenig scharf

ausgeprägter Kern lag im westlichen Ungarn. Gleichzeitig war der Keil hohen Druckes am Nordrande der Alpen noch mehr nach E in die Depression hinein vorgedrückt, wodurch eine weitere Verstärkung des Gradienten eintrat.

Die Karte vom 3. August früh zeigt den Höhepunkt der Entwicklung an. Das Minimum hatte sich weiter bis auf etwa 747.5 mm vertieft und lag mit seinem Kern jetzt bei Brünn, war also nur langsam nordwestlich gezogen. Da aber zugleich der hohe Druck von W noch weiter nach E vorgedrungen war, entstand dadurch eine außerordentliche Verstärkung des Luftdruckgefälles auf der Westseite der Depression. So betrug die Stärke des Gradienten (bezogen auf die Einheit von 111 km) zwischen Josefstadt und Dresden (175 km Entfernung) 5.8 mm, zwischen Gablonz und Dresden (106 km) sogar 6.9 mm. Dementsprechend wehten vielfach stürmische Winde auf der Westseite des Minimums, und zwar bei der annähernd nordstüdlichen Richtung der Isobaren, aus NW bis N.

Unter dem Einfluß des heranziehenden Minimums hatte es inzwischen im Odergebiet am 2. August zu regnen begonnen, im oberen Bober- und Weistritzgebiet z. T. schon schwach am Vormittag, sonst aber erst nachmittags. Im Bereich der oberen Oder bis zur Glatzer Neiße, sowie von der rechten Seite der Oder nach dem Gebiet der Weichsel in einem Streifen bis nach Ostpreußen hinauf traten nachmittags viele Gewitter mit z. T. bedeutenden Niederschlägen auf, stellenweise auch in Österreich; dagegen fehlten solche ganz im Bobergebiet. Während dort bis zum Abend die Niederschlagsmengen nur gering waren, fing es des Nachts im Iser-, Riesen-, und Bober-Katzbach-Gebirge sehr stark zu regnen an. Am Morgen des 3. August wurden in Flinsberg im Isergebirge schon 94 mm Niederschlag gemessen, auf der Südseite des Kammes, bereits im Gebiet der Iser, in Wilhelmshöhe sogar 165 mm, im Riesengebirge in Agnetendorf 88 mm, auf dessen Südseite in Friedrichsthal an der Elbe 91 mm, endlich in Ludwigsdorf im Bober-Katzbachgebirge 105 mm.

Erhebliche Niederschläge fielen vom 2. zum 3. auch weiter südlich von der Elbe über die Donau hinweg bis nach dem Salzkammergut, wo in einem großen zusammenhängenden Bezirk Mengen von 50 bis über 100 mm gemessen wurden, ebenso westlich im Erzgebirge.

Im Bereich des Bobers und besonders seines Nebenflusses, des Queiß, sowie in dem der Katzbach regnete es dann am 3. stark weiter bis zum Nachmittag, und zwar dehnten sich die größeren Niederschläge jetzt weiter nach NNE aus über die Oder und die Warthe hinweg. Die an diesem Tage dort gefallenen Mengen waren für die Wasserführung der Flüsse im ganzen noch bedeutender als die morgens gemessenen, da sie sich über ein größeres Gebiet erstreckten. Die höchsten Beträge wurden wieder im Isergebirge beobachtet, und zwar in Flinsberg 121 mm, während das schon zur Elbe gehörige Groß Iser auf dem Iserkamm noch 115 mm Regen erhielt. Im Riesengebirge

stiegen die Mengen bis zu 90, im Bober-Katzbach-Gebirge bis auf fast 100 mm. Starke Niederschläge traten auch in dem Gebiet auf, das sich südlich von der Weichsel bis zur Danziger Bucht erstreckt, hier aber als Begleiterscheinung von Gewittern.

Am Abend des 3. August lag der Kern des Minimums, das sich im Laufe des Tages wieder rascher fortbewegt hatte, mit einer Tiefe von 750 mm in der Gegend von Königsberg i. Ostpr. Daher hörte es im Bober- und Katzbachgebiet um ungefähr 3<sup>p</sup> auf zu regnen, während es im oberen Oder- und Weichselgebiet, wo an sich die Niederschläge weit geringer waren, noch bis abends oder nachts schwach weiter regnete, da bei dem Verlauf der Isobaren, wie sie die Karte vom 3. August 9<sup>p</sup> zeigt, die zuletzt genannten Gegenden sich noch länger im Bereich der Depression befanden. Das Minimum entfernte sich in der folgenden Nacht dann weiter in nordöstlicher und darauf in nördlicher Richtung.

Die Temperaturverteilung während der ganzen Periode gestaltete sich im wesentlichen derartig, daß es im NW kühl war und die Temperatur nach SE zunahm. Vom 1.—3. August verliefen die Isothermen nahezu in der Richtung SW—NE. Die Temperaturgegensätze waren ziemlich groß: von etwa 12° an der Nordseeküste stieg die Temperatur im Meeresniveau bis auf etwa 29° im südlichen Ungarn. Diese Temperaturverteilung erklärt sich für den 3. August ohne weiteres aus der Wetterlage, die im Osten Winde aus südlicher, im Westen solche aus nördlicher oder nordwestlicher Richtung bedingte. Auch am 2. ist ein engerer Zusammenhang zwischen Temperatur- und Luftdruckverteilung noch zu erkennen. Dagegen erscheint es beachtenswert, daß schon am 1. August der Verlauf der Isothermen ganz der gleiche war, obwohl die Luftdruckverteilung noch ein weit verwickelteres Bild zeigte.

Wie schon aus den Angaben über die an den einzelnen Tagen gemessenen Niederschläge hervorgeht, fielen die größten Mengen in den Tagen vom 1.—3. August im Gebiet des Bobers und der Katzbach, griffen aber noch südwestlich in das Quellgebiet der Lausitzer Neiße und ebenso nach S über die Wasserscheide etwas in das der Elbe hinüber. Am meisten wurde der Oberlauf des größten linken Nebenflusses des Bobers, des Queiß, betroffen; dort hatte Flinsberg in den drei Tagen eine Niederschlagssumme von 226 mm, von der aber mindestens 200 mm innerhalb der 24 Stunden vom 2. zum 3. nachmittags fielen. Einen nicht viel kleineren Gesamtbetrag wies die nahe gelegene, aber schon zur Elbe entwässernde Station Groß Iser auf. Die nächst größeren Mengen im Bobergebiet wurden in Agnetendorf mit 187 und in Ludwigsdorf mit 177 mm gemessen. Im Gebiet der Katzbach betrug die größten Niederschlagssummen 162 mm in Falkenhain und 152 mm in Willmannsdorf. Recht erheblich waren auch die im Oberlauf der Lausitzer Neiße und ihres rechten Nebenflusses, der Wittig, gefallenen Mengen, da Reichenberg i. Böhmen insgesamt 163, Weißbach 159 und Neustadt 152 mm auf-

wiesen. Die im übrigen Odergebiet während der angegebenen Zeit gefallenen Regenmengen blieben im allgemeinen stark hinter den im Bereich der oben genannten Nebenflüsse niedergegangenen zurück. Nur stellenweise betrug die Summe über 100 mm, so vereinzelt im Gebiet der Glatzer Neiße, rechts im Oberlauf der Oder und an der Warthe.

Sonst kamen Niederschlagssummen von mehr als 100 mm noch weiter südlich zwischen Elbe und Moldau und im Bereich der Alpen, besonders im Salzkammergut, sowie auch im Weichselgebiet vor.

Ein Blick auf die Karte der Regensummen vom 2.—4. August (Tafel 3) zeigt zunächst einen langen Streifen mit Niederschlag über 40 mm, der sich vom Nordabhang der Alpen in nordnordöstlicher Richtung über das Riesen- und Isergebirge hinweg zur Brahe hinzieht. Durch eine Zone schwächeren Niederschlags getrennt erstreckt sich ein zweiter Streifen von mehr als 40 mm östlich davon vom Gebiet der oberen Oder und Weichsel ebenfalls zunächst nordnordöstlich nach der mittleren Weichsel und von da nach der Danziger Bucht, mit Verbreiterungen nach Ostpreußen hin. Während aber die Niederschläge der letzteren Zone hauptsächlich eine Begleiterscheinung von Gewittern waren, fielen sie in der erstgenannten westlichen im allgemeinen als Landregen. Bemerkenswert ist dabei, daß in diesem Gebiet keineswegs die größten Niederschlagsmengen auch den höchsten Gebirgslagen zukamen. Im Isergebirge läßt sich dies allerdings nicht genau feststellen, da die höchstgelegene Station, Groß Iser, nur 885 m Seehöhe hat; immerhin zeigte auch diese schon etwas weniger Niederschlag als das nur 470 m hoch gelegene Flinsberg. Weit deutlicher trat aber das Nachlassen der Niederschläge nach der Höhe hin im Riesengebirge zutage. Dort fiel das Maximum von 187 mm in Agnetendorf in 530 m Höhe, während auf dem Kamm des Gebirges bei der Neuen Schlesischen Baude (1195 m) nur 138, auf der Schneekoppe (1603 m) sogar nur 128 mm gemessen wurden. Ähnliche und größere Beträge kamen aber schon an weit tiefer gelegenen Stationen in den Vorbergen und im Bober-Katzbachgebirge vor.

Da der weitaus größte Teil der Niederschlagsmengen innerhalb einer Zeit von 24 oder weniger Stunden fiel, so war es erklärlich, daß in den am meisten betroffenen Gebieten der linksoderigen Nebenflüsse bedeutende Hochwasser zustande kamen. Besonders gefährlich zeigte es sich beim Queiß, wo eine schwere Überschwemmungskatastrophe eintrat. Auch die Lausitzer Neiße war sehr stark beteiligt. Das Hochwasser der Oder selbst erreichte keinen sehr hohen Stand, da sich die großen Niederschläge auf den Bereich des Bobers und seiner Umgebung beschränkten, während das ganze Gebiet vom Oberlauf bis zur Weistritz in weit geringerem Maße betroffen wurde.

Der Weg des Minimums, das als Ursache der großen Niederschläge anzusehen ist, entspricht der Zugstraße Vb nach van Bebber, wie dies schon von G. Hellmann 1888 festgestellt wurde, und zwar verlief die Bahn ziem-

lich weit westlich. Das Hauptregengebiet fiel nicht mit dem jeweiligen Zentrum der Depression zusammen, sondern lag etwas westlich von ihm, eine Erscheinung, der wir bei allen späteren Fällen begegnen werden.

### Das Hochwasser Mitte August 1888.

(Taf. 22 und 23.)

Schon kurze Zeit nach Ablauf des oben geschilderten Hochwassers trat wiederum eine Wetterlage ein, die stärkere Niederschläge im oberen Odergebiet und dadurch eine neue Anschwellung des Stromes zur Folge hatte.

Am 15. August 7<sup>a</sup> lag ein Minimum von 750 mm bei den Ålandsinseln, dagegen ein Hochdruckgebiet über West- und Mitteldeutschland mit einem Ausläufer nach Süden über Kärnten. Das Minimum entfernte sich langsam nach Osten und lag am Abend desselben Tages am finnischen Meerbusen, dagegen machte sich zu dieser Zeit im Süden ein flaches Tiefdruckgebiet unter 760 mm mit mehreren Zentren in Oberitalien, in Tirol und in der Gegend von Wien bemerkbar, von dem sich auf Grund der vorliegenden Beobachtungen nicht sicher feststellen läßt, ob es von der Adria heraufgezogen oder an Ort und Stelle entstanden ist.

Am Morgen des 16. August hatte sich diese Depression ein wenig, nämlich bis unter 759 mm, vertieft; dabei war das bei Wien liegende Minimum in die Gegend von Budapest gezogen, während sich ein zweiter Kern derselben Depression jetzt südlich von Istrien zeigte. Das nördliche Minimum lag nur wenig weiter östlich. In der zwischen beiden Depressionsgebieten befindlichen Zone höheren Druckes erkennt man mehrere ganz flache Minima.

Unter dem Einfluß dieser Wetterlage fanden am 15. August abends und in der Nacht zum 16. weit verbreitete Gewitter mit mäßig starken Niederschlägen statt. Die Hauptregengmengen fielen in einem Streifen von der Elbe in Böhmen bis Oberschlesien und von da ab hinein in das Gebiet der Waag und der mittleren March, überstiegen aber nur ganz vereinzelt im oberen Odergebiet 20 mm. Im Bereich der Nebenflüsse der Oder von der Weistritz bis zur Lausitzer Neiße kamen nur geringe Niederschläge ohne Gewitter vor.

Während sich das Minimum in Ungarn nach SE entfernte und am Morgen des 17. August schon in Rumänien lag, nahte von Südfrankreich her eine neue Depression in der Richtung auf Oberitalien zu, die am 17. mittags bereits ein sekundäres Minimum von 754 mm über Tirol zeigte. Am Abend war das Hauptminimum in einer Tiefe von etwa 752 mm bereits über Oberitalien, indem es einen Ausläufer über die Alpen hinweg nach dem Bodensee entsandte, während sich das Teilminimum noch in der Gegend der Traun bemerkbar machte. Das Depressionsgebiet reichte bis an die Ostseeküste und trat mit dem im NE liegenden Minimum in Verbindung.

Am 18. früh war die Depression unter Vertiefung nach ENE fortgeschritten und lag mit ihrem Hauptkern unter 750 mm etwas südlich von

Wien, während sich ein zweites kleines Zentrum, wohl das bisherige Teilminimum, südlich von Krakau befand. Von W her drang dabei hoher Druck rasch vor und verstärkte den Gradienten auf der Westseite des Minimums.

In der Nacht vom 17. zum 18., während das Minimum heranzog, traten im Oderquellgebiet, also an der Vorderseite der Depression, Gewitter mit sehr erheblichen Niederschlägen auf: in Drömsdorf (Mähren) 102, in Odrau in Österr. Schlesien sogar 106 mm. Stärkere Regen fielen auch im Gebiet der March und der Moldau. Im Bereich der Oder unterhalb der Glatzer Neiße waren dagegen die gefallenen Regenmengen meist nur gering, lediglich im oberen Bober- und Neißegebiet kamen Beträge von etwas über 20 mm vor.

Im Laufe des 18. August bewegte sich das Minimum ziemlich rasch weiter in der Richtung nach ENE und lag am Morgen des 19. schon bei Kiew. Immerhin fielen auch noch am 18. im Odergebiet Niederschläge bis zu 30 mm, und zwar am meisten wieder im Oberlauf.

Die Temperatur war während der ganzen Zeit so verteilt, daß sie von Norddeutschland nach S stark zunahm. Am 15. morgens lag sie im westlichen Norddeutschland stellenweise unter 9°, während in Triest 28° beobachtet wurden. Die Isothermen verliefen daher im allgemeinen von W nach E und zwar noch am 18., obwohl das Depressionsgebiet ziemlich weit nach NE hinaufreichte und man infolgedessen hätte erwarten müssen, daß auf seiner Ostseite durch den Lufttransport von S her sich die Erwärmung weiter nach N erstreckte.

Die Gesamtsumme der Niederschläge während der Tage vom 15. bis 18. August war, wie schon aus den Bemerkungen über die an den einzelnen Tagen gefallenen Regenmengen hervorgeht, natürlich im oberen Odergebiet bei weitem am größten. An den bereits erwähnten Stationen Drömsdorf und Odrau im Bereich der Quelloder wurden insgesamt 144 und 140 mm gemessen. Sonst kam ein Betrag von etwas über 100 mm nur noch im Marchgebiet vor. Unter diesen Umständen traten auch nur im oberen Odergebiet mäßige Hochwassererscheinungen auf.

Die Depression, welche die Veranlassung zu den stärkeren Niederschlägen gab, bewegte sich auf einer Bahn, die etwa zwischen den Zugstraßen Vb und Vc lag.

### **Das Hochwasser zu Anfang September 1888.**

(Taf. 23 und 24.)

Diese Hochwasserperiode, die den beiden vorhergehenden so rasch folgte, zerfällt in zwei Abschnitte, von denen der erste vom 30. August bis 3. September, der zweite vom 7. bis 8. September reicht.

Am 30. August abends erstreckte sich von W her ein Hochdruckgebiet über 765 mm nach Mittel- und Süddeutschland hinein, während im NE über Rußland ebenfalls ein Maximum lagerte. Beide wurden getrennt durch eine Rinne etwas tieferen Druckes, die zwischen einer im Abzug begriffenen

Depression im N und einem flachen Minimum über Italien die Verbindung herstellte. Auf der Westseite dieser Furche traten etwa von 8<sup>p</sup> ab ausgedehnte Gewitter auf, die im oberen Weistritz- und Bobergebiet meist Niederschläge von mehr als 20 mm brachten; in Nieder Wüstegiersdorf (Weistritz) fielen sogar 55 mm.

Auch am 31. früh war die Wetterlage noch ziemlich die gleiche, nur hatte sich das westliche Maximum hinter der abziehenden nördlichen Depression etwas mehr nach N ausgebreitet. Es fanden auch morgens, besonders im Gebiet der Glatzer Neiße, noch mehrfach Gewitter statt, die dort Niederschläge über 20, vereinzelt sogar über 40 mm brachten.

Am 1. September morgens hatte das Maximum von W her noch weitere Ausdehnung über ganz Deutschland gewonnen und dadurch die immer noch vorhandene, aber flacher gewordene Rinne tieferen Drucks mehr nach E gedrängt. Das gleichfalls flache Tiefdruckgebiet über Italien hatte sich dagegen ein wenig mehr ausgebildet und war etwas nach N gerückt; abends war es bis auf 757 mm vertieft und weiter nach ENE ausgebreitet. Die Isobaren verliefen vom südlichen Frankreich her durch Deutschland im allgemeinen in der Richtung WSW—ENE, speziell die Isobare 760 mm von Südfrankreich über München, Krakau und Pinsk. Unter dem Einfluß der herannahenden Depression fing es im oberen Oder- und Weichselgebiet zu regnen an. Im ganzen Oberlauf dieser Flüsse betrug die am nächsten Morgen gemessenen Niederschläge über 20 mm. Istebna an der obersten Olsa meldete 42 mm. Im Bereich der unteren Nebenflüsse von der Weistritz an machten die gefallenen Mengen nur wenige Millimeter aus.

Am Morgen des 2. September hatte sich das Minimum unter geringer Vertiefung östlich nach der Adria verlagert, während das ganze Tiefdruckgebiet noch weiter nach N ausgriff. Die Isobare von 760 mm verlief jetzt von Südfrankreich durch das Königreich Sachsen etwas nördlich von Breslau und Warschau. Gleichzeitig war auch von NW her eine Depression herangezogen, so daß die beiden Tiefdruckgebiete einen Streifen höheren Drucks einschlossen, der von Frankreich nordöstlich durch Norddeutschland nach den Ostseeprovinzen reichte. Das südliche Minimum kam nun mit unveränderter Tiefe ziemlich rasch in nordöstlicher Richtung auf der Zugstraße Vb herauf und lag am Morgen des 3. September nördlich von Krakau. Zwischen dem nördlichen und südlichen Minimum hatte der Druck abgenommen. Beide waren jetzt durch eine Rinne etwas tieferen Drucks zwischen Hochdruckgebieten im NE und SW verbunden. Infolge der Annäherung des südlichen Minimums dehnten sich die Niederschläge am 2. September über das ganze Sudetengebiet aus, die größten Mengen fielen aber erst in der Nacht vom 2. zum 3.<sup>1)</sup> Fast

<sup>1)</sup> Infolgedessen sind die bis zum 3. früh gefallenen Mengen über 20 mm auch erst auf der Luftdruckkarte vom 3. 7<sup>a</sup> eingetragen. Besser würde sich allerdings dazu die nicht gezeichnete Karte vom 2. Sept. 9<sup>l</sup> geeignet haben, zu welchem Zeitpunkt das Zentrum der Depression noch etwas südlicher lag.

auf der ganzen linken Seite der Oder von der Quelle bis zum oberen Bober betragen die Niederschläge am 3. früh über 30 mm.

Die höchsten Beträge wurden im Gebiet der Glatzer Neiße gemessen, wo die Station Neiße 89, Reichenstein 70 und mehrere andere Orte noch über 60 mm verzeichneten. Auch im oberen Bobergebiet kamen Mengen über 60 mm vor, und zwar beobachtete Schmiedeberg i. R. das Maximum mit 71 mm. Übrigens fielen auch innerhalb eines ziemlich großen Bezirks von der oberen Moldau bis zum Inn Mengen über 60 mm.

Im Laufe des 3. September ließen die Niederschläge allmählich nach, da die Depression sich weiter nach N entfernte und am Abend bereits die Danziger Bucht erreichte. Immerhin fielen im Bober- und Katzbachgebiet noch ganz erhebliche Mengen, in Grenzdorf (Queiß) 49 mm und auch an einigen anderen Orten über 40 mm.

Die Temperaturverteilung während dieser Periode war derartig, daß am 31. im NW von Mitteleuropa im Bereich des Hochdruckgebiets kühles Wetter mit Temperaturen bis unter 9°, im Süden aber größere Wärme herrschte, wobei eine Zunge höherer Temperatur in die Furche tieferen Luftdrucks hineinreichte. Am folgenden Tage breitete sich mit dem Vordringen des Hochdruckgebiets auch die kühle Temperatur weiter aus. Im Osten war es etwas wärmer als im Westen. Am 2. September hatte sich die Temperaturabnahme nach der Schweiz und noch weiter südlich, sowie nach den Ostseeprovinzen ausgedehnt. Im westlichen Norddeutschland war die Temperatur noch mehr zurückgegangen. Die Temperatur nahm im allgemeinen von NW nach SE zu, so daß die Isothermen einen ähnlichen Verlauf hatten wie die Isobaren. Am 3. September stieg besonders im Osten die Temperatur, und zwar auf der Ostseite des heraufkommenden Minimums infolge der dort herrschenden südlichen Luftströmung.

Die größten Niederschläge während der Zeit vom 30. August bis 3. September fielen auf der linken Seite der Oder im Sudetengebiet. Nachstehend seien die höchsten Regensummen aus den genannten Tagen für die einzelnen Flußgebiete aufgeführt: Quelloder: Drömsdorf 122 mm; Hotzenplotz: Schnellewalde 125 mm; Oppa: Gabel 115 mm; Glatzer Neiße: Reinerz 150 mm; Weistriz: Nieder Wüstegiersdorf 128 mm; Bober: Schmiedeberg 138 mm. Außerdem hatten besonders im Gebiet der Glatzer Neiße, des Bobers und der Weistriz noch eine ganze Anzahl anderer Orte mehr als 100 mm aufzuweisen.

Die Folge dieser Niederschläge waren wiederum Hochwassererscheinungen, die in der Oder selbst und in den meisten betroffenen Nebenflüssen allerdings nur mäßig, dagegen im Bober ziemlich stark auftraten, obwohl das Gebiet der Glatzer Neiße mindestens ebensoviel, wenn nicht mehr Niederschlag empfangen hatte. Da in den letzten Tagen vor dem 30. August keine stärkeren Niederschläge im Bereich des Bobers gefallen waren, so muß diese verschiedene Einwirkung auf den Wasserstand wohl auf die etwas ungünstigeren Abflußverhältnisse im Bober zurückgeführt werden.

In den folgenden Tagen herrschte bei steigendem Luftdruck in Mitteleuropa meist ruhiges, heiteres Wetter. Am 6. September begann jedoch der Luftdruck abzunehmen. Ein vorher im N von Schottland befindliches Minimum lag am 7. früh über Skandinavien und zeigte an seinem Südrande Ausbuchtungen der Isobaren, die das Eintreten von Gewittern wahrscheinlich machten. Im Osten und über den Alpen lagen Gebiete hohen Drucks, getrennt durch eine schmale Rinne, welche die Verbindung der nördlichen Depression mit einer flachen südlichen über der Adria und dem westlichen Mittelmeer herstellte. Abends hatte sich diese Furche niederen Druckes stark verbreitert, dabei etwas vertieft und zeigte in ihrem Innern eine Anzahl kleiner Minima. Infolgedessen traten nachmittags und nachts im Odergebiet besonders zwischen Weistritz und Lausitzer Neiße Gewitter auf, die stärkere Niederschläge im Gefolge hatten. Diese Niederschläge dauerten während der Nacht bis zum nächsten Tage nachmittags als Landregen fort. Die Karte vom 8. September früh zeigt nämlich, daß sich in die Rinne eine Zunge tieferen Luftdrucks von der über Italien liegenden Depression aus nach N vorgeschoben hatte mit einem Minimum von etwa 759 mm in der Gegend von Wien. Ob dieses von Italien her gekommen war oder sich aus einem der kleinen schon vorhandenen Minima weiter entwickelt hatte, kann nicht bestimmt gesagt werden. Das letztere ist wohl wahrscheinlicher. Unter dem Einfluß dieses Minimums, das nordöstlich weiter zog und abends ostwärts von Warschau lag, fielen die ziemlich starken Niederschläge in der Nacht und bis zum 8. nachmittags, hauptsächlich von der Glatzer Neiße bis zum Bober und rechts von der Oder im Gebiet der Bartsch. Auch am vorderen Rande der Depression von Ostpreußen bis nach Polen hinein gingen größere Regenmengen, diese aber infolge von Gewittern nieder.

Die Summe der Niederschläge vom 7. und 8. September überstieg an vielen Orten vom Bereich der Glatzer Neiße ab bis zu dem des Bobers 60 mm. Reinerz (Gl. Neiße) verzeichnete vereinzelt sogar 132 mm, sonst kamen Mengen über 100 mm nicht vor. Als nächstgrößte Beträge wurden beobachtet: in Börnchen (Katzbach) 90 mm, in Neumarkt (Neumarkter Wasser) 88 mm, in Striegau (Weistritz) 87 mm, in Sulau (Bartsch) 78 mm, in Wang (Bober) 77 mm und in Schmiedeberg (Bober) 76 mm. Wie man schon aus dieser Zusammenstellung sieht, erstreckten sich die starken Niederschläge bis weit in die Ebene hinein, und zwar fiel ein großer Anteil als Landregen. Die Folge davon war eine erneute Anschwellung der Flußläufe, die aber wieder nur beim Bober von erheblicher Bedeutung war, da dort ein höherer Wasserstand eintrat als infolge der Regengüsse zu Anfang des Monats. Außerdem verstärkte die neue Boberwelle das Hochwasser der Oder unterhalb Krossen.

Die Minima, welche die Veranlassung zu den Hauptniederschlägen gaben, sind in beiden Perioden der Zugstraße Vb zuzurechnen.

### Das Hochwasser zu Ende Juli 1889.

(Taf. 24 und 25.)

Am Morgen des 26. Juli lag an der Nordspitze von Jütland ein Minimum unter 744 mm, das in Mitteleuropa Regenfälle hervorrief, die allerdings nur stellenweise von größerer Stärke waren. Am Südrande der Depression traten nachmittags Gewitter auf, so auch im Oderquellgebiet, wo infolgedessen an einzelnen Orten größere Regenmengen fielen. Der Höchstbetrag von 48 mm wurde in Drömsdorf (Mähren) gemessen. Im Laufe des Tages bildete sich eine von dem nördlichen Minimum nach Italien reichende Furche tieferen Drucks zwischen zwei Gebieten höheren Drucks im E und W, die offenbar die Entstehung der Gewitter begünstigte.

Am 27. Juli früh war diese Rinne gut entwickelt. Sie verlief nordsüdlich durch das östliche Deutschland und das westliche Ungarn und verband die nördliche, mit ihrem Kern jetzt über Südschweden liegende und etwas verflachte Depression mit einem über Oberitalien erschienenen Minimum unter 749 mm. Das westliche Hochdruckgebiet drängte sich keilförmig zwischen beide Depressionen.

Das südliche Minimum zog im Laufe des Tages nach ENE in die Rinne hinein und lag abends östlich von Budapest, während das nördliche Minimum weiter ausgefüllt wurde. Das westliche Maximum drang dabei weiter vor und bildete einen spitzen Keil nördlich der Alpen.

Unter dem Einfluß des nördlichen Minimums waren im Oder- und Weichselgebiet, also innerhalb der Furche niedrigeren Luftdrucks, nur mäßige Niederschläge gefallen. In Ostpreußen traten nachmittags Gewitter auf. In der Nacht zum 28. Juli fing es aber im Quellgebiet der Oder und Weichsel infolge des Herannahens des südlichen Minimums stärker zu regnen an. Es fielen dort bis zum Morgen auf größerem Gebiet mehr als 20 mm, im Bereich der obersten Oder bis über 30, in dem der oberen Weichsel bis über 40 mm.

Am 28. früh lag das südliche Minimum, das sich nun bis auf 748 mm vertieft hatte, zwischen Warschau und Lemberg, das nördliche dagegen war nur noch durch eine starke Ausbuchtung der Isobare von 753 mm über der Ostsee bemerkbar. Der hohe Druck war dabei etwas weiter von W nach E vorgedrungen. Während das erstgenannte Minimum zuletzt die Zugrichtung nach NNE genommen hatte, wandte es sich jetzt langsam nach NW und lag, bis auf 745 mm vertieft, abends etwas nördlich von Warschau. In der Nacht zum 29. war seine Fortbewegung ganz gering; denn es befand sich am Morgen dieses Tages in unveränderter Tiefe nur wenig nordwestlich von Warschau. Da der hohe Luftdruck von W her gleichzeitig noch weiter nach E keilförmig vorgerückt war, entstand eine wesentliche Verstärkung des Gradienten auf der SW-Seite der Depression.

Infolge der Änderung der Zugrichtung des Minimums von NNE nach NW, also näher dem Oderlauf, breiteten sich im Laufe des 28. die Nieder-

schläge auf der ganzen rechten Seite des Flusses bis über die Weichsel hinweg aus. Auf einem großen Gebiet von der obersten Weichsel an bis zur Ostsee gingen bis zum 29. früh über 20 mm Regen nieder, während auf der linken Seite der Oder nur in den Gebirgen 10 mm etwas überschritten wurden. Die größten Mengen fielen von der Warthe nach E bis über die Weichsel hinaus. Im Bereich der Warthe wurden von der Station Samter 72 mm und an mehreren anderen Orten über 50 mm gemessen; auch im Bartschgebiet betrug das Maximum über 50 mm. Im Weichselgebiet erreichte es 74 mm zu Krasiniee. Nachmittags und nachts traten im Bereich der Oder allenthalben Gewitter auf, auch auf der linken Seite.

Im Laufe des 29. Juli wechselte die Lage des Minimums nur wenig. Am Abend befand es sich immer noch ganz in der Nähe von Warschau und zwar jetzt im ENE, so daß es nach ESE gezogen war. Allerdings hatte es an Tiefe ein wenig abgenommen, dagegen war der hohe Luftdruck von W noch weiter keilförmig vorgedrungen, so daß der Gradient im oberen Odergebiet sich verstärkte. Im Gefolge dieser Wetterlage fielen während des ganzen Tages starke Niederschläge, besonders auch auf der linken Oderseite. Die größten Mengen aber wurden im Bereich der rechten Zuflüsse des Oderquellgebiets gemessen. Von der Ostrawitzka zur Olsa fielen im Laufe des Tages auf einem zusammenhängenden Streifen über 90 mm Regen. Das Maximum von 102 mm wurde in Peterswald beobachtet. Auf der linken Oderseite kamen auch vielfach Mengen über 50 mm vor; der Glatzer Schneeberg empfing sogar 90 mm. Im Bober- und Katzbachgebiet überstiegen die Maxima 60 mm.

Im Riesen- und Isergebirge waren auf der Südseite des Kammes, also schon im Elbegebiet, die Niederschläge stärker als auf der Nordseite, offenbar weil die Windrichtung im allgemeinen westlich war, die zugeführten Luftmassen also bei der Streichrichtung des Gebirges von WNW nach ESE zunächst mit der Südseite in Berührung kamen. Aus eben dem Grunde wurden auch die größten Niederschlagsmengen im Bereich des Bobers im Bober-Katzbach-Gebirge beobachtet und nicht in seinem Quellgebiet. In der Nacht vom 29. zum 30. zog dann das Minimum rasch nordwärts und lag früh bei Riga, von wo aus es sich dann nach ENE weiter bewegte. Am 30. fielen im Odergebiet auf der linken Seite fast gar keine, auf der rechten nur noch geringe Niederschläge.

Die Temperatur war am 26. früh, als das Minimum über Jütland lag, so verteilt, daß im N und NW kühles Wetter herrschte, während nach dem S- und SE-Rande der Depression hin die Temperatur zunahm. Als sich am 27. morgens die von N nach S verlaufende Rinne tieferen Drucks entwickelt hatte, war es auf ihrer Ostseite unter der Einwirkung der dort wehenden südlichen Winde sowie im S warm, während im W unter dem Einfluß westlicher Winde kühleres Wetter herrschte. Am 28. hatte sich infolge des Heraufkommens des südlichen Minimums die höhere Temperatur im E weiter nach

N verbreitet, wogegen in ganz Deutschland und Österreich wegen ihrer Lage auf der Westseite der Depression das kühle Wetter anhielt.

Am 29. zeigte der Osten der Depression einen erheblich geringeren Überschuß an Wärme gegenüber dem Westen als vorher. Wahrscheinlich rührte dies daher, daß die auf der Ostseite herrschenden südlichen Winde in Wirklichkeit nicht Luft aus entfernten südlichen, erwärmten Gegenden herbeiführten, sondern tatsächlich Luftmassen, die aus W stammten. Ein Blick auf die Isobarenkarte zeigt deutlich, daß ein Lufttransport aus dem warmen Süden durch den im S der Depression vorspringenden Keil höheren Drucks verhindert wurde. Erst weiter östlich im Innern von Rußland nahm die Temperatur erheblicher zu.

Zieht man die Gesamtmengen der in den Tagen vom 26. bis 29. Juli gefallenen Niederschläge in Betracht, so wurden die größten Beträge auf der rechten Seite des obersten Laufes der Oder im Gebiet der Olsa und Ostrawitz gemessen, und zwar in Ober Morawka 198, in Ostrawitz 162 und in Teschen 155 mm. Sonst blieben die Niederschlagssummen unter 150 mm. Mengen über 100 mm kamen im übrigen auf der rechten Seite bis zur Warthe hinauf vor. Dagegen erreichten auf der linken Seite die gefallenen Gesamtmengen, abgesehen vom Glatzer Schneeberg, nirgends ganz den Betrag von 100 mm. Starke Hochwassererscheinungen traten auch nur im Oberlauf der Oder auf, während weiter abwärts die Anschwellung immer geringer wurde.

Der Weg, den das Minimum einschlug, ist wieder der Zugstraße Vb zuzurechnen, und zwar lag er ziemlich weit östlich.

### **Das Hochwasser zu Anfang Oktober 1889.**

(Taf. 25 und 26.)

Am Morgen des 25. September lag an der Küste von Jütland ein tiefes Minimum unter 735 mm, das weitverbreitete Niederschläge im Gefolge hatte, so auch im Odergebiet, wo sie jedoch nur in den Sudeten stellenweise 20 mm in 24 Stunden überstiegen.

Am 26. früh befand sich die Depression, deren Tiefe bis auf 743 mm abgenommen hatte, über Südschweden, während nördlich der Alpen ein Keil hohen Luftdrucks von einem westlichen Maximum her nach E vorgedrungen war. Die Niederschläge nahmen infolgedessen ab und erreichten im Odergebiet an diesem Tage nur wenige Millimeter.

Am 27. früh lag das Minimum, das sich weiter etwas verflacht hatte, bei der Insel Gotland, der hohe Druck im S der Depression war noch mehr nach E vorgedrungen. Im Laufe des Tages begann jedoch der Luftdruck über Mitteleuropa wieder abzunehmen, die Depression vertiefte sich und gewann an Ausdehnung. Am 28. morgens lag das Minimum in einer Tiefe von etwa 740 mm über dem mittleren Schweden, während sich das Depressionsgebiet bis nach Süddeutschland und Österreich ausgebreitet hatte.

Infolgedessen waren die Niederschläge wieder stärker geworden. Im größeren Teil des Odergebiets wurden am Morgen des 28. September mehr als 10 mm Niederschlag gemessen, vom Unterlauf des Bobers auf einem Streifen nach NW in das Elbegebiet hinein allenthalben über 20 mm. Die Station Herwigsdorf verzeichnete sogar 40 mm Regen. Auch im Oberlauf des Bobers kamen stellenweise erheblichere Niederschlagsmengen zur Messung, so in Jakobsthal, wo 54 und auf der Neuen Schlesischen Baude, wo 41 mm beobachtet wurden. Im allgemeinen fielen jedoch im Riesen- und Isergebirge auf der Südseite, bereits im Bereich der Elbe, stärkere Niederschläge als auf der Nordseite, da die Windrichtung südwestlich war. Auch am 28. setzten sich die Niederschläge fort, erreichten aber größere Beträge nur im Berglande. Drömsdorf (Quelloder) beobachtete bis zum 29. früh 45 mm, im Gebiet der Glatzer Neiße und des Bobers stiegen die Maxima bis etwas über 30 mm.

Am 29. früh lag das Minimum, das nach SW gezogen war, an der Westküste Schleswig-Holsteins. Im S hatte der Luftdruck weiter abgenommen, und an der ligurischen Küste war ein Minimum von 749 mm erschienen, das bereits einen Ausläufer nach Steiermark entsandte und durch eine Druckfurchen mit der nördlichen Depression verbunden war.

Am Morgen des 30. September hatte sich das nordwestliche Minimum an Ort und Stelle etwas verflacht, während das oberitalienische Minimum jetzt eine Zunge tieferen Drucks mit mehreren Minima bei Krakau und Budapest bis nach Galizien und Mähren sandte. Im E und W lagen barometrische Maxima. Die südliche Teildepression löste sich im Laufe des 30. von dem Minimum über Oberitalien ab und lag, nach N ziehend und sich verflachend, am Abend bereits beim Kurischen Haff. Die nordwestliche Depression hatte sich weiter ausgefüllt und in verschiedene kleinere Minima aufgelöst, dagegen zeigte das südliche Minimum offenbar Neigung, weiter nördlich vorzurtücken, indem es bereits einen Ausläufer nach dem westlichen Ungarn vorschob.

Inzwischen hatten die Niederschläge im Laufe des 29. bei steigendem Luftdruck nachgelassen, es traten jedoch solche in nicht bedeutendem Maße im Gefolge des nach N ziehenden Teilminimums im Odergebiet von der Nacht zum 30. bis zum Vormittag dieses Tages auf. In der folgenden Nacht fielen jedoch wieder ziemlich bedeutende Regenmengen. Das südliche Minimum kam nämlich jetzt weiter herauf und lag am 1. Oktober früh in einer Tiefe von etwa 750 mm nördlich von Wien. Auf einem nach S zu breiter werdenden Streifen von der Oder (in der Gegend der Katzbach) über oberen Bober, Weistritz und Glatzer Neiße hinweg bis zur Donau fielen überall mehr als 20 mm Regen, am meisten, bis über 60 mm, im Gebiet der March. Im Odergebiet empfing der Glatzer Schneeberg mit 51 mm die größte Niederschlagsmenge, sonst blieben die Beträge unter 40 mm. Die rechte Seite der Oder ebenso auch die oberen linken Zuflüsse hatten wenig Regen. Es hing dies mit der Bahn des Minimums zusammen. Dieses zog nämlich, abweichend von

dem üblichen Wege, den sonst die von Italien und der Adria heraufkommenden Depressionen zu nehmen pflegen, nach NNW und lag am Abend des 1. bereits westlich von der Odermündung. Die rechte Seite der Oder und das Quellgebiet blieben daher auf der Ostseite des Minimums. Wegen der raschen Fortbewegung der Zyklone ließen die Niederschläge in Schlesien auch bereits am Vormittag des 1. Oktober nach <sup>1)</sup>).

Unterdessen war jedoch über Oberitalien eine neue Depression erschienen, die sich auch sogleich wieder anschickte, hinter der vorangegangenen her nach N zu ziehen. Am Morgen des 2., während die letztere nach der Westküste Schlesiens gezogen war, wo sie sich ausfüllte, war nämlich das südliche Minimum von Oberitalien nach Bosnien vorgerückt und zeigte durch den im E der Alpen nach N aufsteigenden Verlauf der Isobaren das Bestreben, nordwärts weiter zu wandern. Abends lag es, ohne seine bisherige Tiefe von etwa 750 mm geändert zu haben, schon zwischen Breslau und Frankfurt a. O. und am Morgen des 3. etwas vertieft in der Gegend von Berlin, von wo es sich dann in nordwestlicher Richtung fortbewegte. Sein Weg war also dem des vorangegangenen ziemlich ähnlich. Von W war dabei hoher Druck keilförmig vorgedrungen, wodurch eine Verstärkung des Gradienten eintrat. Dieses Minimum war wiederum die Veranlassung zu beträchtlichen Niederschlägen auf seiner Westseite, die sich infolge der ziemlich weit westlich gelegenen Bahn auf der linken Seite der Oder ausbreiteten und am stärksten schon das Elbegebiet betrafen, wo auf große Strecken hin die 24stündigen Mengen mehr als 50 mm betragen. Aber auch im Odergebiet waren die gefallenen Niederschläge nicht gering. Die größten Beträge wurden im Riesengebirge gemessen, wo Wang 65 und noch eine Anzahl anderer Stationen über 50 mm beobachteten. Über 20 mm Regen fielen durchweg vom Oberlauf der Oppa nordwestlich in einem Bezirk, der den Oberlauf der Glatzer Neiße und Weistritz und den größten Teil des Gebiets der Katzbach, des Bobers und der Lausitzer Neiße umfaßte.

Bezüglich der Temperaturverteilung während dieser Periode sei nur bemerkt, daß es am Morgen des 29. September, bevor das über Oberitalien liegende Minimum heraufkam, im N am kältesten, im S dagegen am wärmsten war; der Unterschied zwischen Südschweden und der Küste Dalmatiens stieg bis auf 16°. In den dazwischen liegenden Gegenden waren die Temperaturgegensätze nicht bedeutend. Im Osten war es ein wenig wärmer als im Westen. An den folgenden Tagen zeigte sich wieder entsprechend dem Heraufziehen der von S her kommenden Depressionen eine von SE ausgehende und allmählich weiter nordwärts über den ganzen Osten fortschreitende Erwärmung (infolge der südlichen Winde auf der Ostseite der Minima), die im Gegensatz stand zu dem im W herrschenden kühlen Wetter. Am 3. Oktober

<sup>1)</sup> Die Niederschläge in der Nacht vom 30. Sept. zum 1. Okt. sind auf der Luftdruckkarte vom 1. 7<sup>a</sup> eingetragen, da am 30. 9<sup>p</sup> das Minimum noch über Italien lag.

erstreckte sich die höhere Temperatur bis nach Südkandinavien, offenbar durch die an der Ostseite des Minimums wehenden SE-Winde herbeigeführt.

Die Gesamtsumme der während der Tage vom 25. September bis 2. Oktober gefallenen Niederschlagsmengen waren im Bereich der Elbe unstrittig größer als in dem der Oder, weniger bezüglich der höchsten Niederschlagssummen, die in beiden Gebieten ziemlich gleiche Höhe erreichten, als hinsichtlich der Ausbreitung der starken Regenfälle.

Im Odergebiet wurde, wie schon aus den früheren Angaben über die an den einzelnen Tagen gefallenen Regenmengen hervorgeht, hauptsächlich die linke Seite betroffen und zwar am meisten der Oberlauf des Bobers. Die größten Regensummen hatten dort aufzuweisen: Jakobsthal 202, Neue Schlesi-sche Baude 181 und Wang 160 mm. Im Gebiet der Lausitzer und Glatzer Neiße erreichten die Maxima nicht ganz 150 mm.

Die im Gefolge dieser Regenfälle auftretenden Hochwassererscheinungen betrafen daher hauptsächlich den Bober, der ungefähr denselben Wasserstand erreichte, wie zu Anfang September 1888. Glatzer und Lausitzer Neiße hatten nur mäßiges Hochwasser. Die Oder selbst zeigte in ihrem Oberlauf keine nennenswerte Anschwellung, erst unterhalb der Mündung der Glatzer Neiße erreichte sie eine mäßige Höhe.

Die Zuteilung der als Ursache der Niederschläge anzusehenden Minima zu bestimmten Zugstraßen stößt auf gewisse Schwierigkeiten. Das in den ersten Tagen die Lage beherrschende nördliche Minimum bewegte sich vom 24. bis 27. September langsam auf der Zugstraße IV von der östlichen Nordsee bis zur Insel Gotland, zog dann aber umbiegend nach NW und darauf zurück südwestlich wieder bis zur Schleswig-Holsteinischen Nordseeküste. Die von S kommenden Minima werden am besten der Zugstraße Vb zugeteilt, ihre Bahn verlief aber weit westlich und nicht wie gewöhnlich auf die russische Ostseeküste zu, sondern nach Schleswig-Holstein, ebendorthin, wo die nördliche Depression sich ausgefüllt hatte.

### **Das Hochwasser zu Anfang September 1890.**

(Tafel 26 und 27.)

Am Morgen des 29. August lag eine Depression mit einem Ausläufer nach Oberitalien über dem westlichen Mittelmeer. Von da aus reichte bis nach Mähren hinauf eine ganz flache Zunge etwas niedrigeren Drucks. Ein zweites tieferes Minimum befand sich über Nordskandinavien. Am Abend desselben Tages war das südliche Depressionsgebiet, wie es schon morgens die flache Zunge tieferen Drucks andeutete, weiter nach N ausgebreitet. In der Nähe von Wien lag ein Minimum unter 756 mm, ein zweites etwas tieferes von 753 mm bei Turin. Die nördliche Depression sandte einen Ausläufer tieferen Drucks nach dem westlichen Deutschland. Am 30. August früh waren die beiden Tiefdruckgebiete mit einander in Verbindung getreten, wobei der

Ausläufer des nördlichen Minimums jetzt zur Teildepression des von S stammenden geworden war. Letzteres hatte sich unter geringer Vertiefung noch weiter nach N ausgebreitet und zeigte zwei Kerne, den einen über Steiermark und den zweiten, wenig ausgesprochenen, an der schlesisch-polnischen Grenze. Das Minimum über Oberitalien war etwas weiter nach E gezogen, erlangte aber keine Bedeutung, da es flacher wurde und nach SE abzog. Von W her drängte sich im N der Alpen ein Keil hohen Druckes in das Depressionsgebiet hinein.

Mit dem Herannahen der südlichen Depression traten auch Niederschläge ein, die auf ihrer Westseite von den Alpen bis zur Danziger Bucht hinauf reichten und bis zum Morgen des 30. August im Odergebiet, im Bereich des Oberlaufs des Bobers und der Lausitzer Neiße, 30 mm überschritten. Am Abend des 29. traten in Mittel- und Niederschlesien an der Vorderseite des Minimums Gewitter auf.

Am 30. abends war der hohe Druck weiter von W nach E vorgedrungen und hatte sich auch mehr nach N ausgebreitet. Der südliche Teil des Depressionsgebiets mit dem Kern über Steiermark war dadurch erheblich nach E gedrängt worden, wo er flacher wurde. Der nördliche Kern dagegen hatte sich stark entwickelt und war nordwärts nach der Ostseeküste bei Memel gezogen, von wo er dann weiter nach NNE wanderte. Infolgedessen ließen die Niederschläge im Odergebiet nach. Es regnete am 30. meist nur noch vormittags, und zwar erreichten die gefallen Mengen nirgends 20 mm.

Am 31. früh hatte sich das Maximum noch weiter östlich ausgebreitet; es herrschte daher an diesem Tage im Bereich der Oder meist trockenes Wetter. Über Deutschland stieg im Laufe des Tages der Luftdruck noch mehr, dagegen fing er südlich der Alpen und in Österreich-Ungarn zu sinken an. Am Morgen des 1. September zog sich ein langgestrecktes Minimum vom ligurischen Meerbusen bis nach dem südlichen Ungarn hin.

Am 2. September früh lag diese Depression weiter östlich, hatte aber ihren Bereich mehr nach N ausgebreitet, so daß die Isobaren im östlichen Deutschland die Richtung SW—NE erhielten. Dabei war von W der hohe Druck noch weiter vorgerückt, was eine Verstärkung des Gradienten auf der NW-Seite der Depression zur Folge hatte.

Infolge der Annäherung dieser neuen Depression traten im Oberlauf der Oder nachts vom 1. zum 2. September in Begleitung von Gewittern Niederschläge ein, die in einem großen Bezirk links bis zur Glatzer Neiße und rechts im Malapanengebiet allenthalben bis zum 2. morgens 20 mm überstiegen, mit Maxima über 40 mm. Im Bereich der rechten obersten Zuflüsse, zumal der Ostrawitza und Olsa, sowie auch im Sudetengebiet wurden dagegen nur geringfügige Beträge beobachtet. Größere Niederschlagsmengen als im Gebiet der Oder fielen aber in dem der Elbe, besonders im südlichen Böhmen, wo vielfach über 50 und mehrfach sogar über 70 mm gemessen wurden. Am

2. regnete es weiter, am stärksten erst nachmittags und nachts. Die Wetterlage blieb dabei ziemlich unverändert, nur nahmen die Isobaren auf der Westseite der Depression bis zur Ostsee hinauf eine noch nördlichere Richtung an, wodurch die Zufuhr feuchter Luft von der See her gefördert wurde. Die meisten Niederschläge im Odergebiet fielen wieder auf der linken Seite, jetzt auch im Quellgebiet des Bobers. Dort betrug am 3. früh die größte gemessene Menge 60 mm, die in Wang beobachtet wurde. Etwas stärker waren sie noch im Bereich der Glatzer Neiße, wo in Ramsau als Höchstbetrag 69 mm gemessen wurde, während Mengen über 50 mm noch mehrfach vorkamen. Auf der rechten Seite der Oder fielen die Hauptniederschläge im Oberlauf sowie im Oberlauf der Bartsch und der Warthe, überstiegen aber nur in Ostrawitz 40 mm. Weit mehr wurde jedoch auch an diesem Tage das Elbegebiet in Böhmen, speziell die Moldau betroffen, wo an zahlreichen Orten die gemessenen Mengen 50 mm, im Höchstbetrage sogar 80 mm überstiegen.

Bei unveränderter Wetterlage hielten dann die Niederschläge auch am 3. September noch an, sie verstärkten sich dabei im Odergebiet, wo wieder die linke Seite bis zum Oberlauf des Bobers am meisten erhielt. Die Maxima betragen an den Stationen: Wang (Bober) 79 mm, Forstbauden (Bober) 75 mm, Kaschbach (Weistritz) 82 mm, Glatzer Schneeberg (Gl. Neiße) 73 mm. An einer größeren Zahl von Orten wurden über 50 mm beobachtet, auch im Gebiet der Oppa und der Hotzenplotz, sowie rechts in dem der Klodnitz und Bierawa. Ebenfalls fielen im ganzen böhmischen Elbegebiet bis über die Donau hinweg an diesem Tage noch stärkere Niederschläge.

Am 4. September morgens hatte sich das Minimum etwas weiter nach E verlagert, die Niederschläge ließen daher nach, überstiegen aber im Sudetengebiet, besonders im Iser- und Riesengebirge, noch häufig 20 mm. Die Depression zog dann weiter in östlicher Richtung fort.

Die Temperatur nahm während der ganzen Periode im allgemeinen von NW nach SE zu und zwar bereits am Morgen des 29. August, an dem die südliche Depression noch über dem westlichen Mittelmeer lag, allerdings aber schon eine ganz flache Zunge etwas tieferen Drucks nach Österreich hinein sandte. In den folgenden Tagen stand die Verteilung der Temperatur im engeren Zusammenhange mit der des Luftdrucks, indem die Winde aus nördlichen Richtungen auf der Westseite der Depression Abkühlung, die aus südlichen Richtungen auf der Ostseite Erwärmung brachten. Bemerkenswert erscheint aber doch der Umstand, daß die Erwärmung sich etwas über die Mitte der Depression hinaus nach W erstreckte, wo schon keine südlichen Winde mehr herrschten, allerdings nur so weit, als keine Niederschläge fielen.

Die höchsten Niederschlagssummen für die Tage vom 29. August bis 4. September kamen im Bereich der Oder im Quellgebiet des Bobers vor, wo Wang 208 mm und die Forstbauden 197 mm erhielten. Bei den Stationen der übrigen linken Nebenflüsse von der Oppa bis zur Lausitzer Neiße stiegen

die Maxima etwas über 150 mm. Auf der rechten Seite dagegen blieben die Gesamtmengen allenthalben unter 100 mm. Im böhmischen Elbegebiet waren die gefallenen Regenmengen noch größer. Dort überstiegen die Gesamtsummen 250 mm, und weitaus der größte Teil des Moldaugebiets empfing über 100 mm Niederschlag.

Da das Quellgebiet der Oder durch die Regenfälle nicht erheblich in Mitleidenschaft gezogen wurde, begannen stärkere Hochwassererscheinungen in der Oder erst weiter unterhalb, wo die linken Nebenflüsse größere Wassermassen zuführten. Recht bedeutend waren besonders die Anschwellungen der Glatzer Neiße und des Bobers. Da jedoch die Flutwellen der linken Nebenflüsse unterhalb der Glatzer Neiße die Oder vor Ankunft des durch die oberen Nebenflüsse verursachten Hochwasserscheitels erreichten, wurde eine übermäßige Anschwellung der Oder selbst verhindert. Erheblich größer als das Hochwasser der Oder war das der Donau und der Elbe, besonders das der Moldau.

Von der Depression, die vom 29. bis 31. August die Wetterlage beherrschte, löste sich der nördliche Teil los und zog auf der Zugstraße Vb weiter, während der südliche sich lediglich etwas nach E verlagerte und dort verflachte. Die zweite südliche Depression, welche die Ursache der Hauptniederschläge war, kam nicht herauf, sondern zog auf der Straße Vc nach E.

### Das Hochwasser im Juli 1891.

(Taf. 28 und 29.)

Diese Hochwasserperiode zerfällt in zwei Abschnitte, von denen der zweite die eigentliche Hochwasserzeit darstellt, während der erste einen vorbereitenden Charakter hat.

Am 12. Juli 7<sup>a</sup> zeigt die Isobarenkarte ein Minimum in Nordosteuropa mit einem flachen Teilminimum über Rügen, während sich außerdem ein flaches Tiefdruckgebiet im SE befindet. Im E und W liegen Hochdruckgebiete, getrennt durch eine Furche tieferen Drucks, in der vielfach, so auch in Schlesien, Gewitter stattfanden, die aber keine großen Niederschläge herbeiführten.

Am nächsten Morgen war das nordöstliche Minimum verschwunden und der Luftdruck überall gestiegen, nur nicht im Südosten, wo das Tiefdruckgebiet weiter bestand. Hierdurch wurden die Luftdruckunterschiede in der Richtung NW—SE verstärkt. Die Depression fing im Laufe des Tages an, sich nordwärts in Bewegung zu setzen. Am Abend des 13. lag das Minimum, etwa 757 mm tief, über dem östlichen Galizien. Dabei war aber der Luftdruck im W und N davon nicht gesunken, sondern eher etwas gestiegen, so daß eine weitere Verstärkung des Gradienten eintrat. Am 14. früh war das Minimum, jetzt nordwestlich ziehend und sich noch etwas vertiefend, in die Gegend von Kalisch gelangt.

Mit der Annäherung des Minimums traten auf seiner Westseite im Odergebiet Niederschläge ein, die am 13. entsprechend der östlichen Lage der Depression besonders über die rechte Seite der Oder und in das Weichselgebiet hinein reichten. Sie fielen hauptsächlich nachmittags und nachts. Vereinzelt kamen auch Gewitter vor. Die größten Mengen wurden im Bereich der Ostrawitza und Olsa und im Anschluß daran im obersten Weichselgebiet gemessen. Dort fiel am Morgen des 14. in Ober Morawka (Ostrawitza) das Maximum mit 122 mm, das allerdings allein dastand, da die nächstgrößten Mengen nur etwas über 50 mm betragen. Sonst erreichten die im Bereich der übrigen rechten Nebenflüsse gemessenen Höchstbeträge nur vereinzelt 40 mm.

Auf der linken Seite kamen bis zur Glatzer Neiße etwas größere, 20 mm übersteigende Mengen vor, während sonst fast durchweg weniger als 10 mm beobachtet wurden.

Am 14. Juli setzte sich der Regen im Odergebiet noch den ganzen Vormittag, z. T. bis zum Nachmittag fort, doch rückte die Niederschlagszone, entsprechend dem Vordringen des Minimums, mehr nach W, so daß jetzt die linke Seite der Oder bis hinauf zur Küste die meisten Niederschläge empfing. Dabei fanden stellenweise Gewitter statt, in deren Gefolge gerade die größten Mengen fielen. Die höchsten Beträge wurden im Gebiete des Bobers und der Lausitzer Neiße beobachtet, so in Greisitz am Bober 105 mm und an den in der Nähe gelegenen Stationen Sagan und Sorau 78 und 70 mm. Das Bobergelände verzeichnete also die größten Mengen im Flachland, wobei es sich um Gewitterregen handelte, dagegen wurde im Gebiet der Lausitzer Neiße das Maximum von 70 mm in Weißbach, also im Isergebirge, beobachtet, obwohl auch da die Ebene Beträge bis über 50 mm aufzuweisen hatte. Wesentlich geringer waren die Niederschläge im Gebiet der weiter oberhalb gelegenen Nebenflüsse, wo die Maxima 50 mm nicht erreichten. Von der Hotzenplotz aufwärts blieben sie sogar unter 20 mm.

Das Minimum zog dann weiter nach WNW, lag am 15. früh an der Elbe vor Hamburg und bewegte sich nach der Nordsee zu. Infolgedessen fielen am 15. keine oder nur noch unbedeutende Niederschläge im Odergebiet. Am 16. traten daselbst trotz weitverbreiteter Gewitter auch keine erheblichen Niederschläge auf, ebenso wenig am 17.

Die Temperaturen waren am 13. Juli früh, als sich die Depression noch im SE befand, in Deutschland und Österreich im allgemeinen etwas unter den normalen, nach NE zu war es jedoch wärmer. Diese Erwärmung im NE nahm noch in den nächsten beiden Tagen zu, als das Minimum heraufkam und dann seine Bahn nach NW einschlug. Am 14. lagen die Morgentemperaturen in den Ostseeprovinzen, obwohl dort Winde aus E bis NE herrschten, über 20°. Möglicherweise dürften die warmen Luftmassen auf der Ostseite der Depression, wo es im Innern Rußlands allgemein warm war, von Südwinden heraufgeführt worden sein, die dann allmählich nach E umbogen.

Jedenfalls ist aber die Vermutung berechtigt, daß die außergewöhnliche Bahn des Minimums mit der Temperaturverteilung in Zusammenhang stand.

Die in der eben geschilderten Periode gefallenen Niederschläge riefen in der Oder und von den Nebenflüssen besonders in der Ostrawitz und Olsa, sowie im Bober und in der Lausitzer Neiße mäßige Hochwassererscheinungen hervor. Bevor aber der Wasserstand der Oder auf die normale Höhe wieder zurückgegangen war, trat eine neue Periode noch stärkerer Niederschläge ein, die Veranlassung zur Entstehung einer großen Hochflut gab.

Am 18. Juli lag ein Minimum über Südosteuropa, ein zweites westlich von Irland, das einen flachen Ausläufer bis an die deutsche Nordseeküste sandte. Der Luftdruck über Mitteleuropa war allgemein ziemlich hoch, am höchsten im NE Europas und über Süddeutschland. Am Morgen des folgenden Tages war das nordöstliche Maximum weiter nach S ausgedehnt. Das Hochdruckgebiet über Süddeutschland war nun verschwunden, dagegen drang ein neues Maximum von SW her vor. Im NW hatte sich der von der Depression über den britischen Inseln ausgehende Ausläufer vertieft. Im SE war zwar der Luftdruck etwas gestiegen, doch bestand immer noch ein flaches Tiefdruckgebiet fort. In der zwischen den beiden Hochdruckgebieten liegenden Furche etwas niedrigeren Drucks, die beide Depressionen verband, hatten schon am Nachmittag des vorhergehenden Tages vielfach Gewitter stattgefunden, die z. T. ziemlich starke Niederschläge auf begrenztem Gebiet verursachten. Im Bereich der Oder hatte Zobten (Weistritz) 54 mm, Schrimm (Warthe) 59 mm und Daber (Ihna) 60 mm Niederschlag, sonst stiegen die Mengen nur vereinzelt über 30 mm.

Am Nachmittag und Abend des 19. Juli traten dann neue Gewitter besonders im Odergebiet auf. Die Isobarenkarte vom Abend dieses Tages zeigt nämlich, daß sich das Hochdruckgebiet von W noch weiter nach E ausgebreitet hatte und ein Maximum von 770 mm über dem südlichen Süddeutschland aufwies. Da andererseits das nordöstliche Maximum seine Lage nicht wesentlich verändert hatte, war die Rinne tieferen Drucks zwischen beiden Hochdruckgebieten schmaler geworden und umfaßte besonders das Odergebiet. Sie bildete jetzt eine noch ausgesprochener Verbindung der beiden Tiefdruckgebiete im NW und SE, von denen das letztere ein Teilminimum bei Belgrad zeigte, während die erstere etwas nach N verlagerte Depression einen Ausläufer in die Rinne sandte. Zwischen beiden lag noch ein ganz flaches Minimum an der oberen Oder.

Die im Gefolge der Gewitter nachmittags bis nachts gefallenen Niederschläge erreichten ihr Maximum im Warthegebiet, wo in Bellevue 78 mm und an mehreren anderen Orten etwas über 50 mm Regen gemessen wurden. Im schlesischen Odergebiet überstiegen die Niederschläge nur ganz vereinzelt 40 mm und betrafen dort hauptsächlich die Gegend von der Glatzer Neiße bis zum Bober.

Am 20. Juli 7<sup>a</sup> zeigte die Wetterlage mit der vom Abend vorher noch große Ähnlichkeit, nur war der Luftdruck im oberen Teil der jetzt etwas mehr östlich liegenden Rinne unbedeutend gestiegen, während andererseits das früher bei Belgrad befindliche Minimum von etwa 760 mm sich nun etwas mehr nach NW verlagert hatte und das flache Minimum an der oberen Oder ein wenig nach ENE gezogen und zum Teilminimum der unteren Depression geworden war. Bis zum 21. Juli früh kam aber die südliche Depression weiter herauf. Das Minimum lag jetzt bei Budapest, das Teilminimum aber eher etwas südlicher als vorher, und zwar nördlich von Krakau, obwohl das ganze Depressionsgebiet mehr nordwärts gerückt war. Die beiden Maxima im W und NE waren flacher geworden und miteinander in Verbindung getreten, wodurch das südliche Minimum von dem nordwestlichen, das nach N zog, abgeschnitten wurde.

Am 20. Juli regnete es im Odergebiet und zwar vorzugsweise auf der linken Seite ziemlich stark weiter, offenbar zunächst unter dem Einfluß des Teilminimums östlich der Oder, dann aber auch wegen der weiteren Annäherung des Hauptminimums. Infolgedessen verstärkten sich meist die Niederschläge in der Nacht vom 20. zum 21. Juli. Gewitter kamen nur noch vereinzelt nachmittags und nachts vor. Fast auf der ganzen linken Seite der Oder von der Quelle bis zur Katzbach und zum obersten Bober, stellenweise bis auf die rechte Seite hinüber, fielen mehr als 30 mm Niederschlag. Am meisten wurde das Gebiet der Glatzer Neiße betroffen, wo im ganzen Oberlauf und im Bereich der Freiwaldauer Biele mehr als 50 mm am 21. früh gemessen wurden. Den Höchstbetrag von 107 mm wies die Station Polnisch Wette auf, den nächstgrößten die Station Reinerz mit 84 mm. Diese starken Niederschläge griffen auch noch in das Gebiet der Hotzenplotz über, wo in Zuckmantel 99 und in Neustadt 77 mm niedergingen, ebenso nach S in das Gebiet der Elbe, wo in Ober Erlitz 101 mm Regen fielen. Auch sonst wurden noch vielfach Mengen von mehr als 50 mm beobachtet und zwar sowohl im Gebirgsvorlande wie in der Ebene. In Strehlen an der Ohle betrug z. B. die Niederschlagsmenge 73 mm, in Neumarkt nahe an der Oder 66 mm, die ohne Begleitung von Gewittern fielen. Der Bober hatte nur in seinem Oberlauf Mengen von etwas über 30 mm aufzuweisen. Auch am nächsten Tage regnete es weiter, hauptsächlich wieder auf der linken Seite der Oder und am stärksten immer noch im Gebiet der Glatzer Neiße, wo in Rauschbach 69, in Neugersdorf 67 und mehrfach über 50 mm beobachtet wurden. Auch in Odrau im obersten Lauf der Oder fielen 61 mm. Sonst wurden nur noch im Gebiet der Weistritz, der Ostrawitza und der Olsa vereinzelt 40 mm erreicht.

Das Minimum bewegte sich am 21. etwas weiter nach N und lag am 22. früh zwischen Breslau und Krakau nur noch als ganz flaches Gebilde, da es sich einerseits selbst bis auf 761.5 mm verflacht hatte und andererseits in seiner Umgebung der Luftdruck gefallen war. Der höchste Luftdruck lag im

NE und über den Ostalpen, doch waren die Druckunterschiede über Mitteleuropa nicht bedeutend. Von den britischen Inseln her nahte ein neues Minimum. Im Laufe dieses Tages fielen nur noch geringe Niederschläge.

Am Morgen des 23. Juli hatte sich das östliche Minimum ganz ausgefüllt, dagegen war das westliche näher gekommen und lag über der Nordsee. An dem Südrande des Depressionsgebiets, das nach Deutschland hinein reichte, zeigten sich kleine Teilminima. Das Maximum im NE war etwas weiter südlich verlagert. Abends lag das Minimum über dem südlichen Norwegen. Da das Maximum im E fortbestand und auch von W her sich wieder hoher Druck vorschob, entstand zwischen beiden Hochdruckgebieten eine Furche tieferen Drucks, die das nördliche Minimum mit einer über dem westlichen Mittelmeer erschienenen Depression verband. In dieser Rinne fanden Gewitter mit Regenfällen statt, die aber nur stellenweise 20 mm überschritten.

Am 24. früh lag das Minimum noch über Norwegen, entsandte aber einen Ausläufer nach der südlichen Ostsee, der im Laufe des Tages in der immer noch bestehenden Rinne tieferen Drucks bis nach Galizien und Ungarn vordrang. Hierbei traten wieder teilweise stärkere Niederschläge auf, besonders im Gebiet der Olsa und Ostrawitza, wo mehrfach Mengen über 30 mm vorkamen, und im Anschluß daran im Bereich der oberen Weichsel. Sonst überstiegen die Niederschläge nur vereinzelt 20 mm. Von der Weistritz abwärts blieben sie unter 10 mm. Am nächsten Tage fielen nur noch im Oberlauf der Oder geringe Niederschläge, da sich die fortbestehende Zunge tieferen Drucks mehr nach E verschob.

Hinsichtlich der Temperaturverteilung während dieser Zeit ist zu bemerken, daß es am 18. und 19. Juli, bevor das Minimum von SE herankam, über Deutschland und Österreich ziemlich warm war. In den folgenden Tagen, als sich die Rinne tieferen Luftdrucks ausgebildet hatte, in der das südliche Minimum heraufzog, war es auf ihrer Ostseite warm, auf ihrer Westseite kühler, und zwar reichte die Erwärmung im E weit nach N hinauf. Auch als sich am 24. von neuem eine von N nach S verlaufende Rinne tieferen Druckes ausgebildet hatte, bestand die gleiche Temperaturverteilung.

Zieht man die Summe der während der ganzen Zeit vom 13. bis 24. Juli gefallenen Niederschläge in Betracht, so waren sie stellenweise recht bedeutend. Sie betrafen, wie schon aus den vorhergehenden Ausführungen ersichtlich, in höherem Maße die linke als die rechte Seite der Oder. Nur die oberen rechten Nebenflüsse Ostrawitza und Olsa waren stärker beteiligt, doch fielen die Hauptmengen dort schon am 13. Juli. Die höchste Niederschlagssumme wurde daselbst in Ober Morawka (Ostrawitza) mit 237 mm beobachtet, die nächstgrößte in Teschen (Olsa) mit 175 mm. Auf der linken Seite fielen die meisten Niederschläge im Bereich der Glatzer Neiße, wo vom Oberlauf bis zur Freiwaldauer Biele ein zusammenhängender Bezirk mit mehr als 150 mm Niederschlag vor-

handen war, der noch bis zum Oberlauf der Hotzenplotz sowie westlich und südlich bis in das Elbe- und Marchgebiet hinüberreichte.

Mehr als 200 mm Regen empfangen folgende Stationen: Glatzer Schneeberg 243, Rauschbach 224, Neu Rothwasser 222, Reinerz 212, Neugersdorf 207 mm. Auch in Zuckmantel, im Quellgebiet der Hotzenplotz, betrug die Regensumme 231 mm. Im Weistritzgebiet überstiegen die Maxima 150 mm, beim Bober allerdings auch, aber nur ziemlich lokal schon in seinem Unterlauf. Im Riesengebirge gingen die höchsten Mengen nur etwas über 120 mm.

In der Oder traten, nachdem durch die Niederschläge am 13. und 14. Juli, wie schon oben erwähnt wurde, ein Anwachsen des Wasserstandes stattgefunden hatte, jetzt sehr erhebliche Hochwassererscheinungen auf, die weiter nach unten an Stärke zunahmen, da die aus den Nebenflüssen infolge der neuen Niederschläge kommenden Wassermassen mit der noch nicht völlig abgelaufenen ersten Flutwelle der Oder zusammentrafen. Von den Nebenflüssen hatte die Glatzer Neiße das größte Hochwasser, entsprechend der Menge der dort gefallenen Niederschläge. Die Anschwellung des Bobers erreichte dagegen nur eine mäßige Höhe.

Die Bahn des Minimums, das die Niederschläge der ersten Periode verursachte, war ungewöhnlich, da es sich von der Balkanhalbinsel nach der Nordsee bewegte, und kann in das Schema der van Bebberschen Zugstraßen nicht mehr eingeordnet werden. Eine gewisse Ähnlichkeit ist allerdings mit den Bahnen der beiden Minima vorhanden, die Anfang Oktober 1889 von S durch Deutschland ebenfalls nach der Nordseeküste zogen. Doch kamen diese wenigstens von der Adria her, so daß sie sich nur durch ihren sehr nach W abbiegenden Weg nicht ganz der Zugstraße Vb einfügten. Das Minimum aus den Tagen vom 19. bis 22. Juli kam gleichfalls von der Balkanhalbinsel her, wanderte dann aber ungefähr auf der Zugstraße Vb, bis es sich, zum Stillstand gelangt, an der Oder auflöste.

### Das Hochwasser im Juni 1892.

(Taf. 29 und 30.)

Am Morgen des 4. Juni lag ein Minimum über Skandinavien und ein Hochdruckgebiet über Westeuropa mit einem sekundären Maximum von 765 mm Höhe über Norddeutschland. Auch von der Balkanhalbinsel her erstreckte sich eine ganz flache Zunge höheren Drucks nach Ungarn hinauf. Über Oberitalien und der nördlichen Adria befand sich außerdem ein ganzes flaches Minimum von 761 mm. Im übrigen waren die Luftdruckunterschiede über Mitteleuropa nur gering. Die Isobarenkarte für 2 Uhr nachmittags zeigt aber schon eine bemerkenswerte Änderung der Wetterlage im Süden. An die Stelle der flachen Zunge hohen Drucks ist nämlich eine flache Depression unter 760 mm getreten, die zungenförmig nach Österreich hineinreicht und mehrere Kerne enthält, den einen in Steiermark, den anderen in Bosnien. Möglicher-

weise ist der erstere mit dem flachen Minimum identisch, das früh über Oberitalien lag. Außerdem hatte sich noch ein ganz flaches Teilminimum über Polen und Galizien gebildet, das in Verbindung mit einer Ausbuchtung am SE-Rande des nördlichen Minimums einen Übergang zwischen beiden Depressionen herstellte. Im übrigen wurde die Luftdruckverteilung nur insofern verändert, daß das sekundäre Maximum über Norddeutschland ein wenig flacher geworden, der hohe Druck aber von W etwas weiter nach E vorgedrungen war und einen Keil nördlich der Alpen bildete.

Abends war die Depression schon weiter nach N ausgebreitet. Die beiden Kerne lagen jetzt in einer Tiefe von etwa 758 mm über Mähren und dem westlichen Ungarn. Das Teilminimum über Polen erschien nur noch angedeutet.

Am 5. Juni früh sieht man die beiden Zentren der Depression bei Krakau und östlich von Budapest an der Theiß. Das Minimum über Skandinavien war etwas mehr nach NE verlagert, während sich an der Nordseeküste ein Teilminimum einer tiefen über dem Atlantischen Ozean liegenden Depression bemerkbar machte, das aber für den weiteren Witterungsverlauf im Odergebiet keine Bedeutung erlangte, da es bis zum nächsten Tage wieder verschwand.

Das sekundäre Maximum war noch als schmale, bis nach den Ostseeprovinzen reichende Zunge höheren Drucks zwischen den Depressionsgebieten vorhanden, die von dem jetzt etwas mehr nach S gedrängten westlichen Hochdruckgebiet ausging.

Im Odergebiet hatte es am 4. Juni teilweise schon vormittags, zunächst allerdings nur schwach, zu regnen begonnen. Allmählich aber verstärkten sich mit dem Näherkommen der südlichen Depression die Niederschläge. Die größten Mengen dürften wohl erst abends und nachts gefallen sein<sup>1)</sup>. Zu beiden Seiten des Oberlaufes der Oder etwa bis zur Glatzer Neiße und zum Stober traten allenthalben abends und nachts Gewitter auf. Mehr als 50 mm Regen fielen bis zum 5. früh auf der linken Seite der Oder in einem zusammenhängenden Bezirk von der Quelle bis zur Weistritz hinab und südlich bis in das March- und Elbegebiet hinein. Die Zone mit einer Niederschlagsmenge von mehr als 20 mm reichte aber ungefähr vom oberen Warthegebiet bis zu den Alpen. Die größten Mengen wurden im Bereich der Glatzer Neiße gemessen, wo Neugersdorf und Neu Rothwasser je 100 mm, Krebsgrund 91 mm, Niklasdorf 87 mm, Ramsau 80 mm und auch fast alle übrigen Stationen mehr als 50 mm beobachteten. Im Bobergebiet wurden 50 mm nirgends erreicht, überhaupt empfangt dort nur das Bergland mehr als 20 mm Niederschlag, am

---

<sup>1)</sup> Die Niederschläge vom 4. zum 5. Juni sind auf der Luftdruckkarte vom 5. 7\* eingetragen. Möglicherweise würde allerdings die Luftdruckverteilung vom 4. 9<sup>h</sup> noch etwas besser derjenigen entsprechen haben, bei der die Hauptniederschläge fielen, zumal für das Donaugebiet. Die Minima lagen zu dieser Zeit mehr nach WSW zu, und der Gradient war etwas stärker.

meisten, nämlich 46 mm, die Neue Schlesische Baude. Auch auf der ganzen rechten Seite der Oder fielen nur mäßige oder geringe Niederschläge.

Im Laufe des 5. Juni bewegte sich die Depression in nordöstlicher Richtung weiter. Am Morgen des 6. lag das nördliche Zentrum, das sich bis auf 751 mm vertieft hatte, an der ostpreußisch-russischen Grenze, das andere, das nicht mehr in den Rahmen der Karte fällt, jedenfalls südöstlich davon. Das ganze Tiefdruckgebiet hatte sich gleichzeitig im Laufe des 5. Juni nach W verbreitert; in der Nacht zum 6. drang aber der hohe Druck weiter von W nach E vor und schob sich nördlich der Alpen keilförmig in die Depression hinein. Ein über der Adria liegendes Minimum unter 755 mm blieb ohne Einfluß auf den weiteren Witterungsverlauf, da es anscheinend in südöstlicher Richtung abzog.

Im Laufe des 5. Juni regnete es zwar noch weiter, die Niederschläge erreichten aber nur stellenweise eine etwas größere Höhe. So beobachtete die Station Neugersdorf 65 mm, während sonst im Gebiet der Glatzer Neiße nur an wenigen anderen Stationen etwas über 20 mm gemessen wurden. An manchen Orten traten Gewitter auf.

Während des 6. Juni drang der hohe Luftdruck weiter von W vor, und die Depression, deren Lage sich nur wenig änderte, wurde flacher. Infolgedessen fielen meist geringfügige Niederschläge, und zwar über 10 mm lediglich im Boberquellgebiet in Begleitung von Gewittern.

Am Morgen des 7. lag die Depression, die jetzt nur noch einen Kern von 756 mm Tiefe zeigte, ziemlich an derselben Stelle wie Tags zuvor. Dagegen war von der Balkanhalbinsel her ein neues Minimum unter 753 mm über dem östlichen Ungarn erschienen. Im W war der Luftdruck weiter gestiegen und betrug an der holländischen Küste über 772 mm. Unter dem Einfluß des neu heraufkommenden Minimums und des durch die ganze Wetterlage bedingten bis zur Ostsee hinaufreichenden nordsüdlichen Verlaufs der Isobaren begann es von neuem stärker zu regnen, im Odergebiet hauptsächlich im Oberlauf der linken Nebenflüsse sowie im Bereich der oberen Ostrawitza und von da weiter hinüber im oberen Weichselgebiet. Diese Niederschläge stiegen im Oberlauf der Ostrawitza, der Glatzer Neiße und des Bobers über 40 mm; der Glatzer Schneeberg empfing sogar 61 mm. Die Hauptmengen fielen anscheinend nachmittags bis nachts. Wesentlich stärker waren aber die Niederschläge, die im Donaugebiet besonders im Bereich der Traun und Enns und auch des Inn auftraten: dort überstieg das Maximum 100 mm.

Am 8. Juni war das nördliche Minimum verschwunden, während die südliche Depression etwas höher heraufgekommen, aber auch ein wenig flacher geworden war. Das Minimum befand sich etwa im östlichen Galizien. Die Isobaren verliefen jetzt im allgemeinen in der Richtung SW—NE. Da der Luftdruck von W her noch etwas zugenommen hatte, ohne daß das Tiefdruck-

gebiet an Ausdehnung verloren hätte, war der Gradient an der Westseite der Depression etwas stärker geworden.

Es fielen auch an diesem Tage noch erhebliche Niederschläge und zwar in der Hauptsache wohl vormittags. Sie reichten vom Oberlauf der Weichsel in einem Streifen von NE nach SW bis zu den Alpen, lagen also ungefähr in der Richtung der Isobaren. Vom Odergebiet selbst wurde im wesentlichen nur die rechte Seite des Oberlaufs betroffen; dort beobachtete die Station Ober Morawka (Ostrawitza) 88, Teschen (Olsa) 70 mm.

Das Minimum kam dann nicht weiter herauf, sondern zog nach ENE ab.

Am 4. Juni, als ein Minimum über Skandinavien lag und ein von einem westlichen Hochdruckgebiet ausgehendes sekundäres Maximum sich nach Norddeutschland hinein erstreckte, war es in der Nordwesthälfte von Mitteleuropa kühl, am kühlfsten in Skandinavien, warm dagegen in der ganzen Südosthälfte Zentraleuropas, wo die Temperatur um 7<sup>a</sup> allenthalben über 18° lag. Die Isotherme von 18° erstreckte sich bis nach den Ostseeprovinzen hinauf.

Auch am nächsten Tage, als die südliche Depression bereits heraufgekommen war, zeigte die Temperaturverteilung den gleichen Charakter, nur war unter dem Einfluß der nordwestlichen Winde auf der Westseite des Minimums die 18°-Isotherme weiter nach SE zurückgewichen. Dagegen war im SE die Temperatur noch etwas gestiegen. Am 9. Juni hatte sich die Abkühlung mehr nach E ausgebreitet. Die Isothermen verliefen jetzt im E, wo die Wärme nach N an Ausdehnung gewonnen hatte, durchschnittlich von N nach S. Die Verteilung der Temperatur stand, ebenso wie auch in den folgenden Tagen, ganz im Einklang mit der des Luftdrucks und den dadurch bedingten Winden, bedarf daher keiner weiteren Besprechung.

Die größten Niederschlagsmengen erhielt während der Tage vom 4. bis 8. Juni das Gebiet der Glatzer Neiße, zumal das der beiden Nebenflüsse Landecker und Freiwaldauer Biele. Der höchste Gesamtbetrag, nämlich 189 mm, wurde in Neugersdorf (Landecker Biele) beobachtet, der nächstgrößte in Rauschbach (Freiwaldauer Biele) mit 157 mm. Sonst wurden in dieser Gegend an keiner anderen Station 150 mm völlig erreicht. Stärker betroffen wurde ferner das Gebiet der Ostrawitza, wo in Ober Morawka insgesamt 155 mm zur Messung gelangten. In den übrigen Nebenflußgebieten kamen Mengen von mehr als 150 mm nicht vor, wenn auch die Regensummen vielfach 100 mm überschritten. Wesentlich größer waren die im Donaugebiet vom Inn bis zur oberen Leitha gefallenen Niederschläge. In Alt-Aussee betrug die Regensumme vom 4. bis 8. Juni 284 mm.

Das Hochwasser der Oder, das durch diese Niederschläge hervorgerufen wurde, erlangte entsprechend den nicht übermäßig hohen Gesamtbeträgen keine allzu hohe Bedeutung, zumal es auch in den der Regenperiode vorausgehenden Tagen meist ziemlich trocken war. Nur im Oberlauf war die Anschwellung

einigermaßen erheblich. Ein stärkerer Anstieg weiter unterhalb wurde schon dadurch verhindert, daß die auch nur schwache Hochwasserwelle der Glatzer Neiße schon in die Oder gelangte, ehe die aus den oberen Nebenflüssen stammende Flut an der Neißemündung eintraf, und daß die unterhalb gelegenen Nebenflüsse nur geringe Wassermengen zuführten.

Das am 4. Juni im S erschienene Minimum bewegte sich auf der Zugstraße Vb weiter, seine Herkunft ist jedoch nicht ganz sicher festzustellen. Das am 7. von der Balkanhalbinsel heraufgekommene Minimum zog nach ENE ab und kann kaum einer der gewöhnlichen Zugstraßen zugerechnet werden.

### Das Hochwasser im März 1894<sup>1)</sup>.

(Taf. 30 und 31.)

(Obwohl dieses Ereignis der Zeit seiner Entstehung nach eigentlich nicht mehr zu den Sommerhochwassern gerechnet werden kann, so fällt es doch gemäß der ganzen Entwicklung der Witterungsvorgänge so sehr in den Rahmen dieser Untersuchung und ist auch wegen der Begleiterscheinungen so bemerkenswert, daß es hier nicht übergangen werden kann.

Am Morgen des 14. März lag an der Küste Norwegens ein sehr tiefes Minimum mit einem Kern unter 725 mm, das an seinem Südrande eine ganz flache Zunge bis in die Gegend von Wien sandte. Ein Minimum unter 752 mm befand sich ferner über dem westlichen Oberitalien. Hochdruckgebiete lagen über NE- und SW-Europa. Abends hatte das nördliche Minimum etwas an Tiefe abgenommen, zeigte aber immer noch, nur wenig östlicher, den Ausläufer am Südrande, der seinerseits etwas tiefer geworden war und mehrere deutliche Teilminima über Polen enthielt. Das Minimum über Oberitalien war auch auf 749 mm vertieft und etwas weiter nach E gerückt. Aus der Gestalt der Isobaren kann man schon darauf schließen, daß die Depression die Neigung hatte, sich um den Ostflügel der Alpen herum mehr nach N auszubreiten. Der Ausläufer des nördlichen Minimums und die südliche Depression sind nur durch einen ganz schmalen Rücken etwas höheren Drucks getrennt.

Am 15. März früh zeigt sich das nördliche Minimum weiter verflacht, liegt noch ziemlich an derselben Stelle, sendet aber jetzt ein Teilminimum nach dem Kanal, das jedoch bald wieder verschwindet. Das Teilminimum über Polen hat sich offenbar von der nördlichen Depression losgelöst und erscheint jetzt, indem es noch etwas weiter ostwärts rückt, als ein flacher Ausläufer der südlichen Depression. Deren Kern liegt zwar noch ziemlich an

---

<sup>1)</sup> Eine frühere Bearbeitung dieser Wetterkatastrophe, besonders in der Richtung einer ausführlichen Darstellung der dabei gefallenen Niederschlagsmengen, liegt vor in der Arbeit von G. Hellmann, Die großen Niederschläge vom 15. bis 17. März 1894. (Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen des Kgl. Preuß. Meteorol. Instituts 1894, S. X—XIV.)

derselben Stelle wie tags zuvor, er hat sich jedoch bis unter 746 mm vertieft. Eine Zunge der Depression unter 750 mm reicht jetzt bis nach Mähren hinein. Über Deutschland herrscht im übrigen zwischen den beiden Depressionsgebieten sehr gleichmäßiger Luftdruck.

Schon am frühen Nachmittag ist aber, wie die Isobarenkarte für den Termin 2<sup>p</sup> zeigt, eine entscheidende Wendung in der Entwicklung der Witterungsvorgänge eingetreten. Das südliche Minimum hat sich nun in Bewegung gesetzt und ist unter Vertiefung bis auf 744 mm nach dem südwestlichen Ungarn gewandert, wobei natürlich das ganze Depressionsgebiet weitere Ausbreitung gewonnen hat. Das nördliche Minimum ist dagegen zurückgewichen, und zwischen beide Depressionsgebiete schiebt sich ein Streifen höheren Drucks, der von dem noch über NE-Europa liegenden Maximum ausgeht. Abends ist die Depression noch weiter heraufgekommen. Ihr wenig ausgesprochener, langgestreckter Kern reicht von Mähren nach dem südöstlichen Ungarn. Das nördliche Minimum hat sich mehr entfernt, auch das Teilminimum am Kanal ist verschwunden, der zwischen beiden Depressionen vorspringende Ausläufer des nordöstlichen Maximums hat an Höhe etwas zugenommen. Auch von SW her beginnt der Luftdruck zu steigen.

Am 14. waren unter dem Einfluß des südlichen Ausläufers der nördlichen Depression, infolge Ausbildung der Teilminima über Polen, vielfach schon nachmittags leichte Niederschläge im Odergebiet gefallen, zunächst in Form von Regen. Diese setzten sich auch in der Nacht fort und gingen in etwas höheren Lagen in Schnee über. Bis zum 15. früh erreichten aber diese Niederschläge noch nirgends erhebliche Beträge und blieben fast allgemein unter 10, meist sogar unter 5 mm. Von da ab fingen sie jedoch infolge der Annäherung der südlichen Depression an zuzunehmen. In der Ebene fielen sie immer noch als Regen, in höheren Lagen aber als Schnee, dazwischen als ein Gemisch von Schnee und Regen. Sie hielten während des ganzen Tages an und wurden nachmittags und nachts am stärksten. Besonders wurde die linke Seite der Oder betroffen und hier wieder am meisten die Gegend von der Weistritz bis zum Queiß, in der oberen Hälfte dieser Flußgebiete. Die größten Niederschläge fielen jedoch nicht an den höchstgelegenen Stationen, sondern an denen von mittlerer Höhe. Offenbar steht diese Tatsache hier mit dem Umstand in Zusammenhang, daß infolge der in der frühen Jahreszeit herrschenden niedrigen Temperaturen die Kammhöhen der Sudeten schon über das Niveau der stärksten Kondensation des Wasserdampfes hinausragten.

In den oben genannten Flußgebieten überstiegen die Niederschlagsmengen bis zum 16. früh vielfach 50 mm. Die größten Beträge verzeichneten folgende Stationen: Liebenthal (Bober) 91 mm, Willmannsdorf (Katzbach) 77 mm, Wang (Bober) 70 mm und noch eine ganze Anzahl anderer Orte im Boberggebiet sowie eine im Katzbachgebiet über 60 mm. Von der Glatzer Neiße nach dem Oberlauf der Oder zu nahmen die Niederschlagsmengen

ab, so daß dort 20 mm nicht mehr erreicht wurden. Die Niederschläge erstreckten sich über die Oder hinweg noch bis in das Warthegebiet hinein. Sie begannen daselbst etwas später und waren nachts am stärksten, blieben aber bis zum 15. früh im allgemeinen unter 30 mm. Auch das Elbegebiet erhielt besonders in Böhmen nicht unerhebliche Niederschläge, die vielfach 40 mm überstiegen.

Am Morgen des 16. März lag das Minimum, das sich noch weiter, bis unter 743 mm, vertieft hatte und nur langsam fortbewegte, südöstlich von Krakau, an der Grenze von Galizien und Ungarn. Das Depressionsgebiet hatte eine erhebliche Ausdehnung erlangt. Da außerdem von W her der Luftdruck mehr gestiegen war, hatte sich der barometrische Gradient auf der Westseite der Depression verstärkt. Das obere Minimum war weiter in nordöstlicher Richtung fortgezogen. Zwischen beiden Depressionsgebieten lag ein Rücken höheren Drucks. Ein schon am Tage vorher über der Adria erschienenenes neues flaches Minimum gewann keine besondere Bedeutung, sondern zog nach E fort.

Am Abend desselben Tages lag das Minimum zwischen Warschau und Krakau. Es hatte sich zwar ganz unbedeutend verflacht, dafür war aber der hohe Druck von W her noch mehr vorgedrungen, so daß eine fernere nicht unerhebliche Verstärkung des Gradienten auf der Westseite der Depression eingetreten war. Bis zum Morgen des 17. nahm dann die Tiefe des Minimums bis auf 746 mm ab, und der hohe Luftdruck drang noch weiter von W her vor.

Bei dieser Gestaltung der Wetterlage dauerten am 16. März während des ganzen Tages die Niederschläge fort und dehnten sich jetzt, mit dem Vorrücken der Depression in nördlicher Richtung, weiter nach N bis an die Ostküste, sowie auch in Schlesien über die rechte Seite der Oder aus. Die größten Mengen fielen nun im Gebiet der Warthe, speziell in dem der Netze. Dort ergaben die Messungen auf einem größeren Gebiet überall mehr als 50 mm. Der Höchstbetrag, nämlich 76 mm, wurde in Mienken (Netze) beobachtet, außerdem gingen noch mehrfach Mengen über 60 mm nieder. Im Bereich des Bobers wurde nur noch an einer Station ein Betrag über 50 mm gemessen, nämlich in Flinsberg (Queiß) 56 mm, dagegen kamen daselbst Mengen über 40 mm, ebenso wie im Gebiet der Lausitzer Neiße, häufiger vor. Im Katzbachgebiet wurden 50 mm und mehr an 4 Orten beobachtet, im oberen Lauf der Oder dagegen 40 mm nirgends erreicht, auch schon nicht mehr im Gebiet der Glatzer Neiße. Im böhmischen Elbegebiet traten zwar noch überall Niederschläge auf, doch wesentlich weniger als am Tage zuvor.

Was die Form der Niederschläge anbetrifft, so fielen sie in höheren Lagen als Schnee, in der Ebene als Schnee und Regen, stellenweise auch nur als Regen. Nachmittags und nachts trat vielfach ausschließlich Schnee auf, besonders auf der linken Seite der Oder.

Am 17. März, während das Minimum an Ort und Stelle sich weiter verflachte und der hohe Druck mehr nach E vorrückte, nahmen die Niederschläge an Stärke ab, dauerten aber, und zwar vorzugsweise in Form von Schneefall, meist den ganzen Tag fort, da der Verlauf der Isobaren, wie in der vorhergehenden Zeit, immer noch nord-südlich war und dadurch offenbar feuchte Luft von der See her mit nordwestlichen Winden fortwährend herbeigeführt wurde. Im ganzen oberen Lauf der Oder bis zur Weistritz lagen die bis zum 18. früh gefallenen Mengen im allgemeinen unter 10 mm. Dagegen kamen im obersten Bobergebiet noch größere Beträge zur Messung, in Schmiedeberg sogar 92 mm, eine Menge, die wohl aber nicht der Wirklichkeit entspricht, sondern auf das Hineinwehen von Schnee in den Regenschirm zurückzuführen sein dürfte. Immerhin wurden auch sonst noch Beträge bis zu 50 mm beobachtet.

Am 18. morgens hatte sich das Minimum fast ganz ausgefüllt und war nur noch als Ausbuchtung am Nordrande einer ganz im SE liegenden Depression bemerkbar. Die an diesem Tage gefallenen Niederschläge überstiegen nur ganz vereinzelt im Riesen- und Isergebirge 10 mm. Lediglich die Station Schmiedeberg verzeichnet wieder den verhältnismäßig hohen Betrag von 43 mm, der aber wohl auch in diesem Falle nicht ganz zuverlässig ist.

Was die Temperaturverhältnisse in diesen Tagen betrifft, so nahm in Mitteleuropa am 14. März früh, als die Wetterlage noch von dem Minimum im Norden beherrscht wurde, die Temperatur im allgemeinen langsam von N nach S zu, so daß sie an der deutschen Küste etwa bei 4°, im N der Alpen um 8° herum lag. Nur da, wo sich der von der nördlichen Depression ausgehende Ausläufer tieferen Drucks befand, und zwar auf seiner Ostseite, reichte die höhere Temperatur etwas weiter hinauf bis in das Odergebiet hinein. Am nächsten Morgen war es im N noch etwas kühler geworden. Die Temperatur war dort unter 2° herabgegangen, und auch im westlichen Deutschland reichte ein Streifen mit dieser kühlen Temperatur, die stellenweise unter 0° sank, bis nach Süddeutschland hinunter, offenbar unter dem Einfluß der über dem Kanal liegenden Teildepression. Im übrigen nahm jetzt die Temperatur von NW nach SE zu, wie es meist bei Annäherung eines Minimums von S her der Fall zu sein pflegt. Auf der Ostseite der schon ihre Ausläufer nach N sendenden südlichen Depression sprang ein Zipfel stärkerer Erwärmung nach N vor. Am 16. März früh erstreckte sich das Kältegebiet immer noch von N nach dem westlichen Deutschland hinunter. Die Temperaturen lagen dort vielfach etwas unter 0°. Im übrigen stand die Temperaturverteilung im engen Zusammenhang mit den durch das heraufgekommene Minimum hervorgerufenen Windverhältnissen. Das Gebiet höherer Temperatur über 8° sprang zungenförmig auf der Ostseite der Depression in der Richtung der Isobaren von SE nach NW bis nach Polen vor. Auf der Westseite war es unter dem Einfluß der Winde aus nördlichen Richtungen und der Schneefälle besonders weiter

nach S zu kälter geworden. Am nächsten Tage nahm von der Ostsee bis in das Oder- und Elbegebiet die Temperatur noch weiter ab, offenbar infolge der dort gefallenen Schneemengen.

Die Zone der Hauptniederschläge vom 15. bis 18. März erstreckte sich von der Ostseeküste zwischen Oder- und Weichselmündung südwärts bis in das böhmische Elbegebiet hinein. Die größten Gesamtmengen wurden verzeichnet im Bereich des Bobers mit dem Queiß, dann in dem der Nachbarnebenflüsse, der Katzbach und der Lausitzer Neiße. Im Riesen- und Isergebirge, sowie im Vorlande überstiegen die Niederschlagssummen 100 mm. Am meisten, nämlich 241 mm, kamen in Schmiedeberg zur Messung, doch ist diese Menge, wie bereits angedeutet, wahrscheinlich zu groß. Der nächsthöchste Betrag, 172 mm, wurde an der Station Wang beobachtet, sonst blieben die Summen unter 150 mm. Im Gebiet der Katzbach reichten sie an mehreren Orten ziemlich nahe an diesen Betrag heran; so hatte Willmannsdorf 147 mm Niederschlag. Unter den zur Lausitzer Neiße gehörenden Stationen empfing Freudenhöhe mit 138 mm das Maximum. Im Weistritzgebiet wurde eine Gesamtmenge von 100 mm nicht mehr ganz erreicht, ebenso wenig weiter oberhalb davon. Bei der Glatzer Neiße lag die Höchstsumme schon unter 80 mm.

Auf der rechten Seite der Oder waren im Oberlauf die Mengen verhältnismäßig gering. Erst im Gebiet der Weide überstieg der Gesamtniederschlag an einem Orte wieder 50 mm. Im Warthegebiet dagegen wurden die Mengen wesentlich größer. In Politzig betrug die Niederschlagssumme 106 mm, und mehrfach reichte sie nahe an 100 mm heran.

Die hier mitgeteilten Gesamtmengen erscheinen ja vielleicht gegenüber den bei manchen Hochwasserperioden im Sommer beobachteten nicht allzu hoch, man muß aber bedenken, daß sie bei ziemlich tiefer Temperatur fielen, bei welcher ja der Wasserdampfgehalt der Luft wesentlich geringer ist als im Sommer. Jedenfalls müssen die Niederschläge in Anbetracht der frühen Jahreszeit als sehr bedeutend angesehen werden. Für diese Auffassung sprechen auch die Folgeerscheinungen.

Wie wir oben gesehen haben, begannen die Niederschläge in Form von Regen, der aber besonders in etwas höheren Lagen bald in Schnee überging. Obwohl nun dieser Schnee zunächst noch bei Temperaturen über 0° fiel und deshalb auf dem Erdboden zu schmelzen anfang, wurde doch bei der großen Masse der herabkommenden Schneemengen die Temperatur in der Nähe des Erdbodens bald auf 0° erniedrigt, so daß der Schnee liegen blieb. Die Schneedecke erreichte hauptsächlich an den Abhängen des Riesen- und Isergebirges und im Vorlande, trotzdem der Boden vorher schneefrei gewesen war, häufig noch eine Höhe von mehr als 1 m. Die Folge davon waren außerordentlich umfangreiche Verkehrsstörungen.

Da der Schnee sehr rasch wieder schmolz, die Niederschläge aber in der Ebene und auch im Oberlauf meist in Form von Schnee und Regen gefallen

waren, also bald zum Abfluß gelangten, so trat auch in der Oder Hochwasser ein, das unter diesen Umständen natürlich nur eine mäßige Bedeutung erlangen konnte.

Das die Veranlassung zu den Niederschlägen bildende Minimum gehört der Zugstraße Vb an, wie dies schon in der S. 72 erwähnten Abhandlung G. Hellmanns festgestellt worden ist.

### Das Hochwasser im Juni 1894<sup>1)</sup>.

(Taf. 31 und 32.)

Auf der Isobarenkarte vom 12. Juni 7<sup>a</sup> zeigt sich ein Minimum an der Ostseeküste, das anscheinend in mehrere Kerne von etwas unter 749 mm Tiefe zerfällt und im E in eine bis nach Bosnien reichende Rinne tieferen Drucks ausläuft. Über Oberitalien liegt ein flacheres Minimum von 753 mm. Zwischen beide Minima drängt sich ein Keil hohen Drucks, der von einem über dem Atlantischen Ozean liegenden umfangreichen Hochdruckgebiet ausgeht.

Am nächsten Morgen ist das nördliche Minimum nach E gezogen, wobei es sich bis auf 40 mm vertieft hat, und liegt in der Gegend von Minsk. Das oberitalienische Minimum ist dagegen als selbständiges Gebilde verschwunden und nur noch als Zunge tieferen Drucks am Rande der großen Depression bemerkbar. Auch nördlich der Alpen, wo der Keil weiter fortbesteht, ist der Luftdruck gestiegen; die Isobaren verlaufen über Mitteleuropa in der Richtung NW—SE.

Schon in der Zeit vom 7. bis 11. Juni waren unter dem Einfluß von Minima, die Norddeutschland durchzogen, fast täglich Niederschläge im ganzen Odergebiet gefallen, die am 7. vielfach mehr als 10 und nicht selten über 20 mm betragen, an den übrigen Tagen aber im allgemeinen unter 10 mm blieben.

Am 12. fielen ebenfalls wieder allenthalben Niederschläge, die aber im Odergebiet hauptsächlich nur im Oberlauf des Bobers und der Lausitzer Neiße 10 mm überstiegen und dort Maxima über 20 mm erreichten. Vielfach traten dabei Gewitter auf, jedoch nicht im Bereich von Bober und Neiße, wo die größten Niederschlagsmengen vorkamen.

Auch am 13. Juni wurden allenthalben im Odergebiet Niederschläge beobachtet, die abermals nicht sehr bedeutend waren. Nur auf der rechten Seite betragen die gemessenen Mengen vielfach mehr als 10 mm, überstiegen aber nur in einem Falle 20 mm. Auf der linken Seite kamen Beträge über 10 mm ganz vereinzelt vor.

Am 14. Juni morgens war die Wetterlage noch fast unverändert dieselbe wie am vorhergehenden Tage. Das Minimum lag in gleicher Tiefe nur ganz unbedeutend weiter südlich, aber der hohe Druck hatte sich von W her etwas

<sup>1)</sup> Vergl. auch H. Keller, Das Sommerhochwasser vom Juni bis Juli 1894 in der Oder und Weichsel. Zentralblatt der Bauverwaltung 1894, S. 345—350.

weiter nach E vorgeschoben und den Gradienten dadurch verstärkt. An diesem Tage nahmen daher auch die Niederschläge zu und zwar besonders auf der rechten Seite der Oder, wo an zahlreichen Orten die Mengen über 20 mm hinausgingen. Die Maxima stiegen über 40 mm im Bereich der Ostrawitza (Morawka 43 mm) und über 30 mm im Gebiet der Bartsch. Links kamen nur vereinzelt im Quellgebiet der Glatzer und Lausitzer Neiße Mengen über 20 mm vor.

Am nächsten Morgen war das Minimum, das noch immer ziemlich an derselben Stelle lag, zwar ein wenig flacher geworden, im südlichen Teil des Depressionsgebiets hatte aber dabei der Luftdruck abgenommen, so daß der Isobarenverlauf auf seiner Westseite jetzt von NNW nach SSE gerichtet war und die Winde infolgedessen etwas mehr nach N herum gedreht hatten. Da ferner der hohe Luftdruck von W her noch weiter vorgedrungen war, erfuhr die Stärke des Gradienten keine Verringerung. Bis zum Morgen des 16. Juni stieg der Luftdruck auf der Westseite der Depression noch mehr, das Minimum selbst aber verlagerte sich, wobei es nur wenig flacher wurde, an die Grenze Ostgaliziens nach dem südöstlichen Polen. Der Gradient auf der Westseite wurde dadurch erheblich stärker, und die Isobaren nahmen eine noch etwas mehr von N nach S verlaufende Richtung an.

Am 15. regnete es im Odergebiet und östlich davon weiter, zuerst wohl nur mit mäßiger Stärke, als aber das Minimum mehr nach S zog und der Gradient sich verstärkte, trat offenbar eine erhebliche Zunahme der Niederschläge im oberen Oder- und Weichselgebiet ein. Anscheinend fielen die größten Mengen erst in der Nacht vom 15. zum 16. Juni. Am Morgen des 16. wurden an der zur Ostrawitza gehörenden Station Morawka 81 mm, an den zur Olsa entwässernden Stationen Jablunkau und Istebna 78 und 67 mm gemessen. Sonst kamen im Odergebiet Mengen über 50 mm nicht vor, auf der rechten Oderseite bis zum Oberlauf des Stober hinab aber zog sich ein zusammenhängender Bezirk mit mehr als 20 mm Niederschlag hin, der sich nach E bis in das Quellgebiet der Warthe und weit in das Weichselgebiet hinein fortsetzte. Auf der linken Seite kamen nur ganz vereinzelt bis zur Glatzer Neiße Mengen über 20 mm vor, weiter unterhalb fielen bloß wenige Millimeter Regen. Am 16. dauerten die Niederschläge zunächst in den oben hervorgehobenen Gegenden noch in gleicher Stärke fort, ließen aber dann ein wenig nach, da das Minimum sich etwas nach ESE entfernte. Bis zum 17. früh fielen in Morawka und Salajka (Ostrawitza) 93 und 72 mm, in Jablunkau und Istebna (Olsa) 89 und 74 mm Regen. Im benachbarten Weichselgebiet stieg das Maximum über 100 mm. Die Zone mit mehr als 20 mm Niederschlag reichte wieder rechts bis in das obere Warthegebiet hinein. Links kamen nur im Altwatergebirge Mengen über 20 mm vor.

An den nächsten Tagen vom 17. bis 20. Juni regnete es noch täglich im Oberlauf der Oder, zeitweise sogar recht stark, da das Minimum im E

liegen blieb und sich nur zeitweise etwas verschob, während die Isobaren im Bereich der Oder meist die nordsüdliche Richtung beibehielten.

Am 21. Juni früh befand sich das östliche Minimum etwas mehr im W und zeigte eine Teildepression von 758 mm am Westrande, deren Kern in der Nähe von Hamburg lag. Den Westen bedeckte wie bisher ein Hochdruckgebiet, das sich keilförmig nördlich der Alpen vorschob. Bis zum Abend zog das Teilminimum, indem es sich etwas verflachte, am Rande der Depression entlang nach SE und lag abends nur noch als Ausbuchtung der Isobare bemerkbar rechts von der Oder.

Offenbar unter dem Einfluß dieses Teilminimums traten nun am 21. Juni auf der linken Seite wieder etwas stärkere Niederschläge auf, die in Rudolfsthal (Lausitzer Neiße) 51 mm, im Queißgebiet Maxima von mehr als 40 mm erreichten. Die Niederschläge erstreckten sich besonders auch in das sächsische und böhmische Elbegebiet hinein. Auch in der folgenden Zeit regnete es fast täglich im Odergebiet, da beständig im NE oder E ein Tiefdruckgebiet lag, doch waren die Tagesmengen meist nicht groß.

Die Temperaturverteilung in dieser Periode bot nichts Bemerkenswertes. Unter dem Einfluß westlicher und nordwestlicher Winde herrschte in Zentraleuropa fast allgemein trübe und kühle Witterung.

Was die Summe der Niederschläge in den Tagen vom 12. bis 21. Juli anbetrifft, so waren sie, wie schon aus den Angaben über die an den einzelnen Tagen gefallenen Mengen hervorgeht, am größten auf der rechten Seite der Oder und zwar im Bereich der Ostrawitz und Olsa. Im Gebiet des ersteren Nebenflusses hatte Morawka 348, Ostrawitz ungefähr 265<sup>1)</sup>, Podolanky 237, Salajka 200 mm Gesamtniederschlag, im Gebiet der Olsa Istebna 293, Jablunkau etwa 280 mm. Sonst kamen Summen über 200 mm nicht vor. Von diesen Nebenflüssen weiter abwärts auf der rechten Seite bis zum Stober und zu der oberen Warthe erstreckte sich eine zusammenhängende Zone mit mehr als 100 mm Niederschlag, die auch ziemlich weit in das obere Weichselgebiet hinübergriff. Auf der linken Seite hatten nur der Glatzer Schneeberg und einige Orte im Quellgebiet der Lausitzer Neiße insgesamt mehr als 100 mm Niederschlag.

Unter diesen Umständen war es erklärlich, daß lediglich im Oberlauf der Oder starkes Hochwasser eintrat. Weiter unterhalb war die Anschwellung nur mäßig, da die Wasserzufuhr aus den linken Nebenflüssen unbedeutend blieb.

Das Minimum, das sich vom 12. ab von der Ostsee nach E bewegte und die Hauptniederschläge vom 15. zum 16. Juni verursachte, verfolgte die Zugstraße IIIa.

Die in der oben zitierten Abhandlung von H. Keller gegebene, auf Angaben von H. Gravelius beruhende Darstellung der Entwicklung der Luft-

<sup>1)</sup> In Ostrawitz und Jablunkau wurde nicht täglich gemessen.

druckverteilung zeigt manche Abweichungen von der vorstehenden. Allerdings verführen die Wetterkarten der Seewarte, die der Untersuchung zugrunde lagen, direkt zu der dort bekundeten Auffassung. Es wird nämlich angenommen, daß ein am 11. Juni abends über Italien gelegenes Minimum in nordöstlicher Richtung bis zum 12. früh nach Ungarn gezogen ist und sich später mit dem nördlichen Minimum vereinigt hat. Nun zeigen die Seewartenkarten allerdings am 11. abends ein Minimum über Italien und am 12. früh ein solches von gleicher Tiefe über Ungarn. Tatsächlich geht aber aus der hier veröffentlichten Karte für den letzteren Termin (Taf. 31, 10a) hervor, daß ein selbständiges Minimum über Ungarn überhaupt nicht vorhanden war, sondern nur ein von dem nördlichen Minimum ausgehender, bis nach Bosnien hinunter sich erstreckender Ausläufer tieferen Drucks. Man könnte vielleicht annehmen, daß sich dieser Ausläufer aus dem italienischen Minimum gebildet hätte, indem dieses, nach ENE ziehend, im Südrande der nördlichen Depression aufgegangen wäre. Wenn dies zuträfe, so hätte sich, da der Ausläufer ungefähr dieselbe Tiefe zeigte wie das südliche Minimum, am 11. abends das Vorüberziehen des letzteren in den Luftdruckänderungen der in seiner Bahn gelegenen Stationen bemerkbar machen müssen. Nun zeigen aber die stündlichen Luftdruckbeobachtungen von Pola, über welchen Ort das Minimum sicher hinweggezogen sein mußte, so gut wie gar keine Änderungen vom Abend des 11. bis zum Morgen des 12. Ebenso wenig ist dies bei Triest der Fall. Also kann das Minimum auch nicht über diese Orte hinweggegangen sein. Dagegen zeigt bei dem nördlichen Minimum schon die Isobare von 751 mm eine starke Ausbuchtung nach S, was darauf hindeuten scheint, daß die Abnahme des Luftdrucks in dem Ausläufer von N ausgegangen ist. Ferner nimmt bei den in der Rinne gelegenen Stationen der Luftdruck schon vom Morgen des 11. an bis zum 12. früh regelmäßig ab. Auch daraus kann man schließen, daß dieses Sinken des Barometers nicht von der am 11. abends noch über Italien gelegenen Depression, sondern von einer anderen schon früher wirksamen Ursache herrührte. Am 13. früh ist der Ausläufer mit der nach E wandernden nördlichen Depression ebenfalls nach E gezogen und reicht hinunter bis zum Schwarzen Meer. Am 14. morgens, als die Niederschläge im Odergebiet stärker zu werden begannen, war der Ausläufer verschwunden. Jedenfalls hat also bei der Entwicklung der die starken Regenfälle bedingenden Wetterlage ein Minimum der Zugstraße Vb, wie es in der zitierten Abhandlung angenommen wurde, überhaupt keine Rolle gespielt.

### Das Hochwasser im Mai 1896.

(Taf. 32 und 33.)

Nach der Wetterkarte vom 29. April abends lag eine ausgedehnte Depression mit mehreren Zentren über Skandinavien. Eine dieser Stellen niedrigsten Drucks, etwa 745 mm tief, befand sich an der Südküste Norwegens.

Ferner lagen zwei flachere Minima unter 756 mm über Oberitalien bei Turin und über Steiermark, beide im Grunde nur Teilminima der nördlichen Depression. Am nächsten Morgen hat sich das Minimum von der norwegischen Küste nach Südschweden verlagert, die südlichen Teilminima bestehen in etwas veränderter Form und Lage fort.

Nachmittags um 2<sup>p</sup> ist das nördliche Minimum unter Verflachung auf 750 mm nur wenig weiter nach E gezogen, die südlichen Teilminima aber haben sich etwas vertieft und zu einem selbständigen Depressionsgebiet mit mehreren Kernen vereinigt. Der eine davon liegt jetzt etwa an der Grenze zwischen Salzburg, Tirol und Kärnten, ein zweiter über Oberitalien und ein dritter über Bosnien. Die nördliche und die südliche Depression stehen durch eine Rinne tieferen Druckes zwischen zwei Gebieten höheren Druckes im E und W mit einander in Verbindung. Abends befindet sich das Teilminimum über Österreich ein wenig weiter östlich, das bosnische ist verschwunden, das italienische ziemlich unverändert. Das Minimum über Skandinavien ist mehr nach NE gezogen. Zwischen dem nördlichen und südlichen Depressionsgebiet ist der Luftdruck gestiegen, am meisten im W. Durch die Zunahme des Luftdrucks auf der Nordwestseite der südlichen Depression hat sich der Gradient dort verstärkt.

Am Morgen des 1. Mai zeigt die südliche Depression eine wesentliche Ausdehnung nach NE. Das österreichische Minimum hat sich dabei in südöstlicher Richtung nach Ungarn verlagert und stellt jetzt im Grunde genommen einen Ausläufer des Minimums über Oberitalien dar. Außerdem hat sich noch ein flacheres Teilminimum über Polen gebildet. Eigentlich ist die Ausbreitung der Depression nach N nur teilweise auf ein wirkliches Vorrücken zurückzuführen, vielmehr spielt hierbei auch eine erneute Zunahme des Luftdrucks im W und N durch Vordringen eines über dem Atlantischen Ozean liegenden Maximums und durch weitere Entfernung des nördlichen Minimums eine Rolle. Die Isobaren, die schon am Abend zuvor im E der Alpen eine ziemlich nach NE aufsteigende Richtung bis ins Odergebiet hatten, zeigen diese jetzt noch entschiedener bis nach Ostpreußen hinauf.

Während am 29. April im Odergebiet meist nur geringe Niederschläge gefallen waren, und zwar im Oberlauf begleitet von Gewittern, die offenbar auf die Teildepression am Südrande der Zyklone im N zurückzuführen sind, traten am 30. größere Regenfälle auf, hauptsächlich nachmittags und nachts, als sich die südliche Depression in der oben geschilderten Weise relativ zu vertiefen und an Ausdehnung zuzunehmen begann. Die Zone stärkerer Niederschläge reichte von der Oder nach SW bis zu den Alpen in der Richtung der Isobaren. Die am 1. Mai 7<sup>a</sup> gemessenen Beträge übertrafen im Odergebiet allerdings nirgends 50 mm, doch empfing eine größere zusammenhängende Fläche von der oberen Hotzenplotz bis zum Quellgebiet der Weistritz mehr als

30 mm Regen mit Maxima über 40 mm. Der Bober hatte nur in seinem Oberlauf an einigen Orten mehr als 30 mm Niederschlag aufzuweisen.

Im Laufe des 1. Mai breitete sich der hohe Luftdruck weiter von W nach E aus und drängte dadurch die südliche Depression wieder etwas zurück. Am 2. Mai früh war das Teilminimum über Polen ganz verschwunden. Immerhin fielen auch in dieser Zeit noch Niederschläge, die sogar im Bereich der Glatzer Neiße und des Bobers vereinzelt bis über 40 mm stiegen, im allgemeinen aber auf geringere Beträge beschränkt blieben.

Am 2. Mai fing das Depressionsgebiet an, sich langsam wieder nach N auszubreiten. Am Morgen des 3. hatte das Minimum über Ungarn, das bisher eigentlich nur den Charakter eines Teilminimums der über Oberitalien liegenden Depression trug, eine größere Selbständigkeit erlangt. Der wenig ausgesprochene Kern lag jetzt in einer Tiefe von etwas unter 756 mm bei Budapest. Da im N und NW der Depression der Luftdruck dabei weiter zugenommen hatte, war der Gradient stärker geworden.

Im Laufe des 2. Mai traten infolgedessen wieder größere Niederschläge ein, und zwar auf der linken Seite der Oder von der Hotzenplotz bis zum Quellgebiet des Bobers, wo meist mehr als 20 mm fielen. Die Maxima erreichten allerdings auch an diesem Tage nicht den Betrag von 50 mm, es kamen aber im Bereich aller Nebenflüsse innerhalb der oben erwähnten Zone an zahlreichen Orten Mengen über 30 mm vor. Starke Niederschläge fielen übrigens auch noch von der südlichen Hälfte Böhmens an bis in das Donaugebiet hinein. Am 3. Mai regnete es gleichfalls, wenn auch in geringerer Stärke. Die am 4. 7<sup>a</sup> gemessenen Mengen erreichten nur in Kaschbach (Weistritz) 40 mm, blieben aber sonst überall im Bereich der Oder unter 30 und meist auch unter 20 mm. Größer waren dagegen die Mengen, die im Moldaugebiet beobachtet wurden.

Am 4. Mai morgens lag das Minimum nördlicher und zwar über Polen, war auch ein wenig flacher geworden. Auf der Westseite der Depression hatte der Luftdruck zugenommen. Bei dem nunmehr annähernd nordsüdlichen Verlauf der Isobaren und den dadurch bedingten Winden aus NW bis N fielen auch an diesem Tage noch überall im Odergebiet bis zur Warthe Niederschläge, die auf der linken Seite bis zum Bober hinab, besonders im Bereich der Glatzer Neiße, zwar vielfach 20 mm überschritten, aber nur ganz vereinzelt über 30 mm hinausgingen. Stärker waren sie wiederum im Gebiet der Moldau und in dem südlich daran angrenzenden Teil des Donaugebietes.

Bis zum 6. Mai früh zog das Minimum, indem es sich allmählich weiter bis auf 760 mm verflachte, langsam bis nach Ostpreußen hinauf. Während dieser Zeit behielten die Isobaren auf der Westseite der Depression ihre nordsüdliche Richtung bei, und es fielen wieder Niederschläge im Bereich der Oder, die am 5. von der Weistritz abwärts allerdings nur unbedeutend waren und aufwärts auch nirgends 25 mm überschritten, am 6. aber etwas stärker

wurden und im Quellgebiet des Bobers und der Lausitzer Neiße sogar bis auf 40 mm stiegen.

Am 7. Mai früh lag das Minimum weiter im E, die Windrichtung im Odergebiet war aber immer noch nordwestlich, da sich die Depression wieder etwas vertiefte und nach S ausbreitete, so daß auch erneut Niederschläge daselbst fielen, jedoch entsprechend der Verlagerung des Minimums nach E jetzt besonders im Oberlauf rechts. Dort wurden an diesem Tage in Ostrawitz an der Ostrawitza sogar noch 62 mm beobachtet, während die nächstgrößten Mengen allerdings schon unter 50 mm lagen. Am 8. Mai hörten die Niederschläge auf, da die Depression wieder etwas durch den von NW her sich ausbreitenden hohen Druck zurückgedrängt wurde.

Die Temperatur war am 29. und 30. April, als das Minimum über Skandinavien mit den Teilminima am Südrande die Wetterlage beherrschte, derart verteilt, daß es im N kühl war und nach S zu wärmer wurde. Die Zunahme nach dieser Richtung war ziemlich stark, da in Nordwestdeutschland die Temperaturen im Meeresniveau bis unter 6° lagen, während sie nördlich der Alpen und in Ungarn bis über 16° stiegen.

Während schon am 30. April die Isothermen über Deutschland etwa in der Richtung WSW—ENE verliefen, nahmen sie am darauffolgenden Tage, als die südliche Depression in nördlicher Richtung Ausdehnung gewann, die Richtung SW—NE an. Weiterhin gestaltete sich dann die Temperaturverteilung so, daß mit dem Heraufkommen der Depression auch die höhere Temperatur immer weiter auf ihrer Ostseite nach N reichte, während die Abkühlung sich nach S und SE ausbreitete, so daß ganz Deutschland und Österreich unter ihrer Einwirkung stand. Die Temperaturunterschiede zwischen Norddeutschland und Westrußland erreichten 12° und darüber. Besonders erwähnt soll noch werden, daß am 2. Mai früh, obwohl das Depressionsgebiet etwas nach S zurückgedrängt war, doch die Wärme im E weiter nach N reichte als am Tage zuvor.

Die meisten Niederschläge im Odergebiet fielen in den Tagen vom 30. April bis 7. Mai auf der linken Seite von der Hotzenplotz bis zum Oberlauf des Bobers. Über 200 mm insgesamt wurden innerhalb folgender Flußgebiete und an nachstehenden Orten beobachtet: Glatzer Neiße: Neu Rothwasser 231, Rauschbach 212; Hotzenplotz: Zuckmantel 212; Ohle: Münsterberg 244 mm. Im Bobergebiet betrug die Höchstsumme 192 mm, die in Wang gemessen wurde. Auf der rechten Seite stiegen nur im Bereich der Olsa, der Ostrawitza und des Stobers die Maxima etwas über 100 mm.

Das Hochwasser der Oder wurde recht groß, bedeutender als man nach den gefallenem Niederschlagsmengen hätte erwarten sollen. Sogar im Oberlauf war die Anschwellung bereits sehr beträchtlich, obwohl die dort beobachteten Gesamtbeträge, wie schon erwähnt, nur vereinzelt über 100 mm hinausgingen. Unstreitig ist die Höhe der Flut gesteigert worden durch das

Schmelzwasser von Schnee, das von den Gebirgen herabkam, da dort noch zu Anfang des Monats eine ziemlich tiefe Schneedecke lag.

Von den Nebenflüssen zeigten natürlich besonders die der linken Seite stärkere Hochwassererscheinungen. Die Lausitzer Neiße war aber nur noch in geringem Maße beteiligt.

Das die Niederschläge veranlassende Minimum ist der Zugstraße Vb zuzurechnen, doch bleibt zu erwähnen, daß es nicht von der Adria herkam, sondern sich anscheinend in Österreich aus einem Teilminimum am Südrande einer im N gelegenen Depression entwickelt hat.

### Das Hochwasser im Mai 1897.

(Taf. 33 und 34.)

Am Morgen des 11. Mai zeigt die Wetterkarte eine von Norwegen bis zu den Alpen reichende Depression mit mehreren Kernen von etwa 746 mm Tiefe, von denen einer über Dänemark, ein anderer an der Südspitze Norwegens liegt. Über dem Atlantischen Ozean und dem Innern von Rußland lagern Hochdruckgebiete. Abends befindet sich das Minimum mit beiden Zentren an der Südspitze Schwedens. Ferner ist ein Minimum von etwa 751 mm über Oberitalien erschienen, neben dem noch ein zweites von annähernd 752 mm über dem südöstlichen Österreich auftritt. Zwischen das nördliche und südliche Depressionsgebiet schiebt sich keilförmig hoher Druck. Beide stehen durch eine schmale Rinne tieferen Drucks mit einander in Verbindung.

Am 12. Mai 7<sup>a</sup> liegt das skandinavische Minimum etwas weiter nördlich, aber noch über dem südlichen Schweden, das oberitalienische so ziemlich an derselben Stelle wie am Abend vorher, dagegen ist das Minimum über Südösterreich in östlicher Richtung nach Ungarn gezogen und bildet, indem es jetzt eine Tiefe von nur 754 mm aufweist, ein Teilminimum des oberitalienischen.

Diese Zunahme des Luftdrucks in der Teildepression bedeutet aber im Grunde genommen keine Verflachung, da sie entstanden ist durch allgemeines Ansteigen des Luftdrucks auch in der Umgebung von der westlichen Antizyklone aus. Die Rinne tieferen Drucks von der nördlichen nach der südlichen Depression ist mehr nach E gedrängt. Die das südliche Depressionsgebiet umschließende Isobare von 756 mm zeigt wieder im Osten der Alpen das schon mehrfach erwähnte charakteristische Umbiegen nach N.

Am 11. Mai fielen noch unter dem Einfluß der nördlichen Depression zwar weitverbreitete, aber meist nur einige Millimeter betragende Niederschläge. Im Odergebiet kamen lediglich in den Sudeten Mengen über 10 mm, doch nur an wenigen Orten solche zwischen 20 und 30 mm vor. In höheren Lagen traten Schneefälle auf.

Im Laufe des 12. Mai rückte dann die über Ungarn liegende Teildepression, indem sie sich zum selbständigen Minimum entwickelte, in der Rinne weiter

herauf und lag abends in einer Tiefe von 755 mm über Ostgalizien. Das nördliche Minimum, dessen Lage wenig Änderung zeigte, war erheblich flacher geworden. Die Zunahme des Luftdrucks von W her hatte weitere Fortschritte gemacht.

Am nächsten Morgen lag das rasch von Galizien nach N vorrückende Minimum schon über der Ostsee am Rigaischen Meerbusen, die nördliche Depression dagegen war nur noch als starke Ausbuchtung der Isobare von 759 mm am Westrande des erstgenannten Minimums bemerkbar. Über Deutschland und Österreich-Ungarn hatte sich der hohe Druck noch mehr ausgebreitet. Die am 12. Mai über Oberitalien befindliche Depression dehnte sich jetzt weiter südlich in größerem Umfange aus.

Durch das im E in nördlicher Richtung heraufziehende Minimum wurden am 12. Mai hauptsächlich auf der rechten Seite des Oberlaufs der Oder sowie im benachbarten oberen Weichsel- und Waag-Gebiet stärkere Niederschläge hervorgerufen, die in etwas höheren Lagen in Form von Schnee fielen. Die größte Menge, nämlich 73 mm, wurde in Morawka (Ostrawitza) gemessen, sonst kamen aber Beträge über 50 mm nicht vor. Eine Anzahl Orte im Bereich der Olsa und Ostrawitza beobachteten jedoch immerhin mehr als 30 mm, darunter Teschen an der Olsa 44 mm. Von der Glatzer Neiße einschließlich abwärts fielen nur geringfügige, stellenweise gar keine Niederschläge.

Am Abend des 13. Mai war das Minimum über der Ostsee weiter in nordwestlicher Richtung abgezogen und dafür von N her ein Maximum vorgezogen, das seinen Einfluß bis in das östliche Deutschland und nach Polen hinein erstreckte. Da außerdem das westliche Hochdruckgebiet noch mehr an Ausdehnung gewonnen hatte, lag ganz Zentraleuropa unter dem Einfluß hohen Barometerstandes, mit Ausnahme des Südostens. Dort hatte sich nämlich schon am Morgen die Annäherung einer neuen Depression bemerkbar gemacht, die am Abend bereits etwas weiter nach Ungarn hinein reichte und anscheinend mit dem mehr nach E gerückten italienischen Tiefdruckgebiet in Verbindung getreten war.

Am Morgen des 14. Mai lag ein Teilminimum der südöstlichen Depression, etwas unter 758 mm tief, bei Hermannstadt, während sich das Depressionsgebiet weiter nach W über den größten Teil von Ungarn ausgebreitet hatte. Das nördliche und das westliche Maximum waren noch mehr nach S und E vorgezogen und durch einen Rücken höheren Drucks mit einander in Verbindung getreten. Die Isobaren verliefen von Österreich durch das Odergebiet nach den Ostseeprovinzen hinauf im allgemeinen von SW nach NE, die Winde kamen daher meist aus nördlicher Richtung.

Infolge der Annäherung des Minimums von SE her traten vom Nachmittag oder Abend des 13. Mai ab wieder Niederschläge im Odergebiet ein, die aber bis zum 14. 7<sup>a</sup> meist noch Mengen unter 10 mm ergaben. Unter dem Einfluß der weiter heraufkommenden Depression und der auf ihrer

Westseite wehenden Winde aus nördlicher oder nordwestlicher Richtung verstärkte sich der Niederschlag, so daß am Morgen des 15. Mai auf der linken Seite der Oder von der Oppa bis zum Bober an zahlreichen Orten mehr als 20 mm gemessen wurden. Auf dem Riesen- und Isergebirge und an seinen Abhängen fielen überall mehr als 30, auf der Schneekoppe 50 und in Wang 46 mm. Auf den Höhen herrschte zuerst Schneefall, der später in Regen überging. Auch im Bereich der Glatzer Neiße überstiegen die gemessenen Beträge mehrfach 30 mm. Stärker waren noch die Niederschläge, die im Donaugebiet bis zur Leitha abwärts auftraten. Dasselbst wurden vielfach Mengen über 40 mm beobachtet.

Am 15. Mai früh hatte sich das am Tage vorher bei Hermannstadt befindliche und jetzt auf 755 mm vertiefte Teilminimum nordwärts nach Ostgalizien verlagert, während über dem westlichen Rumänien ein Minimum von 753 mm erschienen war, das jedenfalls mit dem vorher über Italien gelegenen als identisch anzusehen ist. Obwohl die Depression höher nach N heraufgekommen war und ihr Gebiet etwas nach W ausgedehnt hatte, nahm der Luftdruck auf ihrer N- und W-Seite nicht ab, sondern im Gegenteil durch Vorrücken des hohen Drucks von N und W her noch zu, was natürlich eine wesentliche Verstärkung des Gradienten zur Folge haben mußte. Infolgedessen dauerten auch zunächst noch die Niederschläge ziemlich stark fort; da aber durch weiteres Vorrücken des hohen Luftdrucks von N die Depression etwas zurückgedrängt wurde und das Teilminimum über Ostgalizien verschwand, so ließen die Niederschläge vom Nachmittag an meist nach. Bis zum 16. früh fielen im Odergebiet auf der linken Seite, besonders im Bereich der Glatzer Neiße, des Queiß und ihrer Nachbarschaft, sowie in dem der Bartsch mehr als 20 mm Niederschlag, bis zu 40 mm in Striengendorf (Gl. Neiße). Größere, 50 mm übersteigende Mengen kamen im oberen Moldaugebiet vor.

Am Morgen des 16. ist, wie schon erwähnt, das Depressionsgebiet durch Verschwinden des Teilminimums etwas von N her zurückgedrängt, dagegen das Minimum von Rumänien in nordwestlicher Richtung nach Ungarn heraufgezogen und liegt jetzt östlich von Budapest. Auf der Westseite ist infolge Zurückweichens des hohen Drucks nach NW der Luftdruck nicht unbedeutend gefallen. Am 17. früh hat sich das Minimum verflacht, ohne daß das Depressionsgebiet kleiner geworden wäre. Es besteht offenbar die Neigung zur Bildung kleiner Teilminima. Im W ist der Luftdruck weiter gefallen. Über ganz Südeuropa lagert eine große flache Depression mit verschiedenen Kernen. An der Küste Dalmatiens liegt ein solcher, der sich am Morgen des 18. an der Grenze Ungarns und Rumäniens befindet, von da bis zum 19. wieder mehr nach W und endlich nach SE zieht. Bei diesem Umherziehen des Minimums breitet sich das Depressionsgebiet bisweilen etwas mehr nach N aus, der im N beständig vorgelagerte hohe Druck läßt aber anscheinend das Minimum nicht weiter heraufkommen.

Während der Tage vom 16. bis 19. Mai fanden im Odergebiet, am Nordwestrande der südöstlichen Depression, zahlreiche Gewitter statt, die besonders am 16. und 18. auf der linken Seite, zumal im Gebiet der Glatzer Neiße, stärkere Niederschläge von z. T. mehr als 30 mm herbeiführten. Auch in den folgenden Tagen traten, indem der Luftdruck im SE dauernd tief blieb, weitverbreitete Gewitter auf, die gelegentlich zu stärkeren Regenfällen Veranlassung gaben. Namentlich am 22. fielen im Bereich des Bobers vielfach über 50 mm Niederschlag.

Am 11. Mai herrschte unter dem Einfluß der umfangreichen, sich von Norwegen weit nach S ausbreitenden Depression in ganz Nord- und Mitteldeutschland kühles Wetter, besonders im NW, wo die Temperaturen unter 2° heruntergingen. Nach E und S hin nahm die Temperatur zu; besonders im südöstlichsten Teil von Ungarn stieg sie bis auf 16° (im Meeresniveau). Am nächsten Tage hatte sich die Abkühlung bis zu den Alpen ausgebreitet, während im E über Rußland die Temperatur ziemlich erheblich gestiegen war, und zwar reichte diese Erwärmung weit nach N hinauf, so daß die Isothermen im westlichen Rußland in der Richtung N—S verliefen. Der Temperaturunterschied zwischen dem östlichen Deutschland und dem westlichen Rußland betrug ungefähr 10°. Diese Temperaturverteilung bestand die nächsten Tage fort, nur mit dem Unterschied, daß im NE die Temperaturen besonders hoch waren. Die Zunahme der Temperatur von der Ostsee nach dem Innern Rußlands war sehr erheblich und betrug bis über 14° im Meeresniveau. Diese starke Erwärmung wurde durch südöstliche Winde aus dem Innern von Rußland heraufgeführt. Vom 16. Mai ab, als die Isobaren in Norddeutschland eine mehr westöstliche Richtung annahmen, breitete sich dann die Erwärmung durch Ostwinde nach W aus, wobei aber das Ostseegebiet andauernd kühl blieb. Offenbar steht das Vorkommen zahlreicher Gewitter in diesen Tagen mit dieser Zunahme der Temperatur in Zusammenhang.

Zieht man die Summe der Niederschläge vom 11. bis 19. Mai in Betracht, so fielen die größten Mengen im Bereich der Glatzer Neiße, speziell im Bielegebiet, wo Rauschbach 168 mm beobachtete und an einer größeren Anzahl von Stationen die Gesamtbeträge zwischen 100 und 150 mm schwankten. Diese Zone stärkeren Niederschlages griff auch nach der oberen Hotzenplotz hinüber. Im Bobergebiet empfing Wang 155 mm und außerdem noch eine Anzahl von Orten des Riesengebirges mehr als 100 mm. Auch im Bereich der Olsa und Ostrawitz, sowie vereinzelt in dem der Weistritz und der Lausitzer Neiße überstiegen die Maxima 100 mm. Wie man sieht, erreichten die Gesamtmengen keineswegs eine besondere Höhe, das Hochwasser der Oder war demzufolge auch nur mittelstark und würde diese Höhe noch nicht einmal erreicht haben, wenn nicht Schneeschmelzwasser aus den Gebirgen und vorangegangene Niederschläge mitgewirkt hätten. Von den Nebenflüssen hatte der Bober eine stärkere Anschwellung als die Glatzer Neiße. Durch die nach dem 19. Mai

gefallenen Niederschläge, zumal die vom 22., trat besonders im ersteren Flusse eine nochmalige Hochwasserwelle auf, die die erste an Höhe fast erreichte.

Das am 12. Mai nordwärts gezogene Minimum gehört unstreitig der Zugstraße Vb an, bewegte sich aber ziemlich weit östlich. Das Minimum, das vom 13. bis 15. die Ursache der Niederschläge war, kam von der Balkanhalbinsel und ging über Galizien nicht hinaus. Die Einordnung in eine der üblichen Zugstraßen, von denen auch hier nur Vb in Betracht kommen könnte, stößt daher auf Schwierigkeiten. Eher kann man noch das Minimum vom 15. bis 17. Mai der Zugstraße Vb zurechnen, wenn es auch nur bis Ungarn gelangte, da es anscheinend von der Adria her kam. Auch das Minimum der folgenden Tage gehört der Straße V an, wohl aber eher der Straße Vc als Vb.

### Das Hochwasser Ende Juli bis Anfang August 1897.

(Taf. 4—8, 35—37.)

Die Größe dieser Hochwasserkatastrophe und ihre schweren Folgen haben schon mehrfach Veranlassung gegeben, die damals gefallenen außerordentlich starken Niederschläge und die meteorologischen Vorbedingungen dafür zum Gegenstand einer Untersuchung zu machen. Die dabei hervorgetretenen Meinungsverschiedenheiten einzelner Verfasser lassen es aber nicht überflüssig erscheinen, auch hier noch einmal den Witterungsverlauf ausführlich darzustellen, da die Vollständigkeit des zu Gebote stehenden Beobachtungsmaterials einige Gewähr dafür zu bieten scheint, daß nun eine endgültige Entscheidung gefällt werden kann<sup>1)</sup>.

Am Morgen des 26. Juli befand sich ein Minimum unter 750 mm, das seinen Einfluß bis nach Skandinavien ausdehnte, nördlich von Schottland, ferner im SE ein umfangreiches Depressionsgebiet von gleicher Tiefe, dessen einer Kern etwa über dem Schwarzen Meere lag und das sich bis nach Ungarn und dem westlichen Rußland ausbreitete. Endlich war noch ein flaches Minimum von etwa 758 mm über der nördlichen Adria, eigentlich nur ein Teilminimum der russischen Depression. Dagegen erstreckte sich ein Hochdruckgebiet von SW her nach dem mittleren Deutschland und nach Österreich hinein mit einem

<sup>1)</sup> Es liegen folgende Abhandlungen vor: G. Hellmann, Der Wolkenbruch vom 29./30. Juli 1897 im Riesengebirge (Meteorol. Zeitschr. 1897, S. 313—315). — W. Trabert, Die außerordentlichen Niederschläge in Österreich in der Regenperiode vom 26.—31. Juli 1897 (Meteorol. Zeitschr. 1897, S. 361—370). — E. Herrmann, Über die allgemeinen atmosphärischen Vorgänge vor und während der diesjährigen Überflutungen in Schlesien, Sachsen und Nordböhmen (Annalen der Hydrographie 1897, S. 387—390). — K. Fischer, Das Sommerhochwasser vom Juli bis August 1897 im Oderstromgebiet (Zeitschr. f. Bauwesen 1898, S. 307—346; auch im »Wetter« 1899, S. 49—53 und 73—83). — Die Hochwasserkatastrophe des Jahres 1897 in Österreich (Beiträge zur Hydrogr. Österreichs, herausgeg. v. k. k. hydrogr. Central-Bureau, Heft II, Wien 1898. 4<sup>o</sup>). — C. Kaßner, Über die wahre Wetterlage bei dem Hochwasser in Schlesien und Österreich Ende Juli 1897 (Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 454—466). — Die große Wassernot in Sachsen 1897. Leipzig 1898. 8<sup>o</sup>. enthält auf S. 367—376 ein Kapitel von P. Schreiber, Über die Witterungsvorgänge.

Ausläufer bis nach Bosnien, während ein zweites Hochdruckgebiet über dem nördlichen Rußland lag.

Am 27. früh hat sich das nordwestliche Minimum mehr nach ENE verlagert und ganz Skandinavien in seinen Bereich gezogen, das südöstliche dagegen ist ostwärts etwas zurückgewichen. Das adriatische Minimum zeigt sich etwas vertieft und über ganz Oberitalien ausgebreitet. Das nach Deutschland und Österreich hineinreichende Hochdruckgebiet ist in seiner Ausdehnung nach N und S kleiner und besonders im W flacher geworden. Es erstreckt sich aber noch eine Zunge höheren Druckes bis nach Bosnien, die das italienische von dem südöstlichen Tiefdruckgebiet trennt. Die hier nicht mit abgedruckte Isobarenkarte vom 27. 2<sup>p</sup> weist zunächst eine weitere Vertiefung des Minimums über Oberitalien bis unter 755 mm und eine Abnahme des Luftdruckes im E davon auf, so daß die Zunge höheren Druckes über Bosnien verschwunden ist. An der Nordostseite zeigt die Depression offenbar Neigung, sich nach dieser Richtung auszubreiten, da sie bereits zungenförmig im Osten der Alpen nach Österreich hinübergreift. Über Deutschland und Österreich hat der Luftdruck weiter abgenommen. Abends liegt das südliche Minimum zwar immer noch über Oberitalien, hat sich aber bis auf etwa 753 mm vertieft und zeigt jetzt noch deutlicher als mittags das Bestreben, sein Gebiet ostwärts der Alpen nach N auszudehnen. Von SW her fängt das Hochdruckgebiet wieder an, keilförmig etwas nach E vorzudringen, im E ist der Luftdruck ziemlich unverändert geblieben, dazwischen aber, von Norddeutschland hinunter nach Österreich, weiter gefallen, so daß jetzt eine Rinne etwas tieferen Druckes das südliche Tiefdruckgebiet mit dem nördlichen, über Skandinavien liegenden verbindet.

In der Nacht zum 28. setzt sich nun auch das Zentrum der südlichen Depression nach E in Bewegung und überschreitet die Adria, um dann nach NE umzubiegen. Das Depressionsgebiet hat sich der Rinne folgend stark nach N ausgebreitet, reicht jetzt schon bis nach Polen hinauf und enthält an der Grenze von Polen und Westgalizien ein flaches Teilminimum. Die skandinavische Depression ist ein wenig zurückgewichen, dagegen der hohe Luftdruck von W stärker vorgedrungen; er hat den Gradienten auf der Westseite der südlichen Depression verstärkt und die Rinne etwas mehr nach E gedrängt. Übrigens weist auch gleichzeitig das nordöstliche Maximum, das sich mehr nach S ausgebreitet hat, eine Erhöhung auf.

Infolge der Ausbreitung der oberitalienischen Depression in der Richtung nach Österreich hin fing es am 27. nachmittags zunächst im Alpengebiet stärker zu regnen an, im W anscheinend etwas früher als im E. Nicht lange darauf begannen aber auch schon im Odergebiet die Niederschläge. Der Regenbeginn fällt in Spital a. Pyhrn (Ennsgebiet) etwa in die Zeit zwischen 1 und 2<sup>p</sup>, in Wien erst auf ungefähr 5<sup>1/2</sup><sup>p</sup>. Im Odergebiet fing es nach den Aufzeichnungen der registrierenden Regenmesser in Ratibor um 7<sup>1/2</sup><sup>p</sup>, in Rein-

erz um 9 $\frac{1}{2}$ P, in Schreiberhau aber schon um 7P zu regnen an. Im Bereich der Oder waren die Niederschläge allerdings zunächst noch schwächer als in dem der Donau, wo am Morgen des 28. Juli besonders im Ennsgebiet und in seiner Umgebung schon Mengen bis zum Höchstbetrage von über 80 mm gemessen wurden, z. T. im Gefolge von Gewittern. Im Odergebiet erhielten die rechten Zuflüsse des Oberlaufes Ostrawitzka und Olsa die größten Niederschläge, die aber bis zum 28. früh nirgends 50 mm erreichten. Im Oberlauf des Bobers betragen die gemessenen Mengen vielfach mehr als 20 mm<sup>1)</sup>. Stellenweise traten Gewitter auf.

Im Laufe des 28. Juli zog dann das südliche Minimum in nordöstlicher Richtung herauf und lag abends im nordöstlichen Ungarn in der Gegend von Ungvar mit einem Kern von weniger als 752 mm.

Das Teilminimum, das am Abend zuvor über Polen gelegen hatte, war wieder verschwunden, das Depressionsgebiet reichte aber jetzt bis zur Ostsee, und die Isobaren verliefen auf seiner Westseite bis über die Küste hinaus annähernd in der Richtung S—N. Von W her hatte sich dabei das Hochdruckgebiet mehr nach E ausgebreitet, so daß eine neue Verstärkung des Gradienten eingetreten war. Das nördliche Minimum war weiter nach NE gezogen.

In der Nacht zum 29. Juli änderte das ungarische Minimum seine Zugrichtung, indem es sich jetzt nach NNW bewegte. Am Morgen des 29. lag es über dem südlichen Polen. Obwohl es dabei um fast 2 mm flacher geworden war, hatte sich doch der Gradient auf seiner Westseite wieder etwas verstärkt, da eine weitere Zunahme des Luftdrucks von W her stattgefunden hatte. Die Isobaren verliefen jetzt durch ganz Deutschland und Österreich in nord-südlicher Richtung. Infolgedessen wehten bis zu den Alpen hinunter Winde aus NW bis N.

Durch das Heraufziehen der Depression in nordöstlicher Richtung breiteten sich am 28. die Niederschläge nach E über den größten Teil des Weichselgebietes aus und im Donaugebiet bis zur Theiß. Infolge des bis zur Ostseeküste sich erstreckenden nord-südlichen Verlaufes der Isobaren und der dadurch bedingten feuchten Luftströmung vom Meere her fielen die Niederschläge in ziemlicher Stärke bis weit nach Ostpreußen hinauf. Im Weichselgebiet empfing besonders die rechte Seite des Oberlaufes auf größere Strecken hin bis zum 29. früh über 50 und 60 mm. Aber auch im Odergebiet fielen an diesem Tage stellenweise recht bedeutende Mengen, und zwar im Oberlauf rechts und im Quellgebiet der Oppa, der Glatzer Neiße, des Bobers und der Lausitzer Neiße, wo die Maxima 60 mm überstiegen. Station Wang beobachtete sogar 81 mm.

In Schlesien regnete es den ganzen Tag, am stärksten aber erst abends und in der Nacht zum 29., offenbar infolge der oben erwähnten Änderung

<sup>1)</sup> Die Niederschläge sind auf der Isobarenkarte vom 28. 7<sup>a</sup> eingetragen, da jedenfalls die Luftdruckverteilung vom 27. 9P der Wetterlage, bei der die Hauptmengen fielen, nicht entspricht.

der Zugrichtung des Minimums. Auch das Donaugebiet am Nordfuß der Alpen vom Inn bis nach Wien erhielt beträchtliche Niederschlagsmengen, die vielfach 60 mm überstiegen und in Alt Aussee mit 122 mm das Maximum erreichten.

Am 29. Juli nachmittags änderte das Minimum, das am Vormittag zum Stillstand gekommen war, von neuem die Richtung seiner Bahn, indem es sich jetzt plötzlich nach SW wendete. Nur langsam fortziehend lag es abends etwas südwestlich von Krakau und am 30. früh über dem nordwestlichen Ungarn. Obwohl es dabei ein wenig an Tiefe abnahm, wurde doch noch der Gradient auf seiner Westseite stärker, da es sich mehr dem westlichen Hochdruckgebiet näherte, dieses aber nicht zurückzudrängen vermochte. Im Gegenteil war über dem westlichen Deutschland der Luftdruck am 30. früh höher als am Tage zuvor. Auch im N der Depression war der Luftdruck nicht unerheblich gestiegen, welchem Umstand vielleicht das Zurückweichen des Minimums zuzuschreiben ist.

Am 29. dauerten die Niederschläge fort und dehnten sich, als das Minimum nach SW umbog, mehr nach dem W zu aus, während sie im Weichselgebiet nachließen. Im Bereich der Oder empfing infolgedessen das Gebiet des Bobers in seinem Oberlauf die größten Regenmengen. Besonders in der Nacht vom 29. zum 30. nahmen die Niederschläge ganz außerordentlich an Stärke zu. Am Morgen des 30. Juli wurden im Bereich des Riesen- und Isergebirges Mengen gemessen, wie sie seit Beginn der Beobachtungen nicht vorgekommen waren. An einer Anzahl von Stationen überstiegen die 24-stündigen Mengen 200, an sehr vielen aber 100 mm, und zwar wurden gemessen: auf der Schneekoppe 239 mm, auf der Prinz Heinrich-Baude 225 mm und in Wang 220 mm. Noch größer waren die Beträge, die am Südrhang des Riesen- und Isergebirges, schon im Elbegebiet, an einigen Orten beobachtet wurden, nämlich in Neuwiese 345 mm, in Wilhelmshöhe 300 mm und in Riesenhain 266 mm. Während aber auf der Nordseite des Gebirges bis weit in die Ebene hinein bedeutende Niederschlagsmengen fielen, im Mittellauf des Bobers noch 80 mm und mehr, nahm die Intensität des Regens auf der Südseite außerordentlich rasch ab, da sich diese bei der herrschenden Windrichtung von NW und N im Regenschatten befand.

Aber auch fast alle anderen Nebenflußgebiete der linken Oderseite empfingen sehr bedeutende Niederschlagsmengen. Im Bereich der Lausitzer Neiße, der Katzbach und der Glatzer Neiße sowie vereinzelt in dem der Weistritz und Hotzenplotz kamen Beträge von mehr als 100 mm vor, im Oberlauf der Lausitzer Neiße solche über 150 mm (Weißbach 181, Neundorf 179 mm). Die Zone starken Niederschlags erstreckte sich auch nach der rechten Seite der Oder hinüber, besonders nach dem Gebiet der Bartsch, wo meist mehr als 60 mm fielen; in Koschmin wurden sogar 108 mm gemessen. Auf der rechten Seite des Oberlaufes der Oder kamen nur vereinzelt mehr als 50 mm vor.

Das Elbegebiet empfangt, abgesehen von den schon oben erwähnten großen Niederschlagsbeträgen am Südabhang des Riesen- und Isergebirges, auch sonst noch erhebliche Regenmengen, zumal im Erzgebirge und in dem südlich von der Elbe gelegenen Teile Böhmens, wo die Maxima ebenfalls 100 mm überstiegen.

Nur wenig kleiner als im Gebiet der Oder, wenn auch nicht so hohe Maxima erreichend, waren die Niederschläge in dem der Donau von der Traun bis nach Wien hinunter, wo auf große Strecken hin mehr als 100 und nicht selten mehr als 150 mm fielen.

Am 30. Juli bewegte sich das Minimum unter weiterer Verflachung etwas nach NW und lag am 31. früh über Nordost-Böhmen. Gleichzeitig verlor auch das Maximum im W an Höhe, so daß der Luftdruckgradient wesentlich geringer wurde.

Mit der Verlagerung des Minimums in nordwestlicher Richtung rückte auch die Hauptniederschlagszone am 30. Juli ein wenig mehr nach W, so daß die Regenfälle im schlesischen Odergebiet nachließen. Bemerkenswert ist die Gestalt dieser Hauptniederschlagszone, die sich von den Alpen aus der Richtung der Isobaren folgend über das westliche Moldaugebiet und den Böhmisches und Bayerischen Wald hinweg in das sächsische Elbegebiet und von da in einem immer schmaler werdenden Bande bogenförmig über die Mündung der Lausitzer Neiße und des Bobers, dann über die untere Warthe und die Netze und endlich über die untere Weichsel hinweg durch das südliche Westpreußen erstreckte.

In der schlesischen Ebene blieben die Niederschläge meist unter 10 mm, selbst in den Gebirgen wurden 30 mm nur ganz vereinzelt erreicht, dagegen empfangt der Unterlauf des Bobers noch über 40 und die Lausitzer Neiße nicht nur in ihrem unteren Teile, sondern auch in ihrem westlichen Quellgebiet über 50, zum Teil sogar über 60 mm (Muskau 85 mm). Ebenso waren auch die Niederschläge im Warthegebiet in Anbetracht dessen, daß sie in der Ebene und als Landregen fielen, sehr erheblich, da die Tagesmengen in Politzig und Döbelwald bis auf 90 mm stiegen.

Im Erzgebirge gingen die Maxima noch über 100 mm und im Donaugebiet im Bereich der Salzach und der oberen Traun über 150 mm hinaus, während sonst noch große Flächen über 100 mm empfangen.

Im Laufe des 31. Juli begann das Minimum in der Richtung nach NE abziehen, wo das Hochdruckgebiet sich stark abgeschwächt hatte. Dabei breitete sich aber das Depressionsgebiet auch etwas weiter nach W aus, da auf dieser Seite ebenfalls das Maximum zurückwich. In Mittel- und Niederschlesien fanden an diesem Tage vielfach Gewitter statt, die besonders im Oberlauf des Bobers Regenmengen über 30 mm brachten, in Kaltenbrunn (Weistritz) sogar, wenn auch ganz vereinzelt, 54 mm.

Am 1. August früh lag das Minimum über dem südöstlichsten Zipfel von Polen, am 2. an der ostpreußisch-russischen Grenze und ging dann in einer großen vom Schwarzen Meere nach Rußland eingedrungenen Depression auf.

Auch in den Tagen vom 1. bis 3. August fielen meist im Gefolge von Gewittern noch Niederschläge, die besonders am 1. August, allerdings nur stellenweise, ziemlich hohe Beträge erreichten, so in Olsau (Olsa) 69 mm, in Reichenberg (Lausitzer Neiße) 71 mm.

Die Temperaturverteilung zu Anfang dieser Witterungsperiode war insofern bemerkenswert, als es am 27. Juli 7<sup>a</sup>, also noch bevor sich das oberitalienische Minimum in Bewegung setzte, nicht nur im S und SE, sondern auch im E, im westlichen Rußland, ziemlich warm war. Die auf das Meeresniveau reduzierten Temperaturen stiegen dort über 22<sup>o</sup>, während sie im nordwestlichen Deutschland etwas unter 15<sup>o</sup> lagen. Am 28. Juli früh, als die südliche Depression schon ziemlich weit nach N hinaufreichte, hatte sich die Abkühlung auf ihrer Westseite bis nach den Alpen hinunter ausgebreitet. In fast ganz Deutschland und dem österreichischen Alpengebiet lagen die auf das Meeresniveau reduzierten Temperaturen unter 16<sup>o</sup>, dagegen im E bis zu den Ostseeprovinzen hinauf über 20<sup>o</sup>, im SE über 24<sup>o</sup>. In den folgenden Tagen blieb dann diese Temperaturverteilung im großen und ganzen bestehen, nur daß die Temperatur im E nach N zu höher, im SE niedriger wurde.

Die Niederschläge während der Zeit vom 27. Juli bis 3. August zeichneten sich nicht nur durch ihre ungewöhnliche Stärke, sondern auch durch ihre Ausdehnung aus. Von den Alpen bis nach Schlesien erstreckte sich ein zusammenhängendes Gebiet mit mehr als 100 mm Regensumme. Am Nordfuß der Alpen entlang, von den bayerischen Alpen bis nach Wien, fielen in einer ziemlich breiten Zone mehr als 200 mm, ebenso im ganzen Riesen- und Isergebirge bis weit in das Vorland hinein, im Oberlauf der Glatzer Neiße mit der Freiwaldauer Biele, in einem Teil der Beskiden und des Erzgebirges und endlich noch an einzelnen zerstreuten Stellen, besonders in Böhmen.

Nachstehend seien die Orte im Odergebiet mit mehr als 300 mm Gesamtniederschlag nebst den zugehörigen Nebenflüssen aufgeführt: Glatzer Neiße: Rauschbach 316; Bober: Wang 425, Prinz Heinrich-Baude 394, Schneekoppe 360, Flinsberg 306, Schmiedeberg 302; Lausitzer Neiße: Weißbach 364 mm.

Auf der österreichischen Seite des Riesen- und Isergebirges, also bereits im Elbegebiet, kamen noch größere Niederschlagssummen vor, nämlich in Neuwiese, wo 529, und in Wilhelmshöhe, wo 473 mm beobachtet wurden. Über 300 mm hatten dort sonst nur noch Riesenhain mit 404 und Friedrichsthal mit 303 mm. Auch im Alpengebiet betrug die Gesamtniederschläge an vielen Orten über 300, an einzelnen über 400 mm.

Daß solchen ungewöhnlichen Regenmengen auch ungewöhnliche Hochwassererscheinungen entsprachen, ist leicht erklärlich. Im Odergebiet war es

allerdings nicht so sehr das Hochwasser der Oder selbst, das sich durch übermäßige Höhe auszeichnete, wie das einzelner Nebenflüsse, nämlich besonders des Bobers und der Lausitzer Neiße, welche die im Riesen- und Isergebirge niedergegangenen Wassermassen abzuführen hatten. Hier kam es zu verheerenden Überschwemmungen. Daß das Hochwasser der Oder nur eine mittlere Höhe erreichte, ist dem Umstande zu verdanken, daß das Quellgebiet in den Tagen, wo die außerordentlich starken Regenfälle hauptsächlich im Riesen- und Isergebirge niedergingen, in weit geringerem Maße betroffen wurde und die vom Bober in der Oder verursachte Flutwelle der von oberhalb kommenden vorausging.

Auch in der Elbe entstand starkes, im Quellgebiet zerstörendes Hochwasser, und in der Donau führte die Hochflut sogar zu einer großen Überschwemmungskatastrophe.

Die Bahn des Minimums, das die Veranlassung zu den Niederschlägen bildete, entspricht nach den vorstehenden Darlegungen durchaus der Zugstraße Vb. Dieses Ergebnis steht also in Übereinstimmung mit den Anschauungen von Hellmann, Trabert und Kaßner über die Ursache der Wetterkatastrophe, wie sie in den oben angeführten Abhandlungen niedergelegt sind. Auch die Schilderung des Witterungsverlaufs in der ebenfalls oben erwähnten Abhandlung des k. k. Hydrographischen Zentralbureaus in Wien befindet sich damit im Einklang. Allerdings hat die von Kaßner vertretene Meinung keine Bestätigung gefunden, daß das Minimum über dem südlichen Ungarn sich entwickelt hätte, es kann vielmehr nach den vorliegenden, auf einem sehr vollständigen Beobachtungsmaterial beruhenden Untersuchungen keinem Zweifel mehr unterliegen, daß es von Oberitalien her gekommen ist, wie dies auch Trabert schon behauptet hat.

Die von Herrmann bekundete Anschauung, daß als Ursache der großen Niederschläge überhaupt kein Minimum der Zugstraße Vb anzusehen sei, sondern daß sich eine Anzahl von W nach E durch Deutschland ziehender kleiner, flacher Minima mit einer stationären, zwischen Donau und Ostsee liegenden Depression summiert hätten, ist schon von Kaßner eingehend widerlegt worden und findet auch in der vorliegenden Untersuchung nicht die geringste Stütze.

### Das Hochwasser zu Anfang Mai 1899.

(Taf. 37—39.)

Am Morgen des 2. Mai lag ein ziemlich tiefes Minimum am Finnischen Meerbusen, das aber zu keiner Bedeutung für die Witterung in Mitteleuropa gelangte, da es nach NE abzog, und ein flacheres über der Nordsee. Dieses näherte sich in südöstlicher Richtung und befand sich am 3. früh in einer Tiefe von etwa 757.5 mm über Mitteldeutschland. Über der Adria lag ferner ein flaches Minimum, das im Grunde nur eine Teildepression des oberen

bildete. Bis 2 Uhr nachmittags war das mitteldeutsche Minimum, indem es sich um 2 mm vertiefte, nach Nordböhmen vorgedrungen. Außerdem trat ein zweites kleines Minimum über den österreichischen Alpen auf. Das Minimum über der Adria war nach Bosnien gezogen. Abends lag das obere Minimum etwas mehr nordöstlich in Schlesien, während das Minimum über den österreichischen Alpen daselbst verharrte und sich nur mehr nach WSW ausgebreitet hatte. Ein weiteres Minimum über Westungarn ist vielleicht identisch mit dem vorher über Bosnien befindlichen.

Am Morgen des 4. Mai war das obere Minimum, langsam nach ENE ziehend, nach dem westlichen Polen gelangt, indem es anscheinend von einem von NW her sich ausbreitenden Hochdruckgebiet weitergedrängt wurde. Dieser Umstand zwang vermutlich auch das Minimum über den Alpen, mehr nach S zu rücken; denn es war von dort am 4. früh verschwunden, während sich jetzt über Oberitalien ein Tiefdruckgebiet befand. Ein von diesem nach Ungarn reichender Ausläufer ist jedenfalls aus dem ungarischen Minimum entstanden. Im Laufe des 4. Mai stieg dann der Luftdruck über Deutschland weiter. Das obere Minimum verflachte sich dabei, blieb aber ziemlich auf derselben Stelle liegen, indem es von dem übrigen, sich ebenfalls verflachenden Depressionsgebiet losgelöst wurde, das mehr nach SE gedrängt nur noch als Ausläufer des oberitalienischen Minimums erschien.

Indem durch das Vorrücken des Maximums von W her das von der Nordsee stammende Minimum nach Schlesien und weiter nach Westpolen gedrängt wurde, entstanden am 3. Mai allenthalben im Odergebiet Niederschläge, die aber im Flachlande bis zum 4. früh meist unter 10 mm blieben und nur im posenschen Warthegebiet vielfach 20, vereinzelt 30 mm überstiegen. Auch im Oberlauf des Bobers, des Queiß und der Lausitzer Neiße fielen mehr als 20 mm. In höheren Lagen traten Schneefälle auf. Auf der Ost-, also auf der Vorderseite des Minimums fanden Gewitter statt. Am 4. waren die vom Oberlauf der Oder bis zur Katzbach und dem Oberlauf des Bobers und der Lausitzer Neiße gefallenen Mengen nur gering, dagegen traten vom Unterlauf der letzteren beiden Nebenflüsse an bis zur Warthe stärkere Niederschläge auf, die in einem zu beiden Seiten der Oder sich ausdehnenden Streifen zwischen der Lausitzer Neiße und Frankfurt a. O. bis zum 5. früh 30 mm überstiegen.

Am Morgen des 5. Mai hatte das Hochdruckgebiet weitere Ausdehnung nach SE gewonnen. Das Minimum über Westpolen war verschwunden und das Depressionsgebiet im SE noch mehr nach S gedrängt. Aber schon war im S insofern eine bemerkenswerte Änderung eingetreten, als sich das oberitalienische Minimum in Bewegung gesetzt und am 5. früh die Adria erreicht hatte. Ein Teilminimum, das noch über Tirol lag, gewann keine Bedeutung. Abends war das Minimum von der Adria nach Bosnien gelangt und da, wo am Morgen das zurückgedrängte Depressionsgebiet noch nach Ungarn hinein reichte, schob sich auch jetzt wieder das neue Minimum

nach N vor, direkt in das vorlagernde Hochdruckgebiet hinein. Am Morgen des 6. Juni lag das Minimum mit zwei getrennten Kernen von etwa 755 mm über Mähren und Nordungarn, indem es weiter in den hohen Druck hinein zog, ohne ihn mehr als in der nächsten Umgebung zurückdrängen zu können. Die Isobare von 770 mm hatte am 6. 7<sup>a</sup> noch dieselbe Lage wie am 5. 9<sup>p</sup>. Infolgedessen trat auf der West- und Nordseite des Minimums eine sehr bedeutende Verstärkung des Gradienten ein. Ein weiteres Vorrücken der Depression fand jedoch nicht statt, sondern sie fing an, sich ohne wesentliche Änderung ihrer Lage zu verflachen. Am Morgen des 7. liegt das mährische Zentrum etwas unter 763 mm tief über Böhmen, das ungarische ist nur noch angedeutet.

Die Annäherung des Minimums von S her gab die Veranlassung zum Beginn recht erheblicher Niederschläge, die sich von Ungarn hinauf über das Sudetengebiet und auch nach Böhmen hinein erstreckten. Im Oberlauf der Oder begannen sie schon gegen Mittag, im Glatzer Gebirgslande am frühen Nachmittag und im Bobergebiet anscheinend noch etwas später. Bis zum 6. früh fielen an zahlreichen Orten der Sudeten von der Oppa bis zur Lausitzer Neiße über 50 mm mit Maxima von 70 und 77 mm im Bereich der Hotzenplotz und der Weistritz. Am 6. Mai hielten die Niederschläge noch bis zum Nachmittag an, und zwar zog sich jetzt entsprechend der Lage des Minimums die Hauptzone des Niederschlags im Halbkreise von der linken Seite der Oder über das Erzgebirge und westliche Böhmen nach der Donau hinunter. Im Gebiet des Bobers und der Glatzer Neiße wurden immer noch Maxima von etwas über 50 mm erreicht, und besonders im Oberlauf des ersteren Nebenflusses waren Mengen über 40 mm nicht selten.

Am 7. Mai fielen nur unbedeutende Niederschläge, aber schon machte sich im S die Annäherung einer neuen umfangreichen Depression vom Mittelmeer her bemerkbar. Am Morgen des 8. Mai war sie etwas weiter heraufgekommen und entsandte bereits ein Teilminimum nach Ungarn. Auch im W hatte der Luftdruck wesentlich abgenommen. Während aber schon in Ungarn etwas stärkere Regenfälle an diesem Tage eintraten, fielen im Odergebiet nur geringfügige Mengen, da dieses sich noch mehr als vorher im Bereich des nördlichen nach E verlagerten Hochdruckgebietes befand. Am 9. früh war nun auch das Hauptminimum näher gekommen und lag 753 mm tief an der kroatisch-bosnischen Grenze. Das ganze Depressionsgebiet hatte sich weit nach N und W ausgebreitet, während der höchste Druck im NE war. Im Laufe des Tages zog das Minimum noch weiter herauf, wobei durch Zunahme des Luftdrucks im W der Gradient sich verstärkte, und zeigte am folgenden Morgen zwei Zentren, von denen das eine auf der linken Seite der Oder in Schlesien, das andere an der Grenze von Ungarn und Mähren lag.

Am 9. Mai fielen auch im schlesischen Odergebiet etwas reichlichere Niederschläge, häufig in Begleitung von Gewittern, die besonders auf der

rechten Seite der Oder vielfach Regenmengen über 30 mm brachten. Im Bereich des Bobers und der Lausitzer Neiße stiegen die Niederschläge ebenfalls stellenweise bis 30 mm, ohne daß jedoch dabei Gewitter stattfanden.

Größere Regenmengen als im Gebiet der Oder fielen an diesem Tage in dem der Elbe, nämlich auf der rechten Seite der Moldau, wo die Maxima 50 mm erreichten, und besonders im Donaugebiet nahe bei Wien, wo Mengen über 80 mm vorkamen<sup>1)</sup>.

Am 10. Mai zog das Minimum zunächst in der Richtung nach NNE und dann nach NE weiter, lag abends mit nur einem Kern südlich von Ostrowo und Kalisch und am 11. früh über dem westlichen Polen. Während so das Minimum über das Odergebiet hinwegzog, wobei die Isobaren dort die Richtung NW—SE annahmen, traten jetzt noch stärkere Niederschläge ein, die sich vom Oberlauf der Weichsel in der Richtung der Isobaren bis nach der Havel hin ausdehnten.

Die Niederschlagszone wies zwei deutlich durch einen Streifen schwächerer Regenfälle getrennte Teile auf, die möglicherweise mit dem Bestehen zweier Depressionskerne am 10. früh in Zusammenhang standen. Der erste Teil reichte vom Oberlauf der Weichsel bis zu dem der Weide und Ohle, der zweite von der Weistritz hauptsächlich auf der linken Seite der Oder bis zur Havel. In beiden Teilen überschritten die Niederschlagsmengen vielfach 50 mm. Bemerkenswert ist dabei, daß die größten Beträge, abgesehen vom Oberlauf der Lausitzer Neiße, diesmal in der Ebene fielen, und zwar ohne Gewitter.

Im Gebiet des Bobers betrug das Maximum 60 mm in Lauban, in dem der Lausitzer Neiße, wo die meisten Niederschläge fielen, in Neustadtl in Böhmen 75, in Triebel bei Muskau 73 und in Rothenburg (Oberlausitz) 70 mm. Auch sonst kamen dort noch an zahlreichen Orten Mengen über 50 und 60 mm vor. Dieser Bezirk stärksten Regenfalls griff auch noch nach dem Spreegebiet hinüber. Außerdem traten im Bereich der Havel westlich von Berlin an mehreren Orten Mengen über 60 mm auf. Auch am 11. Mai fielen Niederschläge im Odergebiet, die aber nur vereinzelt im Katzbach- und Boberrevier 30 mm erreichten und meist unter 20 mm blieben, da das Minimum sich weiter nach NE entfernte.

Hinsichtlich der Temperaturverteilung ist zu bemerken, daß am 3. Mai 7<sup>a</sup>, als das Minimum von der Nordsee nach Mitteldeutschland eingedrungen war, die Temperatur in Mitteleuropa eine Zunahme von N nach S zeigte. Als dann bis zum nächsten Morgen das Minimum bis nach dem westlichen Polen weitergezogen war, änderte sich diese Sachlage in der Weise, daß die Temperatur in Nordwestdeutschland noch weiter, bis auf 2<sup>o</sup> sank, während sich im E von S aus das Gebiet stärkerer Erwärmung nach N ausbreitete, entsprechend

<sup>1)</sup> Die Niederschläge sind auf der Isobarenkarte vom 10. 7<sup>a</sup> eingetragen, da sie in der Hauptsache wohl in der Nacht zum 10. fielen. Die Wetterlage am 9. abends war der vom folgenden Morgen bereits ähnlich.

den auf der Ost- und Westseite der Depression herrschenden Windrichtungen. Dieselbe Verteilung der Temperatur zeigte aber auch noch der 5. Mai um 7<sup>u</sup>, als das Minimum schon ausgefüllt war.

Nachdem sich an diesem Tage das über der Adria liegende Minimum nordwärts in Bewegung gesetzt hatte und am 6. früh nach Mähren und Nordungarn gelangt war, konnte natürlich eine wesentliche Änderung in der Verteilung der Temperatur nicht eintreten. Bemerkenswert ist nur, daß die höhere Temperatur im E im Bogen nach der Nordseite des Minimums reichte, bis dahin, wo schon NW-Winde wehten, während sich andererseits die niedrige Temperatur auf der Westseite auch bis auf die Südseite der Depression hinzog, trotz dort herrschender Südwestwinde. Es wird darüber später noch zu sprechen sein.

Am 7. Mai, als sich das Minimum verflachte, bestand der Temperaturgegensatz zwischen W und E, allerdings abgeschwächt, fort. Auch in den folgenden Tagen, als die neue Depression von S heraufkam, blieb die Temperaturverteilung ähnlich, nur war es besonders im W wärmer geworden.

Während der Periode vom 3. bis 11. Mai wurden die höchsten Gesamtniederschlagsmengen im Oberlauf der Lausitzer Neiße und zwar speziell ihres rechten aus dem Isergebirge kommenden Nebenflusses, der Wittig, beobachtet, nämlich in Weißbach 220 und in Neustadt 205 mm. Sonst blieben die Regensummen unter 200 mm. Im Gebiet des Bobers betrug das Maximum 171 mm, das auf der Neuen Schlesischen Baude erreicht wurde. Weiter nach oben nahm anscheinend der Niederschlag bereits wieder ab, da die Prinz Heinrich-Baude 163, die Schneekoppe aber nur noch 96 mm beobachtete. Auch sonst wurden mehrfach Mengen über 150 mm gemessen.

Bei Schilderung der Niederschläge am 10. Mai wurde schon darauf hingewiesen, daß an diesem Tage der starke Regenfall besonders die Ebene traf. Es zeigt sich dies jetzt auch bei den Niederschlagssummen, da beispielsweise der ganze mittlere Lauf der Lausitzer Neiße mehr als 120 mm Regen erhielt. Im Gebiet der Glatzer Neiße stieg das Maximum des Niederschlags vereinzelt zwar über 150 mm, doch waren die dort gefallenen Mengen im ganzen wesentlich geringer als in der Gegend der Lausitzer Neiße und des Bobers. Noch weniger bedeutend fielen die im Bereich der Quelloder gemessenen Regensummen aus.

Dementsprechend war auch das Hochwasser im Oberlauf der Oder bis unterhalb der Glatzer Neiße nur mäßig, sehr bedeutend dagegen das des Bobers und stark das der Lausitzer Neiße. Beim Bober wurde die Anschwellung jedenfalls durch Schmelzwasser von Schnee, der noch auf dem höheren Gebirge lagerte, verstärkt. Auch bei der Oder erreichte das Hochwasser in ihrem unteren Laufe eine beträchtliche Höhe.

Von den drei Minima, die in dieser Periode die Wetterlage bestimmten, ist das erste, das von der Nordsee kam und durch Mitteldeutschland nach

Polen wanderte, noch am ehesten der Zugstraße III zuzurechnen, wenn auch die Bahn etwas weit südlich verlief. Sie entspricht etwa der Straße IIIb im Dezember, wie sie van Bebbber in seinen Monatskarten der Zugstraßen darstellt<sup>1)</sup>. Die beiden anderen Minima dagegen gehören unstreitig der Straße Vb an, obwohl das erste davon nicht sehr weit heraufkam. Bei beiden verlief die Bahn ziemlich weit westlich.

### Das Hochwasser zu Ende Mai 1899.

(Taf. 40.)

Am 24. früh lag ein Minimum von etwa 750 mm über Irland mit einem bald wieder verschwindenden Teilminimum an der Südküste Norwegens und ein Maximum über Rußland. Ferner befand sich ein Tiefdruckgebiet von 758 mm über Oberitalien. Abends war das westliche Minimum stark nach E bis zum Kanal weitergeschritten und mit dem Minimum über Oberitalien in Verbindung getreten, dessen bis unter 754 mm vertiefter Kern jetzt über Südtirol lag. Über Mitteleuropa war der Luftdruck allgemein gefallen.

Am Morgen des 25. Mai lag das westliche Minimum über Belgien, das südliche aber war in nordöstlicher Richtung bis an die Donau westlich von Wien gezogen, indem es sich dabei bis auf 750 mm vertiefte. Von SW her drängte am Nordfuß der Alpen ein Keil höheren Drucks vor. Abends lag das südliche Minimum, das an Tiefe noch weiter zunahm, über der Grafschaft Glatz, während das westliche zum Stillstand gekommen und in der ersteren Depression aufgegangen war.

Am nächsten Morgen befand sich das Minimum an der Grenze von Posen und Polen; dabei war im N und NE der Depression, wie die synoptischen Wetterkarten des nordatlantischen Ozeans zeigen, der Luftdruck gestiegen, so daß das Minimum nach dem höheren Druck hinzog.

Auch von W her war ein dort liegendes Gebiet höheren Drucks weiter ostwärts vorgedrungen, wobei sich der schon am Morgen des 25. Mai vorhanden gewesene Keil im Norden der Alpen mehr ausgebildet hatte.

Bis zum Morgen des 25. Mai fielen nur ganz geringfügige Niederschläge im Odergebiet, etwas mehr jedoch im Donaugebiet. Mit der Annäherung des südlichen Minimums traten aber stärkere Regenfälle ein, die ganz besonders das böhmische Elbegebiet betrafen, wo ausgedehnte Strecken bis zum 26. früh mehr als 50 mm Niederschlag erhielten. Im Odergebiet fielen auf der rechten Seite nur geringe, dagegen im Sudetengebiet vielfach Mengen über 20 mm, am meisten im Riesengebirge, wo Wang 62 und eine Anzahl anderer Orte über 30 und 40 mm empfingen. Am 25. nachmittags fanden in Oberschlesien Gewitter statt.

<sup>1)</sup> Meteorol. Zeitschr. 1891, Taf. V.

Im Laufe des 26. Mai bewegte sich das Minimum langsam in nordöstlicher Richtung weiter. Abends lag es an der Grenze von Ostpreußen und Polen und am Morgen des 27. im nördlichen Ostpreußen, indem es sich während der Nacht noch bis auf 745 mm vertiefte. Von W drang dabei der hohe Druck stark vor, so daß eine wesentliche Verstärkung des Gradienten die Folge war. Die Depression zog dann weiter nach NNE ab.

Die Hauptniederschlagszone erstreckte sich an diesem Tage auf der linken Seite der Oder entlang, wo bis zum Bober meist mehr als 20 mm Regen fielen. Die Höchstbeträge waren 64 mm in Grunwald (Gl. Neiße), 57 mm in Probsthain (Katzbach) und 51 mm in Alfredhütte (Oppa). An der im Quellgebiet der March gelegenen Station Franzens-Jagdhaus wurden 70 mm gemessen. Auch an der Vorderseite der Depression, von der Ostseeküste westlich der Weichselmündung bis nach Rußland hinein, traten stärkere Niederschläge auf.

Am 27. Mai ließen die Niederschläge in Schlesien nach und erreichten nirgends mehr als 20 mm, dagegen waren sie im Nordosten von Deutschland und zwar besonders westlich von der Danziger Bucht noch recht erheblich, da sie dort vielfach 50 mm überstiegen.

Die Temperaturverteilung während dieser Periode bot keine auffallenden Besonderheiten. Es bestand wie gewöhnlich der Gegensatz zwischen der warmen Ost- und der kühlen Westseite der Depression.

Durch die in den Tagen vom 24. bis 27. Mai gefallenen Niederschläge wurde, wie schon aus den oben stehenden Ausführungen hervorgeht, das Quellgebiet und die rechte Seite der Oder nur in sehr geringem Maße betroffen. Die Hauptniederschlagszone reichte auf der linken Seite von der oberen Oppa bis zum Quellgebiet der Lausitzer Neiße. Eine Regensumme von 100 mm wurde in diesen Tagen an keinem Orte ganz erreicht. Die größten Gesamtmengen betragen: 97 mm in Grunwald (Glatzer Neiße), 90 mm in Alfredhütte (Oppa), 85 mm in Wang (Bober) und 82 mm in Bärnersgrund (Weistritz), dagegen kamen vereinzelt Niederschlagssummen über 100 mm im Quellgebiet der March und an der Ostseeküste westlich von der Danziger Bucht vor.

Daß unter diesen Umständen, zumal bei der geringen Wasserzufuhr aus dem Quellgebiet der Oder, das Hochwasser des Stromes selbst keine bedeutende Höhe erreichte, ist leicht erklärlich. Auch die Anschwellung der linken Nebenflüsse war nicht bedrohlich.

Die Bahn, auf der das Minimum sich bewegte, darf ohne Zweifel der Zugstraße Vb zugerechnet werden, verlief aber ziemlich weit westlich.

### Das Hochwasser im September 1899.

(Taf. 9—11, 40—43.)

Die Gestaltung der Luftdruckverteilung in dieser Periode bildet einen sehr verwickelten Vorgang, dessen Klarstellung nicht immer ganz leicht ist.

Am Morgen des 7. September lag über der nördlichen Ostsee ein Minimum unter 745 mm und ein Maximum von ziemlich 766 mm über dem östlichen Alpengebiet. Ferner befand sich ein ganz flaches, noch nicht 760 mm tiefes Minimum am Unterlauf des Rheins.

Am 8. früh war das nördliche Minimum ost-südöstlich nach Rußland gezogen, während von W her eine neue Depression gegen Skandinavien herannahte. Das flache Minimum am unteren Rhein war etwas vertieft und reichte bis nach Thüringen. Über Ungarn hatte sich eine Teildepression ausgebildet, die schon am Tage vorher durch eine Ausbiegung der Isobare von 762 mm nach S angedeutet war. Ein flaches, über Oberitalien erschienenenes Minimum erlangte keine selbständige Bedeutung. Der höchste Druck lag noch, allerdings etwas abgeschwächt, über den Alpen. Mittags war die Lage im Norden wenig verändert, dagegen hatte sich die Teildepression über Ungarn unter weiterer Vertiefung und Ausbreitung zu einer selbständigen Depression entwickelt, während das rheinische jetzt nach Mitteldeutschland verlagerte Minimum nur noch einen Ausläufer der erstgenannten bildete.

Die Abendkarte vom 8. September zeigt, daß die ungarische Depression, deren etwa 757.5 mm tiefes Zentrum südlich von Budapest liegt, mit der nord-europäischen durch eine Furche niedrigeren Druckes in Verbindung getreten ist. Die erstere bewegt sich dann in der Nacht nach NNE und liegt am 9. früh in einer Tiefe von etwa 755.5 mm über Nordungarn. Im W hat eine Zunahme des Luftdrucks stattgefunden, die von einem über dem Atlantischen Ozean liegenden Maximum ausgeht.

Während am 7. September im Odergebiet nur auf einem vom Oberlauf nach dem Riesengebirge reichenden Streifen im Gefolge von Gewittern am Südrande der nördlichen Depression Niederschläge von meist geringer Intensität beobachtet wurden, traten am 8. schon Regenfälle von größerer Ausdehnung meist wieder in Begleitung von Gewittern auf, die auch stellenweise ziemlich ergiebig waren. So kamen auf der linken Seite der Oder, allerdings immer nur auf kleineren Gebieten, Mengen über 30 und 40 mm vor.

Im Laufe des 9. September bog das südliche Minimum nach SE ab, so daß es abends über Rumänien lag. Der Kern der nördlichen Depression war bis an den Christianiafjord gelangt und zeigte eine Tiefe von 751 mm. Eine dritte Depression lagerte über Italien. Zusammen bildeten diese Minima ein großes Tiefdruckgebiet, in das sich von W her der hohe Druck keilförmig hineinschob.

Am Morgen des 10. September befand sich das nördliche Minimum in der Gegend des Kattegats, während die Lage des südöstlichen nur wenig verändert war. Dabei hatte sich das ganze Depressionsgebiet etwas nach W ausbreitet, ohne jedoch ein weiteres Vordringen des hohen Drucks aus dieser Richtung verhindern zu können, wodurch eine Verstärkung des Keils entstand.

Mittags lag das nördliche Minimum an der Südspitze Schwedens und abends verflacht an der preußisch-pommerschen Ostseeküste. An der Stelle des rumänischen Minimums, etwas westlich davon, befand sich jetzt eine tiefere Teildepression am vorderen Rande einer von S sich nähernden größeren Depression, mit der auch das über Italien befindliche Tiefdruckgebiet im Zusammenhang stand. Am 11. früh war das neue Minimum von S herangekommen und lag in einer Tiefe von 749 mm an der ungarisch-rumänischen Grenze, das nördliche an der Ostseeküste aber hatte sich weiter verflacht und stellte jetzt nur ein Teilminimum der südlichen Depression vor. Das Hochdruckgebiet im W war etwas nach E vorgedrungen.

Um 2<sup>p</sup> lag das südöstliche Minimum an der galizisch-rumänischen Grenze, während das nördliche nur noch als eine Ausbuchtung der Isobaren von 759 mm an der Südspitze Schwedens bemerkbar war. Anscheinend beförderte aber dieses verschwindende nördliche Minimum die weite Ausbreitung des Depressionsgebietes nach N, wobei die Isobaren bis zur Ostsee hinauf eine annähernd nord-südliche Richtung zeigten.

Bis zum Abend war das Hauptminimum nach dem südlichen Polen vorgeückt. Das nördliche Minimum hatte auch abends noch die Form einer kleinen Teildepression bei Göteborg, verschwand aber bis zum nächsten Morgen ganz. Das Maximum im W war im Laufe des Tages ein wenig weiter nach E vorgedrungen, außerdem hatte sich aber auch im NE ein Hochdruckgebiet ausgebildet. Das Minimum bog nun in der Nacht zum 12. September plötzlich nach SW um und lag am Morgen dieses Tages im südlichen Mähren. Da der hohe Druck im W dabei nur wenig nachgab, verstärkte sich der Gradient auf der Westseite der Depression bedeutend, am meisten natürlich in der Richtung, nach der das Minimum zog, also nach SW zu. An der ungarisch-rumänischen Grenze war außerdem ein neues Minimum von 749 mm erschienen, dessen weitere Herkunft nicht sicher festgestellt werden kann.

Während am 9. und 10. September im Odergebiet zwar weitverbreitete, aber nicht erhebliche Niederschläge fielen, fing es am Abend des 11., im Oberlauf schon nachmittags, im Gefolge des von SE heranziehenden Minimums stark zu regnen an. Die Niederschläge erstreckten sich hauptsächlich über die linke Seite des Stromes und etwas weniger stark über die rechte Seite des Oberlaufes. Auf der linken Seite fielen die größten Mengen erst nach Mitternacht vom 11. zum 12. September<sup>1)</sup>. Auf der rechten Seite des Oberlaufes der Oder wurden als höchster Betrag am 12. früh 65 mm auf der Lysa hora (Ostrawitza) gemessen. Das Gebiet mit mehr als 50 mm war aber dort nur klein. Weit größer war es im Bereich der Glatzer Neiße, wo es den Oberlauf mit der Landecker und Freiwaldauer Biele sowie das Quellgebiet der Oppa und Hotzenplotz umfaßte. Die größten dort beobachteten Mengen betragen

---

<sup>1)</sup> Die Niederschläge sind auf der Isobarenkarte vom 12. 7<sup>a</sup> eingetragen.

77 mm in Rauschbach und 75 mm in Landeck. Aber noch an zahlreichen anderen Orten überstiegen die gemessenen Beträge 60 und 70 mm. Bei der Weistritz erreichte das Maximum 65, bei der Katzbach dagegen nur 48 mm. Im Gebiet des oberen Bobers beobachtete die Schneekoppe mit 66 mm die größte Menge. Außerdem wurden an einer ganzen Anzahl anderer Orte über 50 mm gemessen.

Im Gebiet der Lausitzer Neiße, speziell ihres Nebenflusses, der Wittig, betrug das Maximum 70 mm in Weißbach im Isergebirge. Die Niederschläge griffen auch noch stark nach der Südseite des Riesen- und Isergebirges über.

Im Donauebiet, wo schon in den vorhergehenden Tagen stellenweise reichliche Niederschläge gefallen waren, traten sie am 12. September ebenfalls in verstärktem Maße auf und zwar hauptsächlich im Bereich der Alpenflüsse.

Im Laufe des 12. September änderte das im südlichen Mähren gelegene Minimum nur unbedeutend seine Lage, nahm aber ein wenig an Tiefe ab. Das neue im SE erschienene Minimum zog, seinem Vorgänger folgend, näher heran und lag abends unter 748 mm tief im südlichen Polen. Beide Minima verlagerten sich während der Nacht zum 13. mehr nach W, das obere unter weiterer Verflachung bis an die Oder bei Breslau, das südlichere in die Gegend östlich von der Moldau. Da der hohe Druck im W nicht in gleichem Maße zurückwich, war wiederum eine Verstärkung des Gradienten die Folge. Südlich von den beiden Minima hatten sich in dem Depressionsgebiet noch zwei flachere Kerne ausgebildet, der eine in Südwestungarn, der andere am Golf von Triest.

Im Odergebiet dauerten am 12. die Niederschläge in erheblicher Stärke fort und zwar wiederum ganz überwiegend auf der linken Seite. Während aber am Tage vorher die größten Mengen im Bereich der Glatzer Neiße fielen, wurde diesmal das Gebiet der unterhalb gelegenen Zuflüsse in höherem Maße betroffen. Am stärksten traten dort die Niederschläge wieder erst in der Nacht auf, offenbar also zu der Zeit, als das neue Minimum weiter nach W vorrückte. Im Oberlauf der Oder, wo der Regen schon früher seine größte Intensität erlangte, ging das Maximum der gemessenen Mengen nur vereinzelt über 50 mm hinaus, dagegen erreichte es im Gebiet der Glatzer Neiße und zwar in Ziegenhals 96 mm. Beträge über 70 und 80 mm kamen daneben häufig vor, so daß im Ganzen die Niederschläge dieses Tages die des vorhergehenden noch übertrafen. Wesentlich höher aber war das Niederschlagsmaximum im Bereich der Weistritz, wo die Station Wüstewaltersdorf 148 mm am Morgen des 13. September messen konnte. Ferner wurden in Kaschbach 110 mm beobachtet, sonst aber blieben die Mengen unter 100 mm. Der Höchstbetrag im Gebiet der Katzbach erreichte 92 mm in Willmannsdorf, dagegen im Gebiet des Bobers 130 mm in Wang, dem die auf der Prinz Heinrich-Baude gemessene Menge von 125 mm nahe kam. Auch auf der Schneekoppe und den Forstbauden fielen noch über 100 mm. Die absolut größte

Menge aber wurde mit 167 mm in Weißbach (Lausitzer Neiße) beobachtet. Auf der Südseite des Riesen- und Isergebirges kamen ebenfalls Beträge von mehr als 100 mm vor. Auch sonst fielen im Elbegebiet, besonders im Erzgebirge und im Bereich der Moldau, bedeutende Niederschläge.

Bei weitem größer aber waren die Mengen, die im Gebiet der Donau, speziell ihrer Zuflüsse aus den Alpen, niedergingen, da sie dort vielfach 200, vereinzelt sogar 250 mm innerhalb der Zeit vom 12. früh bis zum 13. früh überschritten. Das Maximum betrug nicht weniger als 288 mm in Mühlau (Enns).

Vom 13. zum 14. September begann das Depressionsgebiet sich zu verflachen. Am 14. früh war das an der Oder gelegene Minimum nach der Ostsee hinauf gewandert und hatte nur noch eine Tiefe von etwa 758 mm, während das östlich der Moldau gelegene ein wenig nach WNW verschoben, aber ebenfalls bis auf etwas unter 759 mm ausgefüllt war. Da außerdem im W der Luftdruck eine Abnahme zeigte, wurde das Gefälle von W nach dem Odergebiet zu jetzt weit geringer. Von den beiden südlichen Minima war das eine nach E, das andere nach S gezogen, so daß auch von diesen keine Gefahr mehr drohte.

Unter diesen Umständen ließen am 13. die Niederschläge im Bereich der Oder nach. Nur im Riesen- und Isergebirge fielen bis in die ersten Nachmittagsstunden noch überall Mengen von mehr als 20, z. T. über 30 mm, in Weißbach (Lausitzer Neiße) sogar 62 mm.

Größere Beträge wurden aber im Gebiet der Elbe und sehr große in dem der Donau beobachtet. In letzterem überstiegen die gemessenen Mengen besonders im Bereich des Inn und der Traun an vielen Orten 100, stellenweise 150 mm.

Die Temperaturverhältnisse während dieser Zeit zeigten bemerkenswerte Eigentümlichkeiten. Am 8. September 7<sup>a</sup>, als eine große Depression im N lagerte und ein flacheres Tiefdruckgebiet vom unteren Rhein bis nach Thüringen reichte, während sich über Ungarn ein Teilminimum ausbildete, war es im östlichen Norddeutschland am kältesten. Die Temperatur ging dort bis unter 9<sup>o</sup> herab, nach S hin aber nahm sie rasch zu. Über Westungarn lag eine Wärmeinsel, wo die auf das Meeresniveau reduzierten Temperaturen bis über 23<sup>o</sup> stiegen. Da dieses Wärmegebiet ungefähr mit der ungarischen Teildepression zusammenfiel, darf man wohl beide Erscheinungen mit einander in Zusammenhang bringen.

Am 9. September früh bestand die Zunahme der Temperatur von N nach S weiter fort, das Wärmezentrum über Ungarn aber war verschwunden. Im allgemeinen vermißt man engere Beziehungen zwischen der Verteilung von Luftdruck und Temperatur. Obgleich über Nordungarn ein Minimum liegt und nach W hin der Luftdruck stark zunimmt, zeigt doch die Temperatur von E nach W keine bedeutenden Unterschiede. Eine nennenswerte Erwärmung auf der Ostseite des Minimums macht sich nicht wie sonst bemerkbar,

im Gegenteil nimmt weiter nach E die Temperatur ab. Ebenso wenig besteht eine merkbare Abkühlung im W.

Am 10. September 7<sup>a</sup> beeinflußt dagegen das über dem Kattegat liegende Minimum unstreitig wesentlich die Temperaturverteilung. An seinem Südrande, im westlichen Norddeutschland, ist es jetzt am kühlgsten, während auf seiner Ostseite wärmere Temperatur herrscht, die sich zungenförmig von dem immer noch im S liegenden Gebiet größerer Erwärmung aus nach N erstreckt. Im übrigen hat jedoch auch nach S zu eine allgemeine Temperaturabnahme stattgefunden.

Am Morgen des 11. September ist eine weitere starke Abkühlung über Deutschland und Österreich eingetreten. In der Gegend der unteren Oder liegt die Temperatur unter 6°. Nach E und besonders SE hin nimmt sie zu bis auf mehr als 18° in Rumänien. Auch an diesem Tage stehen die Temperaturverhältnisse im deutlichen Zusammenhang mit der Luftdruckverteilung. Am 12. früh ist die Temperatur über Deutschland etwas gestiegen, dagegen nach SE zu niedriger geworden. Über einem großen Teil Ungarns und benachbarter Gebiete liegt sie unter 10°. Es rührt dies wohl daher, daß von SE bereits ein neues Minimum naht. Erst weiter nach E hin nimmt dann die Temperatur zu. Auffallend ist aber, daß auch noch am 13. 7<sup>a</sup> das Gebiet kühler Temperatur nicht nur über Ungarn und den benachbarten Teilen Österreichs fortbesteht, sondern daß es sich bis nach Polen und nach SE ausgedehnt hat. Es herrscht hier beinahe eine Umkehrung der sonst bei solchen Wetterlagen angetroffenen Temperaturverteilung, denn im W des Depressionsgebietes ist es wärmer als im E und SE. Erst etwas weiter im E und nach NE zu ist eine erhebliche Temperatursteigerung bemerkbar, die sich im N der Depression nach W erstreckt. Möglicherweise ist die höhere Temperatur im W durch Winde an der Nordseite der Depression entlang weitergeführt worden. Die Abkühlung reichte anscheinend ziemlich tief in die Balkanhalbinsel hinein. Auch am folgenden Tage erscheint die Temperaturverteilung noch ziemlich abnorm. Das kühle Gebiet hat sich nordwärts verschoben; über Ostpreußen, also im SE des Minimums auf der Ostsee, liegt die Temperatur unter 8°. Auch an diesem Tage ist es auf der Westseite des Depressionsgebietes wärmer.

Die Summen der in den Tagen vom 7. bis 13. September im Odergebiet gefallenen Niederschläge erreichten ziemlich hohe Beträge. Auf der rechten Seite überstiegen sie, allerdings nur im Bereich der Olsa und Ostrawitzka, an einigen Orten 100 mm, dagegen breitete sich eine zusammenhängende Zone mit mehr als 100 mm Niederschlag auf der linken Seite von der oberen Zinna und Oppa bis nach dem Quellgebiet der Spree aus. Im Bereich der Glatzer Neiße betrug die höchste Niederschlagssumme 209 mm, die in Neu Rothwasser gemessen wurde. Um diesen Ort herum lag im größeren Umkreise die Gesamtregnenmenge überall zwischen 150 und 200 mm. Im Weistritzgebiet er-

reichte Wüstewaltersdorf mit 230 mm ein noch höheres Maximum. Im Quellgebiet des Bobers empfangen folgende Stationen mehr als 200 mm Niederschlag: Prinz Heinrich-Baude 235, Wang 233, Forstbauden 214 und Schneekoppe 213 mm. Die größte Regensumme, nämlich 336 mm, wurde aber an der zur Lausitzer Neiße entwässernden Station Weißbach beobachtet; die nächstgrößten Mengen gingen in dieser Gegend allerdings schon etwas unter 200 mm herab.

Auch im Gebiet der Elbe überstiegen die Maxima 200 mm, bei weitem größer jedoch waren die Niederschläge in dem der Donau und zwar im Bereich der Alpen, wo in einem zusammenhängenden Streifen, der vom Inn über Traun und Enns bis zur Erlauf verlief, allenthalben mehr als 300 mm fielen. Die höchste Regensumme betrug 657 mm in Alt Aussee.

Die Hochwassererscheinungen in der Oder waren trotz der bedeutenden Niederschläge nur mittelstark, da die vom Quellgebiet kommenden Wassermengen mäßig waren und die vom Bober stammenden die Oder schon vor der von oben kommenden Welle erreichten. Wesentlich größer waren die Anschwellungen der linken Nebenflüsse, zumal des Bobers, dessen Wasserstand fast die Höhe wie zu Anfang August 1888 erlangte. Eine schwere Überschwemmungskatastrophe entstand aber im Donaugebiet, wo das Hochwasser (das des Jahres 1897 an Größe und Umfang noch übertraf<sup>1)</sup>).

Das Hochwasser der Elbe war besonders in Böhmen und Sachsen sehr erheblich.

Das am 11. September von S heraufgezogene Minimum, das den Anstoß zum Beginn der starken Niederschläge gab, stammte vermutlich aus dem südlichen Teil des Adriagebietes und bewegte sich von der Westgrenze Rumäniens aus ziemlich in einem Halbkreise bis nach dem südlichen Mähren, wo es nahezu stationär wurde. Trotz der etwas ungewöhnlichen Bahn darf man wohl aber das Minimum noch zur Klasse der Vb-Depressionen im weiteren Sinne des Wortes rechnen. Auch das am 12. September nachfolgende Minimum kann man derselben Kategorie zuteilen, obgleich sein Entstehungsort für uns unsicher war und seine Bahn nach der südlichen Ostsee hinauf verlief. Die hier in Frage kommenden Minima waren übrigens nur Teile eines großen Depressionsgebietes mit einer Anzahl Zentren, das sich bis nach dem Mittelmeer erstreckte.

### Die starken Niederschläge im Oktober 1901.

(Taf. 43 und 44.)

Die vielfach recht erheblichen Niederschläge in dieser Periode hatten zwar kein eigentliches Hochwasser im Gefolge, aber gerade aus diesem Grunde schien eine etwas nähere Untersuchung des Witterungsverlaufs von Interesse.

<sup>1)</sup> Ausführlich ist dieses Hochwasser in Heft IV der Beiträge zur Hydrographie Österreichs geschildert unter dem Titel: Die Hochwasserkatastrophe des Jahres 1899 im österreichischen Donaugebiet. Wien 1900. 4<sup>o</sup>.

Am Morgen des 5. Oktober lag eine tiefe Depression westlich von Skandinavien mit einem Teilminimum über Mitteldeutschland, das in der ersteren aufging, während sie näher herankam.

Am 6. früh befand sich das bis unter 730 mm vertiefte Minimum in Südkandinavien, zog dann bis zum Abend weiter südwärts nach dem westlichen Norddeutschland und darauf umkehrend in nordöstlicher Richtung bis zum Morgen des 7. Oktober nach der südlichen Ostsee, wobei es sich auf 724 mm vertiefte.

Diese Depression war die Ursache weit verbreiteter Niederschläge in Norddeutschland. Speziell im Odergebiet fielen sie am 5. Oktober erst abwärts von der Glatzer Neiße, größere Mengen aber nur im Riesen- und Isergebirge. Auf dem Kamm des Riesengebirges überstiegen die am Morgen des 6. Oktober gemessenen Beträge 70 mm, nahmen jedoch im N nach der Ebene hin so rasch ab, daß schon im Hirschberger Tal nur wenige Millimeter beobachtet wurden. Auf der Südseite des Gebirges erstreckte sich dagegen die Zone starker Niederschläge weiter; dort wurde auch das Maximum dieses Tages gemessen, nämlich 98 mm in Riesenhain. Die Ursache dafür lag darin, daß die Winde von SW herkamen, also nach der Südseite des Gebirges hin wehten.

Am 6. Oktober nahmen die Niederschläge an Ausdehnung zu, erreichten aber im Odergebiet wieder nur in den Sudeten und speziell im Riesengebirge eine bedeutende Stärke. Der Höchstbetrag wurde um 7<sup>a</sup> des folgenden Tages mit 102 mm auf der Prinz Heinrich-Baude gemessen, nahezu ebenso viel, nämlich 98 mm, in Wang. Auch sonst beobachtete noch eine ganze Anzahl von Stationen an und auf dem Gebirge, auch auf der Südseite, zwischen 60 und 90 mm. Im Gebiet der Glatzer Neiße lagen die größten Mengen zwischen 40 und 50 mm<sup>1)</sup>.

Die Depression zog am 7. Oktober mehr nordwärts und lag am 8. früh nördlich von Stockholm. Während sie sich dann weiter entfernte, nahte von NW her bereits ein neues Minimum, das am 9. früh in einer Tiefe von 735 mm bis an die schleswig-holsteinische Nordseeküste gelangt war. Dieses zog zunächst in der Richtung nach ESE durch Norddeutschland und lag am Morgen des 10. Oktober wesentlich verflacht im westlichen Polen. Von da nahm es seinen Weg nach SSE und war abends, nur noch 750 mm tief, schon in Rumänien.

Während sich das erste Minimum am 7. und 8. Oktober nach N entfernte, fanden im Bereich der Oder meist nur geringfügige oder überhaupt keine Niederschläge statt, stellenweise aber Gewitter. Auf der Höhe des Riesen-

<sup>1)</sup> Eine Eintragung der Hauptniederschläge in die Luftdruckkarten konnte nicht erfolgen, da keine von den letzteren, soweit sie gezeichnet waren, hinlänglich genau die Lage darstellte, bei der die größten Mengen fielen. Für die Niederschläge am 6. Oktober wäre vielleicht die Isobarenkarte vom Abend dieses Tages am besten geeignet gewesen.

gebirges allerdings fielen am 7. Oktober mehr als 20, am 8. sogar noch über 30 mm, jedoch in Form von Schneec. Am 9., als das neue Minimum Norddeutschland durchzog, traten dann abermals weitverbreitete, stellenweise recht starke Niederschläge auf, die im Odergebiet besonders wieder die Sudeten betrafen. So überstiegen im Oberlauf der Oppa und im Bereich der Glatzer Neiße die Tagesmengen 50 mm, während im Boberquellgebiet in Jakobsthal sogar 70 und an mehreren anderen Stationen zwischen 60 und 70 mm beobachtet wurden. Da auch diesmal während des Niederschlages südwestliche Winde herrschten, fielen auf der Südseite des Riesen- und Isergebirges, also schon im Elbegebiet noch größere Mengen, deren Betrag bis auf 87 mm in Riesenhain anstieg. In höheren Lagen trat wieder Schneefall ein. Auch im Erzgebirge, im Böhmerwald und am Nordfuß der Alpen, im Traun- und Ennsgebiet, übertrafen die Tagessummen vielfach 50 mm.

Am 10. Oktober, als das Minimum auf der Ostseite der Oder rasch nach SSE zog, fanden während des Vorüberganges noch weitere Niederschläge im Odergebiet statt, und zwar dehnten sie sich jetzt mehr nach dem Oberlauf zu aus. Als höchste Beträge wurden je 62 mm in Ramsau und Gräfenberg im Bereich der Glatzer Neiße gemessen, sonst lagen aber die Tagesmengen überall unter 50 mm. Im Oberlauf rechts fielen bis zum Stober abwärts auf größere Strecken hin mehr als 20 mm. Aber auch im oberen Bobergebiet kamen Mengen über 20 mm vielfach vor.

Am Morgen des 11. Oktober lag anscheinend dasselbe Minimum, das sich wieder auf 745 mm vertieft hatte, noch über Rumänien, fing aber abends an, wieder nordwärts zu ziehen und befand sich am 12. früh, jetzt nur noch 753 mm tief, über dem östlichen Ungarn. Von da zog es langsam weiter nordwärts, wobei es immer flacher und der Gradient auf der Westseite immer geringer wurde.

Am 11. Oktober fanden entweder keine oder nur geringfügige Niederschläge im Bereich der Oder statt, dagegen verstärkten sie sich wieder am 12. infolge der erneuten Annäherung der Depression. In Morawka (Ostrawitza) wurde das Maximum mit 55 mm beobachtet. Auch im Gebiet der Glatzer Neiße kamen noch wiederholt Mengen zwischen 30 und 40 mm vor, sonst aber nur solche unter 30 mm.

Die Temperatur zeigte in ihrer Verteilung am Morgen des 5. Oktober viele Unregelmäßigkeiten, doch nahm sie im allgemeinen von N her besonders bis nach Mitteldeutschland und Österreich zu. Am folgenden Tage war es meist kühler, jedoch nach E zu etwas wärmer. Am 7. Oktober früh hatte die Abkühlung im N und W noch zugenommen. Im S und E dagegen war es warm, so daß ziemlich große Temperaturoegensätze in der Richtung N—S und auch NW—SE bestanden. Ein Vergleich mit der gleichzeitigen Isobarenkarte zeigt einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Verteilung des Luftdrucks und der Temperatur. Am Morgen des 8. Oktober hatte sich die Abkühlung

auch nach E ausgebreitet, was wiederum durch die gleichzeitige Luftdruckverteilung erklärt werden kann, während am 9. Oktober der Westen eine erhebliche Erwärmung zeigte, deren Ursache nicht klar zu erkennen ist. Die Temperaturverhältnisse der folgenden Tagen boten keine besonders hervortretenden Eigentümlichkeiten.

Die Niederschlagssummen aus den Tagen vom 5. bis 12. Oktober erreichten ihre größten Höhen im Riesengebirge und zwar sowohl auf der Nordseite im Bereich des Bobers als auch auf der Südseite im Elbegebiet, wo sogar die Mengen nach der Ebene zu langsamer abnahmen als auf der Nordseite. Im Bobergebiet betrug das Maximum 316 mm auf der Prinz Heinrich-Baude. Auf der Neuen Schlesischen Baude wurden 291, in Jakobsthal 273 und noch an vier anderen Stationen über 200 mm beobachtet. Die höchste Niederschlagssumme wurde jedoch auf der Südseite in Riesenhain mit 346 mm gemessen, und weitere 8 Stationen verzeichneten dort Gesamtbeträge zwischen 200 und 300 mm. Von der Prinz Heinrich-Baude weiter aufwärts nahm anscheinend die Stärke der Niederschläge rasch ab, denn auf der Schneekoppe wurden im ganzen nur 110 mm beobachtet. Im Bereich der Glatzer Neiße betrug das Niederschlagsmaximum 180 und im Quellgebiet der Oppa 175 mm. Im Oberlauf der Oder stieg die Gesamtsumme nur im Ostrawitzgebiet vereinzelt über 100 mm. Nach der Ebene zu nahmen die Beträge so stark ab, daß sie dort auf große Strecken hin nicht 40 mm erreichten und stellenweise sogar unter 30 mm blieben.

Diese Niederschläge hatten nun, wie schon anfangs erwähnt wurde, keine wirklichen Hochwassererscheinungen im Gefolge, nicht einmal beim Bober, trotz der doch recht bedeutenden Mengen, die in seinem Oberlauf beobachtet wurden. Die Gründe dafür sind zunächst wohl darin zu suchen, daß die starken Niederschläge am 5. und 6. sowie am 9. und 10. Oktober durch eine zweitägige Periode schwächeren Niederschlages getrennt waren und daß vom 7. ab in hohen Lagen Schnee fiel. Ferner war das für die Entstehung der Hochwasser sehr wichtige Quellgebiet der Oder nur in ziemlich geringem Maße beteiligt, und endlich empfing in den Sudeten, speziell im Riesengebirge die zur Elbe entwässernde Südseite infolge der herrschenden Südwestwinde im allgemeinen stärkere Niederschläge als die Nordseite, wo die Mengen nach der Ebene zu sehr rasch abnahmen.

Verursacht wurden die Niederschläge bis zum 10. Oktober durch zwei Depressionen, von denen die erste der Zugstraße III b zugezählt werden muß, während man die zweite noch der Zugstraße III a zurechnen kann.

Die letztere schlug, als sie im SE wieder nach N umwendete, eine Bahn ein, die man im allgemeinen als Zugstraße V b bezeichnen kann, wenn auch hier als Ursprungsort nicht die Adria, sondern die Balkanhalbinsel in Betracht kommt.

**Das Hochwasser im Juni 1902<sup>1)</sup>.**

(Taf. 12—14, 44—47.)

Am 11. Juni morgens lag ein Minimum über Südkandinavien, das einen Ausläufer mit einem Teilminimum über Nordungarn nach S entsandte. Dieser leitete zu einer anderen auf dem Ligurischen Meere gelegenen Depression über. Vom nördlichen Frankreich bis nach dem mittleren Deutschland breitete sich ein flaches Hochdruckgebiet aus, während weiter im W auf dem Atlantischen Ozean wieder ein Minimum lag. Als nun die skandinavische Depression nach NE abzog und auch das Hochdruckgebiet sich in dieser Richtung verlagerte, näherte sich das Minimum vom Ozean her dem Festlande. Auf der Isobarenkarte vom 12. Juni 7<sup>a</sup> ist es bereits am Westrande bemerkbar. Gleichzeitig hatte sich aber auch das Minimum auf dem Ligurischen Meere nach ENE in Bewegung gesetzt und lag am 12. früh in einer Tiefe von etwa 753 mm über Bosnien.

Am Morgen des 13. war das ozeanische Minimum bis zum östlichen Ausgang des Kanals gelangt, das bosnische aber, das sich etwas vertieft hatte, bis nach der Ostgrenze Galiziens. Beide standen durch eine Furche niedrigeren Druckes mit einander in Verbindung, in der etwa über Oberösterreich ein kleines Teilminimum von 755 mm lag. Über Oberitalien war auch wieder ein Tiefdruckgebiet von 756 mm erkennbar, das zwar in den nächsten Tagen dort liegen blieb, später aber noch eine Rolle spielte. Maxima befanden sich über Finland und dem Mittelmeer.

Das westliche Minimum kam nicht näher heran, sondern zog nach der Nordsee hinauf, wo es sich allmählich verflachte; ebenso wanderte die östliche Depression nach Norden und war am 14. früh über dem westlichen Rußland. Das Teilminimum über Oberösterreich schloß sich der letzteren an und lag am 14. etwa 753 mm tief über Nordwestungarn. Von SW her schob sich im N der Alpen ein Keil höheren Drucks nach E vor.

Abends war das östliche bis auf 748 mm vertiefte Minimum schon bis zum Rigaischen Meerbusen und die ebenfalls tiefer gewordene Teildepression nach dem südlichen Polen gelangt. Auch der Keil höheren Drucks im N der Alpen war etwas weiter nach E vorgedrungen. Im Odergebiet verliefen die Isobaren im allgemeinen in der Richtung NNW—SSE, wodurch westliche bis nordwestliche Winde daselbst hervorgerufen wurden. Am Morgen des 15. Juni lag das Hauptminimum am Finnischen Meerbusen, während das noch etwas vertiefte Teilminimum sich lediglich ein wenig nach W verschoben hatte. Da der hohe Druck von W etwas weiter nach E vorgerückt war, wurde das Luftdruckgefälle zumal im Bereich der oberen Oder stärker. Die Isobaren hatten jetzt dort mehr die Richtung NW—SE.

<sup>1)</sup> Eine eingehende Schilderung dieses Hochwassers findet sich in der Abhandlung von K. Fischer: »Die Sommerhochwasser der Oder von 1813—1903.« (Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteilungen Bd. 1 Nr. 6, S. 22—43.) Berlin 1907. 4<sup>o</sup>.

Weniger das sehr weit östlich ziehende Hauptminimum als das nachfolgende Teilminimum gab Veranlassung zu weit verbreiteten, vielfach erheblichen Niederschlägen im Odergebiet, die sich auch nach der Elbe und der oberen Weichsel und March hin ausdehnten. An sehr vielen Orten traten dabei nachmittags Gewitter auf. Die Hauptmengen fielen im Riesen- und Isergebirge, wo vielfach Beträge über 50 mm beobachtet wurden, am meisten, nämlich 71 mm, in Weißbach (Lausitzer Neiße). Etwas größere Mengen kamen allerdings noch an zwei Orten im Oderquellgebiet und zwar auf der rechten Seite zur Messung, nämlich 76 mm in Hochwald und 72 mm in Trojanowitz (Lubina), doch lagen die nächst kleineren Beträge dort schon unter 50 mm. Im übrigen erstreckten sich die stärkeren Niederschläge fast ausschließlich über die linke Seite der Oder, wo meist mehr als 20 mm fielen.

Im Laufe des 15. Juni zog das Teilminimum nach NE, wogegen sich das Hauptminimum am Finnischen Meerbusen verflachte. Gleichzeitig ließen die Niederschläge auf der linken Seite der Oder nach, während sie auf der rechten bis herab zur Weide und oberen Warthe reichten und nach dem Weichselgebiet übergriffen. An verschiedenen Orten von der Klodnitz bis zur oberen Weichsel überstiegen sie 50 mm.

Das am 13. Juni über Oberitalien erschienene Tiefdruckgebiet war, wie schon oben erwähnt, zunächst ziemlich unverändert geblieben, die Isobarenkarte vom 16. 7<sup>a</sup> läßt aber erkennen, daß es jetzt auf einmal Neigung zeigt, sich nach NE auszubreiten. Hinter der zurückweichenden nördlichen Depression her erstreckt sich eine Zunge niedrigeren Luftdrucks von dem südlichen Minimum aus nach Österreich hinein.

Am Morgen des 17. Juni hat dieser an sich ganz flache Ausläufer sehr an Ausdehnung gewonnen und reicht bis nach dem westlichen Polen, indem er dabei ein Minimum von 756 mm in der Gegend von Budapest zeigt. Dieses scheint sich innerhalb des Ausläufers entwickelt zu haben; jedenfalls ist es, wie aus den stündlichen Luftdruckaufzeichnungen von Triest und Pola hervorgeht, nicht von Italien her über diese Orte hinweg gezogen. Das oberitalienische Minimum liegt auch noch ziemlich unverändert an der ligurischen Küste. Im W hat sich dabei die immer noch nördlich der Alpen befindliche Zunge höheren Drucks weiter nach N ausgebreitet. Im Laufe des Tages rückte dann der hohe Druck von W besonders in nordöstlicher Richtung stark vor und verdrängte das noch immer in der Nähe des Finnischen Meerbusens liegende Minimum. Gleichzeitig wurde das über Ungarn liegende Minimum tiefer. Am 18. früh lag dieses, nun ganz selbständig geworden, über Ostungarn in einer Tiefe von etwa 754 mm, während das oberitalienische Minimum nur noch als Ausbuchtung der Isobaren sichtbar war. Auf der W- und NW-Seite der Depression hatte sich infolge der erheblichen Zunahme des Luftdrucks daselbst und der gleichzeitigen Vertiefung des Minimums der Gradient

erheblich verstärkt. Im Odergebiet verliefen die Isobaren in der Richtung WSW—ENE bei vorwiegend nordöstlichen Winden.

Am 16. Juni nachmittags fanden an der Vorderseite der sich nordwärts ausbreitenden südlichen Depression weitverbreitete Gewitter statt, die im Odergebiet Niederschläge bis über 30 mm brachten, besonders im Bereich des Bober- und Weistritzoberlaufes. Infolge der ferneren Entwicklung des Minimums traten auch am 17. Juni Niederschläge auf, und zwar am stärksten im Boberquellgebiet, wo auf dem ganzen Kamm des Riesengebirges und z. T. an seinem Nordabhange mehr als 50 mm Regen gemessen wurde. Das Maximum von 59 mm wurde in den Forstbauden beobachtet. Die Hauptmengen fielen erst in der Nacht vom 17. zum 18. Juni<sup>1)</sup>. Im Gebiet der Glatzer Neiße betrug die größte Tagessumme sogar 66 mm, und zwar in Landeck, im übrigen lagen aber die Mengen unter 40 mm. Dort wie anderwärts fanden dabei vielfach Gewitter statt, doch waren die Niederschläge im Riesengebirge von solchen nicht begleitet. Im Oberlauf der Oder fielen nur mäßige Regenmengen, recht bedeutend waren sie dagegen im bayerischen Donaugebiet.

Vom 18. zum 19. Juni wanderte das Minimum, indem es sich in der Nacht bis auf 748 mm vertiefte, nach Ostgalizien. Infolgedessen rückte jetzt auch die Hauptniederschlagszone mehr nach Osten, so daß die größten Mengen von der rechten Seite des Oberlaufs der Oder bis nach dem Weichselgebiet hin fielen. Auf der Lysa hora (Ostrawitza) wurden 92 mm beobachtet, die nächstgrößte, in Morawka gemessene Menge betrug aber nur 56 mm und die darauf folgende lag schon unter 50 mm. Im Bereich der Glatzer Neiße erlangten die Niederschläge ebenfalls noch die Höhe von 50 mm, doch nahmen sie weiter unterhalb stark ab und betrugen nur auf dem Kamm des Riesengebirges etwas mehr als 20 mm. Reichlichere Niederschläge traten auch im Donaugebiet westlich von der Leitha auf.

Im Laufe des 19. Juni bewegte sich das Minimum in westnordwestlicher Richtung weiter, lag abends, während es noch ein wenig tiefer geworden war, etwas nordöstlich von Krakau und am Morgen des 20. im südwestlichen Polen.

Diese Annäherung der Depression an das Odergebiet führte eine bedeutende Verstärkung der Niederschläge herbei. Die größten Mengen fielen auch an diesem Tage im Quellgebiet der Oder und Weichsel, im ersteren speziell im Bereich der Ostrawitza. Dort wurden an folgenden Stationen Beträge über 100 mm beobachtet: Lysa hora 145, Krasna 132 und Morawka 127 mm. An zahlreichen anderen Orten auf der rechten Seite des Oberlaufs der Oder lagen die Mengen zwischen 50 und 100 mm. Mehr als 100 mm wurden auch an verschiedenen Orten im Oberlauf der Weichsel gemessen, wo das Gebiet mit

<sup>1)</sup> Die Niederschläge vom 17. Juni 7<sup>a</sup> bis zum 18. Juni 7<sup>a</sup> sind auf der Isobarenkarte vom 18. 7<sup>a</sup> eingetragen, zumal die dort dargestellte Wetterlage sich nur wenig von der schon am Abend vorher herrschenden unterscheidet. Ebenso sind die vom 18. zum 19. gefallenen Mengen auf der Karte vom 19. 7<sup>a</sup> eingezeichnet.

Niederschlag über 50 mm eine noch erheblichere Ausdehnung hatte als an der oberen Oder. Im Odergebiet erstreckte sich ferner noch eine Zone mit mehr als 50 und 60 mm Regen von den Quellen der Oppa und Hotzenplotz nach der Glatzer Neiße, besonders nach der Freiwaldauer Biele hinüber. Auch im Malapane- und oberen Warthegebiet überstiegen die Niederschlagsmaxima 50 und 60 mm. Von der Weistritz einschließlich abwärts wurden die gefallenen Mengen wesentlich geringer und gingen nur noch ganz vereinzelt über 30 mm hinaus. Stärkere Niederschläge fielen dagegen an diesem Tage auch an der Vorderseite der Depression, in Ostpreußen und den angrenzenden Teilen Rußlands, dort aber im Gefolge von Gewittern.

Am 20. Juni wandte sich das flacher werdende Minimum nach NE, lag am 21. früh an der ostpreußisch-polnischen Grenze, am 22. ostnordöstlich davon im westlichen Rußland und am 23. früh östlich vom Rigaischen Meerbusen. Hinter der Depression war hoher Druck von W vorgedrungen.

Am 20. Juni ließen die Niederschläge nach, es fiel aber noch täglich Regen im Odergebiet, wenn auch die 24stündigen Regenmengen meist unter 10 mm blieben. Stellenweise, besonders im Bereich des Bobers und der Lausitzer Neiße, gingen sie allerdings auch über 20 mm hinaus.

Am 24. Juni ist aber, wie die Isobarenkarte zeigt, das Minimum wieder etwas mehr nach S gezogen und liegt nordwestlich von Wilna. Da das westliche Hochdruckgebiet nicht in gleichem Maße zurückgewichen ist, hat sich der Gradient auf der SW-Seite der Depression verstärkt. An der rumänisch-ungarischen Grenze liegt außerdem ein Teilminimum, das zur Erweiterung des Depressionsgebiets nach S zu beiträgt. Die Isobaren verlaufen am Morgen in der Gegend der Oder in der Richtung NNW—SSE, nehmen aber, während das Minimum im Laufe des Tages sich noch etwas mehr nach SSE verlagert und die Depression im S sich nach W ausbreitet, bis zum Abend eine fast nordsüdliche Richtung an.

Diese Änderung der Wetterlage war die Ursache einer sehr bedeutenden Zunahme der Niederschläge im Bereich der Oder und der oberen Weichsel. Auffallend war dabei, daß sich die starken Regenfälle, ohne daß dabei Gewitter stattgefunden hätten, auf verschiedene deutlich abgegrenzte Herde beschränkten, um die herum der Niederschlag weit schwächer war und z. T. bis auf wenige Millimeter herunterging. Der größte und niederschlagreichste Herd erstreckte sich von der rechten Seite der oberen Oder ziemlich weit in das Weichselgebiet hinein. Die höchsten Beträge wurden dort im Bereich der Ostrawitza beobachtet, nämlich in Krasna 127, auf der Lysa hora 123 und in Morawka 110 mm. Das zweite Niederschlagszentrum lag in der Gegend der Freiwaldauer Biele, wo das in Gräfenberg beobachtete Maximum allerdings nur 59 mm betrug. Der dritte Herd endlich umfaßte das Riesen- und Isergebirge. Dort trat aber das Maximum in Groß Iser, also schon nicht mehr im

Odergebiet auf, wo die gemessene Menge 52 mm erreichte. Auf der Nordseite lagen die höchsten Beträge zwischen 30 und 40 mm.

Eine weitere Annäherung der Depression fand nicht statt, vielmehr zog sie am 25. nach Osten zu ab. Infolgedessen ließen jetzt die Niederschläge nach. Nur im Gebiet der obersten rechten Nebenflüsse der Oder fielen noch teilweise mehr als 10 mm, weiter unterhalb kamen hier und da geringe Mengen vor. Ein Betrag von 78 mm, der an diesem Tage angeblich noch auf der Kamitzer Platte im Weichselquellgebiet fiel, steht so vereinzelt da, daß die Vermutung eines Irrtums gerechtfertigt erscheint.

Bezüglich der Temperaturverteilung in diesen Tagen sei hier folgendes hervorgehoben. Am Morgen des 13. Juni, als die Witterung über Zentral-europa von den beiden Minima am Kanal und an der ostgalizischen Grenze beherrscht wurde, war es in Deutschland und Österreich mäßig warm ohne starke Temperaturunterschiede, während auf der Ostseite der letzteren Depression die Temperatur zunahm.

Am folgenden Morgen ist die Temperatur im W etwas gesunken, als dort das Minimum nordwärts gezogen und im S davon hoher Druck vorgedrungen ist, dagegen im E ein wenig gestiegen. Am 15. Juni früh, als das Teilminimum der östlichen Depression sich stärker entwickelt und das ganze Tiefdruckgebiet weiter nach N verlagert hat, ist die Abkühlung von W her dem Südwestrande der Depression entlang mit den herrschenden nordwestlichen und westlichen Winden bis nach Ungarn vorgeschritten, während im E die Temperatur zum Teil noch gestiegen und von da aus an der Nordseite des Teilminimums entlang eine Zunge etwas größerer Erwärmung vorgedrungen ist. Die am 16. Juni von Oberitalien her sich ausbreitende Depression fand schon höhere Temperatur im ganzen Osten vor. Ihr weiteres Fortschreiten in den folgenden Tagen führt dann einen noch stärkeren Temperaturgegensatz zwischen E und W herbei. Am 17. Juni 7<sup>a</sup> liegt die auf das Meeresniveau reduzierte Temperatur in Hessen etwa bei 8<sup>o</sup>, dagegen im westlichen Polen über 17<sup>o</sup>. Ebenso beträgt sie bei Wien etwa 9<sup>o</sup>, während sie im östlichen Ungarn über 18<sup>o</sup> ansteigt. Die weitere Gestaltung der Temperaturverteilung bietet nichts besonders bemerkenswertes, da sie sich ohne weiteres aus der Luftdruckverteilung erklären läßt.

Die Summen der in den Tagen vom 14. bis 24. Juni gefallenen Niederschläge erreichten ihre größten Höhen im Gebiet der obersten rechten Zuflüsse der Oder. Nachstehend seien die höchsten Gesamtbeträge für die einzelnen Flußgebiete angeführt: Lubina: Trojanowitz 308 mm; Ondrejnica: Hochwald 339 mm; Ostrawitz: Lysa hora 494, Morawka 424, Krasna 406 mm; Olsa: Teschen 276 mm. Außerdem gab es noch eine Anzahl Stationen mit mehr als 200 mm. Auch im benachbarten Quellgebiet der Weichsel lagen die Maxima zwischen 300 und 400 mm. In den Sudeten erreichten die Niederschlags-summen nicht so hohe Beträge, überstiegen jedoch an zahlreichen Orten 200 mm

und zwar im Bereich der oberen Glatzer Neiße und der benachbarten Quellgebiete der Oppa und Hotzenplotz sowie im Riesen- und Isergebirge (Gebiet des Bobers und der Lausitzer Neiße). Eine zusammenhängende Zone mit mehr als 100 mm Niederschlag erstreckte sich über die linke Seite der Oder bis zum mittleren Bober und an die Lausitzer Neiße heran sowie rechts bis zum Stober und zur oberen Warthe.

Entsprechend den großen im Quellgebiet der Oder gefallenen Regengemengen erreichte auch das Hochwasser im Oberlauf des Stromes eine außerordentliche Höhe, während weiter unterhalb die Anschwellung etwas geringer wurde. Dies rührte daher, daß die Hochwassererscheinungen in den Sudetenzuflüssen nur mäßig waren und die von dort der Oder zugeführten Wassermengen z. T. schon vor Ankunft der vom Quellgebiete stammenden Welle in den Stromlauf gelangten.

Als Ursache der Niederschläge kommen zwei Minima in Betracht, von denen das erste seinen Weg vom Ligurischen Meer aus<sup>1)</sup> über Bosnien und Ostgalizien nach dem Finnischen Meerbusen nahm. Allerdings zog es zu weit östlich und zu rasch nach Norden, als daß es selbst die Veranlassung zu den starken Regenfällen vom 14. bis 15. Juni hätte geben können, vielmehr ist als eigentliche Ursache, wie schon oben hervorgehoben wurde, ein an seiner Rückseite ausgebildetes Teilminimum anzusehen. Jedenfalls kann man aber das ganze Depressionsgebilde zu der Kategorie der zur Zugstraße Vb gehörenden Minima rechnen.

Das zweite Minimum, das die Hauptniederschläge im Quellgebiet der Oder hervorrief, stammte ebenfalls ursprünglich von der Küste des Ligurischen Meeres, doch kam nicht die eigentliche dort lagernde Depression herauf, sondern ein von dieser ausgehendes Teilminimum, das sich über Ungarn zum selbständigen Minimum entwickelte und von dort unter mehrfachem Richtungswechsel allmählich nach N bewegte, von wo es umkehrend noch einmal etwas näher kam, um dann nach E abzuziehen. Auch diese Depression ist offenbar unter die Vb-Minima einzureihen.

### Das Hochwasser im Juli 1903<sup>2)</sup>.

(Taf. 15—20, 47—50.)

Schon am 4. Juli hatten im Gebiet der oberen Oder bis zur Glatzer Neiße einschließlich zahlreiche Gewitter stattgefunden, die mit z. T. recht kräftigen Regenfällen verbunden waren. So erreichten die gemessenen Mengen in Landeck

<sup>1)</sup> Die Annahme Fischers in seiner oben angeführten Abhandlung (S. 23), daß sich das Minimum über Westrußland entwickelt hätte, läßt sich nicht aufrecht erhalten.

<sup>2)</sup> Über diese Hochwasserkatastrophe liegen bereits mehrere Untersuchungen von K. Fischer vor und zwar in der Geographischen Zeitschr., Bd. 10, 1904, S. 316—332 sowie in seiner schon früher genannten Arbeit: »Die Sommerhochwasser der Oder von 1813 bis 1903« (Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Bes. Mitt. Bd. 1 Nr. 6). S. 44—66.

Auch das Jahrbuch des k. k. hydrographischen Zentralbureaus in Wien 1903, Heft XI, bringt ziemlich eingehende Angaben, die allerdings im wesentlichen das österreichische Zuflußgebiet betreffen.

(Glatzer Neiße) 51, in Tyrra (Olsa) 50 mm. Die Wetterlage war damals so, daß sich ein vorher über Mitteleuropa lagerndes Hochdruckgebiet am 4. Juli mehr nach W verschob, wodurch das Odergebiet an seinen Ostrand gelangte.

Am 5. Juli reichte das Hochdruckgebiet wieder weiter nach E, westlich von Irland aber war die Annäherung eines Minimums bemerkbar. Im Odergebiet fielen an diesem Tage nur an wenigen Stellen unbedeutende Niederschläge.

Am Morgen des 6. Juli lag das westliche Minimum in einer Tiefe unter 750 mm schon über der Nordsee und erstreckte seinen Wirkungsbereich bis nach dem westlichen Ungarn. Über Niederösterreich hatte sich ein flaches Teilminimum von ungefähr 758 mm Tiefe ausgebildet. Ein zweites flaches Minimum etwas unter 760 mm lag über Oberitalien.

Am 7. Juli früh war das bis auf 746 mm vertiefte Hauptminimum bis zur Helgoländer Bucht vorgedrungen, wobei sich der Gradient auf der Südseite sehr verstärkte, da gleichzeitig ein Keil hohen Druckes auf der Nordseite der Alpen von W nach E vordrang. Auf der Ostseite dieses Keiles erstreckte sich von der Depression aus ein Ausläufer bis nach Ungarn hinein, mit einem Minimum von 753 mm nördlich von Budapest. Vermutlich ist dieses identisch mit dem Teilminimum, das am Tage vorher über Niederösterreich lag. Auch über der Ostsee ist offenbar ein Teilminimum in der Entwicklung begriffen, wie aus den Windbeobachtungen der Küstenstationen hervorgeht. Von dem Ausläufer über Ungarn leitet eine Rinne tieferen Druckes nach dem oberitalienischen Minimum über, das sich wesentlich vertieft hat. Endlich zeigt die Karte noch im SE an der bulgarisch-rumänischen Grenze ein flaches Minimum von etwa 757.5 mm.

Nun hätte man wohl vermuten können, daß das oberitalienische Minimum, wie es sich in den früher behandelten Fällen oft zeigte, in der Rinne tieferen Druckes nach dem oberen Minimum zu weiter heraufkommen würde; statt dessen drang aber der kräftig vorstoßende hohe Druck zwischen die beiden Depressionsgebiete hinein und zwang das Minimum über Oberitalien seinen Weg nach ESE zu nehmen. Am Abend des 7. Juli lag es daher über der Adria, von wo aus es sich mehr nach SE entfernte. Durch das weitere Vorrücken des hohen Druckes nach E wurde auch der nordsüdwärts gerichtete Ausläufer der Nordsee-Depression mehr nach E gedrängt, und zwar löste er sich von dem jetzt flacher werdenden Minimum, das am Abend nur wenig weiter östlich, an der Kieler Bucht lag, los und wurde selbständig. Das neue langgestreckte Depressionsgebiet zeigt am Abend des 7. Juli zwei Kerne, einen an der ostpreußisch-russischen Grenze, der vermutlich mit dem am Morgen in Bildung begriffenen Teilminimum über der Ostsee identisch ist, und einen zweiten östlich von Budapest, der mit dem Teilminimum übereinstimmt, das früh nördlich von Budapest lag. Das flache Minimum an der rumänisch-bulgarischen Grenze befindet sich noch ziemlich an derselben Stelle, ist etwas

tiefer geworden, jedoch nur in absolutem Sinne, infolge allgemeiner Druckabnahme auch in der Umgebung.

Bis zum Morgen des nächsten Tages, des 8. Juli, zeigte die Wetterlage keine erheblichen Änderungen, jedenfalls nicht im ungünstigen Sinne. Das Minimum an der holsteinischen Küste blieb da liegen und füllte sich weiter aus. In dem östlichen Depressionsgebiet zog das nördliche Zentrum nach N bis zum Rigaischen Meerbusen, während das südliche östlich von Budapest verharrte und dabei unbedeutend an Tiefe abnahm. Das flache Minimum an der bulgarischen Grenze rückte etwas näher und befand sich am 8. früh an der ungarisch-rumänischen Grenze. Im allgemeinen bot die Wetterlage keinen Anlaß zu der Vermutung, daß sie sich sehr bald in gefahrdrohender Weise entwickeln könnte.

Am 6. Juli hatten unter dem Einfluß des von der Nordsee-Depression nach Deutschland und Österreich reichenden Ausläufers in den Randgebieten zahlreiche Gewitter stattgefunden, die im Bereich der Oder zwar weitverbreitete, aber nur auf beschränkten Gebieten 20 mm übersteigende Niederschläge brachten. Wesentlich größere Mengen, mit Maxima über 50 mm fielen im Bereich der Waag und der Gran, sowie zwischen Donau und Alpen, offenbar unter Einwirkung des dort befindlichen Teilminimums. Der 7. Juli brachte weitere Niederschläge von der oberen Oder nach der oberen Weichsel und der Waag hin. Im Gebiet der oberen Oder überstiegen die Tagessummen vielfach 30 mm und erreichten auf der Lysa hora mit 58 mm das Maximum. Größer waren aber wieder die im Bereich der Waag gefallenen Mengen, wenn auch dort das Maximum 60 mm nur wenig überstieg. Schon nach dem Mittellauf der Oder zu nahmen die Niederschläge rasch ab, die von der Weistritz an meist ganz aufhörten.

Im Laufe des 8. Juli näherte sich das an der rumänischen Grenze liegende Minimum dem anderen bei Budapest befindlichen, das etwas nach NE wendete, so weit, daß die Isobare von 756 mm beider Zentren umschloß. Ihre völlige Vereinigung fand aber offenbar, wie die Gestalt dieser Isobare zeigt, nicht statt, vielmehr blieben sie nebeneinander liegen. Beide Minima hatten dabei an absoluter Tiefe ein wenig abgenommen, erfuhren dagegen relativ eine Verstärkung, da in ihrer Umgebung der Luftdruck zunahm. Dieser Umstand verdient ganz besonders hervorgehoben zu werden. Mit Ausnahme eines kleinen Gebietes bei Lemberg, wo der Luftdruck am 8. Juli von 7<sup>a</sup> bis 9<sup>p</sup> um einige Zehntel Millimeter abnahm, stieg er überall in Mitteleuropa und zwar in einem mit der Entfernung vom Minimum wachsenden Maße. Am Abend des 8. Juli hatte sich das westliche Maximum besonders in nordöstlicher Richtung ausgebreitet, so daß das Minimum an der holsteinischen Küste verschwunden war. Das System der beiden östlichen Minima reichte zu diesem Zeitpunkte von Ostgalizien nach Nordungarn.

Am 9. früh hatte sich das westliche Hochdruckgebiet nur in Norddeutschland etwas verstärkt, war aber sonst ziemlich unverändert geblieben. Die Isobaren verliefen in Deutschland durchschnittlich in der Richtung N—S und bildeten, indem sie an der Donau zunächst etwas nach E umbogen und dann gleich wieder den Alpenkamm entlang sich zurückwendeten, dort einen scharfen Keil.

Das östliche Minimum hatte zwar seine Lage nicht erheblich geändert, reichte aber mit einer Zunge, die offenbar dem einen der beiden ursprünglichen Depressionskerne entsprach, etwas mehr nach W gerade dem Keil entgegen, so daß sich die Isobaren dort am meisten zusammendrängten. Auch in der Gegend der Oder war das Luftdruckgefälle stärker geworden, da von dem westlichen Maximum aus in der Richtung auf die das Odergebiet durchschneidende Isobare von 760 mm der Luftdruck stieg, vom Minimum aus aber abnahm.

Im Laufe des 9. Juli zog das Minimum etwas nach NNW, so daß das Zentrum abends südlich von Warschau lag, während es sich in der Nacht zum 10. wieder in ost-südöstlicher Richtung verlagerte und am Morgen des 10. nördlich von Lemberg befand. Da sich aber die Depression dabei um 2 mm vertiefte, und außerdem der Luftdruck von W her wieder in der Richtung auf die in ihrer Lage fast unveränderte Isobare von 760 mm zunahm, so wurde der Gradient auf der Westseite der Depression noch etwas steiler. Auch jetzt war an einer nach SW sich erstreckenden Ausbuchtung der Isobaren der zweite Depressionskern deutlich zu erkennen.

Am 8. Juli fielen im Odergebiet stärkere Niederschläge nur im Oberlauf rechts, erreichten aber nirgends 50 mm. Das auf der Lysa hora beobachtete Maximum betrug 43 mm. Dagegen umfaßten die im anstoßenden Weichsel- und Donaugebiet gefallenen Mengen von ähnlicher Stärke weit umfangreichere Bezirke. Südlich der Donau am Nordfuß der Alpen wurden in Alt Aussee 78 mm gemessen. Am 9. Juli trat aber im Gefolge der oben geschilderten Annäherung des Minimums in nordwestlicher Richtung eine außerordentliche Zunahme der Niederschläge ein, die sich ganz besonders auf der linken Seite der Oder bis zum Oberlauf des Bobers bemerkbar machte. Eine ungewöhnliche Höhe erreichten die gefallenen Mengen im Bereich der Glatzer Neiße, speziell des Nebenflusses, der Freiwaldauer Biele und deren Umgebung bis zur oberen Oppa und Hotzenplotz. Dort stiegen die Tagessummen mehrfach auf 200 mm und darüber und zwar an folgenden Stationen: Neu Rothwasser (240 mm), Rauschbach (218 mm) und Gräfenberg (200 mm), sowie im Oberlauf der Oppa in Alt Reihwiesen (221 mm). Außerdem empfangen in dieser Gegend eine ganze Anzahl von Orten Mengen zwischen 100 und 200 mm. In den übrigen Teilen der Sudeten wurden zwar ähnlich hohe Beträge nicht beobachtet, immerhin lagen sie auch dort an zahlreichen Orten zwischen 50 und 100 mm; im Riesengebirge auf der Prinz Heinrich-Baude wurden sogar

noch 106 mm gemessen. Im Quellgebiet der Oder blieben die gefallenen Mengen unter 100 mm. Die Zone stärkerer Niederschläge erstreckte sich übrigens auf die rechte Seite der Oder hinüber bis in das obere Warthegebiet. Besonders im Bereich des Stobers stiegen die gemessenen Beträge bis auf 70 mm <sup>1)</sup>).

Sehr starke Niederschläge fielen auch im Donaugebiet, besonders am Nordfuß der Alpen von der Traun bis in die Nähe von Wien, wo auf große Strecken hin die Tagesmengen 100 und stellenweise sogar 150 mm übertrafen.

Das Minimum, das am Morgen des 10. Juli etwas nördlich von Lemberg lag, bewegte sich im Laufe des Vormittags wieder mehr nach NW und war um 2<sup>p</sup> in der Mitte zwischen Lemberg und Warschau. Die Isobare von 760 mm veränderte auch jetzt nicht ihre Lage, so daß der Gradient auf der Westseite des Minimums noch etwas stärker wurde. Dieser Wetterlage entsprechend dauerten die starken Niederschläge fort, doch traten die größten Regenmengen jetzt auf der rechten Seite des Oberlaufs der Oder im Beskidengebiet, sowie in dem angrenzenden Quellgebiet der Weichsel auf. Wenn dort auch nicht, wie am Tage vorher im Bereich der Glatzer Neiße, Mengen von mehr als 200 mm beobachtet wurden, so waren die gemessenen Beträge doch noch außerordentlich hoch und überstiegen im Ostrawitzagebiet mehrfach 150 mm. Die höchste Tagesmenge, die auf der Lysa hora zur Messung kam, erreichte 192 mm. Im Gebiet der Glatzer Neiße wurden an diesem Tage zwar Beträge über 100 mm nicht mehr gemessen, doch kamen solche zwischen 80 und 100 mm noch wiederholt vor. Von diesen beiden Niederschlagsherden aus erstreckten sich zwei Streifen mit mehr als 50, größtenteils sogar mit mehr als 60 mm Regen über die Oder hinüber bis in die Gegend der Weichsel, wo sie sich vereinigten. Auch in das Donaugebiet hinein reichte die südliche dieser Zonen starken Niederschlags. Ein besonderer Regenherd mit Mengen bis über 80 mm bestand noch wie tags zuvor am Nordfuß der Alpen.

Das Minimum begann nun langsam ostwärts, nach dem Innern Rußlands weiter zu ziehen. Am 11. früh ist es nur noch teilweise am Rande unserer Luftdruckkarte zu erblicken. Im Odergebiet zeigen die Isobaren aber fort-dauernd einen nord-südlichen Verlauf.

Die Depression blieb zunächst im Innern von Rußland liegen und gewann dort bis zum 12. früh an Ausdehnung und Vertiefung, während andererseits das Maximum im W an Höhe abnahm. Im Laufe des 11. Juli traten nur noch strichweise etwas stärkere Niederschläge im Odergebiet auf und zwar im Gefolge von Gewittern. Im Oberlauf der Oppa fielen in Alt Reihwiesen und Gabel Mengen von 56 und 50 mm. Ausgedehnter aber waren die Nieder-

<sup>1)</sup> Die Isobarenkarte vom 9. 7<sup>a</sup>, auf der die Niederschläge vom 9. eingetragen sind, zeigt, wie die Schilderung der Luftdruckverhältnisse beweist, nicht genau die Situation, bei der die größten Mengen fielen, vielmehr würde die Karte vom 9. abends, die nur so weit gezeichnet wurde, daß man die Lage des Minimums erkennen konnte, sich besser dazu geeignet haben.

schläge im Weichselgebiet und bedeutend stärker in Ostpreußen, wo die höchste Tagessumme etwas über 100 mm hinausging. Vom 12. zum 13. Juli nahm der Luftdruck weiter über Mitteleuropa ab, während sich das Minimum im E allmählich nach NE verlagerte. An beiden Tagen, zumal am 13., traten noch zahlreiche Gewitter auf, die aber nur an letzterem Tage stellenweise, besonders im Bober- und Warthegebiet, Niederschläge von größerer Er giebigkeit brachten. In Lorendorf (Bober) fielen 50 mm.

Die während dieser Periode herrschende Temperaturverteilung stand in naher Beziehung zur Verteilung des Luftdrucks. Am 6. Juli war es im N und NW von Europa kühl, mit Temperaturen unter 12° an der Küste Norwegens, nach S und besonders nach SE zu wesentlich wärmer, so daß in Böhmen und Ungarn die auf das Meeresniveau reduzierten Temperaturen über 22° hinausgingen. Als am nächsten Tage das Minimum von W herannahte, breitete sich die Abkühlung südwärts nach dem Westen von Mitteleuropa aus, während auf der Ostseite der nach Ungarn hinunter reichenden Zunge tieferen Luftdrucks die Wärme fortbestand und sich noch etwas weiter nach N erstreckte. Am 8. früh war die Abkühlung von W über ganz Deutschland bis nach Ungarn hinein fortgeschritten, dagegen nahm nach der Ostseite des langgestreckten Depressionsgebietes hin die Temperatur rasch zu. So bestand zwischen Marggrabowa und Minsk ein Temperaturunterschied von 9°, zwischen dem westlichen und dem nordöstlichen Ungarn sogar ein solcher von 11°. Am folgenden Tage herrschte noch im wesentlichen die gleiche Temperaturverteilung, nur war es auf der N- und NW-Seite des Minimums bis nach Böhmen hinunter etwas wärmer, während sich auf der Südseite die Abkühlung noch mehr nach E ausgedehnt hatte, offenbar infolge des Lufttransports durch die das Minimum umkreisenden Winde. Ähnliches zeigt sich bei der Temperaturverteilung am Morgen des 10. Juli, nur waren die Temperaturen z. T. etwas gestiegen. In den folgenden Tagen trat weitere Erwärmung ein.

Die höchste Summe der in den Tagen vom 4. bis 13. Juli gefallenen Niederschläge wurde im Quellgebiet der Oder auf der Lysa hora (Ostrawitz) beobachtet, nämlich 426 mm. Ferner empfangen in dieser Gegend die Stationen Tyrra (Olsa) 330, Morawka und Podolanky (Ostrawitz) 313 und 302 mm Regen. Dem oben genannten Maximum ziemlich gleich kam der in Alt Reihwiesen im Oberlauf der Oppa beobachtete Gesamtbetrag von 413 mm. Mehr als 300, nämlich 345 mm, hatte ebenda noch die Station Hermannstadt aufzuweisen. In dem benachbarten Gebiet der Glatzer Neiße, speziell im Bereich der Freiwaldauer Biele, betragen die Höchstsummen: in Neu Rothwasser 387, in Rauschbach 380 und in Gräfenberg 361 mm, im Bereich der Landecker Biele in Landeck 313 mm.

In den hier angeführten Bezirken stärksten Niederschlages gab es außerdem noch eine größere Anzahl von Orten, an denen die Gesamtbeträge zwischen 200 und 300 mm lagen. Mehr als 100 mm empfing eine große, zusammen-

hängende Fläche, die den ganzen Oberlauf der Oder bis zur Glatzer Neiße und zum Stober umfaßte und von da weit in das Weichsel- und nach Süden in das Donaugebiet hinein reichte. Im Gebiet der Weistritz und des Bobers waren nur im Oberlauf Zonen mit mehr als 100 mm Niederschlag vorhanden. Die Maxima gingen dort wenig über 150 mm hinaus. Auch das Donaugebiet im Bereich der Alpenzuflüsse, besonders der Enns, wies sehr große Niederschlagssummen in dieser Periode auf, denn sie überschritten mehrfach 400 mm.

Der ungewöhnlichen Stärke dieser Regenfälle entsprach auch die außerordentliche Gewalt der Hochwassererscheinungen in den am meisten betroffenen Gegenden. Die Oder selbst erreichte in ihrem Oberlauf einen Wasserstand, wie er jedenfalls seit dem Jahre 1813 nicht vorgekommen war. Von den Nebenflüssen waren entsprechend der Verteilung der Niederschläge die der linken Seite der Oder bis zur Glatzer Neiße einschließlich und auf der rechten Seite die Olsa und die Ostrawitza am meisten heimgesucht. Es traten dort allenthalben Überschwemmungskatastrophen von zerstörender Gewalt ein. Auch die anderen rechten Nebenflüsse der Oder bis zum Stober führten Hochwasser, und in der Warthe, deren Oberlauf noch in die Zone starker Niederschläge fiel, erreichte es sogar die größte bisher gemessene Höhe. Dagegen waren die linken Nebenflüsse unterhalb der Glatzer Neiße in sehr geringem Grade beteiligt.

Die Frage, zu welcher Klasse von Depressionen das regenbringende Minimum im vorliegenden Falle zu rechnen ist, kann, wenn die Einordnung in eine bestimmte Zugstraße durchaus erfolgen soll, nur dahin beantwortet werden, daß dann lediglich die Zugstraße Vb in Betracht kommt. Allerdings ist das Minimum nicht von der Adria herangezogen, sondern hat sich eigentlich erst über Ungarn entwickelt, indem zwei flache Minima, von denen das eine ursprünglich eine Teildepression eines über der Nordsee liegenden Minimums war, das andere aber von Rumänien her kam, sich einander näherten, ohne sich aber völlig zu verbinden. Vielmehr blieb das eine und zwar wahrscheinlich das ursprüngliche Teilminimum der Nordseedepression dauernd am Rande des anderen als Teilminimum bestehen und bewirkte eine Erweiterung des ganzen Depressionsgebietes nach S und SW.

### Das Hochwasser vom Juli 1907<sup>1)</sup>.

(Taf. 50.)

Die Untersuchung der Witterungsverhältnisse bei diesem Hochwasser ist noch nachträglich in den Arbeitsplan eingefügt worden, da die Bahn des regenbringenden Minimums dabei ganz ungewöhnlich verlief. Die Zeichnung der Isobarenkarten erfolgte, wie schon oben auseinandergesetzt wurde, ledig-

<sup>1)</sup> Eine Schilderung dieses Hochwassers befindet sich bereits im Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands, Abflußjahr 1907. Allgem. Teil S. 29—31.

lich auf Grund des in den täglichen Wetterkarten der verschiedenen Länder vorhandenen Materials, da vollständige Beobachtungen wie bei den anderen Hochwassern nicht zur Verfügung standen. Aus diesem Grunde ist auch von der Zeichnung von Temperaturkarten Abstand genommen worden. Ebenso wenig wäre es möglich gewesen, vollständige Niederschlagskarten zu entwerfen, da vor allen Dingen die österreichischen Beobachtungen fehlten.

Am 11. Juli entstand über dem südöstlichen Rußland eine Depression, während im W von Europa ein Hochdruckgebiet lag. Erstere setzte sich in nordwestlicher Richtung in Bewegung, lag am Morgen des 12. Juli bei Charkow und am 13. früh nördlich von Kiew, wobei sie sich allmählich auf 750 mm vertiefte. Am Abend des 13. Juli war das Minimum in die Nähe der ostpreußischen Grenze gelangt und hatte jetzt eine Tiefe von etwa 746 mm erreicht. In der Nacht zum 14. änderte plötzlich die Depression ihre Zugrichtung mehr nach SW, so daß sie morgens an der westpreußisch-polnischen Grenze lag. An Tiefe hatte dabei das Minimum nicht weiter zugenommen, es war vielmehr um etwa 2 mm flacher geworden. Da aber das immer noch im W liegende Hochdruckgebiet nicht dem Vorrücken der Depression entsprechend zurückwich, hatte sich das Luftdruckgefälle auf der Westseite der letzteren sehr verstärkt. Im Laufe des 14. wendete sich das Minimum immer mehr nach S und lag am Abend über dem östlichen Mähren. Von da zog es sich weiter verflachend zunächst langsam nach SSE, so daß es am Morgen des 15. Juli erst nach dem nordwestlichen Ungarn gelangt war, dann aber rascher und immer flacher werdend nach SE und verschwand auf der Balkanhalbinsel. Das Minimum war also von der Nordostseite des Schwarzen Meeres nach der Ostsee ziehend schließlich wieder nach der Westseite des Schwarzen Meeres zurückgekehrt.

Die Temperaturverteilung in diesen Tagen war nach den Wetterkarten der Seewarte derartig, daß es am 11. Juli im W kühl, nach E zu aber etwas wärmer wurde. Die Abkühlung breitete sich in den nächsten Tagen weiter nach E aus, so daß sie am 13. früh noch Polen und ganz Galizien umfaßte. Nach der Nord- und Nordostseite des Minimums hin nahm die Temperatur erheblich zu. Während sie in Warschau nur 11° betrug, erreichte sie in Moskau und Petersburg 22°. Am 14. bestand noch eine Temperaturverteilung in ähnlichem Sinne, nur war der Gegensatz etwas geringer geworden.

Am 13. und 14. Juli, als sich die Depression der Ostseeküste näherte und dann nach S zog, fielen von Ostpreußen aus südwärts im Pregel-, Weichsel- und Oder-, sowie auch im anschließenden Elbe- und im Donaugebiet erhebliche Niederschläge. Entsprechend dem Fortschreiten des Minimums trat das Maximum des Niederschlags in dem nördlichen Teil des Regengebietes schon am 13., in dem südlichen erst am 14. Juli ein. Aus den Aufzeichnungen der registrierenden Regenmesser kann man gut das Fortschreiten der Regenzone mit dem Luftdruckminimum erkennen. So trat der Regen in Gumbinnen am

13. etwa um 7<sup>a</sup>, in Danzig dagegen erst um 11<sup>a</sup> ein, da das Minimum sich zunächst noch nach W bewegte. In Bromberg begann es auch erst im Laufe des Vormittags und zwar nur zeitweise schwach zu regnen, während der stärkere Regen um 2<sup>p</sup> einsetzte. In Flinsberg fing es um 4<sup>p</sup> an zu regnen, in Schreiberhau um 6<sup>p</sup>. In Schmiedeberg und auf der Schneekoppe begann der Niederschlag um 5<sup>1/4</sup><sup>p</sup>, an ersterem Orte aber nur schwach, setzte auch noch eine Stunde aus bis 7<sup>3/4</sup><sup>p</sup>, zu welchem Zeitpunkte erst der stärkere Regen anfang. In Neugersdorf (Glatzer Neiße) erfolgte der Regenbeginn erst um 11<sup>p</sup>. In Ostpreußen und im unteren Weichselgebiet fiel infolgedessen auch fast der gesamte Niederschlag beider Tage schon auf den 13. Juli, während weiter südwärts die Verteilung sich immer mehr zugunsten des 14. verschob. Die höchsten am 13. gefallenen Mengen überstiegen in Ostpreußen den Betrag von mehr als 100 mm, und zwar an verschiedenen Orten (Maximum 111 mm in Biälla). Im schlesischen Odergebiet kamen am 13., da ja der Regen erst vom Nachmittag ab einsetzte, Mengen über 100 mm nicht vor, doch stieg das Maximum im Bobergebiet immerhin noch über 80 mm (Grunau 83 mm), am 14. dagegen trat im Bereich der Glatzer Neiße, in Martinsberg, wieder ein Maximum von 109 mm auf.

Die Niederschlagssummen der beiden Tage des 13. und 14. Juli überstiegen im Odergebiet an zahlreichen Orten 100 mm, und zwar wurden die Höchstbeträge im oberen Bobergebiet beobachtet. Dort maßen die Stationen Wüsteröhrsdorf 173 und Michelsdorf 151 mm, während die Regensummen an anderen Orten letzterem Betrage nahe kamen. Auch im benachbarten Katzbachgebiet stiegen die Mengen der beiden Tage noch über 130 mm.

Im Bereich der Glatzer Neiße lagen die Maxima über 120 mm, und auch im Oberlauf der Oder wurden Gesamtbeträge über 100 mm beobachtet. Leider stehen bis jetzt ausführlichere Angaben über die im österreichischen Odergebiet gefallenen Niederschläge nicht zur Verfügung. Jedenfalls sind aber dort auch sehr erhebliche Mengen gemessen worden, die die in Preußen beobachteten vielleicht noch übertrafen. Es kann hier nur mitgeteilt werden, daß in Hermannstadt (Goldene Oppa) 130 mm, in Gräfenberg und Ramsau (Freiwaldauer Biele) 109 und 104 mm Regen vom 14. zum 15. fielen<sup>1)</sup>. Die größten Niederschlagsbeträge wurden auf preußischem Gebiet diesmal nicht so sehr an den höheren Gebirgsstationen als im Bereich der Vorberge beobachtet. Überhaupt fielen auch in der Ebene noch recht bedeutende Mengen, wie ja schon aus den Bemerkungen über die Niederschläge in Ostpreußen hervorgeht.

---

<sup>1)</sup> Während der Drucklegung dieser Arbeit ist das Jahrbuch des k. k. Hydrographischen Zentralbureaus in Wien, Jahrgang 1907, erschienen. Man ersieht daraus, daß die Summen der am 13. und 14. Juli im österreichischen Odergebiet gefallenen Regenmengen über die auf preußischer Seite gemessenen doch nicht hinausgingen. In Gräfenberg wurden insgesamt 171, in Freiwaldau 143 mm beobachtet. Die für Hermannstadt oben angegebene Niederschlagsmenge von 130 mm bezieht sich anscheinend auf die beiden Tage vom 13. und 14. Juli.

In Schlesien betragen die Niederschlagssummen vom 13. und 14. im Flachlande stellenweise mehr als 90 mm.

Die durch diese Niederschläge hervorgerufenen Hochwassererscheinungen waren nur von mittlerer Stärke. Dazu trug auch der Umstand bei, daß im westlichen Teile der Sudeten das Maximum des Regens schon etwas früher eintrat als im östlichen. Infolgedessen kamen die aus den Nebenflüssen von der Weistritz abwärts in die Oder gelangenden Flutwellen, die bei gleichzeitigem Regenfall im ganzen Gebiet ohnehin schon der von oben kommenden Hauptwelle vorausziehen, diesmal noch früher zum Abfluß als sonst.

Die Einreihung des hier in Frage kommenden Minimums unter eine bestimmte Zugstraße ist nicht möglich. Es liegt hier ein ungewöhnlicher Fall vor, der nur ganz gelegentlich vorkommen dürfte. Vom westlichen Rußland aus bewegte sich die Depression eine Zeit lang ungefähr auf der Zugstraße Vb, nur in der umgekehrten Richtung wie die auf dieser Bahn ziehenden Minima, wandte sich aber schließlich nicht der Adria, sondern der Balkanhalbinsel zu.

### Das Hochwasser vom August 1854<sup>1)</sup>.

(Taf. 50—52.)

Die Untersuchung der meteorologischen Ursachen dieses früheren Hochwassers ist aus folgenden Gründen erfolgt. In seiner schon mehrfach zitierten Arbeit über die Sommerhochwasser der Oder hat Karl Fischer darauf hingewiesen, daß von den Hochwassern aus den Jahren 1813 bis 1854 eine Anzahl unter Beteiligung aller Zuflußgebiete der Oder entstanden sind, während später, wenn man vielleicht von dem Hochwasser im Mai 1896 absieht, bei dem aber Schmelzwasser von Schnee mitwirkte, höchstens zwei der drei vom Verfasser unterschiedenen Hauptentstehungsherde in Betracht kamen. Dieser Umstand mußte die Frage nahe legen, ob diese Unterschiede vielleicht auf besondere Witterungsverhältnisse bei den betreffenden Hochwassern der früheren Zeit zurückzuführen wären. Zwar hatte schon H. Mann in seiner Abhandlung über „Das Hochwasser vom August September 1813“<sup>2)</sup> nachgewiesen, daß bei dieser Hochflut, die auch alle Gewässergruppen der Oder umfaßte, unstreitig eine Depression der Zugstraße Vb die Ursache war, bei dem geringen und mangelhaften Beobachtungsmaterial der damaligen Zeit konnte aber selbstverständlich die Luftdruckverteilung nur ganz annähernd und in großen Zügen festgestellt werden. Es schien daher angebracht, den Versuch einer Darstellung der Witterungsverhältnisse, zumal der Luftdruckverteilung, für ein Hochwasser ähnlicher Art aus einer Zeit zu wiederholen, zu der schon

<sup>1)</sup> Eine Bearbeitung dieses Hochwassers, besonders nach der hydrographischen Seite hin, findet sich im Tabellenbande des vom Bureau des Ausschusses zur Untersuchung der Hochwasser- verhältnisse herausgegebenen Werkes »Der Oderstrom«, S. 89—95. Berlin 1896. 4<sup>o</sup>.

<sup>2)</sup> Jahrbuch f. d. Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteil. Bd. 1, Nr. 2. Berlin 1905. 4<sup>o</sup>.

systematischer meteorologische Beobachtungen angestellt wurden. Besonders geeignet erschien hierzu das Hochwasser vom August 1854, da es zu den größten der bisher beobachteten zählte und nicht nur von den Zuflüssen aus den Sudeten und Beskiden, sondern ganz besonders auch von denen des Flachlandes auf der rechten Seite gespeist wurde. Außerdem standen zur Untersuchung dieses letzten der oben erwähnten Hochwasser zahlreichere und bessere meteorologische Beobachtungen zur Verfügung als für die früheren.

Über die Art der Herstellung der Luftdruckkarten ist schon auf S. 26 das Erforderliche gesagt, es kann daher gleich mit der Schilderung des Witterungsverlaufs begonnen werden.

Schon im Juli 1854 war infolge anhaltender Regengüsse ein erhebliches Hochwasser der Oder eingetreten. Auch im August regnete es im ersten Drittel des Monats an den meisten Tagen, so daß die Oder, deren Wasserstand allmählich wieder auf eine normale Höhe zurückgegangen war, am 8. im Oberlauf von neuem zu steigen anfing. Aber noch einmal sank das Wasser um die Mitte des Monats, da zu dieser Zeit einige niederschlagsfreie Tage eintreten. Mit dem 16. August setzte jedoch eine neue Periode anhaltender Regengüsse ein, die die Veranlassung zu der großen Hochflut gaben, deren meteorologische Voraussetzungen hier untersucht werden sollen.

Am Morgen des 16. August lag eine Depression über Skandinavien, die mehrere Ausläufer südwärts nach der Nordsee und bis nach dem oberen Oder- und Weichselgebiet entsandte. Nur durch einen schmalen Rücken höheren Drucks, der von einem östlichen Maximum ausging, davon getrennt befand sich im S ein zweites Tiefdruckgebiet, das von Oberitalien über die Adria hinüber und nördlich bis nach Steiermark reichte. Am 17. August früh war das obere Minimum über den dänischen Inseln, wobei es dahingestellt bleiben muß, ob es sich hier um das am 16. morgens über Skandinavien befindliche handelt, oder ob dieses abgezogen und der über der Nordsee gelegene Ausläufer als selbständiges Minimum ostwärts gewandert war. Der östliche Ausläufer der Depression hatte sich über Westgalizien zu einem ausgesprochenen Teilminimum entwickelt, während das südliche Tiefdruckgebiet noch an derselben Stelle lag. Zwischen dieses und die nördliche Depression schob sich in der Richtung auf das galizische Teilminimum hin von W her ein Keil höheren Drucks.

Diese ziemlich bedenklich aussehende Wetterlage schien aber schon am Abend ihren gefährlichen Charakter verloren zu haben; denn die Stelle des Teilminimums über Galizien, das ganz verschwunden war, hatte ein Hochdruckgebiet eingenommen, offenbar dasselbe, das am Morgen keilförmig von W her vorgedrungen war. Die südliche Depression wurde dadurch im Osten der Adria zurückgedrängt, zeigte dafür jedoch über Oberitalien eine etwas größere Tiefe, während die nördliche Depression an Tiefe und Ausdehnung zugenommen hatte. Am nächsten Morgen, also am 18. August, war aber das

Bild der Wetterlage schon wieder weit ungünstiger geworden. Die nördliche Depression, von der es übrigens zweifelhaft ist, ob sie noch dieselbe war, wie die vom 17. früh, hatte sich unter Verlagerung des Maximums nach E mehr nach S ausgebreitet, das südliche Tiefdruckgebiet aber sich weiter vertieft und stark nach E hin ausgedehnt. Indem es dabei, wie der Verlauf der Isobaren über Ungarn andeutet, die Neigung zeigte, auch nordwärts sich auszubreiten, war es dem Rande der nördlichen Depression schon sehr nahe gekommen. Zwischen die beiden Tiefdruckgebiete drang von neuem von W her ein Keil höheren Druckes ein, dem im E das andere Maximum gegenüberlag. Von einem etwa über Niederösterreich und Mähren gelegenen Mittelpunkt aus nahm also der Luftdruck nach W und E zu, nach N und S ab.

Um 2<sup>p</sup> war das südliche Minimum bereits bis nach Südungarn vorgezogen, wobei sich an seiner Nordseite Teilminima bis nach Schlesien und Polen hinein erstreckten. Das östliche Maximum wurde dadurch etwas nach N gedrängt, während das westliche nach E vorrückte. Die zwischen beiden liegende Rinne tieferen Luftdrucks leitete von dem südlichen Minimum zu dem nördlichen über, das seine Lage anscheinend wenig verändert hatte.

Abends war die Depression schon ziemlich weit nach N ausgebreitet; ihr Kern, dessen Lage und Tiefe aus Mangel an genügenden Beobachtungen nicht ganz sicher bestimmt werden kann, befand sich vermutlich über dem nordöstlichen Ungarn und dürfte nur wenig tiefer als 759 mm gewesen sein. Ein Teilminimum etwas unter 760 mm lag außerdem über Polen. Vor der heraufkommenden Depression war das östliche Maximum noch etwas mehr nach N zurückgewichen, das westliche aber hatte sich, im N der Alpen keilförmig vordringend, besonders in südöstlicher Richtung schon bis nach Serbien ausgebreitet, während das nördliche Minimum flacher geworden war.

Am Morgen des 19. August lag die Depression, die sich bis auf etwa 755 mm vertieft hatte, über dem südwestlichen Polen, das Teilminimum an der Vorderseite aber war verschwunden. Das nördliche Minimum mit dem Kern in der Gegend von Dänemark bildete jetzt eine Teildepression des östlichen. An der Südseite des letzteren hatte sich das westliche Hochdruckgebiet noch weiter in Form eines Keiles bis nach dem östlichen Ungarn vorgeschoben.

Da die östliche Depression in nordwestlicher Richtung vorgezogen und dabei um 4 mm tiefer geworden war, während sich der hohe Druck im W nur wenig zurückgezogen hatte, so hatte besonders auf der Südwestseite des Minimums der Gradient eine erhebliche Stärke erreicht. Im Laufe des Tages bewegte sich das Minimum sehr langsam nach NNW weiter und lag abends zwischen Warschau und Posen, ohne dabei an Tiefe abgenommen zu haben. Nur der Gradient auf der Südwestseite war etwas geringer geworden, da das westliche Maximum an Höhe verloren hatte. Am 20. früh befand sich das Minimum in der Gegend von Bromberg, auch jetzt noch ohne wesentliche

Änderung seiner Tiefe, aber das Luftdruckgefälle war wiederum schwächer geworden, da die Abnahme des Luftdrucks im Maximum weiter fort dauerte. Am 20. begann aber auch das Minimum flacher zu werden, so daß am 21. früh der Luftdruck im Innern schon über 760 mm gestiegen war, wobei es sich nur noch wenig nach W verlagert hatte. Am Morgen des 22. war es verschwunden, während an der Nordseeküste eine neue Depression erschien, deren Annäherung sich schon am Tage vorher im Verlauf der Isobaren bemerkbar gemacht hatte.

Die Temperatur war am Morgen des 16. August in Nordwestdeutschland am niedrigsten, unter 12<sup>o</sup>, und nahm nach E und SE hin zu. Im westlichen Galizien und nördlichen Ungarn stieg sie über 20<sup>o</sup>. Am nächsten Tage hatte sich die Abkühlung unter der Einwirkung des über Dänemark liegenden Minimums etwas mehr nach E ausgebreitet, und am Morgen des 18. war die Temperatur über Deutschland bis nach Polen weiter gesunken. Über die Temperaturverhältnisse weiter im E läßt sich infolge Mangels an Beobachtungen leider nichts sagen, nur soviel sieht man, daß von West- nach Ostgalizien hin die Temperatur stark zunimmt.

Am 19. ist die Abkühlung noch mehr nach S bis zu den Alpen fortgeschritten, während im E die Wärme etwas zugenommen hat. Am Morgen des 20. August ist es dagegen im E wieder kühler, im W aber die Temperatur meist etwas höher. Die Beziehungen zwischen Luftdruck- und Temperaturverteilung sind hier z. T. schwer zu erkennen.

Über die Größe der gefallenen Niederschlagsmengen gibt die geringe Zahl der vorliegenden Beobachtungen nur sehr unvollkommene Aufklärung; vor allen Dingen fehlen Messungen aus den Gebirgen vollständig. Nachstehend seien die Niederschlagssummen aus den Tagen vom 16. bis 21. August, sowie die größten Tagesmengen aus dieser Zeit angeführt, soweit sie von Stationen des Odergebietes bis zur Warthe abwärts bekannt geworden sind.

	Summe der Niederschläge vom 16. bis 21. VIII. mm	Größte Tagesmengen mm
Oderberg . . . . .	151	50 am 19., 52 am 21.
Ratibor . . . . .	135	81 „ 19.
Breslau . . . . .	103	29 „ 18., 40 „ 20.
Zechen bei Guhrau . . . . .	121	61 „ 19., 40 „ 20.
Görlitz . . . . .	68	31 „ 20.
Frankfurt a. O. . . . .	43	34 „ 21.
Posen . . . . .	38	35 „ 20.

Ferner ist nur die Monatssumme des Niederschlages für August 1854 von der Station Proskau bei Oppeln bekannt, nämlich 309 mm.

Eine Vorstellung von der Größe der damals an diesen Orten gefallenen Niederschläge erhält man am besten, wenn man sie mit Mengen vergleicht, die

in Hochwasserperioden späterer Zeit an denselben Stellen beobachtet wurden. Der zu Oderberg gemessene Gesamtbetrag von 151 mm wird nur von dem bei dem Hochwasser vom Juni 1902 in den Tagen vom 14. bis 20. Juni beobachteten übertroffen, da die Summe damals 160 mm betrug. Diese verteilt sich aber einerseits auf 7 Tage, statt auf 6 im Jahre 1854, und enthält andererseits keine so hohen Tagesmengen. Im Juli 1903, in dem ebenso wie im Juli 1902 die Quelloder besonders an den Niederschlägen beteiligt war, blieben sowohl die Gesamtsumme wie die einzelnen Tagesmengen in Oderberg hinter denen vom Jahre 1854 zurück. Ähnlich liegen die Verhältnisse in Ratibor. Dort betrug zwar die Gesamtsumme in der Zeit vom 14. bis 20. Juni 1902 180 mm gegen 135 im August 1854, das Tagesmaximum war aber im letzteren Jahre mit 81 mm wesentlich höher als im Juni 1902, wo es nur 60 mm erreichte, im Jahre 1903 waren die entsprechenden Mengen erheblich kleiner. Die von Breslau mitgeteilten Mengen sind zu niedrig, wie aus einem Vergleich der älteren, auf der Sternwarte angestellten Beobachtungsreihe mit den neueren Messungen hervorgeht. Die älteren Werte sind darnach im Mittel um  $\frac{1}{3}$  zu erhöhen, so daß man als Näherungswerte für die wirklich gefallenen Regenmengen in den Tagen vom 16. bis 21., sowie am 18. und 20. August 137, 40 und 53 mm anstatt der oben angegebenen erhalten würde. Der Gesamtbetrag von 137 mm ist aber größer als er in irgend einer der hier behandelten Hochwasserperioden seit 1888 beobachtet wurde; ebenso übersteigt die Monatsmenge des August 1854, wenn man den gemessenen Wert von 212 mm behufs Reduktion auf wahre Mengen um  $\frac{1}{3}$ , also auf 238 mm erhöht, sogar alle bisher im gleichen Monat seit 1799 ermittelten Niederschlagssummen. Dies beweist also, daß im August 1854 auch die in der Ebene gefallenen Regenmengen ungewöhnlich groß waren. Dasselbe kann man schließen aus der Monatssumme des Niederschlags in Proskau, die ebenfalls die größte bisher im August beobachtete ist. Die in Zechen bei Guhrau gemessenen Mengen zeigen in ähnlicher Weise, daß auch auf der rechten Seite der Oder die Niederschläge im Vergleich zu den in anderen Hochwasserperioden beobachteten sehr stark waren. Allerdings können Tagesmaxima, wie die oben mitgeteilten, auch zu anderen Zeiten besonders infolge von Gewittern vorkommen, hier spielen aber offenbar nicht so sehr solche, als die mehrere Tage währende Dauer der starken Regenfälle eine Rolle. Wenn nun auch von Zechen selbst seit 1872 keine Beobachtungen mehr vorliegen, so läßt sich doch ohne weiteres feststellen, daß in allen hier bearbeiteten Hochwasserperioden die Gesamtniederschläge in der Gegend von Zechen nie eine solche Höhe erreichten wie im Jahre 1854. Auch die in Zechen im August 1854 beobachtete Monatsmenge von 259 mm ist, wenn man von 1872 ab die Niederschlagsmessungen im benachbarten Guhrau als Ersatz heranzieht, bei weitem die größte, die dort seit Beginn der Beobachtungen, d. h. seit 1848 ermittelt wurde.

Da, wie die Beobachtungen in Frankfurt a. O. und Posen zeigen, die Niederschläge im Odergebiet weiter unterhalb der Bartsch stark abnahmen, während andererseits aus den schon mitgeteilten Angaben der oberhalb gelegenen Stationen hervorgeht, daß dort überall die Gesamtmengen außerordentlich groß waren, so darf man wohl auch vermuten, daß das ganze Odergebiet von der Bartsch aufwärts von dem starken Regen überschüttet wurde. Daß dies auch ganz besonders auf der rechten Seite der Fall gewesen sein muß, dafür spricht die Höhe der Wasserstände der rechten Zuflüsse. Über die auf der linken Seite in den Gebirgen fallenen Mengen wissen wir leider, wie schon erwähnt, überhaupt nichts. Jedenfalls darf man aber wohl aus der Größe der Hochwassererscheinungen der linken Nebenflüsse auf bedeutende Niederschläge in ihren Quellgebieten schließen. Wenn auch die Hochfluten in der Glatzer Neiße und im Bober noch nicht zu den ganz ungewöhnlich großen gerechnet werden können, so kam doch die des letzteren Nebenflusses, um hier einen Vergleich zu ziehen, der vom Anfang 1888 mindestens gleich. Am wenigsten von den linken Nebenflüssen scheint noch die Lausitzer Neiße beteiligt gewesen zu sein; die in Görlitz fallenen Niederschläge zeigen auch schon eine merkliche Abnahme gegenüber den weiter im Osten beobachteten.

Nach den Angaben in der oben angeführten kleinen Niederschlagstabelle sind die Hauptmengen am 19. und 20. August gefallen. Nun ist es allerdings bei einzelnen Stationen zweifelhaft, ob man die beobachteten Mengen dem Niederschlags- oder dem Messungstage zugeschrieben hat, und zu welcher Tagesstunde die Messungen erfolgt sind. Zieht man die Luftdruckverteilung in Betracht, so möchte man annehmen, daß im Oberlauf der Oder schon vom Abend des 18. August an stärkere Niederschläge gefallen sind.

Der Umstand, daß in Oderberg dem 21. August noch 52 mm Niederschlag zugeschrieben werden, während an diesem Tage das Minimum sich schon ausfüllte, läßt vermuten, daß die Mengen dort beim Messungstage notiert wurden. Bei Ratibor ist die Art der Notierung im Beobachtungsjournal ganz zweifelhaft. Die Mengen stehen offenbar bald beim Niederschlags-, bald beim Messungstage. Weiter unterhalb, in Zechen, ist dagegen die Hauptmenge sicher erst im Laufe des 19. gefallen. Es hat dann am 20. weiter geregnet, und es ist in Anbetracht der Zugrichtung des Minimums auch wahrscheinlich, daß die westlicher gelegenen Orte erst an diesem Tage den meisten Niederschlag empfingen. Die Station Frankfurt a. O., die ihr Maximum dem 21. August zuschreibt, datierte jedenfalls voraus.

Das Hochwasser der Oder übertraf in ihrem mittleren Laufe noch das vom Juli 1903, während es im Oberlauf etwas dahinter zurückblieb. Ganz besonders merkwürdig war es, um dies noch einmal hervorzuheben, dadurch, daß die Anschwellungen der Flachlandflüsse dabei eine so große Rolle spielten. Daß sich die starken Niederschläge in diesem Falle so weit in die Ebene hinein

erstreckten, hängt offenbar damit zusammen, daß das Minimum am 19. und 20. auf der rechten Seite der Oder ziemlich parallel mit ihr und nur ganz langsam fortschritt. Infolgedessen kam der ganze obere und mittlere Lauf der Oder mit seinen Zuflüssen in den Niederschlagsbereich des Minimums. Im übrigen wirkte auch noch zu dem Eintreten einer so ungewöhnlichen Hochflut der ungünstige Umstand mit, daß schon wochenlang vorher mit geringen Unterbrechungen allenthalben Niederschläge gefallen waren, die den Boden so mit Feuchtigkeit sättigten, daß die großen nach der Mitte des Monats August niedergegangenen Regenmengen nur noch zu einem geringen Teil von ihm aufgenommen werden konnten und daher größtenteils in die Wasserläufe abflossen.

Das hier wirksame Minimum kann seiner Herkunft nach nur unter die Depressionen der Zugstraße Vb eingereiht werden. Daß es von Ungarn aus eine mehr nordwestliche als nördliche oder nordöstliche Richtung einschlug, spielt dabei keine Rolle.

---

## **Analyse der Wetterlage bei den Sommerhochwassern der Oder.**

Suchen wir uns, nachdem die Witterungsvorgänge in den einzelnen Hochwasserperioden in dem vorstehenden Abschnitt ausführlich geschildert worden sind, jetzt ein zusammenfassendes Bild über sie zu verschaffen, so muß leider festgestellt werden, daß eine Einheitlichkeit der Erscheinungen, welche die Vorausbestimmung des Eintritts einer Hochwassergefahr wahrscheinlich sehr erleichtert hätte, nur in beschränktem Maße besteht. Jeder Fall bietet seine besonderen Eigentümlichkeiten, keiner verläuft ganz so wie irgend ein anderer. Bisweilen sind die Verhältnisse derart verwickelt, daß es schwer fällt, ein einigermaßen klares Bild der Vorgänge zu erhalten.

Und doch, wenn wir den Ablauf der Erscheinungen in den einzelnen Perioden näher analysieren, treten uns eine Anzahl charakteristischer Merkmale entgegen, die sich in zahlreichen Fällen wiederholen und so wenigstens teilweise den Eindruck einer gewissen Gleichartigkeit der Vorgänge hervorrufen. Allerdings machen sich diese Merkmale in den einzelnen Perioden in recht verschiedenem Umfange und wechselnder Stärke geltend, faßt man sie aber in ihrer Gesamtheit ins Auge, so ergibt sich immerhin ein ziemlich bestimmtes Bild der Witterungsverhältnisse, die als Bedingung für die Entstehung eines Sommerhochwassers der Oder anzusehen sind. Freilich kann nicht verschwiegen werden, daß sich unter den hier behandelten Fällen einige finden, die in ihrem Verlauf anscheinend von diesem Bilde soweit abweichen, daß man sie als besondere Erscheinungen auffassen muß, und doch weisen auch diese Ausnahmen noch einzelne der Merkmale auf, die uns als charakteristische Eigentümlichkeiten der Hauptgruppe entgegentreten.

In den folgenden Abschnitten sollen zunächst die einzelnen Witterungselemente in ihrem Verhalten bei den hier behandelten Vorgängen und in ihren Beziehungen zu einander näher untersucht werden, woran sich dann noch die Erörterung einzelner damit in Verbindung stehender Fragen knüpfen wird.

### Die Luftdruckverteilung im Meeresniveau.

#### Bahnen der Minima.

Fragen wir zunächst, welche Bahnen die starken Niederschlag bringenden Depressionen einschlugen, so ergibt sich ohne weiteres als gemeinschaftliche Eigentümlichkeit, daß sie in fast allen Fällen von S heraufzogen. Im einzelnen zeigt sich allerdings eine große Mannigfaltigkeit der Wege, die von den Minima gewählt wurden. Schon der Ursprungsort im S ist sehr verschieden. Wir können in dieser Hinsicht vor allem zwei Hauptgruppen unterscheiden, nämlich Minima, die der Gegend von Oberitalien und den benachbarten Meeresteilen entstammen, und solche, die von der Balkanhalbinsel her kommen. Hierzu gesellen sich dann noch als dritte Gruppe solche Depressionen, die sich erst über Österreich oder Ungarn entwickeln und zwar aus einem Teilminimum einer südlichen oder nördlichen Depression. In der größeren Zahl der Fälle läßt sich der Ursprung auf Oberitalien und benachbarte Gebiete zurückführen. Von der Balkanhalbinsel kamen die beiden Minima im Juli 1896, das zweite im Juni 1892, das zweite im Mai 1897, das ursprünglich nur Teilminimum einer östlich gezogenen italienischen Depression war, sowie das dritte der gleichen Periode, das aber wohl auch erst von Oberitalien nach der Balkanhalbinsel wanderte, ferner die beiden Minima der Periode vom September 1899, von denen das erste ursprünglich jedenfalls vom Mittelmeer heraufzog, während die weitere Herkunft des zweiten unsicher ist, das dritte Minimum im Oktober 1901 und endlich ein Teil der Depression vom Juli 1903, die allerdings erst über Ungarn zur eigentlichen Entwicklung kam.

Aus Teilminima über Österreich-Ungarn entstanden die Depressionen im Mai 1896, Mai 1897 (1. Minimum), Juni 1902 (zwei Minima) und Juli 1903 (wenigstens teilweise). Endlich ist hierzu möglicherweise auch das 2. Minimum der Periode im September 1888 zu rechnen. Eine Depression, die aus Südfrankreich kam (Mitte August 1888), kann vielleicht noch der ersten Gruppe zugehört werden. Es entfallen somit von den 29 hier in Betracht kommenden Depressionen ihrem Ursprung nach etwa 52% auf Oberitalien und Nachbargebiete, 29% auf die Balkanhalbinsel und 19% auf Österreich-Ungarn.

Die aus Italien und Nachbargebieten stammenden Minima nahmen ihren Weg im allgemeinen um den Ostflügel der Alpen herum. Daß sie den Alpenkamm in seinen hohen westlichen und zentralen Teilen überschritten hätten, läßt sich in keinem Falle nachweisen. Selbst die aus Südfrankreich stammende Depression, die vom 17. zum 18. August 1888 nach Österreich heraufkam und sich vorher offenbar über die Alpen hinaus erstreckte, dürfte mit ihrem Kern die höchsten Teile der Alpen umgangen und sie erst mehr nach Osten zu überschritten haben. Daß auch einige andere Minima über die Alpen in ihren niedrigeren Teilen auf der Ostseite gezogen sind, ist wohl als sicher anzunehmen.

Die weitere Bahn (von vorübergehenden Änderungen abgesehen) verlief dann meist in nördlicher bis nordöstlicher Richtung nach der Ostsee oder Rußland zu. Zwei Minima gelangten nur nach Böhmen und dem südlichen Polen, wo sie sich ausfüllten. Bloß die von Anfang an schon auf einer ziemlich westlichen Bahn sich bewegend und rasch aufeinander folgenden beiden Depressionen zu Anfang Oktober 1887 zogen in nordwestlicher Richtung nach der Nordseeküste. Auch das Minimum vom August 1854, das zu Anfang ziemlich weit nach Osten gegangen war, zog dann in nordwestlicher Richtung weiter und füllte sich schließlich in Norddeutschland aus. Die Lage der Bahnen schwankte von Westen nach Osten innerhalb ziemlich weiter Grenzen, nämlich von der Westseite der Oder bis zur Ostseite der Weichsel. Alle diese Minima, auch die nach der Nordseeküste gezogenen, kann man trotzdem der van Bebberschen Zugstraße Vb zurechnen, wobei allerdings dieser Begriff nicht zu eng gefaßt werden darf. In einem Falle, wo die Depression nach E wanderte, verlief ihre Bahn auf der Zugstraße Vc und in einem anderen etwa in der Mitte zwischen den Straßen Vb und Vc. Von den von der Balkanhalbinsel stammenden Minima zog das eine quer durch Norddeutschland nach der Nordsee, zwei gelangten bis zur Ostsee, die anderen aber, wenn man von dem Minimum im Juli 1903 absieht, das besser zu den über Ungarn entstandenen gerechnet wird, kamen nur bis in die Gegend zwischen Böhmen und Ostgalizien. Die über Österreich-Ungarn aus Teilminima gebildeten Depressionen bewegten sich im allgemeinen in den Richtungen zwischen N und NE. Die Zuteilung der beiden letzten Gruppen zu einer bestimmten van Bebberschen Zugstraße stößt auf Schwierigkeiten, wenn man besonderes Gewicht auf ihren Ursprungsort legt. Am ehesten wird man noch die aus einem Teilminimum einer italienischen Depression über Österreich-Ungarn entstandenen Minima der Zugstraße Vb zuteilen können. Aber auch von den anderen Depressionen trägt die Mehrzahl ihrem ganzen Charakter und ihrer weiteren Fortbewegung nach so sehr das Gepräge der auf der Straße Vb ziehenden Minima, daß wir wohl, wenn nicht neue Straßen unterschieden werden sollen, sie noch in die Kategorie der Vb-Depressionen einordnen können, sofern nur die Grenzen für ihr Entstehungsgebiet etwas erweitert werden. Bei einigen von der Balkanhalbinsel heraufgezogenen Depressionen ist es zudem wahrscheinlich, daß sie ursprünglich aus dem Mittelmeergebiet stammten. Ob man allerdings selbst bei einer starken Erweiterung des Begriffes der Vb-Depressionen noch berechtigt sein würde, beispielsweise das Minimum aus den Tagen vom 12. bis 15. Juli 1891, das von der Balkanhalbinsel nordwestlich nach der Nordsee zog, darunter einzuordnen, muß als sehr fraglich hingestellt werden.

Abgesehen von den eben geschilderten Gruppen von Depressionen, die alle das gemeinsame Merkmal tragen, daß sie von S heranzogen, brachten auch einige Minima starke Niederschläge, die sich in ganz anderen Richtungen bewegten, und zwar handelt es sich hier hauptsächlich um die Zugstraße III

Es sind aber im ganzen nur vier Fälle, wo Depressionen dieser Art in Frage kommen, von denen zwei zu derselben Periode, nämlich Oktober 1901, gehören, während ein dritter (Minimum vom 3./4. Mai 1899) nur von nebensächlicher Bedeutung ist. Der vierte Fall ereignete sich im Juni 1894. Außerdem gehört in diese Kategorie noch das Minimum vom Juli 1907, das auf einer ganz ungewöhnlichen Bahn vom Schwarzen Meere her in einem großen Bogen über Ostdeutschland nach der Balkanhalbinsel zurückzog. Unter diesen Umständen kann man also die Fälle, in denen die starken Niederschlag erzeugenden Depressionen nicht von S kamen, als Ausnahmen ansehen.

In annähernd der Hälfte aller Hochwasserperioden folgten mehrere Depressionen unmittelbar aufeinander, doch kam gerade bei den großen Hochwasserkatastrophen meist ein einziges Minimum in Frage. Jedoch im September 1899, wo die Oder allerdings nur in mäßigem Grade, in um so höherem aber die Donau betroffen wurde, folgten zwei Depressionen dicht hintereinander.

Daß als Ursache der starken Niederschläge, die zu Hochwassern der Oder Veranlassung geben, in allererster Linie Minima in Frage kommen, die aus südlichen Richtungen heraufziehend das Odergebiet streifen, hat zuerst G. Hellmann ausdrücklich festgestellt<sup>1)</sup>. Er hat in der unten zitierten Abhandlung schon darauf hingewiesen, daß auch die großen Niederschläge in Schlesien vom 4. bis 5. August 1880, 17. bis 18. Juli 1882, 20. Juni 1883, 28. Juni 1885 und 21. Juni 1886 ebenfalls auf derartige der Zugstraße Vb zuzurechnende Depressionen zurückzuführen sind. Spätere Untersuchungen lieferten dann weitere Beweise für die Richtigkeit dieser Anschauung, wenn auch vielleicht bisweilen etwas zu viel Gewicht auf eine vollkommene Zugehörigkeit der betreffenden Minima ihrer ganzen Bahn nach zur Zugstraße Vb gelegt wurde. Hellmann hat jedoch weit mehr die Lage der Depressionen zum Odergebiet als ihre Herkunft für das Wichtigere angesehen, denn er spricht zunächst nur von Depressionen im S, SE und E von Schlesien, die langsam in der Richtung nach N bis NE ziehen, und fügt dann erst hinzu, daß die Zugstraße Vb nach van Bebbber diesen Witterungslagen noch am besten entspricht. Später ist auch C. Kaßner<sup>2)</sup> zu der Einschränkung gelangt, daß es genüge, wenn das Minimum nur im wesentlichen die Zugstraße Vb innehalte, gleichviel, ob es diese ganz oder nur auf einer größeren Strecke zurücklege. Endlich äußert noch K. Fischer in dem Vorwort zu seiner Abhandlung über „Die Sommerhochwasser der Oder“<sup>3)</sup> die Ansicht, daß es nicht darauf ankomme, daß die

<sup>1)</sup> G. Hellmann, Der Wolkenbruch am 2. bis 3. August 1888 im Gebiete des oberen Queiß und Bober. (Met. Z. 1889, S. 19—21.) Später wurde ihm erst bekannt, daß die Ursache des Hochwassers vom August 1880 schon annähernd richtig gedeutet worden war von J. Riedel (Die Wasserhältnisse in Schlesien. Wien 1881. 8<sup>o</sup>. S. 18), doch sind dessen meteorologische Darstellungen vielfach wenig fachgemäß.

<sup>2)</sup> C. Kaßner, Über die wahre Wetterlage bei dem Hochwasser in Schlesien und Österreich Ende Juli 1897 (Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 462).

<sup>3)</sup> Jahrbuch der Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteilungen Bd. 1, Nr. 6.

kritischen Minima wirklich die Zugstraße Vb entlang ziehen, sondern darauf, daß sie eine die Erzeugung starker Niederschläge im Odergebiet begünstigende Lage erreichen. Diese Forderung wird aber natürlich in der großen Mehrzahl nur von Depressionen erfüllt werden können, die sich von S oder SE her dem Odergebiet nähern, während ein von W kommendes Minimum nur in besonderen Ausnahmefällen eine solche gefahrbringende Lage erlangen wird.

#### **Tiefe der Minima.**

Die absolute Tiefe der Minima ist durchschnittlich nicht groß, worauf ebenfalls schon Hellmann hingewiesen hat, der dabei natürlich die Depressionen südlichen Ursprungs im Auge hatte. Von diesen kam unter den hier behandelten die größte Tiefe dem Minimum vom März 1894 mit 743 mm zu. Außerdem zeigten noch 7 Depressionen in ihrem Innern einen Luftdruck unter 750 mm, die übrigen 21 blieben über 750 mm. Die 4 Minima der Zugstraße III waren durchschnittlich tiefer; in den beiden vom Oktober 1901 ging der Luftdruck bis auf 724 und 735 mm herunter, die Depression vom Juli 1907, die z. T. in umgekehrter Richtung die Zugstraße Vb verfolgte, hatte eine größte Tiefe von 746 mm.

#### **Teilminima an der Vorderseite; Umbiegen der Isobaren nach N.**

Bei einer größeren Anzahl der südlichen Depressionen zeigte sich an der Vorderseite ein Teilminimum, doch kann das Vorhandensein eines solchen nicht gerade als Regel betrachtet werden, wenn man hierbei nur Teilminima mit deutlich erkennbarem selbständigen Kern im Auge hat. Dagegen macht sich vor allen Dingen bei den von Italien stammenden Depressionen eine Erscheinung so gut wie allgemein bemerkbar, die schließlich auch hierher zu rechnen ist, nämlich ein Umbiegen der Isobaren nach N im Osten der Alpen, bevor das Minimum heraufkommt. Bisweilen ist in dem nach N vorspringenden Teil der Depression eins der anfangs erwähnten Teilminima enthalten. Auch in den Fällen, wo sich die Depressionen aus einem Teilminimum eines oberitalienischen Minimums entwickelten, zeigte sich das charakteristische Aufsteigen der Isobaren. Da, wo es bei den italienischen Minima aus den Isobarenkarten nicht ersichtlich ist, kann man das Fehlen durch zu rasche Annäherung des Minimums erklären; auf einer Zwischenkarte würde es vermutlich sich ebenfalls bemerkbar machen. Bei den von der Balkanhalbinsel stammenden Depressionen kann sich natürlich eine solche Erscheinung nicht in gleicher Weise zeigen, da sie ja offenbar dadurch, daß die Depression die höchsten Alpenkämme umgeht, hervorgerufen wird; dagegen ist wenigstens in einigen Fällen das Vorspringen einer Zunge tieferen Druckes an der Vorderseite des Minimums zu erkennen.

#### **Minima über Nordeuropa; Rinne tieferen Luftdrucks.**

In allen Perioden, in denen Minima aus S als Ursache des Hochwassers in Frage kommen, befand sich mindestens zu Anfang eine Depression über

dem nördlichen Europa. Das Verhalten dieser Minima zu den von S heraufkommenden ist allerdings sehr verschieden. In den meisten Fällen entfernen sie sich nach N oder NE, in einigen anderen füllen sie sich aus und endlich in zwei Fällen (Ende Mai und September 1899) nähert sich das nördliche Minimum dem heraufziehenden südlichen, wird dessen Teilminimum und verschwindet am Rande der Depression. Abgesehen davon besteht aber doch insofern fast stets eine Beziehung zwischen nördlichem und südlichem Minimum, als sie durch eine Furche tieferen Luftdrucks mit einander in Verbindung treten. Diese Rinne, von deren Bedeutung bald noch die Rede sein wird, ist zuweilen allerdings nur ganz zu Anfang vorhanden und verschwindet schon, ehe die südliche Depression sich in Bewegung setzt. Die nördliche Depression kann auch ein Teilminimum nach S entsenden, aus dem sich dann ein selbständiges Minimum entwickelt, das die Niederschläge im Odergebiet bringt. Dieser Fall trat im Mai 1896 ein, und auch im Juli 1903 spielt ein ähnlicher Vorgang mit.

#### **Fortbewegung der Minima.**

In einer Anzahl von Fällen benutzt das südliche Minimum die Rinne, um in ihr hinaufzuziehen und zwar meist, wenn diese bestehen bleibt. In zwei Fällen allerdings, nämlich im ersten Teil der Periode August—September 1890 und zu Ende Mai 1899, folgte das Minimum nicht der Rinne, die damals nach NW zu lag. Ende Mai 1899 wurde die nordwestliche Depression ein Teilminimum der südlichen und verschwand an ihrem Rande. Endlich bestand Mitte August 1888 eine Rinne nach NE, die aber von der südlichen Depression nicht benutzt wurde. Diese kam damals von Südfrankreich her und zog nach ENE ab.

Bisweilen bewegt sich das Minimum zuerst nach der Rinne zu, die jedoch verschwindet, indem sich hoher Druck vorschiebt; die südliche Depression kommt so zum Stillstand oder zieht direkt in den hohen Druck hinein. Letzteres ereignet sich auch sonst, wenn schon vorher keine Rinne mehr vorhanden war. Gewöhnlich tritt dann aber eine Verzögerung der Fortbewegung oder Verflachung des Minimums ein, die sich allerdings nicht immer schon in der Gegend des Odergebietes bemerkbar macht. In einigen anderen Fällen scheint das südliche Minimum der abziehenden nördlichen Depression nachzufolgen, wie z. B. Anfang August 1888.

Die eben erwähnte Verzögerung in der Fortbewegung des Minimums tritt auch sonst noch häufig ein. In dem oben erwähnten Aufsatz über den Wolkenbruch am 2. bis 3. August 1888 hat Hellmann auch schon auf die langsame Fortbewegung der Minima aufmerksam gemacht. Es wird auf diesen Punkt später zurückzukommen sein.

Bei dieser Gelegenheit sei noch hervorgehoben, daß die Minima nicht selten, nachdem sie sich anfänglich in nördlicher oder nordöstlicher Richtung

fortbewegten, ihre Zugrichtung plötzlich änderten und sich mehr nach W wandten, zuweilen direkt auf den hohen Druck zu, wobei diese Richtungsänderung dauernd oder nur vorübergehend sein konnte. Diese Wendung nach W trat ganz besonders in den Perioden mit den heftigsten Niederschlägen auf, also Anfang August 1888, Ende Juli 1897, September 1899, Juni 1902 und Juli 1903, sowie auch im August 1854.

#### **Vordringen des westlichen Maximums.**

In allen Fällen, selbst dann, wenn es sich um eine Depression der Zugstraße III handelte, lag im W bzw. SW oder NW ein Hochdruckgebiet. Im Osten war zwar auch oft ein solches vorhanden, doch vielfach weniger ausgeprägt. Es macht sich nun meist die äußerst charakteristische Erscheinung bemerkbar, daß dieses westliche Hochdruckgebiet, während das Minimum sich dem Odergebiet nähert, mehr oder weniger nach E vordringt. Selbst wenn sich das Minimum direkt auf das Hochdruckgebiet zu bewegt, kommt es vor, daß es dieses nur in seinen Randgebieten zurückzudrängen vermag und daß trotzdem der Kern des Maximums noch weiter auf das Minimum zu rückt. Bei dem im E häufig liegenden Hochdruckgebiet macht sich eine ähnliche Erscheinung in solcher Allgemeinheit nicht bemerkbar.

#### **Keile hohen Luftdrucks.**

Eine Eigentümlichkeit des westlichen Maximums besteht in der fast regelmäßigen Bildung eines Keiles hohen Luftdrucks im N der Alpen. Das Maximum reicht nämlich nicht über den Alpenkamm hinüber, so daß die Luftdruckdifferenz im Meeresniveau zwischen der Nord- und Südseite der Alpen nicht selten zu beträchtlicher Höhe anwächst. Besonders stark pflegt natürlich der Keil in solchen Fällen ausgebildet zu sein, wo die Isobaren auf der W- bzw. SW-Seite des Minimums etwa in der Richtung SE—NW verlaufen; dann dringt das westliche Hochdruckgebiet mit einer scharfen Spitze vor, indem die nach SE verlaufenden Isobaren nördlich der Alpen plötzlich direkt nach W zurückbiegen. Bisweilen erstreckt sich der Keil aber auch noch weiter nach Osten bis nach Bosnien oder, wie im Juli 1854, bis nach dem südöstlichen Ungarn. Außer diesen großen Keilen hohen Druckes im Norden der Alpen zeigen sich in sehr verschiedenem Maße ausgeprägte, mit der konvexen Seite nach dem Innern des Minimums gerichtete Einbiegungen der Isobaren fast immer in der Gegend der Sudeten. Bisweilen machen sie sich schon im Erzgebirge oder noch weiter westlich am Thüringerwald bemerkbar. Im Osten reichen sie unter Umständen bis zu den Karpathen. Es handelt sich also hier auch um eine lokale Druckerhöhung auf einem den Gebirgen entlang laufenden Streifen.

#### **Verstärkung des Gradienten der Depression.**

Mit dem Vordringen des westlichen Hochdruckgebiets nach E steht im Zusammenhange eine fast immer eintretende Verstärkung des Gradienten auf

der Westseite der Depression. Diese wird dadurch hervorgerufen, daß gewöhnlich das Minimum vor dem andringenden Hochdruckgebiet nicht oder nur wenig zurückweicht und sich im Gegenteil sogar bisweilen noch auf das Maximum zu bewegt. Gleichzeitig tritt aber auch oft eine Vertiefung des Minimums ein, wodurch natürlich die Verstärkung des Gradienten gesteigert wird. Zieht das Minimum auf das Hochdruckgebiet zu und weicht letzteres etwas zurück, aber nicht in dem Maße, wie ersteres sich vorwärts bewegt, so findet gleichfalls eine Steigerung des Luftdruckgefälles statt. Es kann als allgemein gültige Regel angesehen werden, daß bei den hier in Frage kommenden Depressionen der Gradient auf der Westseite am stärksten ist.

### Die Luftdruckverteilung in 2500 m Höhe.

Im Anschluß an den vorstehenden Überblick über die Luftdruckverteilung im Meeresniveau soll gleich auch die in der Höhe von 2500 m, die bisher bei der Schilderung der Witterungsvorgänge unberücksichtigt geblieben war, einer Betrachtung unterzogen werden. Es sind allerdings nur für die Hochwasserperioden im Juli 1897 und Juli 1903 entsprechende Isobarenkarten gezeichnet worden, da deren Herstellung so zeitraubend war, daß von einer derartigen Bearbeitung noch anderer Perioden abgesehen werden mußte. Jedoch behandeln die betreffenden Karten gerade zwei durch ihren katastrophenartigen Charakter besonders ausgezeichnete Fälle und können, da sie recht gut übereinstimmende Beziehungen zwischen dem oberen und unteren Luftdruck ergeben, wohl als einigermaßen vorbildlich auch für die Verhältnisse bei anderen ähnlichen Wetterlagen angesehen werden.

Zur besseren Erkenntnis des Zusammenhanges zwischen der Luftdruckverteilung in der Höhe mit der im Meeresniveau sollen zunächst die sich entsprechenden Isobarenkarten für beide Niveaus mit einander verglichen werden.

#### Die Luftdruckverteilung zu Ende Juli 1897.

Die beiden Luftdruckkarten vom 27. Juli 1897 7<sup>u</sup> zeigen insofern eine merkliche Verschiedenheit, als das allerdings nur flache Hochdruckgebiet, das sich im M.-N. von Westen über Süddeutschland nach Polen erstreckt (Taf. 35, 13a), in der Höhe sich nicht mehr bemerkbar macht (Taf. 36, 13i), während andererseits zwei kleinere Inseln höheren Luftdrucks etwas weiter östlich, in der Gegend von Wilna und südlich von Budapest auftreten. Aus einem Vergleich mit der Isothermenkarte (Taf. 37, 130) ersieht man, daß diese beiden Maxima mit Stellen starker Erwärmung an der Erdoberfläche zusammenfallen. Nun ist aber die Luftdruckverteilung in der Höhe aus der im Meeresniveau und aus der dort herrschenden Temperatur unter Voraussetzung einer bestimmten Temperaturabnahme nach oben berechnet worden, und zwar konnte nur in Gebirgsgegenden, wie in dem zweiten Teile auseinandergesetzt ist, die Mitteltemperatur der Luftsäule bis zu 2500 m Höhe mit Hilfe der

Beobachtungen an Höhenstationen mit einiger Sicherheit bestimmt werden, während in der Ebene lediglich mit Annahmen über das Temperaturgefälle nach oben gerechnet werden mußte.

Da nun besonders das nördliche der beiden kleinen Maxima in einer Gegend sich befindet, wo die Temperaturabnahme nach der Höhe nicht bekannt war, so liegt die Frage nahe, ob nicht durch Änderungen der Voraussetzungen über den vertikalen Temperaturgradienten diese oberen Hochdruckgebiete verschwinden würden. In der Umgebung des bei Wilna gelegenen Maximums war gleichmäßig derselbe Betrag der Temperaturabnahme nach oben angenommen worden. Es ergibt sich, daß man das Hochdruckgebiet annähernd zum Verschwinden bringen könnte, wenn man zwischen der Stelle, wo sich der Kern des Maximums befindet, und der westlich davon gelegenen Ostseeküste einen Unterschied von  $0.4^{\circ}$  pro 100 m in der Temperaturabnahme in dem Sinne annähme, daß sich die vertikale Änderung im Maximum vergrößerte und an der Küste verkleinerte oder auch nur an einer der Stellen sich entsprechend änderte.

Nun ist es aber nicht sehr wahrscheinlich, daß auf so kurze Entfernung hin das vertikale Temperaturgefälle so stark hätte zunehmen sollen, zumal in der Richtung vom niederen nach dem höheren Druck hin, eher möchte man noch eine Änderung im umgekehrten Sinne erwarten nach den Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse der freien Atmosphäre. Im Sommer ist es allerdings nicht ausgeschlossen, daß in den untersten Luftschichten, wenn die Erwärmung am Erdboden bedeutend ist, eine stärkere Temperaturabnahme nach oben stattfindet; doch dürfte sich diese nur in der Nähe der Erdoberfläche bemerkbar machen. Unter diesen Umständen wird man also wohl das kleine Hochdruckgebiet im oberen Niveau als reell ansehen dürfen.

Bei dem südlichen Maximum müßte man, um es zum Verschwinden zu bringen, eine Vergrößerung des Vertikalgefälles der Temperatur im Bereich des Maximums selbst annehmen, und zwar um etwa  $0.2^{\circ}$  für 100 m, da westlich davon das Maß der Temperaturabnahme nach oben durch die Beobachtungen an Höhenstationen einigermaßen sicher feststeht. Hier ist also die erforderliche Änderung der Temperaturabnahme nur halb so groß, auch befindet sich die Stelle, wo das obere Maximum liegt, an der Erdoberfläche dort, wo der Luftdruck vom Maximum her schon wieder abnimmt, also schon eher eine Zunahme des vertikalen Temperaturgefälles denkbar wäre, zumal wenn es sich, wie hier, um eine Gegend stärkerer Erwärmung handelt, bei der wenigstens in den unteren Luftschichten die Temperaturabnahme einen größeren Betrag erreichen kann. Es ist daher in diesem Falle nicht ganz unmöglich, daß das kleine südliche Hochdruckgebiet in der Höhe im wesentlichen nur auf eine irrtümliche Annahme über die Änderung der Temperatur nach oben zurückzuführen ist.

Wenn nun auch das Bestehen oder Nichtbestehen dieser unbedeutenden Maxima in der Höhe für den ganzen Verlauf der Witterungsvorgänge von geringer Bedeutung ist, so schien es doch nützlich, gleich zu Anfang bei der Besprechung der Luftdruckverteilung in 2500 m Höhe mit Rücksicht auf die früheren Ausführungen über die Genauigkeit solcher Darstellungen (S. 29 ff.) an einigen konkreten Beispielen zu zeigen, inwieweit man besonders gewissen Einzelheiten der Luftdruckverteilung im oberen Niveau Vertrauen entgegen bringen darf. Man sieht jedenfalls, daß man je nach den Annahmen über die vertikale Temperaturabnahme zu recht verschiedenen Ergebnissen über die Realität kleinerer Maxima oder Minima in der Höhe gelangen kann.

Das auf der Isobarenkarte vom 27. Juli im Meeresniveau vorhandene Minimum über Skandinavien zeigt sich auch in der Höhe, was als unbedingt richtig anzusehen ist, da man es dort selbst durch ganz unwahrscheinliche Annahmen über die Temperaturabnahme nach oben noch nicht zum Verschwinden bringen könnte. Dagegen ist das ziemlich flache Minimum über Oberitalien in der Höhe nicht mehr bemerkbar. Man könnte allerdings auch dort ein Minimum erhalten, wenn man die über Oberitalien vorausgesetzte Temperaturabnahme nach der Höhe um  $0.3^{\circ}$  für 100 m größer annähme. Es geht aber auch aus den Beobachtungen an den Höhenstationen hervor, daß am Nordfuß der Alpen die Temperaturabnahme nach oben wahrscheinlich größer war als am Südfuß. Es ist daher sehr fraglich, ob man im vorliegenden Fall für Oberitalien eine vertikale Temperaturabnahme voraussetzen darf, die größer sein würde als die auf der Nordseite der Alpen. Unter diesen Umständen ist zu vermuten, daß das am 27. Juli früh im Meeresniveau über Oberitalien bestehende Minimum sich zunächst nur in den unteren Luftschichten bemerkbar machte.

Am 28. Juli 7<sup>a</sup> (Taf. 35, 13c und 36, 13k) zeigt die Luftdruckverteilung in der Höhe Ähnlichkeit mit der im Meeresniveau, doch ist das zwischen dem westlichen und östlichen Hochdruckgebiet liegende Minimum in 2500 m wesentlich flacher und liegt mit seinem Kern weiter nördlich als das Minimum im unteren Niveau. Inwieweit diese Verschiebung des Zentrums nach vorn reell ist, muß zunächst dahingestellt bleiben. Sie ist offenbar hervorgerufen durch die über der Adria herrschende hohe Temperatur, durch welche auch die Mitteltemperatur der Luftsäule zwischen 0 und 2500 m Höhe stark beeinflusst wird, wenn man nicht über der Adria eine weit größere Temperaturabnahme mit der Höhe annehmen will als etwa in der Gegend von Kärnten und Krain. Da dort die vertikale Temperaturänderung annähernd sicher bekannt ist, müßte man über der Adria schon eine Temperaturabnahme nach oben von etwa  $1.2^{\circ}$  für 100 m voraussetzen, wenn das Minimum sich auch in 2500 m Höhe soweit nach S erstrecken sollte wie im Meeresniveau. Eine derartig starke vertikale Temperaturänderung bis zu solcher Höhe, zumal um

7 Uhr morgens ist aber schwer anzunehmen, so daß die Verschiebung des Minimums nach N im oberen Niveau doch an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Der im Meeresniveau sehr ausgeprägte Keil hohen Luftdrucks im Norden der Alpen zeigt sich in der Höhe nur in bedeutend abgeschwächtem Maße. Vorläufig soll aber von einer weiteren Erörterung über die Änderung der Luftdruckverteilung nach der Höhe im Bereich eines solchen Keiles hohen Druckes Abstand genommen werden, da diese Frage später besonders im Zusammenhang mit weiteren derartigen Fällen behandelt werden wird.

Am 29. Juli (Taf. 35, 13e und 36, 131) steht die Verteilung des oberen Luftdrucks in den Hauptzügen ebenfalls in Übereinstimmung mit der im Meeresniveau. Das Minimum ist jetzt auch oben gut ausgebildet, sein Kern liegt aber dort südlicher als unten, so daß die Achse der Zyklone rückwärts geneigt erscheint; auch ist die Depression, abgesehen von ihrem südlichsten Teil, etwas mehr nach W verschoben. Diese Lageänderungen haben ihre Ursache in Differenzen der Temperatur im Meeresniveau und in Verschiedenheiten in der Annahme über die vertikale Temperaturänderung, die durch Übertragung der aus den Beobachtungen der Höhenstationen in den Sudeten und den Alpen hervorgehenden Temperaturabnahme auf die östlich davon gelegenen Gebietsteile hervorgerufen sind.

Infolge der im unteren Niveau bestehenden Temperaturzunahme von W nach E und der Voraussetzung einer gleichen vertikalen Abnahme der Temperatur nach dieser Richtung hin nimmt die Mitteltemperatur der Luftsäule zwischen 0 und 2500 m von W nach E zu, wodurch im oberen Niveau eine Erhöhung des Luftdrucks in derselben Richtung bewirkt wird. Die Folge ist, daß in der Höhe an der Stelle, wo sich im Meeresniveau der Kern des Minimums befindet, der Luftdruck höher wird als westlich davon. Nun ist aber ferner in dem südlichen Teile des Minimums, an der Stelle, wo sich im oberen Niveau der Kern befindet, d. h. in der Gegend von Budapest, die Temperatur im Meeresniveau nur wenig verschieden von derjenigen in der Gegend, wohin sich in dem nördlicheren Teile der Depression des oberen Niveaus die Stelle tiefsten Druckes verschoben hat, d. h. von der Temperatur etwa in der Gegend des Weichsel-Quellgebietes. Da jedoch zwischen letzterem und der Gegend von Budapest im Meeresniveau ein Luftdruckunterschied von etwa 2 mm besteht, so muß dieser auch unter Voraussetzung einer gleichen Temperaturabnahme im oberen Niveau annähernd erhalten bleiben. Nun ist aber die Temperaturabnahme in der Gegend von Budapest sogar noch um  $0.1^{\circ}$  für 100 m größer angenommen als an der oberen Weichsel, daher muß auch der Luftdruckunterschied in der Höhe noch etwas größer werden. So kommt es, daß der Kern des Minimums in 2500 m Höhe erheblich nach S verschoben erscheint. Es muß allerdings dahingestellt bleiben, inwieweit diese Verlagerung der Wirklichkeit entspricht.

Die Karte vom 29. Juli für 2500 m Höhe zeigt ferner nach E zu eine stärkere Zunahme des Luftdrucks als die Karte für das Meeresniveau. Auch dieser Unterschied beruht auf der erheblichen westöstlichen Temperaturzunahme an der Erdoberfläche, durch die die Mitteltemperatur der Luftsäule zwischen 0 und 2500 m unter der Voraussetzung einer gleichen vertikalen Temperaturänderung von W nach E zu in dieser Richtung entsprechend erhöht wird. Es wäre eine allmähliche Vergrößerung der Temperaturabnahme nach oben von W nach E bis zu einem Unterschiede von  $0.4^{\circ}$  für 100 m Höhe erforderlich, um in der Richtung nach E im oberen Niveau etwa den gleichen Luftdruckgradienten zu erhalten wie im Meeresniveau. Da die für das Sudetengebiet gültige Temperaturabnahme von etwa  $0.6^{\circ}$  für 100 m auch wohl noch für die Gegend der obersten Weichsel als annähernd zutreffend angesehen werden kann, so müßte im E eine durchschnittliche Temperaturabnahme von etwa  $1.0^{\circ}$  für 100 m in der ganzen Luftschicht von 2500 m Höhe bestanden haben. Das ist aber recht unwahrscheinlich. Durch Annahme einer solchen vertikalen Temperaturabnahme würde die Luftmasse bis zu 2500 m Höhe auf der Ostseite der Depression die gleiche Durchschnittstemperatur erhalten, wie die im Zentrum, und zwar müßte, da am Erdboden die Temperatur auf der Ostseite ja wesentlich höher war als im Zentrum, also auch die unteren Luftschichten im E unstreitig wärmer waren als im Innern der Depression, die oberen Schichten an ersterer Stelle kälter gewesen sein als an letzterer. Alle bisherigen Beobachtungen sprechen aber dafür, daß die Ostseite einer Zyklone bis zu einer beträchtlichen Höhe hinauf wärmer ist als das Zentrum. Dabei kann es keine Rolle spielen, daß im vorliegenden Falle das Minimum von S heraufkam, während die Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse in den barometrischen Minima sich im allgemeinen auf die von W her stammenden beziehen. Denn für die Temperaturverteilung im Bereich der Zyklonen wird nicht deren Zugrichtung, sondern vor allem die Richtung der Luftströmungen verantwortlich sein. Nach den Untersuchungen von Wagner<sup>1)</sup> ist im Sommer die Ostseite einer Depression bis zu 9 km Höhe im Mittel um  $7.2^{\circ}$  wärmer als das Zentrum. Unter diesen Umständen muß man annehmen, daß eine stärkere Zunahme des Luftdrucks nach E, wie sie die Isobarenkarte für 2500 m im Gegensatz zu der für das M.-N. zeigt, der Wirklichkeit entspricht.

Der Keil hohen Druckes im Norden der Alpen ist oben nur noch angedeutet.

Am 30. Juli (Taf. 36, 13g und 13m) ist die Isobarenverteilung in 2500 m Höhe der im Meeresniveau ähnlich. Das Minimum zeigt sich oben noch fast ebenso gut entwickelt wie unten, was mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen dürfte. Durch die Beobachtungen an den Höhenstationen in den Alpen und deutschen Mittelgebirgen ist jedenfalls das Maß der vertikalen

<sup>1)</sup> A. Wagner, Die Temperaturverhältnisse der freien Atmosphäre (Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre. III. Bd. Heft 2/3. S. 153. Leipzig 1909. 8<sup>o</sup>).

Temperaturabnahme auf der Westseite des Minimums so gut verbürgt, daß man die für das obere Niveau ermittelte Luftdruckverteilung auf dieser Seite für annähernd richtig ansehen kann. Für die Ostseite des Minimums kommen ferner ähnliche Erwägungen bezüglich der vertikalen Temperaturverteilung in Betracht, wie wir sie bei der Karte vom 29. Juli angestellt haben, so daß auch nach dieser Richtung hin die Darstellung der Luftdruckverteilung in der Höhe einigermaßen sicher erscheint.

Die Achse der Zyklone zeigt sich an diesem Tage nur unbedeutend nach rückwärts geneigt. Die Verlagerung des Kernes des Minimums ein wenig nach S in der Höhe ist hauptsächlich die Folge der in der Gegend von Budapest am Erdboden herrschenden etwas niedrigeren Temperatur. Die Wirklichkeit der Rückwärtsneigung der Zyklonenachse hängt also davon ab, ob auch die ganze Luftmasse in der betreffenden Gegend diese etwas niedrigere Temperatur im Vergleich zur Umgebung aufweist, was sich aber nicht feststellen läßt.

Im NE des Minimums zeigt sich im oberen Niveau entsprechend der am Erdboden herrschenden hohen Temperatur ein kleines Hochdruckgebiet, das vermutlich nur der Ausläufer eines größeren östlich gelegenen ist, wenn man sich die Karte für 2500 m nach dieser Richtung erweitert denkt. Das Vorhandensein dieses Maximums in der Höhe darf als wahrscheinlich angesehen werden. Der Keil hohen Luftdrucks im N der Alpen, der im Meeresniveau gut ausgebildet ist, erscheint in 2500 m Höhe wieder stark abgeschwächt und nur in seinem östlichen Teile etwas besser ausgebildet, doch findet dabei das Umbiegen der Isobaren erst am Südabhang der Alpen statt.

Auf der Isobarenkarte vom 31. Juli (Taf. 36, 13h und 37, 13n) weist das Minimum im oberen Niveau zwei Kerne auf, während unten nur einer vorhanden ist. Da es lediglich die Temperaturverteilung an der Erdoberfläche ist, auf die dieser Unterschied zurückgeführt werden kann, so muß es dahingestellt bleiben, ob jene Verdoppelung des Zentrums tatsächlich in der Höhe vorhanden ist. Über die Neigung der Zyklonenachse läßt sich unter diesen Umständen nichts bestimmtes sagen. Der Keil hohen Luftdrucks im Norden der Alpen macht sich oben wieder nur in abgeschwächtem Maße bemerkbar. Die sonstigen Unterschiede zwischen dem Isobarenverlauf in beiden Niveaus sind nicht von Bedeutung.

#### **Die Luftdruckverteilung im Juli 1903.**

In den beiden Isobarenkarten vom 6. Juli (Taf. 47, 19a und 48, 19i) zeigt zwar die Verteilung des Luftdrucks im ganzen annähernd den gleichen Charakter, doch machen sich in mehreren Einzelheiten gewisse Unterschiede bemerkbar. So liegt im Meeresniveau bei Wien ein flaches Teilminimum, während sich in der Höhe statt dessen, nur ein wenig nördlicher, ein kleines Gebiet höheren Druckes befindet. Die Ursache dafür ist wieder in Temperaturunterschieden an der Erdoberfläche zu suchen, die ganz oder teilweise

auf die Luftschicht zwischen 0 und 2500 m Höhe übertragen in Änderungen des oberen Luftdrucks zum Ausdruck kommen. Dasselbe gilt von dem flachen Minimum über Oberitalien, das im oberen Niveau nur als Ausbuchtung der Isobaren angedeutet ist. In beiden Fällen hängt die Wahrheit der Darstellung für die Höhe wieder von der Richtigkeit der Voraussetzungen über die vertikale Temperaturabnahme statt.

Am 7. Juli (Taf. 47, 19c und 48, 19k) besteht zwischen der Luftdruckverteilung oben und unten im wesentlichen der Unterschied, daß sich das von der nördlichen Depression ausgehende und weit nach S reichende Teilminimum im Meeresniveau schon über der Ostsee bemerkbar macht, während oben erst in der Gegend von Schlesien ein nach Süden gerichteter Ausläufer abzweigt. Jedoch besteht auch oben noch über Südkandinavien und der Ostsee eine Ausbuchtung der Isobaren, unabhängig von dem südlichen Teilminimum. Das nördliche Minimum hat daher in der Höhe eine weit geschlossenere Form als unten. Der Grund dafür liegt darin, daß sich aus den Beobachtungen in den deutschen Mittelgebirgen eine starke Zunahme der vertikalen Temperaturabnahme von E nach W, also vom höheren nach dem tieferen Druck zu ergibt. Während aus den Beobachtungen auf der Schneekoppe mittelst des auf S. 30 ff. geschilderten Verfahrens eine Temperaturabnahme von  $0.56^{\circ}$  für 100 m Erhebung hervorgeht, folgt aus den Beobachtungen auf dem Brocken eine solche von  $0.94^{\circ}$ . Mit letzterem Wert stimmt der aus den Beobachtungen auf der Schmücke gewonnene, der sogar etwas über  $1.0^{\circ}$  für 100 m beträgt, gut überein. Nun könnte man zwar einwerfen, daß diese Werte für die Temperaturabnahme doch noch etwas unsicher sind, da ja die Seehöhen der in Frage kommenden Stationen erheblich unter dem Niveau von 2500 m liegen. Daher können die auf diese Höhe reduzierten Barometerstände, aus denen mit Hilfe der für das Meeresniveau geltigen dann wieder die mittleren Lufttemperaturen der ganzen Luftsäule abgeleitet sind, mit solchen Fehlern behaftet sein, daß sich auch diese Mitteltemperaturen wesentlich ändern. Dagegen ist aber einzuwenden, daß diese Fehler doch bei weitem nicht eine solche Größe erlangen können, um den prinzipiellen Unterschied zwischen der vertikalen Temperaturabnahme im E und W zu verwischen. Bei der Schneekoppe wird man, wie aus Berechnungen des Einflusses von  $1^{\circ}$  Fehler in der Temperatur der Luftschicht zwischen Schneekoppe und 2500 m Höhe auf den reduzierten oberen Barometerstand hervorgeht, schwerlich einen größeren Fehler in dem Betrage der berechneten vertikalen Temperaturabnahme annehmen dürfen als etwa  $\pm 0.05^{\circ}$  für 100 m. Beim Brocken kann der Fehler natürlich noch etwas größer werden, aber selbst wenn er das berechnete Temperaturgefälle nach der Höhe an beiden Orten gerade im entgegengesetzten Sinne beeinflusste, und zwar bei der Schneekoppe durch Vergrößerung, beim Brocken durch Verringerung des Betrages, was nicht ganz wahrscheinlich ist, so bliebe doch noch immer ein erheblicher

Unterschied zwischen Osten und Westen bestehen. Im übrigen geht auch aus den Beobachtungsergebnissen der Drachenaufstiege am Aeronautischen Observatorium zu Reinickendorf bei Berlin vom 7. Juli 1903 hervor, daß an diesem Tage eine starke Temperaturabnahme nach der Höhe dort vorhanden war. Sie betrug bei dem ersten Aufstieg gegen 9<sup>a</sup> bei 1055 m Höhe 1.1<sup>o</sup> für 100 m, bei dem zweiten um 2<sup>p</sup> bis 2500 m Höhe allerdings nur 0.8<sup>o</sup> für 100 m.

Jedenfalls darf man daher als ziemlich sicher annehmen, daß die an der Erdoberfläche bemerkbare V-förmige Teildepression in ihrer nördlichen Hälfte nicht bis in höhere Luftschichten reichte. Aber auch der südliche Teil zeigt sich oben wesentlich abgeschwächt und verändert. Die Furche tieferen Drucks, die sich unten bis nach dem über Oberitalien liegenden Minimum erstreckte, erscheint oben etwas mehr nach W verschoben. Das Minimum zwischen Krakau und Budapest fehlt daselbst, und der Kern des oberitalienischen Minimums liegt in der Höhe bei Triest. Ob diese Darstellung in allen Teilen völlig korrekt ist, läßt sich natürlich bei der stellenweise vorhandenen Unsicherheit über die wirkliche Temperaturabnahme nach der Höhe nicht endgültig entscheiden, im wesentlichen dürfte sie aber den wirklichen Verhältnissen entsprechen. Der Keil hohen Druckes zwischen dem nördlichen und südlichen Minimum ist auch oben vorhanden, doch erscheint der Luftdruckgradient besonders nach S zu dort bei weitem schwächer.

Auf der Isobarenkarte für das obere Niveau vom 8. Juli (Taf. 47, 19d und 49, 19l) ist sowohl das im M.-N. an der holsteinischen Küste befindliche Minimum, wie auch das unten am Rigaischen Meerbusen liegende vorhanden. Ersteres, daß sich unten stark verflacht hat, ist oben auch nur noch als sehr flaches, dabei ziemlich ausgedehntes Gebilde ohne ausgeprägten Kern sichtbar. Letzteres, das jedenfalls mit der Ausbuchtung der Isobaren über Südkandinavien und der Ostsee am Vortage identisch ist, erscheint oben ebenfalls nur von ganz geringer Tiefe und etwas nach W verschoben. Die Ursache dafür liegt wieder in der starken Temperaturzunahme von der Ostsee nach Osten hin. Dadurch wird der Luftdruck in der Gegend des Rigaischen Meerbusens, wo unten das Minimum liegt, im oberen Niveau erhöht, während andererseits über der Ostsee, wo schon der Luftdruck unten etwas zunimmt, durch die dort herrschenden wesentlich tieferen Temperaturen oben eine Verringerung des Luftdrucks eintritt. Die Folge ist die Verschiebung des Minimums nach W und seine Verflachung.

Im S befindet sich im oberen Niveau in der Gegend von Budapest ein Minimum, das vermutlich mit den beiden ganz flachen Minima, die im Meeresniveau im SE des Kartengebietes liegen, oder wenigstens mit einem von ihnen identifiziert werden kann, sich aber besser ausgebildet zeigt als diese. Es liegt ebenso wie das vorher besprochene Ostsee-Minimum westlicher als die unteren kleinen Depressionen und zwar aus den gleichen, oben angegebenen Gründen. Da infolge der hohen Temperatur im Osten nach dieser Richtung

hin der obere Luftdruck erheblich zunimmt, verschiebt sich auch die Furche tieferen Druckes, die im Meeresniveau das Minimum am Rigaischen Meerbusen mit den südöstlichen Minima verbindet, in der Höhe erheblich nach Westen. Der Ausläufer des Hochdruckgebietes im W, der unten bis nach Ostdeutschland und Polen reicht, ist in der Höhe nicht mehr vorhanden. Die oberen Minima liegen innerhalb eines Depressionsgebietes, das sich vom südlichen Skandinavien und der Ostsee durch Norddeutschland, und dann schmaler werdend, bis nach Bosnien erstreckt. Östlich davon nimmt entsprechend der nach dieser Richtung hin nicht nur am Erdboden, sondern vermutlich im Bereich der ganzen Luftschicht bis 2500 m stark ansteigenden Temperatur im oberen Niveau der Luftdruck zu. Der im Meeresniveau vorhandene scharf ausgeprägte Keil hohen Druckes im N der Alpen ist in der Höhe nur noch angedeutet.

Aus dem Vergleich der beiden Isobarenkarten vom 9. Juli 7<sup>a</sup> (Taf. 48, 19f und 49, 19m) geht hervor, daß sich der Kern des östlichen Minimums in der Höhe südwestlich von der Gegend befindet, wo im Meeresniveau das Zentrum liegt. Die Ursache ist wieder, wie in früheren ähnlichen Fällen, in der Zunahme der Temperatur nach Osten hin zu suchen. Aus dem gleichen Grunde nimmt auch oben der Luftdruck nach E und besonders nach NE hin erheblich stärker zu als unten. Der Keil hohen Druckes ist in der Höhe fast verschwunden.

Auch am 10. Juli (Taf. 48, 19g und 49, 19n) ist die Achse der Zyklone ebenso wie am Vortage etwas nach SW geneigt. Der Keil hohen Druckes im N der Alpen ist an diesem Tage auch in der Höhe noch deutlich vorhanden. Das südlich davon oben sich zeigende kleine Minimum bei Turin ist durch eine lokale Temperaturerniedrigung an derselben Stelle des Erdbodens verursacht. Ob es Realität hat, muß dahingestellt bleiben. Falls sich die tieferen Temperaturen nicht auf die nächste Nähe des Erdbodens beschränkt haben, müßte man die Richtigkeit der Darstellung annehmen.

Am 11. Juli (Taf. 48, 19h und 49, 19o) endlich liegt der wenig ausgesprochene Kern der Zyklone im oberen Niveau wesentlich südlicher als unten. Dies ist wieder auf die am Nord- und Nordostrande herrschende hohe Temperatur zurückzuführen, die unter der wahrscheinlichen Voraussetzung, daß sie eine Erhöhung der Temperatur der ganzen Luftsäule bewirkt, den im Meeresniveau bei Pinsk liegenden Teil des Minimums in der Höhe zum Verschwinden bringt. Die weiteren Unterschiede zwischen dem Isobarenverlauf im oberen und unteren Niveau sind ohne Belang.

#### **Beziehungen zwischen der oberen und unteren Luftdruckverteilung.**

Aus den vorhergehenden Darlegungen ergeben sich hauptsächlich folgende Beziehungen zwischen der Luftdruckverteilung im unteren und oberen Niveau.

Bei den Witterungsvorgängen Ende Juli 1897 war das Minimum, das Anlaß zu der Hochwasserkatastrophe gab und seinen Ursprung in der oberitalienischen Tiefebene hatte, so lange es dort lag, anscheinend ein nur den unteren Luftschichten angehörendes Gebilde. Erst nachdem es sich in Bewegung gesetzt und vertieft hat, entwickelt es sich auch in vertikaler Richtung und ist bald in 2500 m Höhe noch so gut ausgebildet, daß man eine Erstreckung des Wirbels in noch größere Höhen als wahrscheinlich ansehen muß. Es ist schon auf S. 132 darauf hingewiesen worden, daß die aus Italien stammenden Hochwassermanima vermutlich in keinem Falle den Alpenkamm überschritten haben, sondern stets im Osten um ihn herumgezogen sind. Dieser Umstand läßt schon vermuten, daß sich die betreffenden Depressionen anfänglich durchweg nicht in große Höhen hinauf erstreckten, sondern mehr auf die Luftschichten unterhalb des Alpenkammes beschränkt waren. Nachdem nun bei dem Minimum vom Juli 1897 wirklich festgestellt worden ist, daß es jedenfalls anfänglich in der Höhe von 2500 m nicht bemerkbar war, darf man wohl vermuten, daß auch die anderen von Oberitalien stammenden Depressionen in der Tat ursprünglich nur Gebilde von geringer vertikaler Mächtigkeit waren und erst später auch die höheren Luftschichten in ihren Bereich zogen. Dabei soll aber nicht etwa behauptet werden, daß diese Minima stets in 2500 m Höhe schon völlig verschwunden gewesen wären. Es soll vielmehr damit nur gesagt werden, daß sie wahrscheinlich in geschlossener Form in diesem Niveau nicht mehr vorhanden waren. Durch eine Ausbiegung der Isobaren können sie sich natürlich unter Umständen noch bemerkbar gemacht haben.

Bei dem Hochwasser vom Juli 1903 kam das Minimum nicht von Oberitalien her, sondern entwickelte sich über Ungarn. Es zeigt sich aber auch hier ein Vorgang, der mit dem eben besprochenen wenigstens teilweise eine gewisse Ähnlichkeit hat. Das am 7. Juli im M.-N. von dem Minimum an der Nordseeküste ausgehende, weit nach S sich erstreckende Teilminimum, aus dem sich später die Hochwasserdepression in Verbindung mit einem anderen kleinen Minimum entwickelte, war in seinem nördlichen Teile in der Höhe von 2500 m nicht mehr vorhanden, in seinem südlichen wesentlich abgeschwächt und nur als Rinne tieferen Druckes bemerkbar. Am 8. Juli dagegen ist das Hochwasserminimum oben bereits besser ausgebildet als unten.

Bei beiden Minima sehen wir jedenfalls, daß sie, wenn sie auch anfangs nur eine auf die tieferen Luftschichten beschränkte Erscheinung sind, doch sich derartig entwickeln, daß ihr Wirkungskreis vermutlich noch in ziemlich bedeutende Höhen hinauf reicht. Da die Zyklonen noch im Niveau von 2500 m eine vollkommen geschlossene Form zeigen, kann man annehmen, daß dies auch wesentlich höher hinauf der Fall ist. Daß die von Hann in seinem Lehrbuch der Meteorologie (2. Aufl. S. 409) nach dem Vorgang von Angot gegebene Darstellung über die Form der Barometerdepressionen in

größeren Höhen, wonach schon in 3000 m Höhe ein geschlossenes Minimum nicht mehr besteht, kaum als allgemein gültig angesehen werden kann, geht auch aus den Ergebnissen der schon oben zitierten Abhandlung von Wagner über die Temperaturverhältnisse der freien Atmosphäre hervor. Wenn die dort auf S. 152 angegebene Temperaturverteilung im Bereich einer Zyklone nur ein einigermaßen richtiges Bild der mittleren Zustände in den Barometerdepressionen bietet, so folgt mit Notwendigkeit daraus, daß bei einer großen Zahl unserer europäischen Minima noch in großen Höhen geschlossene Isobaren vorkommen können<sup>1)</sup>.

Hier sind es ganz besonders zwei Umstände, die dazu beitragen, daß die Depression noch bis zu größeren Höhen hinauf eine geschlossene Form haben muß. Zunächst bewirkt das im Meeresniveau vorhandene Hochdruckgebiet auf der Westseite, daß bis hoch hinauf eine Zunahme des Luftdrucks vom Innern der Depression nach W zu bestehen muß, da nach den herrschenden Temperaturverhältnissen selbst unter ganz unwahrscheinlichen Annahmen über die Verschiedenheit der vertikalen Temperaturänderung vom Minimum aus nach W ein Ausgleich in geringeren Höhen noch nicht erfolgt sein könnte. Ferner aber wird infolge der im Osten herrschenden höheren Temperatur, durch welche die ganze Luftmasse auf der Ostseite des Minimums bis zu gewissen Höhen wärmer wird als in dessen Zentrum, sogar nach oben hin zunächst noch eine Verstärkung der Luftdruckunterschiede eintreten können, wie wir dies sowohl bei den Karten vom Juli 1897 wie vom Juli 1903 gesehen haben. Man wird also immer, wenn sich auf der einen Seite einer Depression hoher Druck, auf der anderen Seite hohe Temperatur am Erdboden befindet, annehmen können, daß das Minimum dann bis in größere Höhen hinauf eine geschlossene Form hat.

Gemeinsam ist ferner beiden Hochwasserdepressionen der Umstand, daß der Kern des Minimums in der Höhe offenbar nicht senkrecht über dem Zentrum im M.-N. liegt, daß also die Verbindungslinie, d. h. die Achse der Zyklone etwas gegen den Horizont geneigt ist, und zwar, wenn man bei beiden Minima die Anfangsstadien der Entwicklung außer Betracht läßt, bei dem Minimum von 1897 nach S, bei dem von 1903 mehr nach SW, in beiden Fällen also jedenfalls ungefähr entgegengesetzt der allgemeinen Zugrichtung der Depressionen. Dieses Ergebnis entspricht den bisher gültigen Anschauungen über die Lage des Tiefdruckzentrums in der Höhe.

#### **Beziehungen eines Keiles hohen Luftdrucks im Norden der Alpen zur oberen Luftdruckverteilung.**

Auf die Beziehungen, die zwischen dem bei den meisten Hochwasserwetterlagen bestehenden Keil hohen Luftdrucks im Norden der Alpen zu der

<sup>1)</sup> Nimmt man zwischen Zentrum und Übergangsgebiet der Zyklone einen Luftdruckunterschied von 10 mm an (750 und 760 mm), so folgt aus den Wagnerschen Temperaturabweichungen auf S. 156 seiner Abhandlung, wenn man sie an die mittleren Jahrestemperaturen auf S. 122 angliedert, daß selbst noch in 9000 m Höhe der innerste Teil geschlossene Isobaren aufweist.

Luftdruckverteilung in der Höhe bestehen, wurde bisher bei Besprechung der einzelnen Karten für das obere Niveau nicht näher eingegangen, da diese Frage im Zusammenhang behandelt werden sollte. Die Entstehungsursachen derartiger Keile hohen Druckes am Alpenrande sind bereits Gegenstand der Diskussion von W. Trabert und H. v. Ficker einerseits und F. M. Exner andererseits gewesen<sup>1)</sup>. Während v. Ficker in Übereinstimmung mit Trabert der Meinung ist, daß solche Keile lediglich eine Folge von größeren Temperaturunterschieden zwischen der Nord- und Südseite der Alpen sind, macht Exner daneben auch noch Stauungserscheinungen als Ursache geltend. Es kann nun keinem Zweifel unterliegen, daß stärkere Temperaturunterschiede zwischen den beiden Seiten der Alpen die Ursache eines erheblichen Luftdruckunterschiedes im Meeresniveau auf beiden Seiten sein können, der nach oben immer mehr abnimmt und in der Höhe des Alpenkammes nicht mehr vorhanden ist. Denn nehmen wir daselbst einen ungefähr nordsüdlichen Verlauf der Isobaren und die Temperatur der Luftsäule im N geringer an als im S, so muß der auf das Meeresniveau reduzierte Luftdruck entsprechend der Temperaturdifferenz am Nordfuß höher werden als am Südfuß, d. h. die Isobaren im Meeresniveau müssen in der Gegend des Alpenkammes plötzlich nach W umbiegen, wodurch sie eine keilförmige Gestalt erhalten.

Es zeigt sich also im Meeresniveau im Sinne einer Abnahme gewissermaßen ein plötzlicher Sprung des Luftdrucks von der Nordseite der Alpen nach der Südseite, der sich durch einen dicht zusammengedrängten Verlauf der Isobaren in der Richtung des Alpenkammes bemerkbar macht.

Die von uns in Abständen von Millimeter zu Millimeter gezeichneten Isobarenkarten bieten nun Gelegenheit zu prüfen, ob diese sehr wahrscheinliche Erklärung für die Entstehung der Keile hohen Drucks auch in den hier in Frage kommenden Fällen den Erscheinungen völlig gerecht wird. Betrachten wir zunächst die jeweilig am Nord- und Südfuß der Alpen herrschenden Temperaturen, so bemerken wir stets, daß diese auf der Nordseite erheblich niedriger sind als auf der Südseite. Die erste Bedingung für die Richtigkeit der Hypothese, daß der Keil lediglich ein Temperatureffekt sei, ist damit also gegeben. Jedenfalls kann man daraus ohne weiteres folgern, daß der für das Meeresniveau gültige starke Luftdruckgradient zwischen Nord- und Südseite der Alpen in der Höhe zum mindesten erheblich geringer werden wird. Dies bestätigt sich, wenn wir unsere Karten für 2500 m Höhe mit den entsprechenden für das Meeresniveau vergleichen. Der daselbst meist stark entwickelte Keil ist oben im Vergleich dazu ganz bedeutend abgeschwächt, z. T. ganz verschwunden. Soweit er noch vorhanden ist, könnte

---

<sup>1)</sup> Vergl. folgende Aufsätze in der Meteorol. Zeitschr., Jahrg. 1908: W. Trabert, Die langdauernde Föhnperiode im Oktober 1907 und die Luftdruckverteilung bei Föhn (S. 1); F. M. Exner, Über Keile hohen Druckes an der Alpenkette (S. 126); H. v. Ficker, Über Keile hohen Druckes an der Alpenkette (S. 230); W. Trabert, Über Keile hohen Druckes an der Alpenkette (S. 232).

man den Grund dafür einerseits darin suchen, daß die Höhe von 2500 m die mittlere Höhe des Alpenkammes noch nicht ganz erreicht, daß also in diesem Niveau die keilförmige Form der Isobaren sich noch nicht völlig ausgeglichen hat, andererseits darin, daß die Annahmen über die Temperaturabnahme nach der Höhe vielleicht nicht ganz zutreffend gewesen sind. Inwieweit diese Gründe stichhaltig sind, soll an einem Beispiel und zwar auf Grund der Karten vom 28. Juli 1897 (Taf. 35, 13c und 36, 13k) näher untersucht werden. Auf der Karte für 2500 m Höhe verlaufen die Isobaren im N der Alpen auf diese zu etwa in der Richtung NW—SE oder genauer vielleicht NWzN—SWzS. In Zürich und Lugano beträgt im Meeresniveau der Luftdruck 763.3 und 756.6 mm, der Unterschied also 6.7 mm. Die reduzierten Luftdruckwerte für 2500 m Höhe sind entsprechend 563.6 und 562.0 mm, was noch eine Differenz von 1.6 mm ergibt. Würden die oberen Isobaren auch über den Alpenkamm hinüber in der bisherigen Richtung weiter verlaufen oder nur wenig nach S umbiegen, so müßte der Luftdruck über Zürich und Lugano ungefähr gleich sein. Die auf das Meeresniveau reduzierten Lufttemperaturen betragen in Zürich und Lugano 16.0° und 21.2°, die Temperaturabnahme nach oben kann man auf Grund der Beobachtungen an Höhenstationen etwa zu 0.7° für 100 m annehmen. Setzt man nun voraus, daß dieselbe Temperaturabnahme auch bis zu 3000 m Höhe weiter bestände, so erhält man für dieses Niveau als reduzierte Luftdruckwerte für Zürich 528.8, für Lugano 528.1 mm. Der Unterschied beträgt also nur noch 0.7 mm, der bei der Unsicherheit, die immerhin über die in die Höhenformel einzusetzenden Mitteltemperaturen noch besteht, praktisch keine Rolle mehr spielt. Wahrscheinlich ist also der Keil in der Höhe von 3000 m tatsächlich nicht mehr vorhanden. Allerdings müßte nun auch noch mit Hilfe der übrigen hier in Betracht kommenden Karten der Hochwasserwetterlagen vom Juli 1897 und 1903 das Gleiche nachgewiesen werden, aber in der Mehrzahl dieser Fälle ist der Keil daselbst in der Höhe noch mehr abgeschwächt, als in dem eben besprochenen, so daß man annehmen kann, er sei in der Höhe von 3000 m bereits verschwunden. Bezüglich des Keiles vom 30. Juli 1897 (Taf. 36, 13g und 13m), der an diesem Tage über dem östlichen Teile der Alpen im oberen Niveau noch ziemlich gut ausgebildet ist, wurde schon vorher darauf hingewiesen, daß das Umbiegen der Isobaren dort erst am Südabhang der Alpen stattfindet. Eine Stauung der Luft auf der Nordseite kann daher hier gar nicht in Frage kommen, vielmehr sind es größere Temperaturdifferenzen auf der Südseite, die den Verlauf der Isobaren beeinflussen. Nur die Verhältnisse vom 10. Juli 1903 (Taf. 48, 19g und 49, 19n) bedürfen eigentlich noch einer etwas näheren Untersuchung, da an diesem Tage der Keil in der Höhe, zumal an dem westlichen Teil der Alpen, stärker ausgeprägt ist, wozu das Auftreten eines im Meeresniveau nicht vorhandenen kleinen Minimums über Oberitalien beiträgt. Es ist aber schon oben bei Besprechung der betreffenden Karte darauf hingewiesen worden,

daß dieses kleine Minimum seinen Ursprung in einer lokalen Temperaturerniedrigung in der gleichen Gegend des Erdbodens hat (Taf. 50, 19s) und nur dann als reell zu betrachten ist, wenn diese geringere Temperatur der ganzen Luftsäule darüber zukommt. Das muß aber unentschieden bleiben, da irgend welche sicheren Anhaltspunkte über die Größe der Temperaturänderung nach der Höhe an der betreffenden Stelle nicht vorhanden sind, um so weniger, als gerade an diesem Tage im Bereich der Alpen das Maß der Temperaturabnahme nach oben auf kurze Entfernungen sehr schwankt. Unter diesen Umständen haftet auch der ganzen Darstellung der oberen Luftdruckverteilung um das Alpengebiet herum eine gewisse Unsicherheit an, durch die eine bestimmte Entscheidung darüber, ob im Niveau von 3000 m der Keil noch vorhanden ist, unmöglich wird.

Wenn nun auch die eben angestellten Untersuchungen es wahrscheinlich machen oder nicht dagegen sprechen, daß die Keile hohen Luftdrucks ein Temperatureffekt sind, so zeigen sich doch auf einigen Isobarenkarten für andere Hochwasserwetterlagen so starke mit Keilbildung verbundene Luftdruckgradienten über den Alpen, daß man von vornherein zweifelhaft sein kann, ob bei den im unteren Niveau beobachteten Temperaturunterschieden ein völliges Verschwinden des Keils in der Höhe möglich ist. Es sollen daher einige in dieser Hinsicht besonders charakteristische Fälle hier noch näher untersucht werden.

Am 13. September 1899 7<sup>a</sup> (Taf. 42, 16k) betrug der auf das Meeresniveau reduzierte Luftdruck in Zürich 762.5, in Lugano 753.6 mm, der Unterschied zwischen beiden Werten also 8.9 mm. Die entsprechenden, ebenfalls auf das M.-N. reduzierten Lufttemperaturen waren 13.0 und 19.0°. Aus den Beobachtungen an den Höhenstationen ergibt sich für die Gegend von Zürich eine vertikale Temperaturabnahme von rund 0.6° für 100 m, im S der Alpen aus den Temperaturunterschieden zwischen Castasegna und Sils-Maria aber eine solche von mehr als 0.8° für 100 m. Da es jedoch zweifelhaft erscheint, ob dieser Wert allgemeinere Gültigkeit beanspruchen kann und eine geringere Temperaturabnahme im Süden dem Ausgleich des Luftdrucks in der Höhe günstiger ist, so wollen wir auch für Lugano nur einen Änderungsbetrag von 0.6° für 100 m annehmen. Wir erhalten unter dieser Voraussetzung in der Höhe von 3000 m über Zürich einen Luftdruck von 527.4, über Lugano von 525.3 mm, so daß also noch ein Unterschied von 2.1 mm bleibt. Nun nimmt aber im Meeresniveau der Luftdruck nach NW zu, und es liegt kein Grund vor, daran zu zweifeln, daß auch in der Höhe noch ein etwa von NW nach SE gerichteter Gradient bestände. Also könnte immerhin, selbst bei ungestörtem Isobarenverlauf in der Höhe des Alpenkammes, der obere Luftdruck in Lugano etwas tiefer sein als in Zürich. Ein Unterschied von 2 mm, noch dazu bei günstigen Annahmen über die vertikale Temperaturänderung, scheint allerdings ein wenig groß, so daß vermutlich auch dann noch der Rest einer

keilförmigen Biegung der Isobaren bestehen bleibt. Es bedarf ferner die Frage der Aufklärung, ob wir tatsächlich berechtigt sind, auch im Süden der Alpen eine Temperaturabnahme nach der Höhe im Betrage von  $0.6^{\circ}$  für 100 m anzunehmen. Wenn wir den Ausführungen von H. v. Ficker folgen<sup>1)</sup>, so können wir uns die Entstehung des hohen Luftdrucks im N der Alpen so vorstellen, daß durch die auf der Westseite des am 13. September 1899 über Böhmen und Schlesien liegenden Minimums herrschenden nördlichen und nordöstlichen Winde kalte und dadurch schwerere Luft herbeigeführt wird, die schließlich bis an die Alpen gelangt und dort, da sie zunächst am weiteren Abfluß nach S gehindert ist, sich den Alpen entlang ausbreitet. Erst nachdem die kalten Luftmassen bis zur Höhe des Alpenkammes angeschwollen sind, können sie auf die Südseite hinübertreten. Den weiteren Vorgang wird man sich dann folgendermaßen denken müssen. Da die kalten Luftmassen jetzt mit wärmeren zusammentreffen, die sich von unten bis zur Höhe des Alpenkammes und jedenfalls noch weiter nach oben erstrecken, so werden sie als spezifisch schwerer den Abhang der Alpen hinabfließen, wobei sie sich erwärmen müssen und zwar um  $1^{\circ}$  für 100 m des Herabsinkens. Dieses Hinabfließen findet ein Ende, sobald die Luftmengen in Schichten von der gleichen Temperatur gelangt sind.

Auf der Nordseite der Alpen in 3000 m Höhe können wir in der Gegend von Zürich am 13. September 7<sup>a</sup> eine Temperatur von rund  $-5^{\circ}$  als richtig annehmen, da auf dem Säntis in 2500 m Höhe gleichzeitig  $-2.5^{\circ}$  und auf dem Sonnblick in 3106 m Höhe  $-6.8^{\circ}$  beobachtet wurden. Nehmen wir an, daß direkt am Alpenkamme in 3000 m Höhe die gleiche Temperatur herrschte, so würden die darüber tretenden und an der Südseite hinabfließenden Luftmassen, wenn sie ungehindert bis zum Meeresniveau herabsinken könnten, sich um  $30^{\circ}$ , also bis auf  $25^{\circ}$  erwärmen. Da aber die auf das Meeresniveau reduzierte Temperatur von Lugano nur  $19^{\circ}$  beträgt, so müßte das Herabsinken schon früher aufgehört haben. Setzen wir voraus, daß in den unteren Luftschichten auf der Südseite die Temperaturabnahme nach oben  $0.6^{\circ}$  für 100 m betragen hätte, so läßt sich leicht berechnen, daß bei einer Temperatur im Meeresniveau von  $19^{\circ}$  und einer solchen in 3000 m Höhe von  $-5^{\circ}$  bereits in einer Höhe von 1500 m, wo eine Temperatur von  $10^{\circ}$  herrscht, die absteigende Bewegung ein Ende genommen haben müßte. Natürlich handelt es sich bei solchen Annahmen immer nur um eine schematische Vereinfachung der wirklichen Verhältnisse, wenn aber diese auch tatsächlich etwas verwickelter sein werden, so dürften doch die auf Grund solcher Vereinfachung errechneten Ergebnisse der Wahrheit ziemlich nahe kommen.

Wollten wir jetzt annehmen, daß diese Temperaturverhältnisse auch direkt für die Luftschicht über Lugano gültig sind, daß also dort in der Höhe von 3000 m dieselbe Temperatur von  $-5^{\circ}$  herrschte wie über Zürich, so würde

<sup>1)</sup> Met. Zeitschr. 1908, S. 231 unten und S. 232.

natürlich der Luftdruck in 3000 m Höhe über diesem Ort jetzt niedriger ausfallen als bei unserer früheren Annahme, die durch die ganze Luftschicht hindurch eine Temperaturabnahme von  $0.6^{\circ}$  für 100 m voraussetzt. Denn die Mitteltemperatur der Luftsäule würde ja jetzt infolge der Annahme einer Temperaturänderung von  $1^{\circ}$  zwischen 1500 und 3000 m Höhe niedriger werden als vorher. Sie würde sich allerdings noch etwas erhöhen, wenn wir die Temperaturabnahme in der unteren Luftschicht kleiner annähmen als  $0.6^{\circ}$  für 100 m; denn der Punkt, bis zu dem die Luftmassen herabsinken könnten, würde dadurch in eine geringere Höhe als 1500 m verlegt werden. Die Lufttemperatur müßte infolgedessen nicht nur in der unteren Luftschicht bis zu dem erwähnten Punkte hinauf wegen der geringeren Temperaturabnahme höher werden, sondern auch zwischen diesem und 1500 m Höhe wäre das gleiche der Fall, da ja innerhalb dieser Strecke von oben nach unten jetzt die Luft um  $1^{\circ}$  für 100 m sich erwärmte, während vorher die Temperaturzunahme nach unten nur  $0.6^{\circ}$  für 100 m betrug. Den höchsten unter den gegebenen Bedingungen möglichen Wert, sofern man nicht etwa Temperaturumkehr zulassen wollte, die hier ausgeschlossen scheint, erhielte die Mitteltemperatur der Luftsäule bis 3000 m Höhe, wenn man annähme, daß die Temperatur in der unteren Luftschicht bis zum kritischen Punkt konstant bliebe. In diesem allerdings sehr unwahrscheinlichen Falle könnte die Luft bis zu 600 m Höhe herabsinken. Reduziert man dann den für das Meeresniveau gültigen Luftdruck von Lugano, nämlich 753.6 mm, zuerst auf die Höhe von 600 m und von da auf die Höhe von 3000 m, so erhält man den Wert 524.9 mm, der dem früher unter Voraussetzung einer Temperaturabnahme von  $0.6^{\circ}$  für 100 m berechneten, der 525.3 mm betrug, ziemlich gleich kommt, aber immer noch etwas darunter liegt. Da jedoch, wie schon gesagt, eine konstante Temperatur in den unteren Luftschichten ganz unwahrscheinlich ist, so wird der obere Luftdruck noch tiefer sein müssen. Sobald man also annimmt, daß die Temperatur über Lugano in 3000 m Höhe der über Zürich gleich ist, bleibt zwischen den oberen Luftdruckwerten über diesen Orten eine größere Differenz als die früher unter Voraussetzung einer vertikalen Temperaturabnahme von  $0.6^{\circ}$  für 100 m errechnete. Man kann dies ganz allgemein behaupten; denn die Mitteltemperatur der Luftsäule bis 3000 m Höhe könnte bei einer dort oben herrschenden Temperatur von  $-5^{\circ}$  nur dann gleich oder gar größer werden, als bei einer gleichmäßigen Temperaturabnahme von  $0.6^{\circ}$ , wenn man in den oberen Luftschichten größere Temperaturzunahmen nach unten voraussetzte als  $1^{\circ}$  für 100 m. Diese Bedingung ist aber höchst unwahrscheinlich. Jedenfalls ist also an einen völligen Ausgleich des Luftdruckgradienten zwischen Zürich und Lugano auf Grund unserer neuen Annahmen erst recht nicht zu denken. Nun kann es allerdings zweifelhaft erscheinen, ob wir gezwungen sind, über Lugano in 3000 m Höhe eine so tiefe Temperatur wie über Zürich oder auch wie am Alpenkamme anzunehmen. Denn die dort hinübertretende

kalte Luft fließt ja doch wohl nahe dem südlichen Abhang hinab, so daß die geschilderten Temperaturverhältnisse dann nur für die ihm zunächst befindlichen Luftschichten gültig sind. Senkrecht über Lugano in 3000 m Höhe würde also wohl auch eine höhere Temperatur bestehen können, als dicht am Alpenkamme. Damit wäre aber die Möglichkeit gegeben, daß unsere früheren Annahmen über Mitteltemperatur der Luftsäule und Luftdruck in der Höhe der Wahrheit nahe kommen.

Man wird aber doch vielleicht sagen dürfen, daß diese Voraussetzungen die Grenze bilden, über die man bei dem Wunsche, zu einem möglichst günstigen Ergebnis über den Ausgleich der Luftdruckunterschiede in der Höhe zu gelangen, nicht hinausgehen darf. Dieser Ausgleich würde allerdings bei Annahme einer mittleren vertikalen Temperaturänderung von nur  $0.5^{\circ}$  für 100 m Höhe völlig befriedigend werden, es scheint aber unter den hier erörterten Verhältnissen doch gewagt, eine solche Voraussetzung zuzulassen.

Zur weiteren Aufklärung des Sachverhalts könnte man noch versuchen, den Luftdruck der nordöstlich von Lugano 1809 m hoch gelegenen Station Sils Maria auf das Niveau von 3000 m zu reduzieren. Da der Höhenunterschied bis dahin nur etwa 1200 m beträgt, wird natürlich der Einfluß einer unrichtigen Mitteltemperatur bei weitem nicht so groß sein wie bei einer Reduktion vom Meeresniveau auf die gleiche Höhe. Eine Änderung der Annahme über die vertikale Temperaturänderung um  $0.1^{\circ}$  für 100 m ändert nämlich den reduzierten Luftdruck nur um 0.2 mm. Nach Anbringung einer nachträglich festgestellten Korrektur von  $-0.6$  mm an die Luftdruckangaben von Sils Maria erhält man für das Niveau von 3000 m über diesem Ort unter Voraussetzung einer Temperaturänderung nach oben um  $0.6^{\circ}$  für 100 m den Wert 524.7 mm. Unter derselben Annahme, die wir anfänglich für Lugano machten, ergibt sich also ein Luftdruck, der um 0.6 mm niedriger ist als der über Lugano ermittelte. Da man bei ungestörtem Isobarenverlauf für Sils Maria einen etwas niedrigeren Luftdruck erwarten kann als für Lugano, so würde der für Sils Maria berechnete Wert gut mit dem für Lugano ermittelten übereinstimmen. Es bleibt also bei dem schon anfänglich festgestellten Ergebnis, daß der Keil hohen Druckes im vorliegenden Falle zwar auch wieder zum allergrößten Teil auf die Temperaturunterschiede zwischen beiden Seiten der Alpen zurückgeführt werden kann, daß aber doch vermutlich noch eine Luftdruckdifferenz zurückbleibt, die sich auch durch das Vorhandensein eines Luftdruckgefälles von NW nach SE nicht ganz erklären läßt.

Ein besonderes Interesse bietet ferner die Untersuchung über die Ursache des Keiles hohen Druckes am 7. Oktober 1901 7<sup>a</sup> (Taf. 44, 17e). An diesem Tage betrug der auf das Meeresniveau reduzierte Luftdruck in Zürich 754.2 mm, in Lugano 744.1 mm, so daß eine Differenz von rund 10 mm bestand. Die entsprechenden für das Meeresniveau gültigen Temperaturen waren  $7.7^{\circ}$  in Zürich und  $16.2^{\circ}$  in Lugano. Über der Ostsee lag ein tiefes Minimum unter

725 mm. Die Isobaren verliefen auf die Alpen zu, ehe sie sich zurückbogen, ungefähr in der Richtung WNW—ESE. Bei ungestörtem Isobarenverlauf hätte der Luftdruck von Zürich nach Lugano zu noch um mehrere Millimeter zunehmen müssen. Als Mitteltemperatur der Luftsäule zwischen 0 und 3000 m in der Gegend von Zürich ergibt sich auf Grund der Beobachtungen an den Höhenstationen, zumal des Säntis, der Betrag von  $-3^{\circ}$ . Der auf die Höhe von 3000 m reduzierte Barometerstand von Zürich ist dann 516.7 mm. Um über Lugano nur denselben Luftdruck zu erhalten, müßte man als Mitteltemperatur der Luftsäule  $7^{\circ}$  annehmen; bestände in dieser Gegend eine gleichmäßige Temperaturabnahme nach oben, so entspräche dieser Mittelwert einer vertikalen Änderung der Temperatur von  $0.6^{\circ}$  für 100 m. Inwieweit dieser ja an sich nicht unwahrscheinliche Wert der Wirklichkeit entspricht, muß dahingestellt bleiben. Zwischen Castasegna und Sils Maria bestand eine Temperaturabnahme von ziemlich  $0.8^{\circ}$  für 100 m, zwischen Lugano und Castasegna sogar eine solche von etwas mehr als  $1.0^{\circ}$  für 100 m.

Wir dürfen aber wohl annehmen, daß die vertikale Temperaturänderung nicht kleiner war als  $0.6^{\circ}$  für 100 m. War sie größer, so würde sich der obere Luftdruck für je  $0.1^{\circ}$  Abnahme mehr um ungefähr 1 mm erniedrigen. Ein Ausgleich würde also dann erst recht nicht stattfinden. Um eine bessere Vorstellung über die obere Luftdruckverteilung zu erhalten, sind noch die gleichzeitigen Luftdruckbeobachtungen vom Säntis (2500 m) und von der Zugspitze (2984 m) auf das Niveau von 3000 m reduziert worden, was bei den nicht bedeutenden Höhenunterschieden mit genügender Sicherheit geschehen konnte. Es ergaben sich für diese beiden Stationen die Werte 515.8 und 514.8 mm. Ferner wurde auch noch der Luftdruck von Sils Maria (1809 m) nach Anbringung einer nachträglich ermittelten Korrektur von  $-0.8$  mm unter Voraussetzung einer vertikalen Temperaturänderung von  $0.6^{\circ}$  für 100 m auf 3000 m Höhe reduziert. Der berechnete Wert betrug 516.1 mm. In Verbindung mit dem für Zürich erhaltenen Werte von 516.7 mm würde also daraus hervorgehen, daß der Luftdruck in der Höhe von W nach E abnimmt, wie dies ja auch innerhalb des Keiles am Erdboden der Fall ist, daß aber in der Höhe die Isobaren, wie aus den Werten für Zürich, Säntis und Sils Maria erhellt, etwa von NNW nach SSE verlaufen müssen. Welche Richtung sie über Sils Maria hinaus einschlagen, hängt ganz von dem reduzierten Wert von Lugano ab. Bei Annahme einer Temperaturabnahme nach oben von  $0.6^{\circ}$  für 100 m und einem daraus folgenden reduzierten Luftdruck von 516.7 mm könnten die Isobaren weiter in derselben Richtung verlaufen. Schon bei einer Temperaturabnahme von  $0.7^{\circ}$  für 100 m müßte aber die bei Sils Maria vorbeiführende Isobare von 516 mm nach W umbiegen und nördlich von Lugano vorbeigehen, da dann als reduzierter Luftdruck für diesen Ort 515.8 mm sich ergeben würde. Nun haben wir aber im Meeresniveau über Oberitalien ein Minimum und gleichzeitig daselbst im Innern der Depression ein Ge-

biet tieferer Temperatur. Von Lugano aus nimmt die Temperatur etwa um  $3\frac{1}{2}^{\circ}$ , von der ligurischen Küste aus um  $6^{\circ}$  ab. Da diese Temperaturerniedrigung im Innern des Minimums doch auch wahrscheinlich die Mitteltemperatur der Luftsäule bis zu 3000 m Höhe in jener Gegend gegenüber der Umgebung herabsetzen wird, so darf man annehmen, daß sich das Minimum in der Höhe noch nicht ganz ausgeglichen hat. Jedenfalls werden die dort auf die Alpen zu in der Richtung nach SSE verlaufenden Isobaren im Süden des Alpenkammes nach W oder SW umbiegen, also auch noch in der Höhe einen Keil bilden müssen, wenn auch nicht einen so scharf ausgeprägten wie in der Tiefe. In diesem Falle können wir daher mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen, daß der Keil nicht allein auf dem Temperaturgegensatz zwischen Nord- und Südseite der Alpen beruht. Man wird ihn aber auch nicht auf eine Stauung der Luft an den Alpen zurückführen dürfen, wogegen schon der Umstand spricht, daß die auf der Nordseite wehenden Winde aus W oder WSW kommen. Es handelt sich vielmehr hier lediglich um eine Keilbildung, die durch das Bestehen zweier einander benachbarter Tiefdruckgebiete hervorgerufen ist, an deren Berührungsstelle natürlich die Isobaren eine keilförmige Gestalt annehmen müssen.

Es scheint übrigens nicht ausgeschlossen, daß auch der in der Höhe noch vorhandene, etwas zu große Luftdruckunterschied zwischen Zürich und Lugano am 13. September 1899 auf eine ähnliche Ursache wie die eben besprochene zurückzuführen ist. An diesem Tage lag nämlich im Meeresniveau ein Minimum an der Nordküste der Adria, dessen Isobaren westwärts nach Oberitalien hinein ausbogen. Die Temperaturverteilung im Meeresniveau macht es nun nicht unwahrscheinlich, daß auch damals noch in 3000 m Höhe die Isobaren über Oberitalien eine Ausbiegung nach W zeigten, was natürlich zur Folge haben mußte, daß auch die zwischen Lugano und Zürich verlaufenden Isobaren eine mehr westliche Richtung annahmen und sich dadurch etwas stärker zusammendrängten, als wenn sie oben ungestört in mehr nordsüdlicher Richtung verlaufen wären.

Inwieweit die Entwicklung der Minima südlich der Alpen durch das Vorhandensein der abschließenden Alpenmauer und den behinderten Luftaustausch nach N und W beeinflusst wird, spielt hierbei offenbar keine Rolle. Maßgebend bleibt lediglich die Tatsache, daß das Minimum vorhanden ist und auch in der Höhe sich noch bemerkbar macht. Denn die Alpen würden hierbei nicht die unmittelbare Ursache des in der Höhe noch bestehenden Keiles sein, wie es z. B. bei seiner Zurückführung auf eine Luftstauung an den Alpen der Fall wäre, sondern nur eine mittelbare, indem sie die Entstehung des Minimums über Oberitalien begünstigten, das seinerseits erst wieder die Veranlassung zum keilförmigen Isobarenverlauf gäbe. Auch bei der Entstehung des Keiles durch Temperaturunterschiede spielen ja die

Alpen die gleiche Rolle als mittelbare Ursache, indem sie zunächst den Anlaß zur Bildung der Temperaturdifferenzen geben.

Es würde zu weit führen, an der Hand noch anderer Karten fernere Untersuchungen über die Ursache des Keils anzustellen, zumal bei dem Mangel an publizierten Einzelbeobachtungen der Stationen am Südfuß der Alpen zuverlässigere Ergebnisse als die hier mitgeteilten schwerlich sich gewinnen lassen würden und die bemerkenswertesten Fälle bereits herausgegriffen sind. Die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchung können wir in folgenden Sätzen zusammenfassen.

Der Keil hohen Druckes im Norden der Alpen, wie er sich im Meeresniveau bei den hier behandelten Wetterlagen zeigt, ist ganz oder größtenteils auf die zwischen der Nord- und Südseite der Alpen herrschenden Temperaturunterschiede zurückzuführen, wie dies bereits H. v. Ficker und W. Trabert in ähnlicher Weise früher festgestellt haben. In der Höhe von 3000 m ist er daher, wenn nicht ganz verschwunden, so doch nur in abgeschwächter Form vorhanden. Solche Reste des Keiles sind wahrscheinlich auf Wetterlagen zurückzuführen, die einen keilförmigen Verlauf der Isobaren an sich bedingen. Ganz besonders wird diese Erklärung dann zutreffend sein, wenn der Keil sich noch über die Alpen hinaus bis nach Bosnien oder Ungarn erstreckt. Die Existenz des Keiles ist dann durch die allgemeine Wetterlage bedingt, und nur seine Form, besonders die Stärke des Gradienten über den Alpen, wird durch letztere und die durch sie verursachten Temperaturunterschiede beeinflußt. Ein direkter Beweis dafür, daß der Keil, wenn auch nur teilweise, durch eine Stauung der Luft an den Alpen hervorgerufen wird, hat sich in den untersuchten Fällen nicht erbringen lassen. Trotzdem darf daraus nicht ohne weiteres der Schluß gezogen werden, daß solche Stauungserscheinungen bei der Bildung eines Keiles hohen Druckes vollkommen ausgeschlossen seien. Es ist schon oben auf S. 137 darauf hingewiesen worden, daß außer den ohne weiteres in die Augen fallenden Keilen hohen Drucks im Norden der Alpen bei den hier behandelten Wetterlagen auch noch meist kleine mit der konvexen Seite nach dem Inneren des Minimums gerichtete Einbiegungen der Isobaren an den Sudeten oder selbst noch über diese hinaus bis zum Erzgebirge oder Thüringerwald einerseits und bis zu den Karpathen andererseits vorhanden sind, d. h. also lokale Druckerhöhungen an einem den genannten Gebirgen entlang verlaufenden Streifen. Da die zwischen Nord- und Südseite der Gebirge etwa herrschenden Temperaturunterschiede zumal bei den verhältnismäßig geringen Kammhöhen nicht ausreichen, um diese Erscheinung ebenso wie die Keile hohen Druckes an den Alpen als einen Temperatureffekt zu deuten, und da aus den Wetterlagen an sich diese Einbiegungen der Isobaren sich nicht erklären lassen, so bleibt wohl nur die Vermutung übrig, daß man es hier mit einer Stauung der Luft an den Gebirgen zu tun hat. Diese Erklärung wird dadurch gerechtfertigt, daß die Druckerhöhung immer an

der Luvseite erfolgt. Derartige Störungen im Isobarenverlauf an den Gebirgen sind bereits von M. v. Rohr als Stauungserscheinungen gedeutet worden<sup>1)</sup>. Bei den hier in Frage kommenden Wetterlagen herrscht ja meist eine auf die Gebirge zu gerichtete lebhaftere Luftbewegung, die man als Vorbedingung für die Möglichkeit einer Stauung der Luft ansehen muß. Insofern unterscheiden sich diese Fälle kleiner Keilbildungen an den Mittelgebirgen von denen der großen Keile an den Alpen. Denn bei diesen ist die Luftbewegung am Nordfuß des Gebirges gewöhnlich nur schwach, bisweilen nicht einmal direkt darauf hin gerichtet. Vielfach herrscht sogar Windstille. Aus diesem Grunde kann die Wahrscheinlichkeit, daß der Keil hohen Drucks an den Alpen zu einem merklichen Betrage auf eine Stauung der Luft zurückzuführen ist, nur als gering angesehen werden.

### Die Temperaturverteilung und ihre Beziehung zur Verteilung des Luftdrucks.

#### Allgemeine Übersicht.

Im allgemeinen muß die Verteilung der Temperatur natürlich mit der des Luftdrucks im Zusammenhange stehen. Es handelt sich, wie wir gesehen haben, hier fast durchweg um Depressionen, die von Süden her über die Gegend des Odergebietes hinweg ihren Weg nehmen. Da auf ihrer Ostseite Winde aus südlichen, auf ihrer Westseite solche aus nördlichen Richtungen wehen, erstere aber Luft aus den stärker erwärmten Gegenden des südlichen Europas, letztere solche besonders von den im Sommer kühleren nördlichen Meeresteilen herbeiführen, so muß die Temperatur auf der Ostseite warm, auf der Westseite kühl sein. Nicht selten erreichten die Temperaturunterschiede zwischen den beiden Seiten der Depression Beträge von mehr als  $10^{\circ}$ . So überstieg am 3. August 1888  $7^{\circ}$  (Taf. 22, 11) die in Lemberg gemessene Temperatur die gleichzeitig in Görlitz beobachtete, wenn man die auf das Meeresniveau reduzierten Temperaturen zu Grunde legt, um  $12^{\circ}$ . Am 3. September 1888  $7^{\circ}$  betrug der Temperaturunterschied zwischen den allerdings weiter von einander entfernt gelegenen Stationen Lemberg und Fulda sogar  $13.6^{\circ}$ . Daß aber unter besonderen Umständen auch noch erheblich höhere Abweichungen in den Temperaturen auf der Ost- und Westseite des Minimums und zwar auf kürzere Entfernungen eintreten können, beweist die hier nicht wiedergegebene Temperaturkarte vom 13. Mai 1897  $7^{\circ}$ . An diesem Tage lag ein von Süden rasch heraufgezogenes Minimum über der Ostsee. Da im Frühjahr die Meerestemperatur noch verhältnismäßig kalt ist, erreichte der Temperaturunterschied zwischen dem auf der Westseite der Depression befindlichen Wisby und der auf der Ostseite gelegenen russischen Station Korsovka (zwischen Dünauburg und Pleskau) den Betrag von  $17.8^{\circ}$ .

<sup>1)</sup> M. v. Rohr, Die Gewitter vom 11. Dezember 1891 im Zusammenhange mit den gleichzeitigen Witterungserscheinungen. (Ergebnisse der Gewitter-Beobachtungen des Königl. Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1891. Berlin 1895. 4<sup>o</sup>. S. XI ff.)

**Besondere Eigentümlichkeiten in der Temperaturverteilung.**

Welche wichtige Rolle der Lufttransport bei der Verteilung der Temperatur um das Minimum herum spielt, ist aus verschiedenen Beispielen deutlich erkennbar. Betrachten wir die Temperaturkarte vom 6. Mai 1899 7<sup>a</sup> (Taf. 39, 14 n), so bemerken wir, daß an diesem Tage die höhere Temperatur von E sich zungenförmig nach W hin erstreckt. Ein Vergleich mit der entsprechenden Luftdruckkarte (Taf. 38, 14 e) zeigt, daß die Zunge höherer Temperatur den Isobaren folgend sich nach der Nordseite des Minimums hinzieht. Offenbar wurde hier die aus dem Südosten stammende Wärme durch den allmählich die Richtung aus E und sogar NE annehmenden Wind bis zu der Nordseite der Depression heraufgeführt. Umgekehrt wurde von der Westseite des Minimums kalte Luft bis auf seine Südseite und zwar bis nach Ungarn hinein durch den Wind befördert. Die dort bereits herrschenden SW-Winde brachten also keine Erwärmung mit sich, da sie eben tatsächlich Luft aus nördlicheren Gegenden herbeiführten.

Eine ähnliche Erscheinung zeigt die Temperaturkarte vom 15. Juni 1902 7<sup>a</sup> (Taf. 46, 18 o), wenn man sie mit der entsprechenden Isobarenkarte (Taf. 45, 18 a) vergleicht. Auch hier streckt sich wieder eine Zunge höherer Temperatur auf der Nordseite des Minimums nach NW vor, während auf seiner Südseite die Abkühlung bis nach Ungarn reicht.

Etwas anders lagen die Verhältnisse am 29. Juli 1889 7<sup>a</sup>. Die Temperaturkarte für diesen Tag, die hier nicht veröffentlicht ist, zeigt nämlich auffallend geringe Temperaturunterschiede im Bereich der über Ostdeutschland und Polen liegenden Depression.

Betrachtet man die zugehörige Luftdruckkarte (Taf. 25, 4 d), so bemerkt man, daß sich im Süden des Minimums eine Zunge höheren Drucks weit nach E erstreckt. Durch diese wurde anscheinend die Zufuhr wärmerer Luft aus S abgeschnitten, und die auf der Ostseite der Depression wehenden südlichen Winde brachten tatsächlich aus W stammende Luft herauf. Ähnliche Beispiele, bei denen die Erklärung anscheinend nicht normaler Temperaturverhältnisse sich zwanglos aus besonderen Eigentümlichkeiten der Luftdruckverteilung und dem dadurch beeinflussten Lufttransport ergibt, könnten noch mehr angeführt werden. Es kamen jedoch auch Fälle vor, wo ein engerer Zusammenhang der herrschenden Temperaturverteilung mit der Verteilung des Luftdrucks schwer nachzuweisen ist.

Dies gilt ganz besonders für die Temperaturverhältnisse an einigen Tagen der Hochwasserperiode vom September 1899. Am 9. September 7<sup>a</sup> sind trotz des über Nordungarn liegenden Minimums keine erheblichen Temperaturunterschiede zwischen Ost- und Westseite vorhanden (Taf. 41, 16 c und Taf. 42, 16 n). Die letztere ist vielmehr wärmer als man nach den in Norddeutschland herrschenden Temperaturen erwarten sollte, auf der ersteren nimmt weiter nach Osten zu die Temperatur sogar noch ab. Die Isothermen verlaufen mehr

westöstlich und nicht wie in ähnlichen Fällen etwa von SW nach NE. Vielleicht ist auch hier die nach S zu abgeschlossene Form des Minimums teilweise die Ursache dieser Eigentümlichkeiten, wenigstens soweit die Ostseite in Frage kommt, da man auch hier annehmen kann, daß die dort befindlichen Luftmengen tatsächlich nicht aus dem Süden, sondern aus dem Westen stammen. Dagegen wird nicht recht ersichtlich, warum sich die nach Norden zu herrschende Abkühlung unter dem Einfluß der auf der Westseite der Depression herrschenden Winde mit nördlicher Komponente nicht mehr nach S ausbreitet. In den folgenden Tagen treten die Beziehungen zwischen Temperatur- und Luftdruckverteilung zunächst wieder besser hervor. Ganz auffallend erscheinen jedoch die Temperaturverhältnisse vom 13. September 7<sup>a</sup> (Taf. 43, 16r). An diesem Tage ist die Verteilung der Temperatur der zu erwartenden ziemlich entgegengesetzt, denn auf der Westseite der Depression ist es etwas wärmer als auf der Ostseite. Die tieferen Temperaturen auf der letzteren rührten offenbar davon her, daß es auch auf der Balkanhalbinsel kühl war, die südlichen Winde also auch keine Wärme herbeiführen konnten. Die Frage aber, woher wiederum die niedrigen Temperaturen auf der Balkanhalbinsel stammten, ist nicht ohne weiteres zu beantworten. Die höhere Temperatur auf der Westseite des Minimums dürfte wieder um seine Nordseite herum von Osten herangeführt worden sein, da im Nordosten der Depression ein Gebiet stärkerer Erwärmung lag und von dort aus die höhere Temperatur sich zungenförmig um die Nordseite des Minimums herum erstreckte.

#### **Die vertikale Temperaturverteilung.**

Obgleich es von ganz besonderem Interesse wäre, auch über die vertikale Verteilung der Temperatur im Bereiche der hier in Frage kommenden Depressionen Aufschluß zu erhalten, so bietet sich doch nur geringe Möglichkeit dar, zu diesem Ziele zu gelangen. Gerade auf den von diesen Minima gewöhnlich eingeschlagenen Wegen finden sich so gut wie gar keine Höhenstationen, aus deren Temperaturbeobachtungen man Schlüsse auf die vertikale Temperaturverteilung ziehen könnte. Die auf der Zugstraße Vb von Oberitalien und der Adria heraufziehenden Depressionen nehmen, wie wir gesehen haben, ihren Weg um die Ostseite der Alpen herum, so daß in ihren Bereich von den dort gelegenen Höhenstationen höchstens noch der Obir gelangt, der aber immer nur im W der Zugstraße bleibt. Bei den von SE heraufkommenden Minima liegt der Obir schon am Ostrande des westlichen Maximums. Daher kann man also durch die Temperaturbeobachtungen auf dem Obirgipfel höchstens einigen Aufschluß über die auf der Westseite des heranziehenden Minimums herrschenden Temperaturverhältnisse erhalten und zwar entsprechend der Höhe des Berges (2044 m) nur für die unteren Schichten der Atmosphäre. Auf ihrem weiteren Wege nach N kommen die Minima erst bei den Sudeten wieder in die Nähe einer geeigneten Bergstation, nämlich der Schneekoppe,

die allerdings nur 1605 m hoch ist und daher ebenfalls nur für die Erforschung der tieferen Luftschichten in Frage kommt. Aber auch die Schneekuppe bleibt im allgemeinen auf der linken Seite der Zugstraße der südlichen Minima, so daß es, da im Osten keine Höhenstationen vorhanden sind, keine Möglichkeit gibt, auch über die auf der rechten Seite nach der Höhe zu herrschenden Temperaturverhältnisse Aufschluß zu erlangen.

Unter diesen Umständen wird man sich also mit dem Versuch begnügen müssen, wenigstens über die vertikale Temperaturverteilung auf der linken Seite des Depressionsweges einige Aufklärung zu erhalten. Hierbei treten aber neue Schwierigkeiten auf. Es könnte sich zunächst darum handeln, die mittleren Temperaturen der Luftsäule bis zur Höhe der Bergstation mit Hilfe der Beobachtungen einer zugehörigen Basisstation bei verschiedenen Lagen der Bergstation gegenüber dem Minimum zu berechnen und die Mittel dieser Werte mit einander zu vergleichen. Ein derartiger Vergleich wäre aber nur dann zulässig, wenn man lediglich solche Fälle in Betracht zöge, wo der Vorübergang des Minimums im Osten der Bergstation annähernd in derselben Weise erfolgt wäre, so daß immer nur dieselben Lagen des Minimums zur Station in Betracht kämen. Denn da die Hochwasser sich über den ganzen Sommer verteilen und die Temperaturverhältnisse in den einzelnen Fällen recht verschieden sind, so würden natürlich die Mittelwerte der Temperaturen für die einzelnen Lagen nicht vergleichbar sein, wenn sie nicht gleichmäßig aus den Beobachtungen bei denselben Hochwassern berechnet wären. Nun haben wir aber bereits gesehen, daß der Witterungsverlauf in den einzelnen Hochwasserperioden trotz vielfach gemeinsamer Grundzüge in den Einzelheiten doch recht verschieden war. Dieser Umstand macht sich um so mehr bemerkbar, wenn man die Lage eines bestimmten Ortes zu den Witterungsvorgängen in Beziehung setzen will. Gleichartige Fälle, bei denen man durchweg dieselbe Lage der Station gegenüber der allgemeinen Luftdruckverteilung, selbst bei Beschränkung auf eine geringe Zahl, hätte auffinden können, waren so gering, daß die Bildung von Mittelwerten der Temperatur sich nicht lohnte. Auf diese Art der Darstellung der vertikalen Temperaturverteilung mußte also verzichtet werden. Etwas bessere Aussichten bot der Versuch, nur die Temperaturänderungen nach der Höhe bei verschiedenen Lagen der Bergstation zum Minimum festzustellen. Wenn auch die vertikale Temperaturabnahme im Laufe des Jahres bei denselben Wetterlagen etwas veränderlich ist, so handelte es sich hier doch im allgemeinen nur um Fälle, die das Sommerhalbjahr betrafen, innerhalb dessen der Charakter der Temperaturänderungen nach oben in den Zyklonen und Antizyklonen doch nicht allzu verschieden ist. Man brauchte also auf die Forderung, daß die Mittelwerte der Temperaturänderungen bei den einzelnen Lagen der Vergleichbarkeit wegen in ganz übereinstimmender Weise durch Benutzung immer nur derselben Fälle von Witterungsvorgängen gebildet

werden sollten, kein allzu großes Gewicht zu legen. Daher wurden zunächst für den Obir die Differenzen zwischen den dort und den an einer nahe gelegenen Basisstation beobachteten Temperaturen für die einzelnen durch die Isobarenkarten dargestellten Wetterlagen berechnet, soweit dabei Minima in Betracht kamen, die von Süden heraufzogen. Da als Basisstationen sowohl Klagenfurt (450 m) wie Liescha (551 m) zur Verfügung standen, wurden die Differenzen gegenüber den an beiden Orten beobachteten Temperaturen gebildet und die Lage des Obir gegenüber den in Betracht kommenden Maxima und Minima kurz vermerkt. Dabei stellte es sich heraus, daß die Zahl der zu unterscheidenden Lagen, trotzdem der Obir im allgemeinen immer auf der Westseite der Hauptdepression verblieb, doch noch recht erheblich war, da die Witterungsvorgänge besonders durch das Vorhandensein mehrerer Minima in der Nähe der Station oft sehr verwickelt wurden. Unter diesen Umständen mußten von vornherein eine Anzahl nur selten vorgekommener Fälle von der Betrachtung ausgeschieden werden, da die Mittel aus den dabei beobachteten Temperaturdifferenzen keinen Anspruch auf allgemeinere Gültigkeit mehr erheben konnten. Es wurden daher nur für solche Lagen, die häufig wiederkehrten, die Mittel aus den jeweilig bei ihnen bestehenden Temperaturdifferenzen gebildet und dann daraus die entsprechenden Werte der Temperaturabnahme mit der Höhe berechnet. Da die Temperaturabnahme zwischen Klagenfurt und Obir oft genug nicht mit der zwischen Liescha und Obir übereinstimmte, waren auch die Mittelwerte etwas verschieden, weshalb als endgültige Beträge der Temperaturänderung nach der Höhe die Mittel aus den für beide Basisstationen berechneten Werten angenommen wurden.

Auf diese Weise erhielt man folgende Mittelwerte der Temperaturänderung für die Luftschicht bis zu etwa 2000 m Höhe bei verschiedenen Wetterlagen. Wenn ein Ausläufer oder eine Zunge tieferen Druckes von dem südlichen Minimum aus auf der Ostseite der Alpen sich nach N erstreckte, wobei der Obir innerhalb dieser Zunge, aber auf der Westseite lag, betrug die durchschnittliche Temperaturabnahme  $0.53^{\circ}$  für 100 m. Kam das Minimum herauf und lag der Obir noch innerhalb seines Bereichs wiederum auf der Westseite, so erreichte die mittlere Temperaturänderung  $0.60^{\circ}$ . Denselben Wert hatte sie auch noch, wenn der Obir bereits auf der SW-Seite der Depression sich befand. Zog das Minimum etwas weiter östlich, so daß der Obir schon im Übergangsbereich zum Maximum lag, so erreichte die mittlere Änderung den Betrag von  $0.65^{\circ}$ , gleichviel ob die Station im W oder schon im SW des Minimums sich befand. Noch etwas größer wurde die Temperaturabnahme in den nicht seltenen Fällen, wo der Obir gerade in der Spitze eines Keiles hohen Luftdrucks im Norden der Alpen lag, denn sie betrug dann  $0.68^{\circ}$  für 100 m. Dagegen nahm der Wert wieder erheblich ab, sobald der hohe Druck schon etwas über die Station hinwegreichte, wobei sie aber immer noch ganz

auf der Ostseite oder Südostseite des Maximums blieb, denn er verringerte sich dann auf  $0.53^{\circ}$  für 100 m.

Für andere Lagen des Obir ließen sich die mittleren Beträge der Temperaturabnahme nicht feststellen. Aber auch die mitgeteilten Werte können nur als rohe Annäherungen aufgefaßt werden; denn es war nicht nur bisweilen sehr schwierig, die Lage der Station in eine der oben genannten Gruppen einzuordnen, sondern die vertikalen Temperaturänderungen zeigten auch bei offenbar derselben Lage des Obir nicht unerhebliche Abweichungen, die anscheinend auf verschiedene Ursachen zurückzuführen waren, die bei der Gruppierung nicht auch noch in Rechnung gezogen werden konnten. Abgesehen von dem Einfluß der Jahreszeit spielte jedenfalls besonders der Umstand eine Rolle, ob gerade Niederschlag fiel oder nicht, ferner aber auch die Richtung der Isobaren, sowie die Einwirkung eines etwa in der Nähe noch vorhandenen anderen Minimums. Immerhin zeigte sich aber bei den angeführten Wetterlagen stets das Vorwiegen einer bestimmten Temperaturabnahme, so daß man wohl die mitgeteilten Werte wenigstens in diesem Sinne als einigermaßen zutreffend ansehen kann.

In gleicher Weise wurden noch die Beträge der vertikalen Temperaturänderung für die Schneekoppe berechnet, und zwar durch Bildung der Temperaturdifferenzen gegenüber der Talstation Eichberg. Auch hier war es nur für eine beschränkte Anzahl von Wetterlagen möglich, die Mittelwerte zu bilden, die entsprechend der Höhe der Schneekoppe etwa für die Luftschicht bis 1600 m Höhe gelten. Befand sich die Schneekoppe noch an der Vorderseite der heraufziehenden Depression, d. h. im allgemeinen im NW des Minimums, aber schon in seinem Bereich, so betrug die durchschnittliche Temperaturabnahme  $0.57^{\circ}$  für 100 m und ebensoviel, wenn die Station bereits auf der Westseite lag. Für die Rückseite, d. h. für den südwestlichen Sektor der Depression ergab sich ein Wert von  $0.64^{\circ}$  für 100 m. In dem Übergangsgebiet zum Maximum auf der W- und SW-Seite waren die Beträge in naher Übereinstimmung  $0.62$  und  $0.61^{\circ}$ , während schon im Bereich des Maximums selbst, aber noch auf seiner Ostseite, die Änderung nur  $0.45^{\circ}$  für 100 m betrug.

Natürlich gilt für die Zuverlässigkeit dieser Werte das Gleiche, was schon oben für die aus den Beobachtungen des Obir abgeleiteten gesagt wurde. Es zeigen sich aber doch einige Übereinstimmungen im Sinne der Änderungen der Beträge für die verschiedenen Lagen, die zu bestätigen scheinen, daß die Zahlen wenigstens teilweise die Tendenz dieser Änderungen ziemlich richtig angeben.

Zunächst ist sowohl beim Obir wie bei der Schneekoppe die Temperaturabnahme am geringsten, wenn die Stationen sich schon im Bereich des westlichen Maximums befinden. Dieses Ergebnis entspricht ja durchaus den bisherigen Feststellungen über die vertikalen Temperaturänderungen in den Zyklonen und Antizyklonen. Bemerkenswerter erscheint der Umstand, daß

übereinstimmend bei beiden Stationen, wenn sie im Übergangsbereich zum Maximum lagen, die Temperaturabnahme größer war, als wenn sie sich auf der Westseite des Minimums noch in dessen Bereich befanden. Bei den entsprechenden Lagen auf der SW-Seite, d. h. der Rückseite des Minimums besteht allerdings insofern ein Unterschied, als bei der Schneekoppe schon im Bereich der Depression die Temperaturabnahme etwas, allerdings nur unbedeutend, stärker ist als in dem ein wenig weiter rückwärts gelegenen Übergangsbereich.

Inwieweit sich diese Verschiedenheit bei Benutzung einer größeren Zahl von Fällen, die hier nicht sehr häufig waren, ausgleichen würde, muß dahingestellt bleiben. Jedenfalls scheint aber die Tatsache festzustehen, daß auf der Westseite der Depression im Übergangsbereich die mittlere Temperaturabnahme etwas stärker ausfiel als noch im Bereich des Minimums, da bei der Schneekoppe die Zahl derartiger Lagen zur Depression besonders häufig war. Auch der Umstand, daß die Temperaturabnahme beim Obir den höchsten Wert erreichte, wenn er gerade in der Spitze des Keiles hohen Druckes, also doch schon im Übergangsbereich zum tieferen Druck sich befand, scheint darauf hinzudeuten, daß die vertikale Temperaturänderung auf der Westseite des Minimums in der Übergangszone zum Maximum stärker war als noch im Bereich der Depression. Dieses Ergebnis würde nicht ganz im Einklang stehen mit den Feststellungen A. Wagners über die mittlere Temperaturverteilung in Zyklonen in dessen schon mehrfach angeführter Abhandlung. Für die Luftschicht bis 2000 m Höhe ergibt sich nämlich aus dessen Zahlen auf S. 152 für die Temperaturabnahme im W-Quadranten einer Depression bei Anschluß der angegebenen Temperaturabweichungen an die Jahresmittelwerte auf S. 122 der Betrag von  $0.56^{\circ}$  und im Übergangsbereich nur  $0.40^{\circ}$  für 100 m. Es ist allerdings nicht ganz sicher, ob die Abgrenzung der Zonen gegen einander dort in ganz derselben Weise erfolgt ist, wie im vorliegenden Falle. Wäre hier das Übergangsbereich nur etwas weiter nach dem Innern des Maximums zu sich erstreckend angenommen worden, so daß die Lagen, die bereits dem Ostrande des Maximums zugerechnet wurden, noch in die Übergangszone fielen, so wäre der Betrag der Temperaturabnahme in letzterer schon geringer ausgefallen. Es kommt aber auch noch hinzu, daß bei Wagner sich die Zahlen auf Mittelwerte für das ganze Jahr beziehen und vor allem, daß es sich hier um eine besondere Klasse von Depressionen handelt, bei denen, da sie von S nach N über Land ziehen, die Temperaturverhältnisse wohl gewisse Abweichungen von denen der gewöhnlichen vom Ozean ostwärts ziehenden Minima zeigen können.

Weitere Feststellungen über die vertikale Temperaturverteilung im Bereich der hier besonders in Frage kommenden Minima sind leider nicht möglich. Über die Verhältnisse auf der Ostseite dieser Depressionen könnte man höchstens Vermutungen aussprechen. Wenn die von Wagner für die Ost-

seite einer Zyklone ermittelten durchschnittlichen Temperaturverhältnisse auch für die hier in Betracht gezogenen Minima zutreffend sind, so würde die Temperaturabnahme bis zu bedeutenden Höhen (nach Wagner 6000 m) daselbst geringer sein als auf der Westseite. Da aber, wie wir gesehen haben, die Temperaturen am Erdboden im Osten der Depressionen fast durchweg erheblich höher waren als im Westen, so müßte in der ganzen Luftmasse auf der Ostseite bis zu größeren Höhen hinauf der Temperaturunterschied gegen die Westseite noch wachsen.

Es soll an dieser Stelle noch auf eine Bemerkung eingegangen werden, die K. Fischer in seiner Untersuchung über das Oderhochwasser im Juli 1903 gemacht hat<sup>1)</sup>. Der Verfasser hat dort nachgewiesen, daß sowohl in der Höhe über Berlin wie auch auf der Schneekoppe bereits am 7. Juli, bevor noch der Wind nach NW drehte, eine starke Abkühlung eintrat. Es wäre nun offenbar von höchstem Interesse, wenn sich auch wenigstens in der Mehrzahl der anderen Fälle von Hochwasserwetterlagen Ähnliches feststellen ließe. Es ergab sich aber bei näherer Betrachtung der einzelnen Fälle, daß eine Verallgemeinerung dieses Ergebnisses nicht statthaft ist. Dabei wurden auch noch die Temperaturverhältnisse an den Höhenstationen der Alpen mit in Betracht gezogen, jedoch mit dem gleichen, größtenteils negativen Erfolge. Da sehr oft die Luftdruckverteilung durch das Vorhandensein noch anderer Minima, als das der Hochwasserdepression, beeinflußt war, so wurden besonders die Fälle möglichst typischer Minima der Zugstraße Vb berücksichtigt, aber gerade hier ließ sich nie einwandfrei nachweisen, daß die Temperatur schon vor Eintritt der Drehung des Windes nach N, d. h. vor Annäherung des Minimums in der Höhe erheblich gesunken wäre. Bei dem Hochwasser vom Juli 1903 war der ganze Verlauf der Witterungserscheinungen sehr verwickelt, ähnlich auch im September 1899, wo man noch am ehesten einen frühzeitigen Kälteeinbruch in der Höhe feststellen konnte.

### **Beziehungen zwischen Luftdruck- und Temperaturverteilung und Fortbewegung der Minima.**

Nachdem ein Überblick über die Luftdruck- und Temperaturverteilung nicht nur am Erdboden, sondern auch, so weit als möglich, in der Höhe gewonnen worden ist, kann der Erörterung der Frage näher getreten werden, ob sich Beziehungen zwischen der Verteilung dieser Elemente zu der Fortbewegung der Minima feststellen lassen.

Diese für die Wettervoraussage äußerst wichtigen Beziehungen sind schon wiederholt Gegenstand von Untersuchungen gewesen, die zu ziemlich

---

<sup>1)</sup> K. Fischer, Entstehung und Verlauf des Oderhochwassers im Juli 1903 (Geogr. Zeitschr. Bd. 10, 1904, S. 325).

übereinstimmenden Ergebnissen geführt haben. Zuerst ist Cl. Ley<sup>1)</sup> schon im Jahre 1872 zu dem Ergebnis gekommen, daß die Depressionen am leichtesten in der Richtung fortschreiten, bei welcher sie den höchsten allgemeinen Druck auf der rechten Seite ihrer Bahn haben (auf der nördlichen Halbkugel), und daß außerdem die Richtung der Bewegung abhängig ist von der allgemeinen vorhergehenden Verteilung der umgebenden Temperaturen, indem jede Depression die Neigung hat, mit einem Winkel von  $45^\circ$  (nach rechts) gegen die niederen Isothermen fortzuschreiten, d. h. so, daß die höhere Wärme rechts und hinten bleibt. Später hat W. Köppen folgende zwei Sätze aufgestellt<sup>2)</sup>: „Die Fortpflanzung der Depression geschieht annähernd in der Richtung der nach ihrer Gesamtenergie überwiegenden Luftströmung in ihnen und auf ihrer Bahn. Da die Bewegungsverhältnisse in verschiedenen Höhen des Wirbels verschieden sind, so ist für die Fortpflanzung des Wirbels nicht der Bewegungszustand der unteren Schicht, sondern jener der Gesamtheit der Schichten maßgebend“. Auch J. Aitken hat experimentell gezeigt<sup>3)</sup>, daß die Wirbel in der Richtung ihrer stärksten Winde sich fortbewegen. Endlich ist van Bebbber auf Grund eines umfangreichen Materials zu folgenden Regeln über die Fortbewegung der Minima gelangt<sup>4)</sup>: 1. Ist die Verteilung des Luftdrucks und der Temperatur in der Umgebung der Depression nach demselben Sinne gerichtet, so erfolgt die Fortpflanzung der Depression nahezu senkrecht zum Druck- und Temperaturgradienten, d. h. in der Richtung der Isobaren und Isothermen. 2. Sind Luftdruck und Temperatur in der Umgebung der Depression im entgegengesetzten Sinne verteilt und auf beiden Seiten ziemlich gleichwertig, so wird die Bewegung der Depression gehemmt oder ganz aufgehoben. 3. Überwiegt der Einfluß eines Elementes bei entgegengesetzter Verteilung, so wird die Richtung der Ortsbewegung durch dieses bestimmt. 4. Sind Luftdruck und Temperatur weder entgegengesetzt noch in demselben Sinne verteilt, so wird von der Depression eine resultierende Richtung eingeschlagen, die der mächtiger wirkenden Ursache mehr entspricht.

Tatsächlich besagen diese von verschiedenen Seiten aufgestellten Regeln trotz ihrer äußerlich verschiedenen Form ungefähr dasselbe.

Die von Köppen aufgestellten Sätze sind eine präzisere Ausgestaltung der Leyschen Regeln. Vor allen Dingen ist darin wichtig, daß die Fortbewegung der Zyklonen nicht von den Verhältnissen am Erdboden allein, sondern von denen im ganzen Luftkörper der Depression abhängig gemacht wird.

<sup>1)</sup> Cl. Ley, The laws of the winds prevailing in Western Europe. London 1872. 89. Part I, S. 15.

<sup>2)</sup> W. Köppen, Über den Einfluß der Temperaturverteilung auf die oberen Luftströmungen und auf die Fortpflanzung der barometrischen Minima. *Annal. d. Hydrographie* 1882, S. 659.

<sup>3)</sup> J. Aitken, Notes on the dynamics of cyclones and anticyclones. *Trans. R. Soc. Edinburgh* Bd. 40, 1901, S. 131—156.

<sup>4)</sup> W. J. van Bebbber, Die Zugstraßen der barometrischen Minima. *Meteorol. Zeitschr.* 1891, S. 363.

Wenn Köppen darauf verzichtet, den Einfluß der Temperaturverteilung auf die Fortbewegung besonders zu erwähnen, so liegt dies allein daran, daß bei gleichem Druck am Boden nach oben hin der höheren Temperatur auch der höhere Druck entspricht, daß also ein Gebiet größerer Wärme für die oberen Teile des Wirbels gleichbedeutend ist mit einem Gebiet höheren Druckes. Inwieweit die Bemerkung Leys, daß die Depressionen sich unter einem halben rechten Winkel nach den kälteren Gebieten hin bewegen, verallgemeinert werden kann, hält Köppen für unentschieden. Die in der Depression ihrer Gesamtenergie nach überwiegende Luftströmung, mit der nach Köppen die Zyklonen fortschreiten, wird auf derjenigen Seite herrschen, wo die durchschnittlich stärksten Gradienten in der ganzen Luftmasse vorhanden sind, wo also der Druck vom Minimum aus am raschesten zunimmt. In diesem Sinne ist daher auch der Leysche Satz zu verstehen, daß die Depressionen in der Richtung fortschreiten, bei welcher sie den höchsten Druck auf der rechten Seite haben.

Die von van Bebbber gegebenen Regeln, die sich zunächst nur auf die Verhältnisse am Erdboden beziehen sollen, bestätigen ebenfalls die Köppenschen Sätze, wenn man berücksichtigt, daß eine höhere Temperatur unten meist auch eine höhere Temperatur der Luftsäule darüber bis zu gewissen Höhen bedingen und daher auch eine verhältnismäßige Erhöhung des Luftdruckes oben bewirken wird. Da man allerdings die Temperaturverhältnisse der höheren Luftschichten meist gar nicht oder nur ungenügend kennt, so wird eine Voraussage der Zugrichtung des Minimums in allen den Fällen unsicher sein, wo Temperatur und Luftdruck im Bereich der Zyklonen am Erdboden nicht im gleichen Sinne verteilt sind.

Die vorstehend angeführten Regeln dürften natürlich vorzugsweise auf Grund der Bewegung von Zyklonen gewonnen sein, die sich von W her nähern, da diese ja die Hauptmasse der unsere Gegenden berührenden Minima ausmachen. Es soll nun untersucht werden, in wieweit sie uns auch über die Fortbewegung der speziell hier in Betracht kommenden Depressionen, die ja meist von S heraufzogen, Aufschluß geben können.

Zunächst sei nochmals daran erinnert, daß auf der Ost-, d. h. der rechten Seite der von S kommenden Depressionen die Temperatur am höchsten zu sein pflegt. Kommt dann noch dazu, daß die Temperaturabnahme nach oben nicht größer oder gar, wie es am Schluß des vorigen Kapitels als möglich hingestellt wurde, geringer ist als auf der Westseite, so muß die Abnahme des Luftdruckes nach oben auf letzterer wesentlich rascher vor sich gehen als auf der Ostseite. Daher kann, selbst wenn der Luftdruck auf der Westseite im Meeresniveau höher ist als auf der Ostseite, doch in der Höhe das Umgekehrte der Fall sein, so daß, wenn man die Verhältnisse der ganzen Luftsäule im Bereich der Zyklone in Betracht zieht, der ihre Fortpflanzung beein-

flussende Überdruck auf der Ostseite liegen kann, was eine Bewegung des Minimums in nördlicher Richtung zur Folge haben würde.

Nachstehend sollen nun die Beziehungen zwischen Luftdruck- und Temperaturverteilung einerseits und Fortbewegung der Minima andererseits von Fall zu Fall aufgesucht werden.

1. bis 3. August 1888. Am 1. August, als sich das Minimum noch über Oberitalien befand, war es im SE sehr warm und die Isothermen verliefen über Mitteleuropa ungefähr in der Richtung SW—NE, so daß im E bis ziemlich weit nach N hinauf wesentlich höhere Temperaturen herrschten als im W. Die Ursache dafür lag vermutlich zum Teil darin, daß damals bereits eine von S nach N sich erstreckende Zunge tieferen Druckes vorhanden war, auf deren Ostseite südliche oder südöstliche Winde wehten. Durch diese Temperaturverteilung wurde jedenfalls im Osten eine verhältnismäßige Erhöhung des Luftdrucks nach oben hin gegenüber dem Westen bewirkt.

Da außerdem im Meeresniveau der Druck im E am 1. früh etwas größer als im W war, so bestand in der ganzen Luftmasse im E unstreitig ein Überdruck gegenüber der im W; das über Oberitalien liegende Minimum fand also Bedingungen vor, die ihm ein Heraufziehen in nordöstlicher Richtung erleichtern mußten. Allerdings setzte es sich erst am 2. August in Bewegung und zwar dann, als die von ihm ausgehende Zunge niedrigeren Drucks tiefer geworden und in ihr ein Teilminimum entstanden war. Dabei fing aber von W her der Luftdruck an zu steigen, so daß am Erdboden der Überdruck jetzt im Westen der Depression lag. Da jedoch zwischen Ost und West ein bedeutender Temperaturunterschied bestand, so liegt der Annahme nichts im Wege, daß auf der Ostseite der Luftdruck oben doch noch merklich höher war als auf der Westseite, so daß sich in der ganzen Luftmasse der Überdruck noch auf der Ostseite befand.

Immerhin hatte dieses Steigen des Luftdrucks auf der Westseite und die damit verbundene Verstärkung der Luftbewegung in einer der bisherigen Bahn des Minimums entgegengesetzten Richtung eine merkliche Verzögerung der Fortbewegung der Depression zur Folge, die in der Nacht vom 2. zum 3. August, als der Gradient auf der Westseite sich weiter verstärkte, noch zunahm. Auffallend war es aber, daß gleichzeitig das vorher etwas nach NE ziehende Minimum jetzt unvermutet eine nordwestliche Richtung einschlug, also mehr auf das Maximum hin, wodurch der Gradient am Erdboden natürlich noch stärker werden mußte. Eine Erklärung dafür zu geben, ist bei der mangelnden Kenntnis der Temperaturverhältnisse in den höheren Luftschichten sehr schwierig. Vielleicht bietet die van Bebbersche Regel, daß die Depression, wenn Luftdruck und Temperatur nicht in demselben Sinne um sie verteilt sind, eine resultierende Richtung einschlagen wird, die der mächtiger wirkenden Ursache mehr entspricht, einen Hinweis auf die Ursachen dieser Änderung der Zugrichtung. Nach Köppens Auffassung ist ja der Grund für die Orts-

veränderung der Minima in der Verschiedenheit der Bewegungszustände auf verschiedenen Seiten des Minimums zu suchen. Wenn nun, wie wir sahen, eine Verstärkung der Luftströmung auf der linken Seite gegenüber der auf der rechten Seite eine Verminderung der Geschwindigkeit hervorrufen konnte, so liegt der Gedanke nahe, daß eine ungleichartige Änderung der Bewegungszustände auf der Vorder- und Rückseite ebenfalls die Zugrichtung beeinflussen müßte und zwar im Sinne einer Ablenkung der Bahn nach links, wenn an der Vorderseite die Luftströmungen verhältnismäßig stärker werden als an der Rückseite. Der Köppensche Satz: „Die Fortpflanzung der Depressionen geschieht annähernd in der Richtung der nach ihrer Gesamtenergie überwiegenden Luftströmung“ wäre daher so zu deuten, daß die Fortpflanzungsrichtung etwa mit der Resultierenden aus den im Umkreise des Minimums bestehenden verschiedenen Bewegungszuständen zusammenfällt. Inwieweit diese Annahme genügt, um die plötzliche Änderung der Zugrichtung des Minimums zu erklären, ist, wie schon gesagt, schwer zu entscheiden, da nur die Luftdruck- und Temperaturverteilung am Erdboden bekannt ist, während ja hier die Zustände im ganzen Luftkörper der Zyklone in Betracht gezogen werden müssen. Im Meeresniveau hat sich sowohl an der Vorderseite wie an der Rückseite des Minimums der Gradient verstärkt; eine Entscheidung darüber, ob die Zunahme an ersterer die an letzterer überwiegt, ist aber kaum möglich. Es darf jedoch nicht als ausgeschlossen gelten, daß in höheren Luftschichten an der Vorderseite eine Temperaturzunahme stattgefunden hatte, mit der ja auch eine Erhöhung des Luftdrucks oben verbunden sein mußte, wenn auch am Erdboden eine entsprechende Temperaturänderung nicht bemerkbar war. Dort wehten nämlich, wie die Beobachtungen zeigen, Winde aus NE oder gar aus N. In der Höhe muß aber die Windrichtung mehr dem Isobarenverlauf entsprochen haben, also durchschnittlich eine östliche gewesen sein. Ein Transport der im Osten lagernden warmen Luft nach Westen war also in der Höhe leichter möglich als unten.

Vielleicht könnten aber auch die heftigen auf der linken, d. h. der Westseite und auch noch auf der Vorderseite der Depression niedergegangenen Regengüsse für die Änderung der Zugrichtung mit verantwortlich gemacht werden. Denn die durch die massenhafte Kondensation des Wasserdampfes frei werdende Wärme müßte die vertikale Temperaturabnahme verringert haben, was dann wieder eine Erhöhung des Luftdrucks oben zur Folge gehabt hätte. Mit dem Nachlassen der Niederschläge wäre dann auch die Bedingung für die Änderung der Zugrichtung wieder beseitigt gewesen. Für die Richtigkeit dieses Grundes könnte der Umstand sprechen, daß gerade in den Fällen, wo sehr starke Niederschläge stattfanden, das Minimum sich wiederholt auf das Hochdruckgebiet zuwandte. Es scheint aber doch geboten, dieser Auffassung mit Vorsicht gegenüberzutreten, da hier leicht Ursache und Wirkung mit einander verwechselt werden könnten. Denn es läge auch die Möglich-

keit vor, daß die Ursache der besonderen Heftigkeit der Niederschläge gerade in der Annäherung des Minimums an das Hochdruckgebiet und der dadurch bewirkten Verstärkung des Gradienten zu suchen wäre, worauf später noch zurückzukommen sein wird. Es ist auch wahrscheinlicher, daß das Nachlassen der Niederschläge am 3. August mit der weiteren Fortbewegung der Depression zusammenhing und nicht umgekehrt die am 3. August erfolgende Änderung in der Richtung und Geschwindigkeit mit der Verringerung des Niederschlages. An diesem Tage wandte sich nämlich das Minimum wieder mehr nach NE und zog mit stark beschleunigter Geschwindigkeit weiter. Während es in der Nacht vom 2. zum 3. August nur durchschnittlich 19 km pro Stunde zurückgelegt hatte, betrug die mittlere Geschwindigkeit vom 3. 7<sup>a</sup> bis 3. 9<sup>p</sup> 46 km pro Stunde. Die Gründe für diese plötzliche Änderung der Richtung und Schnelligkeit der Fortbewegung sind schwer anzugeben. Möglicherweise sind sie darin zu suchen, daß am 3. August früh der ostwestliche Temperaturgradient infolge zunehmender Abkühlung im W sich nicht unbedeutend verstärkt hatte. Infolgedessen ist vielleicht der Überdruck in der Höhe wieder so groß geworden, daß die erwähnte Änderung in Richtung und Geschwindigkeit der Depression die Folge davon war.

Nachdem der erste Fall so eingehend erörtert worden ist, wird es möglich sein, die folgenden etwas kürzer zu behandeln.

17. bis 18. August 1888. Das Minimum gelangte nicht über Österreich hinaus, sondern zog nach ENE weiter. Der Grund lag anscheinend darin, daß die Isothermen ungefähr von W nach E verliefen und auch auf der Ostseite des Minimums keine Neigung zum Aufsteigen in nördlicher Richtung zeigten. Der Überdruck lag daher in der ganzen Luftmasse wahrscheinlich südlich vom Minimum.

2. bis 3. September 1888. Schon am 1. September war es im E von Mitteleuropa wärmer als im W, vermutlich infolge einer nord-südlich verlaufenden Rinne tieferen Druckes, an deren Ostseite durch südliche Winde wärmere Luft heraufgeführt wurde. Dieser Umstand war offenbar dem Heraufkommen des über Oberitalien erschienenen Minimums günstig. Es zog bis zur Ostsee, wo es sich ausfüllte. Weshalb letzteres geschah, ist aus der Luftdruck- und Temperaturverteilung am Erdboden nicht zu entnehmen. Die Temperatur auf der Ostseite des Minimums war erheblich höher als die auf der Westseite, während zwischen den Gradienten auf beiden Seiten kein wesentlicher Unterschied bestand. Infolgedessen lag der Überdruck in der ganzen Luftmasse vermutlich im Osten. Vielleicht ist die Ursache dafür, daß das Minimum nicht weiterzog, in dem Umstande zu suchen, daß es an die Ostseeküste gelangte. Da die Temperaturschichtung über großen Wasserflächen eine andere zu sein pflegt, wie über dem festen Lande, so kam vermutlich die aufsteigende Bewegung an der Vorderseite der Depression zum Stillstand, was deren Erlöschen zur Folge haben mußte.

7. bis 8. September 1888. Am 7. September abends zog sich eine Rinne tieferen Drucks von S nach N durch Mitteleuropa, auf deren Ostseite die Temperatur höher war als auf der Westseite. Im Laufe des Tages kam ein Minimum, dessen Ursprung nicht sicher festzustellen ist, in der Rinne herauf, löste sich aber über Polen auf. Weshalb es nicht weiter zog, ist nicht recht ersichtlich. Zwar war der Gradient auf der Ost- und Westseite des Minimums ziemlich gleich, dafür aber die Temperatur auf ersterer erheblich höher als auf letzterer, so daß die Beobachtungen am Erdboden keinen Anhaltspunkt für den Grund der Auflösung des Minimums geben. Ebenso wenig kann man erkennen, weshalb das über Oberitalien liegende Minimum nicht heraufzog, trotzdem es, wie das Aufsteigen der Isobaren im E der Alpen zeigt, offenbar Neigung hatte, sich in Bewegung zu setzen, und die Temperaturverteilung dem Heraufkommen günstig war. Es ist zu vermuten, daß dieselben Ursachen, die das Erlöschen des nördlicheren Minimums herbeiführten, auch die Annäherung des südlichen verhinderten.

27. bis 30. Juli 1889. Am 27. Juli 7<sup>a</sup> erstreckte sich eine Rinne tieferen Drucks von dem noch über Oberitalien liegenden Minimum nach N bis zu einer dort befindlichen Depression. Da auf ihrer Ostseite die Temperatur höher war als auf der Westseite, ist es erklärlich, daß das Minimum in der Rinne heraufzog. Bis zum Morgen des 28. Juli legte es durchschnittlich 52 km pro Stunde zurück, verringerte aber bis zum Abend seine mittlere Geschwindigkeit bis auf 18 km und kam in der Nacht vom 28. zum 29. annähernd zum Stillstand. Dabei ging die ursprünglich nach NzE gerichtete Bewegung in eine nordwestliche über. Die Verzögerung des Fortschreitens läßt sich wieder dadurch erklären, daß der bis zum 28. Juli früh nur mäßig starke Gradient auf der West- und besonders Südwestseite der Depression und daher auch die Windstärke daselbst bis zum Morgen des 29. durch Vordringen des westlichen Maximums außerordentlich zunahm. Daß die Bahn vom 28. früh bis abends sich nach NW richtete, hing offenbar damit zusammen, daß der höchste Druck auf der rechten Seite nicht im E, sondern im NE lag. Am 29. Juli erhielt anscheinend die verzögernde Kraft auf der Südwestseite des Minimums soweit das Übergewicht, daß es bis zum Abend sogar wieder etwas rückwärts zog, dann aber bewegte es sich mit beschleunigter Geschwindigkeit bis zum 30. Juli früh nordwärts weiter. Über die Gründe dieser Änderung gibt die Luftdruck- und Temperaturverteilung im Meeresniveau keinen genügenden Aufschluß.

29. September bis 3. Oktober 1889. Am 29. September 7<sup>a</sup> war ein an der Nordseeküste gelegenes Minimum mit einem über Oberitalien befindlichen durch eine Druckfurche verbunden. Obwohl erhebliche Temperaturunterschiede zwischen deren Ost- und Westseite nicht bestanden, zog doch eine von dem südlichen Minimum sich loslösende Teildepression am 30. September rasch nach N, vermutlich, da im E hoher Druck lag, der sich in den folgenden Tagen auch noch über Nordeuropa ausbreitete. Darauf geriet auch das ober-

italienische Minimum in Bewegung, zog aber, nachdem es den Ostrand der Alpen umgangen hatte, nicht wie gewöhnlich nach N oder NE, sondern in nordwestlicher Richtung nach der Nordseeküste, ganz im Sinne der bestehenden Luftdruckverteilung, indem es den höchsten Druck auf seiner ganzen Bahn zur Rechten ließ. Diesem ersten Minimum folgte unmittelbar ein zweites von Oberitalien auf demselben Wege nach. Beide Minima lösten sich an der Nordseeküste auf, wahrscheinlich aus dem gleichen Grunde wie das am 3. September 1888 an die Ostseeküste gelangte.

29. August bis 3. September 1890. Die Temperatur zeigte am 29. August 7<sup>a</sup> eine Zunahme von NW nach SE, während sich eine ganz flache Zunge tieferen Drucks von einem über dem westlichen Mittelmeer gelegenen Minimum aus bis nach Mähren erstreckte. Ob das am Abend des 29. August bei Wien liegende Minimum von Oberitalien heraufgekommen oder in dem Ausläufer tieferen Drucks entstanden ist, muß unentschieden bleiben. Jedenfalls war die Wetterlage dem Heraufkommen eines südlichen Minimums nicht ungünstig. Es breitete sich auch, während die Temperatur im E zunahm, weiter nach N aus, zerfiel aber dann in zwei Teile, von denen der nördliche unter Vertiefung weiter nach N zog, während der südliche, ostwärts sich verlagernd, flacher wurde. Auch ein gleichzeitig über Oberitalien liegendes Minimum kam nicht herauf, sondern zog nach SE.

Daß der nördliche Teil des Minimums weiter nach N zog, ist erklärlich; denn er fand hohen Druck und hohe Temperatur auf seiner Ostseite vor. Schwieriger ist dagegen die Teilung der Depression und das Zurückbleiben der südlichen Hälfte zu erklären. Man wird wohl annehmen müssen, daß der von W her gegen den südlichen Teil vordringende hohe Druck durch Verstärkung des Gradienten auf der Westseite dieses Teiles ihn am Weiterziehen nach N hinderte. Dadurch ist wahrscheinlich auch der Umstand zu erklären, daß das Minimum über Oberitalien ebenfalls nicht heraufkam.

Weshalb die am Morgen des 1. September vom Ligurischen Meer bis nach Ungarn reichende Depression nicht weiter nach N heraufzog, sondern sich in mehr östlicher Richtung bewegte, kann man auf Grund der Luftdruck- und Temperaturverteilung im Meeresniveau schwer feststellen. Die Temperatur nahm stark nach SE hin zu, das Minimum zog aber eher ein wenig auf die höheren Isothermen zu, als daß es diese zur Rechten gelassen hätte, wenn auch das Depressionsgebiet eine erhebliche Ausdehnung nach N erlangte. Es handelt sich allerdings hier um eine sehr umfangreiche Depression mit wenig ausgesprochenem Kern, die mit den abgeschlosseneren kleineren Minima, wie sie gewöhnlich auf der Zugstraße Vb sich bewegen, nicht recht zu vergleichen und bei der schwer zu entscheiden ist, welche Einflüsse für ihre Fortbewegung bestimmend waren.

12. bis 14. Juli 1891. Das von der Balkanhalbinsel stammende Minimum zog in nordwestlicher Richtung nach der Nordsee, da der höchste Druck sich im

NE befand und die Temperatur nach dieser Seite zunahm. Schon am 13. Juli früh, als die Depression noch ganz im SE lag, war es im N und NE wärmer als in Deutschland und Österreich. Das Minimum scheint nicht, wie in früheren Fällen, an der Nordseeküste sich ausgefüllt zu haben, sondern über die Nordsee weitergezogen zu sein, bis es am vorderen Rande einer vom Ozean her nahenden Depression zur Auflösung kam.

19. bis 22. Juli 1891. Das am 19. Juli über der nördlichen Balkanhalbinsel liegende Minimum zog in einer Rinne tieferen Druckes zwischen zwei Maxima im W und NE herauf, die zu einer bei den britischen Inseln liegenden Depression hinüberleitete. Die Temperatur war im E der Rinne höher als im W. Das sehr flache Minimum gelangte aber nur etwa bis zum Oderquellgebiet, wo es sich ausfüllte, vielleicht weil der ohnehin schon schwache Luftdruckgradient auf seiner Ostseite am 21. Juli noch geringer wurde und am 22. Juli der Luftdruck allgemein um das Minimum herum abnahm.

4. bis 8. Juni 1892. Schon am 4. Juni 7<sup>a</sup>, bevor die Depression heraufkam, war es im E warm, was jedenfalls ihre Annäherung erleichterte. Während sie zuerst ziemlich rasch zog, wurde ihre Fortbewegung bald wesentlich langsamer, vermutlich wieder wegen der stärkeren Zunahme des Luftdruckes auf der linken Seite der Bahn. Daß ein zweites, dem ersten anfänglich unmittelbar folgendes Minimum nicht weiter nach N, sondern nach E abzog, hängt wohl damit zusammen, daß das erste Minimum, als es nach Ostpreußen gelang war, nach NE sich bewegte, und der auf seiner Rückseite folgende hohe Druck ein weiteres Vordringen des zweiten Minimums nach N verhinderte.

14. bis 16. März 1894. Das über Oberitalien liegende Minimum stand am 14. März mit einer nördlichen Depression durch eine von dieser nach S sich erstreckenden Zunge tieferen Druckes in Verbindung. Das Heraufkommen des Minimums ist wohl einerseits auf den Umstand zurückzuführen, daß im E hoher Druck lag, andererseits darauf, daß die Temperatur am 15. März 7<sup>a</sup>, während allerdings schon eine Zunge tieferen Drucks im E der Alpen nach N vorsprang, von Nordwestdeutschland bis nach Ungarn um 10<sup>o</sup> zunahm.

Das Minimum wurde im südlichen Polen stationär und füllte sich dort aus, vermutlich aus folgenden Gründen. Zunächst nahm wieder der Luftdruckgradient unmittelbar auf der Westseite der Depression zu, was auf deren Fortbewegung hemmend wirken mußte, für sich allein wohl aber ihren völligen Stillstand nicht bewirkt hätte, da das auf ihrer Ostseite im Innern von Rußland liegende Maximum nicht nur wesentlich höher war als das auf der Westseite, sondern auch dem Minimum etwas näher. Da aber andererseits in dem östlichen Hochdruckgebiet sehr niedrige, in dem westlichen jedoch verhältnismäßig hohe Temperaturen herrschten, so mußte in ersterem nach oben zu der Luftdruck weit rascher abnehmen als in letzterem, selbst wenn man voraussetzt, daß in dem östlichen Maximum sehr geringe vertikale Tem-

peraturänderung oder gar teilweise Inversion stattfand; denn die größten Temperaturunterschiede am Erdboden zwischen den beiden Hochdruckgebieten stiegen bis auf 50°. Unzweifelhaft lag also in der ganzen Luftmasse der Überdruck eher auf der Westseite der Depression als auf der Ostseite, oder die ihre Fortbewegung und ihr Weiterbestehen bestimmenden Einflüsse waren wenigstens auf beiden Seiten gleich und hoben sich auf, so daß Stillstand und Erlöschen des Minimums die Folge war.

12. bis 21. Juni 1894. Die während dieser Tage die Wetterlage beherrschende Depression war von der Ostsee her auf der Zugstraße IIIa nach Westrußland, wo sie einige Tage hin und her wanderte, und dann weiter nach E gezogen, von wo aus sie schließlich noch einmal näher kam. Die Ursachen dieser Bewegungen mit einiger Sicherheit aus der bestehenden Luftdruck- und Temperaturverteilung abzuleiten, ist leider nicht möglich.

29. April bis 6. Mai 1896. Auch bei diesem Minimum bietet die Erklärung seiner Entwicklung erhebliche Schwierigkeiten. Es entstand anscheinend aus einem Teilminimum an der Grenze von Österreich und Ungarn am Südrande einer großen nördlichen Depression. Ob die am 29. und 30. April auf kurze Entfernungen über Österreich-Ungarn bestehenden lokalen Temperaturunterschiede die weitere Entwicklung des Minimums begünstigten, muß dahingestellt bleiben. Solange es durch eine Furche niedrigeren Druckes zwischen einem westlichen und einem östlichen Maximum mit der nördlichen, abziehenden Depression verbunden war, suchte es sich weiter nach N auszubreiten, wurde aber dadurch, daß das im NW liegende Hochdruckgebiet seinen Einfluß mehr nach E ausdehnte, wieder etwas zurückgedrängt. Trotz des im N vorlagernden hohen Drucks, und trotzdem der Luftdruckgradient auf der Westseite des Minimums stärker blieb als auf dessen Ostseite, fing es bald wieder an, nach N vorzurücken. Der einzige Umstand, der diese Bewegung vielleicht begünstigte, war der, daß am Morgen des 2. Mai, als die Depression zunächst zurückgedrängt war, die auf ihrer Ostseite herrschende höhere Temperatur sich weiter nach N erstreckte, als am Vortage, an dem das Depressionsgebiet mehr nach N reichte. Allerdings verzögerte sich die anfänglich etwas raschere Fortbewegung bald wieder, wobei das Minimum flacher wurde.

11. bis 16. Mai 1897. Das am 11. Mai 9<sup>p</sup> über dem südöstlichen Österreich gelegene flache Minimum stand durch eine schmale Rinne tieferen Drucks mit einer Depression über Südsandinavien in Verbindung. Schon am Morgen, bevor dieses Minimum vorhanden war, nahm die Temperatur von W nach E in Mitteleuropa zu. In den folgenden Tagen wurde die Erwärmung im E der Rinne und zwar bis weiter nach N hinauf noch erheblich größer. Da außerdem das im NE der Rinne liegende Maximum mindestens die gleiche Höhe hatte wie das im W befindliche, der Luftdruck oben auf der Ostseite also unbedingt das Übergewicht hatte, so konnte das Minimum

der Rinne folgend sich leicht nach N bewegen. Daß ein gleichzeitig über Oberitalien liegendes Minimum nicht unmittelbar nachfolgte, hatte seinen Grund darin, daß der von W her im Rücken der ersten Depression rasch vordringende hohe Druck beide Minima von einander trennte. Die in den folgenden Tagen von SE her erscheinenden Depressionen kamen auch nicht über Ungarn hinaus, wahrscheinlich weil das Hochdruckgebiet, das sich inzwischen über das ganze nördliche Europa ausgebreitet hatte, ein weiteres Fortschreiten verhinderte.

27. Juli bis 2. August 1897. Schon bevor das über Oberitalien liegende Minimum in Bewegung geriet, war es in Mitteleuropa im E wärmer als im W. Da ferner ein über dem Innern von Rußland liegendes Hochdruckgebiet sich verstärkte und mehr nach W ausbreitete, so begünstigten diese Verhältnisse das Heraufkommen der Depression in einer Furche tieferen Drucks zwischen dem erwähnten östlichen und einem gleichzeitig im W gelegenen Maximum. Die anfänglich rasche Bewegung des Minimums, das am 28. Juli von 7<sup>a</sup> bis 9<sup>n</sup> noch durchschnittlich 49 km pro Stunde zurücklegte, wurde aber bald erheblich langsamer, da sich einerseits der Luftdruckgradient auf der Westseite der Depression infolge Vorrückens des Maximums verstärkte und andererseits auch an der Vorderseite des Minimums der Luftdruck stieg. Auf beide Umstände ist es wohl zurückzuführen, daß die Vorwärtsbewegung der Depression am 29. Juli nicht nur zum Stillstand kam, sondern sogar in eine rückläufige umschlug. Auffallend war es aber, daß sich das Minimum, entsprechend dem etwa nordsüdlichen Verlauf der Isobaren auf seiner Westseite, nicht einfach zurück nach S, sondern nach SW auf das Hochdruckgebiet zu wandte, trotzdem dieses noch im Vordringen nach E begriffen war. Vom 30. zum 31. Juli hörte zwar die Bewegung nach SW auf, aber nur um in eine nach WNW, also immer noch auf das Maximum zu gerichtete überzugehen. Allerdings war die Schnelligkeit der Ortsveränderung nur gering, da sie am 29. Juli im Mittel 21 km, am 30. nur 9 km pro Stunde betrug. Worauf diese Bewegung auf das Maximum hin zurückzuführen ist, kann im vorliegenden Falle ebenso schwer erklärt werden wie das ähnliche Verhalten des Minimums zu Anfang August 1888. Allerdings hatte der Luftdruck im Meeresniveau auf der Nordseite der Depression zugenommen, wodurch in ihre Bewegung eine westliche Komponente hinein gekommen sein könnte, es ist aber schwer zu entscheiden, ob die Zunahme des Luftdrucks auf der Südseite nicht der auf der Nordseite die Wage hielt. Eher noch dürften Temperatureinflüsse als Ursache hier in Frage kommen, da vom 29. zum 30. Juli die Temperatur im Meeresniveau auf der Nordseite der Depression stieg, auf der Südseite aber etwas abnahm. Dadurch fand auf ersterer jedenfalls eine stärkere Zunahme des Luftdrucks nach oben statt als auf letzterer.

Über die Rolle, welche etwa die starken Niederschläge bei der Wendung der Depression nach W gespielt haben könnten, ist hier ebensowenig etwas Sicheres auszusagen wie in dem früheren Falle, der sich Anfang August 1888

zutrug. Als der Luftdruckgradient auf der West- und Nordwestseite des Minimums stark abgenommen hatte, zog es in nordöstlicher Richtung weiter.

4. bis 11. Mai 1899. Am Morgen des 4. Mai nahm in Mitteleuropa die Temperatur von NW nach SE zu, offenbar unter dem Einfluß eines vom Ozean her zwischen Oder und Weichsel gelangten Minimums. Während dieses sich ausfüllte, wobei die bisherige Temperaturverteilung bestehen blieb, kam ein über Oberitalien erschienenenes Minimum herauf, gelangte jedoch trotz starker Temperaturunterschiede zwischen seiner Ost- und Westseite nur bis nach Böhmen, wo es verschwand, da wahrscheinlich ein im N vorlagerndes hohes Maximum ein weiteres Vordringen verhinderte.

Eine neue vom Mittelmeer herankommende Depression fand günstigere Bedingungen für ein Hinaufziehen nach N vor, da das Hochdruckgebiet allmählich nach E wanderte und außerdem auch nach dieser Seite zu die höheren Temperaturen lagen. Die Geschwindigkeit der Fortbewegung des Minimums entsprach allerdings nicht ganz diesen günstigen Voraussetzungen; denn sie betrug am 10. Mai von früh bis abends im Mittel nur 10 km pro Stunde. Dies erscheint um so auffallender, als der Luftdruck im W keineswegs sehr hoch war. Die Depression konnte nach NE abziehen, da das östliche Hochdruckgebiet sich weiter in südöstlicher Richtung entfernte.

24. bis 27. Mai 1899. Am Morgen des 24. Mai, als das Minimum noch über Oberitalien lag, verliefen die Isothermen über Zentraleuropa zwar ungefähr westöstlich, dagegen befand sich über Rußland ein Hochdruckgebiet. Jedenfalls begünstigte dieser Umstand das Heraufkommen der Depression. Obwohl dabei auch von W und N her der Luftdruck stieg, zog das Minimum doch mit ziemlich gleichbleibender mäßiger Geschwindigkeit weiter.

8. bis 14. September 1899. Am 8. September lag über Ungarn eine ganz flache Teildepression, die vielleicht, wie schon auf S. 104 erwähnt wurde, einer lokalen Erhöhung der Temperatur ihre Entstehung verdankt. Dieses Teilminimum wurde selbständig und trat durch eine Furche tieferen Drucks mit einem im N gelegenen Minimum in Verbindung, bewegte sich aber in dieser nur ganz wenig nach NNE und zog dann nach SE. Der Grund hierfür liegt offenbar darin, daß die Temperatur unmittelbar auf der Ostseite der Depression kaum merklich zunahm, nach dem Rande hin aber sogar eine Abnahme zeigte, während gleichzeitig der höchste Druck im W, die höchste Temperatur im S lag. Inzwischen kam von der Balkanhalbinsel her eine neue Depression, in deren vorderem Rande die erste aufging. Dieses neue Minimum zog zunächst von SE nach NW auf das früher erwähnte nördliche, jetzt an der Ostseeküste gelegene und sich verflachende Minimum zu. Der Grund für diese Annäherung könnte höchstens darin gefunden werden, daß im E eine Temperaturzunahme erfolgte. Vom Abend des 11. bis zum Morgen des 12. September bewegte sich die Depression aber nach SW, also auf das westliche Hochdruckgebiet zu. Die Ursache hierfür ist wahrscheinlich in der starken

Zunahme des Luftdrucks auf der Nordseite des Minimums und dann auch darin zu suchen, daß auf der Westseite der Gradient stärker, auf der Ostseite aber infolge der Annäherung einer neuen Depression geringer wurde. Ersterer Umstand bewirkte eine Bewegung nach W, letzterer eine solche nach S, so daß daraus eine Bewegung nach SW resultierte.

Im Laufe des 12. September wurde dann das Minimum ziemlich stationär, da es ja schon annähernd an der Spitze des Keiles hohen Luftdrucks lag und bei einer weiteren Bewegung nach S keinen hohen Druck zur Rechten mehr vorgefunden hätte. Dagegen verlagerte es sich vom 13. zum 14. September noch etwas mehr nach W, indem der hohe Druck im W langsam abnahm, und füllte sich dann aus. Inzwischen kam die neue Depression der ersten folgend herauf, zuerst in nordwestlicher, dann in westlicher Richtung, da wohl das noch vorliegende erste Minimum eine Bewegung nach S verhinderte. Während es immer flacher wurde, zog es nach der südlichen Ostsee weiter, weil der Luftdruck sowohl im W wie im N abnahm, und löste sich dort auf.

6. bis 12. Oktober 1901. Beide Minima aus dieser Periode gehören der Zugstraße III an, die uns hier weniger interessiert. Auch sind die Beziehungen zwischen ihren Bewegungen und der Luftdruck- und Temperaturverteilung schwer festzustellen. Das am 6. Oktober früh über Skandinavien liegende Minimum zog bis zum Abend direkt südwärts nach Nordwestdeutschland und von da wieder nach NE. Die Gründe für diesen Wechsel der Bewegungsrichtung können nicht angegeben werden.

Die neue am 9. Oktober an der Nordseeküste erschienene Depression wanderte bis zum 10. abends in durchschnittlich südöstlicher Richtung mit zunehmender Geschwindigkeit bis nach der Balkanhalbinsel. Vom 10. 7<sup>a</sup> bis 10. 9<sup>p</sup> legte sie im Mittel 74 km pro Stunde zurück. Da am 9. Oktober früh die Temperatur in Zentraleuropa auf der Süd- und Südwestseite der Depression ziemlich hoch war, nach E zu aber stark abnahm, so darf man die Zugrichtung des Minimums an diesem Tage sowohl auf diese Ursache wie auf den Umstand zurückführen, daß der Luftdruck von W her bedeutend stieg. Auch am nächsten Tage dauerte dieses Vordringen des Maximums nach E fort, so daß immerhin noch einiger Grund für die Fortdauer der südöstlichen Bewegung vorhanden war. Da sich aber gleichzeitig die Temperaturunterschiede zwischen W und E in Zentraleuropa sehr verringerten, ist eine bestimmte Veranlassung für das außerordentlich rasche Fortschreiten des Minimums am 10. Oktober nicht ersichtlich. Anscheinend dieselbe Depression zog in den nächsten Tagen wieder nach N, wobei sie immer flacher wurde. Diese Umkehr ist jedenfalls durch die Zunahme des Luftdrucks im E und starke Abnahme im W verursacht.

12. bis 25. Juni 1902. Ein vom Ligurischen Meer kommendes Minimum zog zunächst nach ENE, während die Isothermen bei nach S zunehmender Temperatur ungefähr in derselben Richtung verliefen, und wandte sich dann tiefer werdend nach N, was wohl hauptsächlich auf die im Innern von Rußland

herrschende höhere Temperatur zurückzuführen ist. Ein zuerst über Österreich liegendes, ebenfalls allmählich tiefer werdendes und selbständige Bedeutung erlangendes Teilminimum wurde an der Südseite der Depression einige Zeit stationär und zog dann nach NE. Eine nähere Begründung dieser ganzen Entwicklung kann nicht gegeben werden.

Gleich nach der Entfernung des Teilminimums machte sich die Annäherung einer neuen Depression von Italien her bemerkbar. Am Morgen des 16. Juni ist eine von ihr ausgehende nach Österreich hinein reichende Zunge tieferen Drucks zu bemerken, an deren Ostseite der Luftdruck besonders gestiegen war. Da außerdem schon am Tage vorher nach E hin die Temperatur zunahm, lagen günstige Bedingungen für ein Heraufkommen der Depression vor. Doch kam, wie schon auf S. 111 ausgeführt wurde, das über Italien befindliche Minimum selbst nicht heran, sondern die am 17. Juni über Ungarn liegende Depression scheint sich aus dem Ausläufer tieferen Drucks entwickelt zu haben. Sie zog dann zunächst, während die Temperatur im E hoch blieb, unter weiterer Vertiefung langsam nach NE. Die geringe Geschwindigkeit ihrer Fortbewegung ist wohl durch das Steigen des Luftdrucks im W und NW verursacht, die Zugrichtung nach NE aber dadurch, daß der im N vordringende hohe Druck eine Bewegung in dieser Richtung verhinderte.

Am 19. Juni wandte sich das Minimum nach WNW, was aus dem Steigen des Luftdrucks im NE und seiner Abnahme im W zu erklären ist. Als darauf der Druck im NE wieder geringer wurde, im NW aber stieg, zog das Minimum von neuem nach NE, wenn auch zunächst nur mit geringer Geschwindigkeit, da der Einfluß der hohen Temperatur im E durch den hohen Druck im NE vermutlich z. T. aufgehoben wurde. Vom 23. bis zum 25. Juni schlug dagegen die Depression eine südliche Bahn ein, vielleicht infolge Steigens des Luftdrucks im W.

7. bis 11. Juli 1903. Einer Erklärung der Entwicklung des hier in Frage kommenden Minimums aus der bestehenden Luftdruck- und Temperaturverteilung stehen große Schwierigkeiten entgegen. Daher sollen nur einige die Fortbewegung der Depression betreffende Beziehungen hier erörtert werden. Die wichtigsten Einflüsse, die dabei wirksam waren, bestanden, wie so häufig, in hohem Luftdruck im W gegenüber niedrigerem im E und umgekehrt in hoher Temperatur im E gegenüber niedrigerer im W der Depression. Anscheinend waren diese auf den beiden Seiten vorhandenen und im entgegengesetzten Sinne auf die Fortbewegung des Minimums wirkenden Einflüsse einander ziemlich gleich, da seine Ortsveränderung vom Abend des 8. bis zum Mittag des 10. Juli nicht bedeutend war. Weshalb es dann nach dem Innern Rußlands abzog, kann nicht festgestellt werden.

11. bis 15. Juli 1907. Die ungewöhnliche Bahn dieses vom Schwarzen Meer stammenden Minimums ist in seinem ersten nach NW gerichteten Teil vermutlich auf die hohen im östlichen Rußland herrschenden Temperaturen

zurückzuführen, das allmähliche Umbiegen der Zugrichtung nach W aber auf die auch noch in Finland, also auf der Nordseite der Depression, sich zeigende größere Wärme und endlich die Wendung nach S auf den hohen Luftdruck im W, während gleichzeitig die Temperaturen unmittelbar auf der Ostseite des Minimums kaum höher waren als auf der Westseite. Die weitere Bewegung nach SE ist dann wohl durch die hohen im Adriagebiet herrschenden Temperaturen veranlaßt, die südlich der Alpen an Stelle des Luftdruckmaximums im W traten.

17. bis 20. August 1854. Über den Zusammenhang zwischen der Bahn dieser Depression mit der Luftdruck- und Temperaturverteilung läßt sich infolge der nach E hin unvollständigen Darstellung der letzteren keine völlige Aufklärung verschaffen.

Vor der Annäherung des Minimums war anscheinend, wie so oft, die Temperatur im E von Mitteleuropa höher als im W. Es kam in der ein westliches und östliches Hochdruckgebiet trennenden Rinne tieferen Drucks, die zu einem nördlichen Minimum hinüberführte, herauf. Die in seiner Fortbewegung in der Gegend des Odergebiets eintretende Verzögerung wird man der bedeutenden Verstärkung des Luftdruckgradienten auf der Südwestseite zuschreiben dürfen.

Aus den vorstehenden Darlegungen geht hervor, daß sich zwar in den meisten Fällen die Richtung und Art der Fortbewegung der Minima mit Hilfe der besonders von Köppen und van Bebbber aufgestellten Regeln verstehen läßt, daß aber oft eine genügende Erklärung für dieses Verhalten der Depressionen aus der Luftdruck- und Temperaturverteilung im Meeresniveau nicht entnommen werden kann. Es dürfte das hauptsächlich daran liegen, daß nicht die Verteilung der betreffenden Elemente an der Erdoberfläche allein für die Fortbewegung der Zyklone maßgebend ist, sondern weit mehr die in dem ganzen ihr angehörigen Luftkörper. Die Kenntnis dieser Verhältnisse, die ganz abhängt von der Kenntnis der Größe der Temperaturabnahme im Bereich des Minimums und seiner Umgebung, ist aber im allgemeinen nur in ungenügendem Maße vorhanden.

Es bleibt auch noch folgendes zu berücksichtigen. Nachträglich, sobald eine Depression eine bestimmte Bahn eingeschlagen hat, fällt es allerdings meist nicht schwer, durch Vergleichung der Luftdruck- und Temperaturverteilung in den verschiedenen Phasen des Fortschreitens auch eine Erklärung für die Bewegungsänderungen zu finden, indem man aus den Verhältnissen am Erdboden Schlüsse auf diejenigen in den höheren Schichten der Atmosphäre zieht. Diese Folgerungen werden aber oft genug erst auf dem schon bekannten Verlauf der Bahn eines Minimums beruhen.

Es darf auch nicht übersehen werden, daß die Schlußfolgerungen, die hier aus der Luftdruck- und Temperaturverteilung auf die Bewegungen der

Minima gezogen wurden, auf einem weit genaueren und vollständigeren Material beruhen, als es die gewöhnlichen Wetterkarten bieten.

Unter diesen Umständen wird die Voraussage der Art der Fortbewegung eines Minimums auf Grund der genannten Regeln nach Maßgabe der jetzt zu Gebote stehenden Hilfsmittel zu häufigen Fehlschlägen führen müssen. Immerhin ergeben die angestellten Untersuchungen gewisse Anhaltspunkte zur Erklärung bestimmter Erscheinungen in der Entwicklung der Wetterlagen, die den Anlaß zu Sommerhochwässern der Oder boten.

Was zunächst die Ursachen betrifft, die ein Heraufkommen einer Depression von S her begünstigen, so scheint hier vor allem eine bestimmte Temperaturverteilung von Wichtigkeit zu sein, und zwar eine Zunahme der Temperatur von W nach E oder von NW nach SE in Mitteleuropa mit Einschluß der angrenzenden östlichen und südöstlichen Gebiete. Diese Verteilung ist oft verursacht durch das Bestehen einer Rinne tieferen Luftdrucks zwischen einem westlichen und östlichen Hochdruckgebiet, zuweilen auch nur durch das Vorhandensein einer Zunge niedrigeren Drucks, die von einem über Oberitalien oder angrenzenden Gebieten liegenden Minimum aus im E der Alpen nach Österreich-Ungarn hinaufreicht. In einzelnen Fällen ist jedoch die Ursache der höheren Temperatur nicht so deutlich erkennbar. In Ermangelung einer höheren Temperatur im E der Luftdruckfurche kann vermutlich auch, wie das Beispiel vom 29./30. September 1889 zeigt, hoher Luftdruck daselbst die Annäherung eines südlichen Minimums begünstigen.

Daß die Minima beim Bestehen einer Rinne dieser gern folgen, ist schon früher auf S. 136 erwähnt worden und leicht erklärlich, da sie die höhere Temperatur immer zur Rechten behalten und wohl auch auf diesem Wege den geringsten Widerstand finden. In den drei Ausnahmefällen, wo die Furche nicht benutzt wurde, lag entweder die Rinne in einer etwas ungewöhnlichen Richtung oder die Temperaturverteilung war, wie Mitte August 1888, einer Bewegung des Minimums nach N nicht günstig. Ob die geschilderten Verhältnisse die alleinige Ursache dafür sind, daß eine über Oberitalien liegende Depression sich nordwärts in Bewegung setzt, muß natürlich dahingestellt bleiben. Unter den hier behandelten Fällen gibt es einige, in denen ein Minimum trotz anfänglich günstiger Vorbedingungen nicht heraufkam. Allerdings kann man die Ursache dafür gewöhnlich darin finden, daß der im W liegende hohe Druck vordrang und die Depression gewissermaßen abspernte. Bei dem am 8. September 1888 über Oberitalien befindlichen Minimum scheint der Stillstand des unmittelbar vorangegangenen das Heraufkommen verhindert zu haben.

Sehr schwierig ist die Beantwortung der Frage nach der eigentlichen Ursache der Entstehung der Minima, die besonders in denjenigen Fällen Wichtigkeit hat, wo sie sich erst über Österreich-Ungarn entwickelten. Eine Voraussage dieser oft ganz überraschend vor sich gehenden Entwicklung einer De-

pression an einer dem Oberlauf der Oder verhältnismäßig so nahe liegenden Stelle ist leider kaum möglich. Ebensovienig läßt sich eine Vertiefung des Minimums vorhersehen. Eine Verflachung hängt zwar häufig mit einer Verzögerung der Fortbewegung zusammen, bisweilen vertieft sich aber auch im Gegenteil das Minimum dabei ein wenig, so daß dieses Merkmal unsicher ist.

Eine Verzögerung der Bewegung des Minimums wird besonders eintreten müssen, wenn der Druck auf der linken, also hier auf der Westseite um so viel steigt, daß er den vorher auf der rechten Seite vorhandenen Überdruck teilweise oder ganz aufhebt. Es kann dann unter Umständen völliger Stillstand oder gar eine Rückwärtsbewegung des Minimums eintreten. Auch hoher Druck an der Vorderseite der Depression kann ein Hindernis für ihr Vordringen bilden. Zwar zieht das Minimum bisweilen direkt in das Hochdruckgebiet eine Strecke weit hinein, es tritt aber dann eine Verzögerung des Fortschreitens ein, die, wenn sich das Maximum nicht weiterbewegt, zum völligen Stillstand des Minimums und zu seiner Auflösung führen kann. Seine Ausfüllung scheint auch bisweilen dadurch veranlaßt zu werden, daß es an die Küste der Ost- oder Nordsee gelangt, da die Temperaturschichtung über dem Wasser wohl meist eine andere sein wird als über dem Lande.

Im übrigen sind die Gründe für ein Erlöschen des Minimums aus der Luftdruck- und Temperaturverteilung am Erdboden nicht immer zu ersehen. Ebenso ist auch die Geschwindigkeit der Fortbewegung oder eine Änderung der Bahnrichtung bisweilen mit der Verteilung der meteorologischen Elemente im Meeresniveau nicht in Einklang zu bringen. Auch ist ein Urteil darüber, ob z. B. die höhere Temperatur im E oder die Zunahme des Gradienten im W der Depression deren Fortbewegung mehr beeinflussen wird, oft sehr schwierig.

Bei der bisherigen Untersuchung wurde die schon auf S. 135 erwähnte Tatsache, daß, zum mindesten bevor ein Minimum von S heraufkam, immer eine Depression über dem nördlichen Europa sich befand, nicht mit berücksichtigt. Es liegt nahe, an einen Zusammenhang zwischen solchen Minima und der Entstehung und Annäherung der von S kommenden zu denken. Daß vielleicht bisweilen gewisse Beziehungen zwischen beiden bestehen, geht, worauf ebenfalls schon früher aufmerksam gemacht wurde, daraus hervor, daß häufig eine Verbindung zwischen dem nördlichen und südlichen Minimum durch eine Rinne tieferen Luftdrucks bestand und daß sich mehrfach die südliche Depression aus einem Teilminimum am Südrande der nördlichen entwickelte. Andererseits aber war auch unstrittig nicht selten das südliche Minimum nur ein Teil einer größeren Depression über dem Mittelmeergebiet, so daß seine Entwicklung zunächst mit letzterer in Zusammenhang gebracht werden muß. Eine allgemeine Zurückführung der Entstehung der hier in Frage kommenden, von S heraufgezogenen Minima auf eine Depression über Nordeuropa scheint daher nicht zulässig.

Von besonderem Interesse dürfte es jedoch sein, der Frage näher zu treten, inwieweit etwa die gerade am häufigsten hier in Betracht kommenden, nämlich die über Oberitalien entstandenen Minima, in ihrer Entwicklung durch eine über Nordeuropa vorhandene Depression beeinflusst sein könnten. Daß sie oft durch eine Rinne tieferen Druckes mit einander in Verbindung stehen, scheint ja darauf hinzuweisen, daß gewisse Beziehungen zwischen beiden vorhanden sind. Trotzdem läßt sich aber ein bestimmter Nachweis dafür, daß die Entstehung der südlichen Depression durch die nördliche veranlaßt ist, nicht führen. Wie schon Fischer in seiner bereits mehrfach zitierten Abhandlung über das Oderhochwasser im Juli 1903 angegeben hat<sup>1)</sup>, sind damals Föhnerscheinungen am Nordfuß der Alpen, die am besten den Einfluß des nördlichen Minimums nachgewiesen hätten, nicht aufgetreten. Nun hat zwar (vgl. S. 116) die damals über Oberitalien vorhandene Depression bei der weiteren Entwicklung der Hochwasserwetterlage tatsächlich keine Rolle mehr gespielt, aber auch in allen übrigen Fällen, wo das Minimum von Oberitalien wirklich heraufkam, konnten Föhnerscheinungen im N der Alpen, die etwa durch das gleichzeitige nördliche Minimum hervorgerufen waren, nicht festgestellt werden. Da ja oft eine Zone hohen Druckes, die meist von einem Maximum im W ausgeht, zwischen den beiden Depressionen liegt, läßt sich auch schwer einsehen, wie in solchen Fällen das nördliche Minimum ein solches über Oberitalien erzeugen könnte. Nun wäre ja die Möglichkeit vorhanden, daß, wenn sich ein solcher Einfluß auch nicht am Erdboden bemerkbar machte, er doch in der Höhe vorhanden wäre. Wir haben aber früher bei Betrachtung der Luftdruckverteilung in 2500 m Höhe gesehen, daß das am 27. Juli 1897 über Oberitalien liegende Minimum wahrscheinlich in diesem Niveau schon nicht mehr vorhanden war und daß vermutlich auch die anderen sich nicht bis in größere Höhen hinauf erstreckten. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Entstehung einer Depression über Oberitalien und dem Vorhandensein einer solchen über Nordeuropa ist also nicht nachweisbar.

Eine andere Frage ist die, inwieweit etwa das Minimum im Norden einen Einfluß auf die Annäherung des südlichen ausübt. Aber auch in dieser Hinsicht läßt sich eine befriedigende Antwort nicht erteilen. Denn das Verhalten der nördlichen Depression ist (vgl. S. 136) gegenüber der südlichen bei deren Heraufkommen so verschieden, daß man bestimmte Beziehungen zwischen den Bewegungen beider Minima nicht auffinden kann. Sollte ein Einfluß vorhanden sein, so besteht er anscheinend weniger in der Ortsveränderung der nördlichen Depression als in deren Verbindung mit der südlichen durch eine Rinne oder Zone niedrigeren Drucks, die das Heraufkommen des Minimums von Süden her offenbar begünstigt.

In einem späteren Abschnitt, der die Möglichkeit einer Hochwasser Voraussage behandelt, wird es nötig sein, auf die in diesem Kapitel enthaltenen Ausführungen noch einmal zurückzukommen.

<sup>1)</sup> Geogr. Zeitschr. 1904, S. 323.

## Die Niederschläge.

### Beziehungen zwischen Niederschlägen und Luftdruckverteilung.

Um einen Überblick über den Zusammenhang zwischen den Niederschlägen und der Luftdruckverteilung zu erhalten, wurden die an den Hauptniederschlagstagen gefallenen 24stündigen Mengen in diejenigen Luftdruckkarten eingetragen, die am besten der Wetterlage zu dem Zeitpunkte entsprachen, wo die größten Beträge fielen. Welche Schwierigkeiten dabei gerade aus dem Umstande entspringen, daß die Isobarenkarten sich nur auf einen bestimmten Termin, die Regenmengen aber auf einen ganzen Tag bezogen, ist auf S. 40 genügend auseinandergesetzt worden. Bei der Schilderung der Witterungsvorgänge wurde auch wiederholt auf die Fälle aufmerksam gemacht, in denen sich Niederschlags- und Luftdruckverteilung nicht völlig deckten. Zum Verständnis der Beziehungen dieser beiden Faktoren zu einander wird man bisweilen gut tun, die von dem regenbringenden Minimum zurückgelegte Bahn mit zu berücksichtigen.

Eine Betrachtung der einzelnen Karten zeigt sofort, daß die stärksten Niederschläge immer auf der Westseite der Depression liegen. In einigen Fällen bemerkt man allerdings auch größere Mengen an der Vorder-, d. h. der Nordseite; diese rühren aber gewöhnlich, worauf noch später zurückzukommen sein wird, von Gewittern her. Die anderen Seiten des Minimums sowie dessen Zentrum empfangen im allgemeinen keine größeren Niederschlagsmengen. Man kann also, wenn man die dem Isobarenverlauf entsprechenden Windverhältnisse berücksichtigt, den Satz aufstellen, daß die Hauptniederschläge bei Winden aus nördlicher oder auch, bei einem Verlauf der Isobaren von NW nach SE, wie er wiederholt vorkam, aus mehr westlichen Richtungen fielen.

Was die Entfernung der Hauptniederschlagszone vom Kern des Minimums betrifft, so scheint dabei der mehr östliche oder westliche Verlauf der Zugstraße eine gewisse Rolle zu spielen. Bei den westlicher ziehenden Depressionen liegt das Gebiet stärkster Niederschläge im allgemeinen dem Zentrum näher und jedenfalls noch vorzugsweise im Bereich des Minimums selbst, während bei den auf weit östlich gelegener Bahn sich bewegenden Depressionen die Hauptregenzone schon in das Übergangsgebiet zum Maximum fällt. Der Grund dafür dürfte vorwiegend darin liegen, daß die auf der Westseite des Minimums in der Nähe des Zentrums wehenden Winde bei sehr östlicher Lage der Depression Luft vom Lande, aus Rußland, herbeiführen, während weiter im W schon feuchtere, von der See stammende Luft durch die nördlichen Winde befördert wird. Damit letzteres noch möglich ist, muß natürlich das Depressionsgebiet genügend ausgedehnt sein. Zum Teil sind die in diesen Randgebieten fallenden Niederschläge auch Gewitterregen.

Wichtiger als die eben behandelte Frage erscheint eine andere, die damit im Zusammenhange steht, nämlich die: welche Beziehungen bestehen zwischen der Bahn oder überhaupt der Lage des Minimums und der Verteilung der Niederschläge im Odergebiet?

Für die Entstehung der Sommerhochwasser der Oder selbst kommen nach Fischer<sup>1)</sup> hauptsächlich folgende Niederschlagsherde in Frage: 1. das Quellgebiet der Oder mit den Nebenflüssen bis zur Olsa einschließlich, 2. das Gebiet der mittleren Sudeten mit der Glatzer Neiße und 3. das Gebiet der nördlichen Sudeten mit dem Bober als Hauptabflußrinnen. Daneben können dann auch noch die rechten, vom schlesisch-polnischen Hügellande stammenden Nebenflüsse eine, wenn auch mehr untergeordnete Rolle spielen.

Unsere Frage läßt sich nun zunächst ganz allgemein dahin beantworten, daß, je mehr östlich oder westlich der Weg der Depression verläuft, auch die Niederschlagsherde im Odergebiet sich entsprechend verschieben. Gelangt das Minimum weit nach W, so wird besonders das Gebiet der nördlichen Sudeten und das anschließende Elbegebiet vom Niederschlag betroffen, zieht es östlich, dagegen das Quellgebiet der Oder (und Weichsel) und auch unter Umständen der Bereich der rechten Nebenflüsse, während das Gebiet um die Glatzer Neiße herum natürlich bei einem mittleren Verlauf der Bahn den meisten Niederschlag empfängt. Bei noch östlicherer Lage der Depressionsbahn erhält meist nur das Weichselgebiet starke Niederschläge, wenn das Depressionsgebiet nicht sehr ausgedehnt ist.

So einfach diese Regel auch erscheint, so gestalten sich im einzelnen die Verhältnisse oft recht verwickelt, zumal Ausnahmen, die durch besondere Umstände bedingt sind, daneben auch noch vorkommen. Gingen die Minima stets in ungefähr süd-nördlicher Richtung am Odergebiet vorüber, dann wäre die Sachlage ziemlich klar, so aber zeigen die Bahnen große Verschiedenheiten und sind selbst bei denselben Depressionen oft starken Richtungsänderungen unterworfen, so daß das Minimum bald diesem, bald jenem Teile des Odergebietes näher ist. Dazu kommt, daß offenbar nicht immer die Lage des Zentrums der Depression allein entscheidend ist, sondern auch ihre Gestalt und der Verlauf der Isobaren. Im allgemeinen kann man wohl aber sagen, daß von S kommende Minima, die, wenn sie bei nicht allzu östlicher Zugrichtung in der Nähe des Odergebietes gelangt sind, wenigstens zeitweise nach NW oder W sich bewegen, besonders den nördlichen Sudeten, dagegen Minima in Ostungarn und Ostgalizien oder auch noch im südöstlichen Polen dem Quellgebiet der Oder Niederschläge bringen. Für die mittleren Sudeten dürfte die Lage des Minimums etwa in der Gegend von Krakau von besonderer Bedeutung sein.

---

<sup>1)</sup> Karl Fischer, Die Sommerhochwasser der Oder von 1813 bis 1903. (Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Bes. Mitt., Bd. 1, Nr. 6. S. 2).

Abweichungen hiervon kommen natürlich, wie schon angedeutet, vor. So erzeugte das Minimum um Mitte März 1894 (Taf. 31, 9 e) die Hauptniederschläge in der Zeit vom 15. 7<sup>a</sup> bis 16. 7<sup>a</sup> im Bobergebiet, obwohl man seiner Bahn nach wohl mehr in den mittleren Sudeten die größten Mengen hätte erwarten sollen; denn auf der nicht veröffentlichten Karte vom 16. März 7<sup>a</sup> befindet sich das Zentrum der Depression etwas südöstlich von Krakau. Die Ursache liegt hier wahrscheinlich in dem durch die Gestalt des Minimums hervorgerufenen Verlauf der Isobaren, die sich auf seiner Nordseite rasch nach E wandten, so daß besonders die etwas entfernter vom Minimum auf der Westseite liegenden Teile des Odergebietes feuchte Luft von der See her erhielten, die näher am Zentrum gelegenen aber mehr solche, die aus E stammte und bei der in der frühen Jahreszeit herrschenden ziemlich niedrigen Temperatur nicht so viel Feuchtigkeit enthielt.

Anfang September 1890 (Taf. 27, 6f und 6g) fielen die größten Niederschlagsmengen im Riesengebirge und in Böhmen, obwohl das Minimum in Rumänien lag. Es handelt sich um einen der oben erwähnten Fälle einer sehr weit östlich liegenden Depression, bei der die Hauptniederschläge erst im Übergangsbereich zum Maximum auftreten. Der Grund dafür ist ebenfalls schon früher angegeben worden und ähnlich wie im vorhergehenden Falle: erst weiter im W gelangt der Luftdruckverteilung entsprechend stärker mit Feuchtigkeit gesättigte Luft in das Odergebiet. Auch Mitte Mai 1897 (Taf. 34, 12e und 12f), sowie vermutlich am 18. Juni 1902 liegen die Verhältnisse ähnlich. Am 14. Juni 1902 (Taf. 45, 18d) spielt bei der Niederschlagsverteilung der Verlauf der Isobaren anscheinend ebenfalls eine größere Rolle als die Lage des Minimums selbst.

Daß am 9. Juli 1903 (Taf. 48, 19f) die größten Niederschlagsmengen im Bereich der Glatzer Neiße fielen, trotzdem das Minimum am Morgen noch in der Gegend von Lemberg lag, kam daher, daß es im Laufe desselben Tages bis in die Gegend zwischen Krakau und Warschau zog und sich dann erst wieder etwas nach E zurückwandte.

Es ist bei dem häufigen Wechsel der Zugrichtung des Minimums leicht erklärlich, daß bei vielen Hochwasserfällen nicht ein Hauptniederschlagsgebiet, sondern mehrere auftraten oder neben dem Hauptherde noch andere Gebiete mit ebenfalls recht starken Niederschlägen vorhanden waren. Jedoch ist es, wie Fischer bereits festgestellt hat und worauf schon auf S. 124 hingewiesen wurde, in neuerer Zeit nicht vorgekommen, daß alle Zuflußgebiete der Oder gleichzeitig von starken Regenfällen betroffen wurden, was vor 1854 häufiger der Fall gewesen sein soll.

Die Untersuchung des Hochwassers vom August 1854 (Taf. 51 und 52), bei dem sogar die rechten Nebenflüsse sehr stark beteiligt waren, hat nun gezeigt, daß die Verteilung der Niederschläge über alle Zuflußgebiete dadurch hervorgerufen wurde, daß das Minimum auf der rechten Seite der Oder ziemlich

parallel mit ihr langsam nach NW sich fortbewegte und dann stationär wurde. Als Ursache für eine Verbreitung der starken Niederschläge über das ganze schlesische Odergebiet genügt also eine Bahn des Minimums, durch die nach und nach alle Zuflußgebiete in den Bereich der starken Niederschläge gezogen werden. Natürlich wird diese Bedingung auch noch in etwas anderer Weise erfüllt werden können, als dies 1854 der Fall war. Doch scheint immerhin im Jahre 1813, wie aus der Untersuchung von Mann hervorgeht<sup>1)</sup>, die Beteiligung des ganzen Odergebietes an dem Hochwasser in ähnlicher Weise dadurch zustande gekommen zu sein, daß eine im SE liegende Depression sich zunächst langsam nach NNW ausbreitete und infolgedessen die Zone der stärksten Niederschläge allmählich ganz Schlesien umfaßte. Die von Mann auf Blatt 3 seiner Karten gezeichnete und nach NE gerichtete Bahn des Minimums dürfte wohl etwas zu sehr ausgeglichen sein. Wenn auch schließlich die Depression nach NE abzog, hat sie sich doch vorher eine Zeit lang nach NNW bewegt. Im übrigen hebt ja auch der Verfasser selbst die Ausdehnung des Depressionsgebietes nach W hervor.

#### **Das Wandern der Niederschlagsgebiete.**

In den vorstehenden Ausführungen wurde schon angedeutet, daß sich die Hauptniederschlagsgebiete entsprechend der Änderung der Lage des Minimums zu verschieben pflegen. Dieses Fortschreiten der Regengebiete ist, soweit es mit den von W kommenden Depressionen zusammenhängt, bereits Gegenstand einer Abhandlung von E. Leß<sup>2)</sup> gewesen, der diese Erscheinung an einem für die genaue Darstellung der Regengebiete allerdings etwas geringfügigem Material untersuchte, um sie zu Prognosenzwecken auszunutzen. In der Tat scheint es auch, daß sie unter Umständen recht gut dazu verwendet werden kann. Es verdient daher die Frage näher untersucht zu werden, wie diese Verschiebung der Niederschlagsgebiete bei den hier hauptsächlich in Betracht kommenden Minima, nämlich den von S heraufziehenden, sich gestaltet.

Aus unseren Luftdruckkarten lassen sich bereits mehrere Beispiele solcher Änderungen der Lage der Niederschlagszonen mit dem Fortschreiten des Minimums ohne weiteres entnehmen. Verwiesen sei hier besonders auf die Karten vom 2. August 1888 9<sup>p</sup> und 3. August 7<sup>a</sup> (Taf. 22, 1g und h), 28. und 29. Juli 1889 7<sup>a</sup> (Taf. 25, 4c und d), 13. Juli 1891 9<sup>p</sup> und 14. Juli 7<sup>a</sup> (Taf. 28, 7c und d), 15. und 16. März 1894 9<sup>p</sup> (Taf. 31, 9c und d), 28. Juli 1897 7<sup>a</sup> und 9<sup>p</sup>, 29. Juli 9<sup>p</sup> und 30. Juli 7<sup>a</sup> (Taf. 35 und 36, 13c, d, f und g), 10. Mai 1899 7<sup>a</sup> und 9<sup>p</sup> (Taf. 39, 14i und k). Auch in anderen Fällen würden diese

<sup>1)</sup> Heinrich Mann, Das Hochwasser vom August/September 1813, seine Ursachen und sein Verlauf. (Jahrb. für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteilungen Bd. I., Nr. 2.)

<sup>2)</sup> E. Leß, Über die Wanderung der sommerlichen Regengebiete durch Deutschland. (Met. Zeitschr. 1905, S. 496 ff. und 529 ff.)

Verschiebungen besser zum Ausdruck kommen, als auf unseren Karten der Fall ist, wenn es möglich gewesen wäre, die Luftdruckverteilung immer gerade für den Zeitpunkt darzustellen, der am besten der Zeit des stärksten Niederschlages entsprach. Diese Tatsache weist uns wieder auf den Übelstand hin, daß die Niederschlagskarten die innerhalb eines ganzen Tages gefallenen Regemengen wiedergeben, die Luftdruckkarten sich aber nur auf einen bestimmten Termin beziehen. Besonders bei rascher Fortbewegung des Minimums wird daher die Niederschlagskarte ein Bild geben, auf dem als gleichzeitig dargestellt wird, was nur eine Aufeinanderfolge verschiedener Zustände der Niederschlagsverteilung ist. Jedenfalls könnte man den Zusammenhang zwischen dem Fortschreiten der Regengebiete und der Depressionen vielfach besser erkennen, wenn es möglich wäre, Niederschlagskarten für kürzere Zeiträume zu zeichnen, eine Forderung, deren Erfüllbarkeit zurzeit ausgeschlossen ist, da in den meisten Beobachtungsnetzen die Niederschlagsmenge nur einmal am Tage gemessen wird.

Alle oben angeführten Beispiele der Verschiebung der Niederschlagszonen beziehen sich nun aber mit einer Ausnahme auf solche Fälle, bei denen das Minimum schon in die Nähe des Odergebietes gelangt war, während uns hier die Frage in weit höherem Grade interessiert, ob sich dieses Fortschreiten schon früher, während des Heraufziehens der Depression aus S, bemerkbar macht.

Wie schon angedeutet, läßt sich in der Tat dieses Wandern der Hauptniederschlagszone an einem der erwähnten Beispiele, nämlich aus den Karten vom 28. bis 30. Juli 1897, sehr gut erkennen. Die Verschiebungen an sich sieht man noch deutlicher aus den Niederschlagskarten Taf. 4—7. In der Nacht vom 27. zum 28. Juli, als das Minimum sich von Oberitalien aus in Bewegung gesetzt hatte, mit seinem Kerne aber noch ganz im S lag, während sich allerdings das Depressionsgebiet schon weiter nach N erstreckte, lag die Zone stärkster Niederschläge noch vorzugsweise im Donaugebiet, während sie sich im Lauf des 28. gleichzeitig mit dem Heraufkommen des Minimums nach NNE und NE ausbreitete. Die weiteren Verschiebungen des Hauptregengebieten nach W und vom 30. zum 31. auch nach N hängen eng mit den Bewegungen des Minimums zusammen. Übrigens verdient hervorgehoben zu werden, daß die starken Niederschläge vom 27. zum 28. im S im Grunde genommen einen etwas anderen Charakter trugen als die der folgenden Tage, da sie vielfach von Gewittern begleitet waren, während gerade die großen Regemengen der nächsten Tage als reine Landregen auftraten. Die Niederschlagsstärke bleibt sich bei der Wanderung des Regengebieten auch nicht gleich, sondern nimmt bis zur Nacht vom 29. zum 30. erheblich zu. Dies ist auch im Donaugebiet am Nordfuß der Alpen der Fall, wo die Niederschlagsmengen, auch nachdem das Minimum heraufgezogen war, nicht ab-, sondern

zunahmen. Unstreitig treten auch die Gebirgszüge bei der Fortbewegung der Regengebiete als ein das Gesamtbild etwas störendes Moment auf.

Ein Fortschreiten der Niederschlagszone schon von den Alpen her nach N läßt sich ferner erkennen bei der ersten der beiden Depressionen, die Veranlassung zu dem Hochwasser Anfang Oktober 1889 gaben, wie man aus den hier nicht mitgeteilten Niederschlagskarten ersehen kann. Vom 29. zum 30. September traten zunächst südlich der Donau stärkere Niederschläge auf, als die am 29. früh am Ligurischen Meerbusen liegende Depression anfang sich in Bewegung zu setzen, indem sie zunächst ein Teilminimum vorausschickte. Mit dem Heraufkommen des Hauptminimums selbst verlagerte sich dann vom 30. September zum 1. Oktober die Zone stärksten Niederschlages in die Gegend zwischen Donau und Oder, wie man aus der Luftdruckkarte vom 1. Oktober (Taf. 26, 5 e) ersieht.

Am 14. März 1894 sind anscheinend am Nordfuß der Alpen stellenweise schon stärkere Niederschläge gefallen, also wieder zu einer Zeit, als die Depression über Oberitalien eben anfang, sich in Bewegung zu setzen. Am nächsten Tage traten dann erst mit der Annäherung des Minimums an das Odergebiet daselbst starke Regen- und Schneefälle auf, während schwächere Niederschläge allerdings auch bereits am Tage vorher gefallen waren. Die vorstehend genannten drei Fälle sind jedoch die einzigen, wo sich ein Fortschreiten der Niederschlagszone schon vom Alpengebiet her nach Norden mit einiger Sicherheit nachweisen läßt. Ein Grund dafür liegt wahrscheinlich darin, daß sich die von S her kommenden Minima bis in die Nähe des Odergebiets nicht selten so rasch fortbewegen, daß auf den 24stündigen Regenkarten die Niederschläge im Donau- und Odergebiet als gleichzeitig auftretend erscheinen, während sie in Wahrheit zeitlich aufeinander folgen. Eine andere Ursache kann darin gefunden werden, daß sich manche Depressionen erst in Österreich-Ungarn bildeten. Aber auch die weiter aus S stammenden Minima kommen meist erst während des Heraufziehens zur vollen Entwicklung, so daß auch die Regenfälle erst später zu ihrer bedrohlichen Stärke anwachsen. Ja, es kann vorkommen, daß es im Odergebiet früher zu regnen beginnt als im Bereich der Donau. So traten in ersterem schon am 1. August 1888 unter dem Einfluß der von Oberitalien im E der Alpen nach N hinaufreichenden Zunge niedrigeren Druckes Regenfälle mit Beträgen von mehr als 20 mm, allerdings im Gefolge von Gewittern, auf, während südlich davon bis zu den Alpen Niederschläge nur ganz vereinzelt in unbedeutender Menge fielen. Am 2. August stellte sich der Regen im Donau- und Odergebiet offenbar ziemlich gleichzeitig ein, erreichte aber im Bereich der Oder eine größere Stärke als in dem der Donau. Die von SE, von der Balkanhalbinsel kommenden Depressionen scheinen ein erhebliches Niederschlagsgebiet nicht mit sich heraufzuführen, vielmehr beginnen offenbar die stärkeren Regenfälle erst in der Gegend des Odergebietes, wenn die Isobaren so verlaufen, daß feuchte Winde

aus nördlichen Richtungen auf die das Oder- und auch das obere Weichselgebiet begrenzenden Gebirge treffen.

Wie man sieht, ist also die Möglichkeit, den Eintritt starker Niederschläge im Odergebiet auf Grund des Fortschreitens der Niederschlagszonen von S her bei einmaliger täglicher Niederschlagsmessung vorauszusagen, eine sehr geringe. Der prinzipielle Unterschied zwischen den von W und von S her sich nähernden Depressionen liegt hier wohl darin, daß die von W herankommenden im allgemeinen bereits auf dem Ozean voll ausgebildet sind, während sich die von S stammenden bei ihrem Erscheinen gewöhnlich noch im Stadium der Entwicklung befinden, und daß die ersteren auf einem weit längeren Wege verfolgt werden können als die letzteren, bevor sie in die Gegend des Odergebiets gelangen.

Es wäre aber denkbar, daß eine eingehende Bearbeitung dieser Frage, d. h. speziell des Fortschreitens der Regenzonen von den Alpen bis zu den Sudeten und Beskiden, zu bestimmteren Ergebnissen führen würde, wenn ein österreichisches Institut, dem alles einschlägige Material, insbesondere auch die Aufzeichnungen der Beobachter über den Beginn der Niederschläge und die der selbstregistrierenden Regenmesser zur Verfügung ständen, eine solche Untersuchung durchführen wollte. Sie hätte auch für Österreich selbst ein großes Interesse, weil fast jedesmal, wenn das preußische Odergebiet von starken Regenfällen und darauffolgenden Überschwemmungen betroffen wird, Teile von einem oder mehreren der benachbarten Länder Böhmen, Mähren, Österreichisch-Schlesien, Galizien in Mitleidenschaft gezogen werden.

Es ließe sich auch daran denken, die Zeit des Beginns der Niederschläge an den verschiedenen Orten, soweit sie aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial sich ermitteln läßt, dazu zu benutzen, um das Fortschreiten der Niederschlagszonen durch Isochronen festzustellen. Diesem Versuch stellten sich aber erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Handelte es sich immer nur um ein einzelnes Minimum, das von S heraufkäme, ohne Verbindung mit anderen Minima oder Teildepressionen, so würde sich wohl ein allmähliches Fortschreiten des Beginns der Niederschläge mit der Bewegung des Minimums ziemlich deutlich erkennen lassen. Leider liegen aber die Verhältnisse eigentlich in keinem Falle so einfach. Gewöhnlich ist ja auch ein Minimum im Norden vorhanden, das vielleicht schon Niederschläge im Odergebiet verursacht, während das südliche Minimum erst anfängt sich zu nähern. Wenn diese Niederschläge auch vielleicht nicht stark sind, so kann man doch vielfach nicht feststellen, wann die Wirkung des nördlichen Minimums aufhört und die des südlichen beginnt. Dazu kommen dann die Einflüsse von Teildepressionen, die, wie wir sahen, an der Vorderseite des südlichen Minimums Gewitter erzeugen und dadurch die Einwirkung des südlichen Minimums auf den Beginn des Regens bisweilen ganz verwischen. Oft sind ja auch die Verhältnisse noch weit verwickelter durch die Mitwirkung anderer Teilminima, die am Rande der nördlichen Depression

entstehen; kurz, eine einwandfreie Feststellung des fortschreitenden Regenbeginns unter Einwirkung des südlichen Minimums wird sich schon aus diesen Gründen selten ermöglichen lassen. Aber selbst, wenn es gelänge, dieses Fortschreiten der Regengebiete wenigstens im Bereich der Oder einwandfrei nachzuweisen, so hätte ein solcher Befund doch nur geringen prognostischen Wert für die Ansage von Regenfällen in diesem Gebiet, während die rechtzeitige Meldung der im oberen Einzugsgebiet gefallenen Niederschlagsmengen der Oderstrombauverwaltung in Breslau immerhin für die Vorhersage der Pegelstände im Hauptstrom Nutzen bringen wird.

In einer bestimmten Beziehung zeigen die südlichen Depressionen ein ähnliches Verhalten wie die westlichen. Leß weist nämlich darauf hin<sup>1)</sup>, daß fast stets das Regenwetter nicht von der Barometerdepression selbst, sondern von einem mehr oder weniger gut entwickelten Teilminimum eingeleitet wird. Es ist aber schon auf S. 135 auseinandergesetzt worden, daß sich auch hier in der Regel ein Teilminimum oder wenigstens eine Zunge tieferen Drucks, die im Grunde als ein Teilminimum aufgefaßt werden kann, an der Vorderseite des Hauptminimums zeigte.

#### **Gewitter an der Vorderseite der Depression. Art der Niederschläge.**

Die Teilminima, die häufig in eine Rinne tieferen Drucks zwischen der südlichen und einer nördlichen Depression hineinreichen, sind offenbar die Ursache von Gewittern, die sich fast stets an der Vorderseite des südlichen Minimums bemerkbar machen. Solche einleitenden Gewitter haben nur in zwei Hochwasserperioden gefehlt, nämlich Ende September 1889 und Mitte März 1894. Vermutlich dürften diese Ausnahmen in der vorgerückten bzw. frühen Jahreszeit, zu der die Witterungsereignisse sich abspielten, ihren Grund haben. Auch bei den Depressionen der Zugstraße III, die in einigen Perioden als Ursachen der starken Niederschläge in Frage kamen, traten stets Gewitter an der Vorderseite auf, selbst im Oktober 1901. Allerdings herrschten an dem Gewittertage, dem 7. Oktober, im Osten hohe Temperaturen im Gegensatz zu niedrigen im W.

Die vor Annäherung des Hauptminimums an dessen Vorderseite und im Gefolge von Teildepressionen eintretenden Niederschläge tragen also im allgemeinen den Charakter von Gewitterregen. Dagegen fielen die eigentlichen von der heraufkommenden Depression selbst auf deren Westseite verursachten Niederschläge fast ausschließlich als Landregen. Eine Ausnahme machen die Niederschläge am 28. Juli 1889 (Taf. 25, 4 c), die vielfach von Gewittern begleitet waren. Die Hauptniederschlagszone fiel damals bereits in die Ebene zwischen Oder und Weichsel.

Die auf den Niederschlagskarten vom 3. und 4. August 1888 morgens (Taf. 1 und 2) und den entsprechenden Luftdruckkarten vom 2. August 9<sup>h</sup> und

<sup>1)</sup> A. a. O. S. 537.

3. August 7<sup>a</sup> (Taf. 22, 1 g u. h) bemerkbaren von dem westlichen Niederschlagsgebiet getrennten Gebiete starken Niederschlages im E sind auch auf Gewitterregen zurückzuführen, charakterisieren sich aber als solche, die auf der Vorderseite des Minimums auftreten.

Überhaupt kommen solche von den Hauptniederschlagsgebieten getrennten Gewitterherde an der Vorderseite der bereits heraufgekommenen Depression wiederholt besonders in Ostpreußen vor. In einzelnen Fällen fanden während der Hauptregenperiode auch sonst noch Gewitter statt, wie z. B. am 30. Juli 1897. Diese traten aber schon außerhalb der eigentlichen Regenzone in Oberschlesien auf. In den folgenden Tagen, als die Depression sich verflachte und abzog, wurden ebenfalls noch vielfach Gewitter im Odergebiet beobachtet. Gleichfalls als Gewitterregen und zwar im Rücken des abziehenden Minimums fielen die Niederschläge am 11. Juli 1903 (Taf. 48, 19b). Besonders auf der zugehörigen Niederschlagskarte vom 12. Juli morgens (Taf. 19) fällt die eigentümliche strichartige Anordnung der Regengebiete auf. In welchem Zusammenhang diese mit dem Fortschreiten der Gewitter steht, kann hier leider nicht untersucht werden, zumal die Zonen starken Niederschlages fast ganz außerhalb des preußischen Stationsnetzes liegen und Isobronten sich nicht zeichnen ließen.

#### **Die Verteilung der Niederschläge im Gelände.**

Daß die Niederschlagsverteilung meist eine starke Abhängigkeit von der Bodengestalt zeigt, ist so selbstverständlich, daß es an sich nicht besonders hervorgehoben zu werden brauchte, wenn sich nicht noch einige andere Fragen hieran knüpften. Die auf der Westseite des Minimums herrschenden Winde wehen ja meist direkt oder wenigstens unter einem spitzen Winkel auf die das Odergebiet auf der linken Seite begrenzenden Sudeten sowie im Quellgebiet auf die Beskiden zu und müssen daselbst emporsteigend stärkeren Niederschlag erzeugen. Meist sind sie auf die Nordseite des Gebirges hin gerichtet, so daß dort der Niederschlag am größten ist. Bisweilen traten aber auch bei einem etwa von SE nach NW oder noch mehr nach W sich erstreckenden Verlauf der Isobaren und dadurch bedingten W- oder gar SW-Winden in den Sudeten, bei deren Streichrichtung im nördlichen Teil von WNW nach ENE und im südlichen von NW nach SE, die meisten Niederschläge auf der Südseite auf. Im letzteren Falle würde natürlich das Odergebiet im Bereich der begrenzenden Gebirge nur wenig betroffen werden, wenn die starken Niederschläge ganz auf die Luvseite des Gebirges beschränkt blieben. Dies ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall. Sie reichen vielmehr noch über den Kamm des Gebirges hinüber, nehmen aber dann allerdings nach der Ebene zu rascher ab als auf der Südseite. Die Ursache dafür dürfte wohl darin zu suchen sein, daß die am Gebirge aufsteigenden Luftmassen ihre erzwungene Aufwärtsbewegung noch einige Zeit beibehalten, wenn sie vom Winde über

den Kamm des Gebirges hinweg geführt werden. Bei sehr hohen Gebirgen, bei denen die Hauptkondensationszone schon unterhalb des Kammes liegt, wird sich natürlich dieses Hinübergreifen der Niederschläge nicht so bemerkbar machen können, wie bei Mittelgebirgen.

In den Hochwasserfällen, die im Frühjahr eintraten, lag die Zone der stärksten Niederschläge in den Sudeten meist noch in den mittleren Höhen, während sich in Kammhöhe, besonders des Riesengebirges, schon wieder eine merkliche Abnahme zeigte. Mitte März 1894 waren sogar die auf der Schneekoppe gefallenen Mengen gegenüber den in tieferen Lagen beobachteten nur ganz unbedeutend. Der Grund dafür ist offenbar der, daß die Temperatur auf der Westseite der hier in Frage kommenden Depressionen im Frühjahr noch niedriger ist als ohnehin schon im Sommer. Die Maximalzone der Niederschläge muß daher tiefer liegen als im Sommer.

Im übrigen bleibt aber auch sonst die Zone stärkster Niederschläge keineswegs auf die Höhe der Gebirge beschränkt, sondern gerade schon in den mittleren Höhen im Bereich der Vorberge fallen sehr bedeutende Mengen, ja sie erreichen dort nicht selten ihr Maximum.

Was die Größe der im Gebirge vorkommenden Tagesmengen des Niederschlages betrifft, so sind Mengen über 100 mm sehr häufig. Die höchsten Beträge, die am 30. Juli 1897 und am 10. Juli 1903 gemessen wurden, gingen z. T. erheblich über 200 mm hinaus, und zwar fielen diese großen Mengen als Landregen ohne jede Gewittererscheinung.

Wenn nun auch als Entstehungsherde der Hochwasser vor allem die das Odergebiet umsäumenden Gebirge in Frage kommen, so wäre es doch ein Irrtum zu glauben, daß die im Hügellande und in der Ebene gefallenen Niederschläge dagegen gar keine Bedeutung hätten. Es ist ja auch schon oben (S. 184) bei Anführung der von Fischer aufgestellten Einteilung der Entstehungsherde der Hochwasser erwähnt worden, daß die Niederschläge im Bereich der rechten, vom schlesisch-polnischen Hügellande stammenden Nebenflüsse, bisweilen eine Rolle spielen können, wie dies besonders im August 1854 der Fall war. Aber auch in den ebeneren Gebieten auf der linken Seite der Oder fallen oft noch so bedeutende Mengen, daß ihr Einfluß auf die Verstärkung des Hochwassers nicht zu unterschätzen ist. Man braucht nur die hier mitgeteilten Summenkarten der Niederschläge (Taf. 3, 8, 11, 14 und 20) zu betrachten, um sofort zu sehen, daß die Ebene noch sehr erhebliche Niederschlagsmengen empfing. So betrug in der Periode vom 28. Juli bis 4. August 1897 fast im ganzen Odergebiet bis zur Warthe die Regensummen über 60 mm auf der linken Seite sogar über 80 mm. Die Zone mit einer Niederschlagssumme über 100 mm erstreckte sich auf der linken Seite bis weit in die Ebene, und z. T. über die Oder hinweg, die mit Mengen über 150 mm vom Quellgebiet des Bobers hinab bis zum Unterlauf des Queiß.

In der Periode vom 15. bis 25. Juni 1902 bestand ein zusammenhängendes Gebiet mit mehr als 100 mm Niederschlag, das den ganzen Oberlauf der Oder bis zum Bober einnahm und sich auf der linken Seite bis über den mittleren Bober hinweg ausdehnte. Bis zu 200 mm fielen in einem über die Gegend von Ratibor von links nach rechts hinübergreifenden Streifen. Im Juli 1903 empfing der ganze Bereich der oberen Oder bis zur Glatzer Neiße und dem Bober einschließlich über 100 mm Niederschlag. Ein Streifen mit mehr als 150 mm verlief vom Quellgebiet der Glatzer Neiße über die Oder hinweg bis zur oberen Warthe. Es ist klar, daß so erhebliche, große Gebiete der Ebene umfassende Niederschläge wesentlich zur Verstärkung eines Hochwassers beitragen müssen, ja es kann fraglich erscheinen, ob ein Oderhochwasser von außerordentlicher Größe im ganzen Verlauf des Flusses überhaupt zu Stande kommen würde, wenn die Niederschläge allein auf die Gebirge beschränkt wären.

Auch die einzelnen Tagesmengen lediglich infolge von Landregen können in der Ebene recht bedeutende Beträge erreichen. Allerdings gehören Mengen über 100 mm, wie sie infolge von Gewittern in der Ebene häufiger vorkommen, zu den großen Seltenheiten. Nur in einem Falle, vom 29. zum 30. Juli 1897, fielen 108 mm und zwar in Koschmin (Bartsch). Dagegen traten Mengen zwischen 80 und 100 mm schon eher auf, und Tagesbeträge über 50 mm wurden bisweilen über große Strecken hin beobachtet. In den Vorbergen jedoch sind Mengen über 100 mm an einem Tage schon sehr häufig.

#### **Größe der Tagesmaxima in den verschiedenen Monaten.**

Wie bereits von Hellmann im Regenwerk I S. 117 ff. allgemein für Norddeutschland festgestellt wurde, unterliegt die Höhe der mittleren Tagesmaxima des Niederschlages einer jährlichen Periode und zwar in dem Sinne, daß die größten Mengen durchschnittlich in den eigentlichen Sommermonaten vorkommen. Da sich nun die hier behandelten Hochwasserperioden über die Monate vom März bis Oktober erstrecken und offenbar das Eintreten einer Hochwassergefahr teilweise abhängig ist von der Größe der Tagesmengen der Niederschläge, wenn dabei auch noch viele andere Momente eine wichtige Rolle spielen, so dürfte es nützlich sein, festzustellen, welche Beziehungen zwischen der Größe der Tagesmaxima und den Monaten, in denen die Hochwasser eintraten, vorhanden sind.

In der folgenden kleinen Tabelle sind die mittleren und absoluten Tagesmaxima, die in den einzelnen Monaten im Verlauf der hier besprochenen Hochwasserperioden beobachtet wurden, zusammengestellt. Sie beziehen sich nur auf das preußische Odergebiet und stammen lediglich von Landregen, nicht auch von Gewitterregen.

Monat	Zahl der Fälle	Mittleres Maximum	Absolutes Maximum
März . . . . .	1	91	91
Mai . . . . .	4	65	77
Juni . . . . .	3	109	145
Juli . . . . .	4	197	240
August . . . . .	2	114	121
September . . . . .	4	111	167
Oktober . . . . .	1	102	102

Wenn diese Werte bei der geringen und ungleichen Zahl der Fälle natürlich auch noch viele Zufälligkeiten enthalten, so zeigen sie doch ein sehr unterschiedenes Anwachsen bis zum Juli. Besonders fallen auch die geringen dem Mai zukommenden Beträge ins Auge. Man kann daraus vielleicht den Schluß ziehen, daß Hochwasser der Oder, die auf große Tagesmengen des Niederschlages zurückzuführen sind, im Mai nur selten vorkommen dürften. Tatsächlich sind auch, wie das von Fischer aufgestellte Verzeichnis der Hochwasser seit 1813 in seiner schon mehrfach erwähnten Abhandlung über die Sommerhochwasser der Oder ergibt, außerordentlich große Anschwellungen der Oder wie in den eigentlichen Sommermonaten, im Mai bisher nicht beobachtet worden. Da aber in diesem Monat vielfach nicht allein der Regen, sondern auch noch das Schmelzwasser von Schnee aus den Gebirgen in Betracht kommt, sind die Maihochwasser trotzdem bisweilen nicht unbedeutend.

#### **Einfluß der Geschwindigkeit des Zuges der Minima auf die Größe der Niederschläge.**

Aus der Schilderung der Witterungsvorgänge bei den einzelnen Hochwassern geht hervor, daß die Minima in ihrer Fortbewegung oft eine mehr oder weniger große Verzögerung erlitten, ja bisweilen völlig stationär wurden. Da wir nun schon festgestellt haben, daß eine Verschiebung der Niederschlagszonen entsprechend der Änderung der Lage des Minimums einzutreten pflegt, so muß auch die Geschwindigkeit der Fortbewegung der Depression die Menge der an einer bestimmten Stelle fallenden Niederschläge beeinflussen. Unter gleichen Verhältnissen, d. h. wenn die Bedingungen für die Erzeugung des Niederschlages innerhalb der Depression sich nicht wesentlich ändern, muß also ein langsam sich bewegendes Minimum einem Orte reichlicheren Niederschlag bringen als ein rasch ziehendes.

Allerdings wird dabei vorausgesetzt, daß die Richtung der Bewegung der Depression nicht wechselt. Es ist natürlich nicht gleichgültig, ob ein Minimum, das vielleicht anfänglich nach NE zog, in der Gegend des Odergebietes plötzlich seine Bahn ändert und, wie es ja nicht selten vorkommt, eine westliche Richtung einschlägt, oder ob es die ursprüngliche beibehält. In letzterem Falle wird ein geeignet gelegener Ort, etwa in den Sudeten, gleiche Geschwindigkeit der Fortbewegung des Minimums in beiden Fällen vorausgesetzt, im allgemeinen

rascher aus dem Niederschlagsbereich der Depression herauskommen, als im ersteren, in dem sogar noch eine Verstärkung der Niederschläge eintreten kann. Da aber auch die Stärke der Niederschläge an sich, die eine Depression herbeiführt, d. h. die in der Zeiteinheit fallende Menge, von ganz anderen Faktoren abhängig ist und von Fall zu Fall sehr wechselt, so wird es natürlich nicht möglich sein, die Beziehungen zwischen den in den verschiedenen Hochwasserperioden gefallenen Niederschlagsmengen und zwischen der Geschwindigkeit der Fortbewegung der Minima in eine einfache Formel zu bringen.

Immerhin sehen wir, daß in allen Fällen, in denen die Minima sich ziemlich rasch und ohne große Verzögerung fortbewegten, die Niederschlagsbeträge keine besonders großen Höhen erreichten und die Hochwassererscheinungen nur mäßig waren.

Als Fälle rascher Fortbewegung der Minima kommen hauptsächlich folgende Witterungsperioden in Frage: Mitte August 1888, Anfang September 1888, Ende September bis Anfang Oktober 1889, Ende August 1890 (das Anfang September nachfolgende Minimum befand sich ziemlich stationär im SE) und Mai 1897 (nur das 1. Minimum vom 12. bis 13. Mai).

Zwar kamen beim Vorübergange dieser Depressionen auch noch Niederschläge von ziemlicher Stärke, in einem Falle sogar von mehr als 100 mm vor, sie umfaßten aber immer nur kleinere Gebiete und waren daher für die Erzeugung von Hochwassern von geringerer Bedeutung. Die Geschwindigkeit der Fortbewegung der Minima betrug in der Zeit, wo die stärksten Niederschläge fielen, gewöhnlich durchschnittlich 45 bis 50 km pro Stunde. Ziemlich rasch zogen auch die beiden Minima zu Anfang Oktober 1901, die sich auf der Zugstraße III bewegten. Auch hier waren die stärkeren Niederschläge auf verhältnismäßig eng begrenzte Bezirke, nämlich auf die Gebirge, beschränkt. Die Niederschlagsmenge von 100 mm wurde während des Vorüberganges des ersten Minimums nur an einer Station erreicht. Dabei blieb das Odergebiet infolge der großen Ausdehnung der Depression verhältnismäßig lange ihrer Einwirkung ausgesetzt.

Im Gegensatz zu den vorstehenden Ausführungen bemerkt man, daß in allen Fällen, wo die Niederschläge eine außerordentliche Höhe erreichten, auch starke Verzögerungen der Bewegungsgeschwindigkeiten eintraten, die gleichzeitig gewöhnlich von Änderungen in der Richtung der Bewegung, und zwar im Sinne einer größeren Annäherung der Minima an das Odergebiet, begleitet waren.

Die Depression, die Anfang August 1888 im Bobergebiet sehr starke Niederschläge herbeiführte, zog zuerst, und zwar in der Zeit vom Morgen bis zum Abend des 2. August, mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von etwa 60 km pro Stunde herauf, die sich allerdings schon nachmittags erheblich verringerte. In der Nacht vom 2. zum 3. August, in der die Niederschläge eine außerordentliche Stärke erreichten, verzögerte sich die Geschwindigkeit

des Minimums bis auf 19 km pro Stunde, während es gleichzeitig, nachdem es vorher nach ENE gezogen war, plötzlich nach NW umbog, wodurch es den nördlichen Sudeten erheblich näher kam. Am folgenden Tage erst zog die Depression mit größerer Geschwindigkeit weiter, während allerdings die Niederschläge zunächst noch mit außerordentlicher Heftigkeit fort dauerten. Dies kam aber wohl daher, daß am vorhergehenden Tage das Minimum noch südlich des Odergebiets lag, so daß trotz seiner beschleunigten Fortbewegung am 3. August, seine Einwirkung auf die Niederschläge, besonders im nördlichen Teile der Sudeten noch etwas länger anhielt, ja sich anfänglich noch verstärkte.

Bei den ungewöhnlich großen Schneefällen in der Mitte des Monats März 1894 machte sich ebenfalls eine starke Verzögerung in der Fortbewegung der Depression bemerkbar. Die Geschwindigkeit, mit der sie von Oberitalien heraufzog, betrug am 15. März von 7<sup>a</sup> bis 2<sup>p</sup> im Mittel 90 km, von 2<sup>p</sup> bis 9<sup>p</sup> 36 km und von 9<sup>p</sup> bis zum 16. 7<sup>a</sup> nur noch 18 km pro Stunde. Bis zum Abend dieses Tages nahm dann die Schnelligkeit der Fortbewegung noch weiter ab, worauf das Minimum stationär wurde und sich auflöste. Ein scharfes Umwenden der Depression nach einer westlichen Richtung hin fand allerdings hier nicht statt; immerhin verwandelte sich die Bewegung allmählich aus einer nach NE gerichteten in eine solche nach NNW. Die größten Niederschlagsmengen fielen vom 15. März nachmittags ab.

Das Minimum, das Ende Juli 1897 die außerordentlich großen Niederschläge brachte, hatte ursprünglich eine Geschwindigkeit von mehr als 50 km pro Stunde. Vom 28. 9<sup>p</sup> bis zum 29. 7<sup>a</sup> betrug sie aber im Mittel nur noch 23 km und sank allmählich bis zum 31. früh bis auf 9 km pro Stunde. Dabei verlagerte sich das Zentrum der Depression besonders vom 29. bis zum 31. Juli immer mehr in westlicher Richtung. Die Niederschläge erreichten im Bobergebiet in der Nacht vom 29. zum 30. Juli ihre größte Stärke, am folgenden Tage westlich davon.

Auch bei den Depressionen, die im September 1899 besonders dem Donaugebiet verheerende Niederschläge brachten, aber auch im Odergebiet Regenfälle von großer Stärke herbeiführten, machten sich bedeutende Verzögerungen in der Fortbewegung bemerkbar. Das erste der beiden Minima zog am 11. September von 2<sup>p</sup> bis 9<sup>p</sup> mit einer durchschnittlichen Schnelligkeit von 62 km pro Stunde, die weiter abnahm, bis im Laufe des 12. die Depression zunächst ziemlich stationär wurde, worauf sie sich dann noch etwas fortbewegte und schließlich auflöste. Dabei hatte sie sich immer mehr von E nach W verlagert. Das zweite Minimum zeigte während seines Heraufziehens aus SE am 12. September von früh bis abends eine mittlere Geschwindigkeit von 41 km pro Stunde, die bis zum nächsten Morgen bis auf 28 km abnahm. Aber auch dieses Minimum zog zuerst nach NW und dann direkt nach W auf die Oder zu, was bei der Beurteilung der ja nicht allzu großen Verminderung der Schnelligkeit zu berücksichtigen ist. Die stärksten Niederschläge

traten in der Nacht vom 11. zum 12. September ein und hielten bis zum Vormittag des 13. an.

Im Juli 1903 endlich waren die Bewegungen des Minimums, das erst im SE des Odergebietes zur Entwicklung kam, während der ganzen Niederschlagsperiode nicht erheblich. Auch am 9. und 10. Juli, den Tagen der stärksten Niederschläge, wo die Geschwindigkeit durchschnittlich 20 km pro Stunde erreichte, trugen die Ortsveränderungen des Minimums nicht dazu bei, es vom Odergebiet zu entfernen, sondern es zog lediglich hin und her, so daß es bald diesem, bald jenem Teil des Odergebietes etwas näher kam. Es war also im Grunde ziemlich stationär, und nur die Zonen stärksten Niederschlages verschoben sich demgemäß zeitweise ein wenig.

Auch in allen übrigen hier nicht angeführten Fällen, in denen stets eine Verzögerung in der Fortbewegung des Minimums in der Nähe des Odergebietes zu bemerken war, kann man ohne weiteres einen Zusammenhang dieser Erscheinung mit der Vermehrung des Niederschlages durch dessen längere Dauer an einem Orte annehmen.

#### **Einfluß der Tiefe und der Gestalt der Depression, sowie der Stärke des Gradienten auf die Intensität der Niederschläge.**

Ein deutlicher Zusammenhang zwischen absoluter Tiefe der Minima und Intensität der Niederschläge läßt sich kaum erkennen. Zunächst dürfte es allerdings erforderlich sein, die Depressionen der Zugstraße III von den aus S stammenden zu trennen.

Erstere erreichten durchschnittlich eine größere Tiefe (bis zu 724 mm) als die letzteren, während sie an Bedeutung als Niederschlagserzeuger hinter den südlichen Minima zurückstanden. Von den aus Süden stammenden Depressionen hatte die größte Tiefe die vom März 1894 mit 743 mm am 16. Diese brachte allerdings, wenigstens im Vergleich zur frühen Jahreszeit, recht starke Niederschläge. Auch das Minimum von Anfang August 1888 mit einer größten Tiefe von 748 mm war von sehr intensiven Niederschlägen begleitet. Bis auf 749 und 748 mm herunter ging auch der Luftdruck in den Depressionen vom September 1899, die besonders in den Alpen ungeheure Niederschlagsmengen brachten. Dagegen hatten die Minima zu Ende Juli 1897, im Juli 1903 und im August 1854 nur eine Tiefe von 752, 754 und 756 mm bei außerordentlicher Stärke der Niederschläge. Andererseits erreichten wieder Depressionen, bei denen nicht entfernt so große Niederschlagsmengen vorkamen, eine Tiefe unter 750 mm, wie die vom Juli 1889 mit 745 mm, sowie vom Oktober 1889 und Ende Mai 1899 mit 748 mm.

Auch die relative Tiefe der Depression, wenn man den Luftdruckunterschied zwischen dem Zentrum und der Gegend, bis zu der die Isobaren eine geschlossene Form zeigen, dabei ins Auge faßt, ist anscheinend für die Intensität des Niederschlages nicht maßgebend.

Eine andere Frage ist es, ob vielleicht eine Vertiefung des Minimums eine Verstärkung der Niederschläge herbeiführt. Auch hierauf läßt sich keine unbedingt bejahende Antwort geben. Zwar fällt nicht selten eine Vertiefung der Depression anscheinend mit einer Zunahme der Niederschläge zusammen, aber gerade in einigen Fällen mit sehr auffallender Verstärkung des Niederschlages kann von einer Vertiefung des Minimums nicht die Rede sein, wie Ende Juli 1897 und im September 1899. Bei der ersteren Depression nahm im Gegenteil der Luftdruck im Innern etwas zu. Auch das Minimum vom Juli 1907 wurde flacher, während es beim Odergebiet vorüberzog.

Eine hiermit in Verbindung stehende Untersuchung, ob die größten Niederschlagsmengen bei sinkendem oder steigendem Luftdruck fielen, führte ebenfalls zu keinem bestimmten Ergebnis.

Vielleicht wichtiger als die Tiefe des Minimums dürfte seine Gestalt und zwar besonders der Verlauf der Isobaren auf der Westseite sein. Wenigstens sehen wir, daß in allen Fällen, wo die Niederschläge eine große Stärke erreichten, auch das Depressionsgebiet eine erhebliche Ausdehnung hatte und zwar besonders in dem Sinne, daß es seinen Einfluß ziemlich weit nach N ausbreitete und gleichzeitig die Isobaren auf der Westseite sich steil nach Norden hinauf erstreckten. Zum Beweis dafür sei auf die Luftdruckkarten vom 3. August 1888 7<sup>a</sup>, 29. und 30. Juli 1897, 12. und 13. September 1899 und 6.—11. Juli 1903 verwiesen.

Eine nicht unwesentliche Rolle bei der Zunahme der Niederschläge spielt auch anscheinend die Stärke des Luftdruckgradienten der Depression oder vielmehr seine Verstärkung, wie sie sich ja mit großer Regelmäßigkeit auf der Westseite des Minimums bemerkbar macht.

Die Beziehungen zwischen der absoluten Stärke des Gradienten in der Gegend des Odergebietes zu den Mengen der gefallenen Niederschläge sind nicht eindeutig festzustellen; dagegen kann man es wohl kaum als Zufall ansehen, daß die Verstärkung des Luftdruckgradienten auf der Westseite der Depression so regelmäßig auch eine Zunahme der Niederschläge im Gefolge hat, wie dies aus den Schilderungen der Witterungsvorgänge während der einzelnen Hochwasserperioden hervorgeht. Es handelt sich hierbei nicht um die schon besprochene Vermehrung der Niederschläge durch ihre längere Dauer, die auf der Verzögerung des Fortschreitens der Depression beruht und infolgedessen auch mit der Verstärkung des Gradienten im Zusammenhang stehen kann, sondern um eine Erhöhung der Niederschlagsintensität.

Diese Verstärkung des Gradienten kann, wie schon auf S. 138 erwähnt wurde, auf dreifache Weise erfolgen: zunächst, und dies ist am häufigsten der Fall, durch Vordringen bzw. Erhöhung des westlichen Maximums, sodann umgekehrt durch Bewegung des Minimums in westlicher Richtung auf das Maximum zu und endlich durch Vertiefung des Minimums. Oft sind mehrere dieser Ursachen gleichzeitig wirksam, wodurch natürlich die Zunahme des

Luftdruckgefälles noch gesteigert wird. Eine geringe Verflachung des Minimums kann trotzdem noch von einer bedeutenden Verstärkung des Gradienten begleitet sein, wenn Maximum und Minimum sich auf einander zu bewegen, wie dies im Juli 1897 der Fall war.

Der Grund für die Zunahme der Niederschläge infolge Verstärkung des Luftdruckgradienten ist in der durch letztere bedingten Erhöhung der Windstärke zu suchen. Die Vergrößerung der Windgeschwindigkeit muß nämlich an den Gebirgen auch eine Beschleunigung des Aufsteigens der feuchten Luftmassen und infolgedessen dort eine vermehrte Kondensation bewirken. Deshalb wird man auch annehmen dürfen, daß unter sonst gleichen Bedingungen von zwei verschiedenen Depressionen diejenige im Gebirge den größeren Niederschlag haben wird, die den stärkeren Gradienten auf der Seite aufzuweisen hat, wo die Niederschlagsbildung erfolgt. Wenn sich dies, wie oben erwähnt wurde, bei den hier behandelten Minima nicht unzweifelhaft feststellen läßt, so liegt dies wohl daran, daß sich die sonstigen Voraussetzungen, die für die Stärke des Niederschlages maßgebend sind, von Fall zu Fall zu sehr ändern.

Übrigens wird die Verstärkung des Gradienten auch in der Ebene eine Steigerung der Niederschläge hervorrufen, sobald die Erhöhung der Windgeschwindigkeit mit der Verengung der Bahn der Luftströmung nicht gleichen Schritt hält, was gewöhnlich der Fall sein wird, wenn Maximum und Minimum sich auf einander zu bewegen. Dann muß natürlich der unzureichende Transport der Luft in horizontaler Richtung durch eine Beschleunigung der aufwärts gerichteten Bewegung ausgeglichen werden.

#### **Ursachen der starken Niederschläge.**

In den vorstehenden Ausführungen wurden bereits einige Faktoren erwähnt, welche die Stärke des Niederschlages beeinflussen. Zunächst zeigte sich eine Abhängigkeit der Größe der Tagesmaxima von der Jahreszeit, dann ein Einfluß der Geschwindigkeit der Fortbewegung der Depression auf die Größe der Niederschlagsmengen, ferner eine Abhängigkeit von der Gestalt der Depression, besonders dem Verlauf der Isobaren auf der Westseite und endlich ein Zusammenhang zwischen Verstärkung des Gradienten und Zunahme der Niederschläge.

Diese vier Punkte sind aber zunächst nur dazu geeignet, uns Aufschluß über relative Unterschiede in der Stärke des Niederschlages zu geben, während sie die absolute Größe der beobachteten Niederschlagsbeträge noch nicht erklären.

Gerade die oft ungewöhnliche Höhe der die Oderhochwasser verursachenden Niederschlagsmengen führt aber zu der vielfach verbreiteten Anschauung, daß die Ursachen dafür auch in ungewöhnlichen Vorgängen innerhalb des Luftmeeres gesucht werden müßten. Man hat daher schon

wiederholt den Versuch gemacht, durch Hypothesen über solche Vorgänge in der Atmosphäre die großen Niederschläge zu erklären.

Zunächst glaubte E. Herrmann<sup>1)</sup> nachweisen zu können, daß Ende Juli 1897 nicht ein Minimum der Zugstraße Vb die Niederschläge verursacht hätte, sondern daß einige kleinere, Deutschland von W nach E durchziehende Depressionen in ein großes zwischen Donau und Ostsee liegendes Tiefdruckgebiet eingetreten und daß die Niederschläge durch Summierung der Erscheinungen entstanden wären. Der Verfasser gab dabei der Vermutung Ausdruck, daß auch die verheerenden Wolkenbrüche früherer Jahre durch ähnliche Witterungsvorgänge erklärt werden könnten. Die Richtigkeit dieser Anschauungen ist bereits früher von C. Kaßner und dann von neuem durch die vorliegende Untersuchung widerlegt worden (vgl. oben S. 94). Es soll nur noch etwas näher auf die Erscheinung der Vereinigung mehrerer Tiefdruckgebiete eingegangen werden, die Herrmann als Ursache der großen Niederschläge ansieht, zumal man auch sonst bisweilen der Anschauung begegnet, daß einer derartigen Vereinigung außergewöhnliche Wirkungen zuzuschreiben wären.

In der vorliegenden Untersuchung bot sich wiederholt Gelegenheit, den Verlauf solcher Vorgänge mit Hilfe der gezeichneten genauen Isobarenkarten bis zum Abschluß zu verfolgen. Zum Teil wurden auch Luftdruckregistrierungen von Orten, die im Wege der Barometerdepressionen lagen, mit herangezogen, um festzustellen, ob ein Minimum, dessen Vereinigung mit einem anderen in Frage stand, über eine bestimmte Stelle hinweggezogen wäre oder nicht. In jedem einzelnen in Betracht kommenden Falle ergab sich dabei einwandfrei, daß eine wirkliche Vereinigung der Kerne zweier Depressionen überhaupt nie erfolgt ist, sondern daß stets ein Minimum am Rande des anderen sich ausfüllte.

Tatsächlich war auch ein anderes Ergebnis kaum zu erwarten, denn wenn zwei Depressionen sich einander nähern, so bewegen sich dort, wo sie zusammentreffen, die Luftmassen beider in entgegengesetzter Richtung, müssen sich also gegenseitig hemmen, während allerdings in den äußeren Teilen der beiden Gebilde die Bewegungen im gleichen Sinne stattfinden. Da im allgemeinen der einen Depression eine größere Energie innewohnt wird als der anderen, so werden an der Berührungsstelle die Luftteile der schwächeren allmählich immer mehr die Bewegung der stärkeren annehmen müssen, d. h. die erstere wird allmählich von der letzteren absorbiert.

Daß selbst zwei flache Minima, die sich gegenseitig ganz nahe kommen, nicht völlig in einander aufgehen, zeigt das Beispiel vom Juli 1903 (Taf. 47 und 48). Die beiden sehr flachen Depressionen, die am 8. Juli 7<sup>a</sup> im SE liegen, haben sich am Abend desselben Tages zwar zu einem Depressionsgebiet

<sup>1)</sup> E. Herrmann, Über die allgemeinen atmosphärischen Vorgänge vor und während der diesjährigen Überflutungen in Schlesien, Sachsen und Nordböhmen. (Annalen der Hydrographie, 25. Jahrg., 1897, S. 387—390.)

vereinigt, beide Kerne liegen aber, wie die Gestalt der Isobaren deutlich zeigt, von einander getrennt. Auch am nächsten Tage besteht diese Trennung offenbar weiter, doch ist das südwestliche Minimum anscheinend schon etwas schwächer geworden. Am Morgen des 10. Juli erscheint es dann noch als eine Ausbuchtung am Südwestrande des etwas vertieften anderen Minimums.

Unter diesen Umständen dürfte sich die Herrmannsche Auffassung von einer Summierung der Erscheinungen nicht aufrecht erhalten lassen, auch fehlt der Nachweis dafür, wie eine solche zustande kommen kann. Wenn eine Beeinflussung der Witterungsvorgänge an einem Orte durch die Vereinigung zweier Depressionen in dem oben festgestellten Sinne erfolgt, so wird sie vermutlich mehr in äußeren Umständen begründet sein, also etwa in einer auf der Annäherung der beiden Minima beruhenden Änderung der Geschwindigkeit oder Richtung der Bewegung oder auch in einer Erweiterung des Depressionsgebietes, womit Änderungen der Windrichtung und vermehrte Zufuhr wasserdampfreicher Luft verbunden sein können. Vor allem müßte doch, wenn eine Summierung der meteorologischen Erscheinungen die Folge der Vereinigung zweier Depressionen wäre, gerade die Stelle, wo beide sich berühren, der Sitz ungewöhnlicher meteorologischer Ereignisse sein. Dies ist aber keineswegs der Fall. Solche außergewöhnlichen Vorgänge sind vielmehr durchaus nicht an die Annäherung zweier Minima geknüpft, sondern spielen sich auch ab, wo nur ein Minimum als unmittelbare Ursache in Frage kommen kann, wie dies ja in der Tat im Juli 1897 und ferner auch Anfang August 1888 der Fall war, um nur einige besonders bekannte Ereignisse zu erwähnen.

Es könnte allerdings hier jemand einwenden, daß die Teilminima, die gewöhnlich am Rande größerer Depressionen entstehen, oft der Sitz recht kräftiger meteorologischer Erscheinungen, wie Gewitter und Böen, sind. Es wäre daher doch sehr erklärlich, wenn auch nach der Begegnung zweier Depressionen das zum Teilminimum des anderen gewordene Minimum Veranlassung zu derartigen Vorgängen gäbe. Offenbar besteht aber ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden verschiedenen Fällen, indem es sich einmal um die Auflösung eines früher selbständigen Minimums am Rande des zweiten, das andere Mal aber um eine Neubildung handelt, der natürlich ganz besondere meteorologische Verhältnisse zu Grunde liegen müssen. Derartige Randbildungen wachsen sich ja oft zu selbständigen Minima aus, wie wir es auch bei unseren Untersuchungen wiederholt gesehen haben. Übrigens traten auch am 10. September 1899 in dem Grenzgebiet zwischen dem an die Ostseeküste gelangten nördlichen Minimum und der von S heraufziehenden Depression, in der das erstere am Rande aufging, vereinzelt Gewitter auf. Diese sind aber vielleicht gar nicht durch die Annäherung der beiden Minima an einander entstanden, sondern können auch mit dem Heraufkommen der südlichen Depression zusammenhängen, da ja Gewitterbildung am vorderen Rande der heraufziehenden südlichen Minima eine fast regelmäßige Erscheinung ist.

Diese Frage ist schon aus dem Grunde etwas eingehender hier erörtert worden, weil W. Krebs eine ähnliche Hypothese wie Herrmann über die meteorologische Ursachen der Hochwasserkatastrophen aufgestellt hat<sup>1)</sup>. Auch dieser Verfasser sucht die starken Niederschläge durch ein interferenzartiges Zusammenwirken zweier Tiefdruckgebiete zu erklären. Er nimmt nämlich an, daß die typischen Hochwasserdepressionen dort entstehen, wo zwei von einer nördlichen und einer südlichen Depression ausgehende Rinnen tiefen Druckes sich kreuzen. Er setzt dabei auch einen Summationsvorgang voraus wie Herrmann und nennt die neu gebildete Depression „Interferenz-Depression“.

In dieser Weise erklärt er auch das Zustandekommen des Hochwasserminimums vom Juli 1897 und September 1899. Ein Heraufziehen der Minima auf der Zugstraße Vb besteht für ihn ebenso wenig wie für Herrmann. Eine Widerlegung der Anschauungen von W. Krebs, soweit sie das Minimum vom Juli 1897 betreffen, erübrigt sich durch die vorhergehende Erörterung, dagegen erscheint es nötig, auch noch die Ansicht des Verfassers über die Entstehung der Hochwasserdepression im September 1899 richtig zu stellen. Er ist nämlich der Meinung, daß die Depression vom 12. und 13. September „durch Summation des Minimums einer nordischen Depression mit einer von einer südländischen ausstrahlenden Druckrinne“ entstanden wäre. Tatsächlich war aber, wie aus der Schilderung des Wetterverlaufes während dieser Hochwasserperiode (S. 100 ff.) hervorgeht, der Vorgang ganz anders. Das bis an die Ostseeküste gelangte schon flacher gewordene nordische Minimum füllte sich nämlich am vorderen Rande der wirklich von SE heraufziehenden Depression aus und war noch am 11. September 9<sup>h</sup>, durch die sich ausbreitende südliche Depression nach NW gedrängt, als kleines Teilminimum sichtbar, am folgenden Tage aber nur noch als eine Ausbuchtung der Isobare von 762 mm. Von einer Summation ist also auch hier keine Rede. Krebs nimmt übrigens ferner an, daß sich bei der von ihm verfochtenen Vereinigung zweier Tiefdruckgebiete, welche Luft aus N und S zusammenführen, auch der von beiden mitgebrachte Gehalt an Feuchtigkeit summieren müßte, wodurch eben die großen Niederschläge erklärt würden. Diese Ansicht ist natürlich irrtümlich. Nehmen wir an, daß die von N herangeführte Luft x Gramm, die von S stammende aber y Gramm Wasserdampf im cbm enthält, so wird, wenn eine Vermischung beider Luftströme eintritt, ein cbm der Mischung höchstens  $\frac{1}{2}(x + y)$  Gramm Wasserdampf enthalten können, nicht aber  $(x + y)$  Gramm, wie Krebs zu glauben scheint.

Bei Gelegenheit dieser Erörterung der Hypothesen über die Ursachen der Oderhochwasser soll noch ein Punkt berührt werden, bezüglich dessen man vielleicht vermuten könnte, daß er mit der Entstehung der großen Niederschläge in irgend einem Zusammenhang stände. Es ist dies die regelmäßig

<sup>1)</sup> Wilhelm Krebs, Die meteorologischen Ursachen der Hochwasserkatastrophen in den mitteleuropäischen Gebirgsländern. (Archiv d. Deutschen Seewarte. XXIII, No. 6).

vorhandene Bildung eines Keiles hohen Luftdrucks im Norden der Alpen. Besonderen Anlaß zur Erörterung dieser Frage geben die Schlußbetrachtungen über die meteorologischen Vorgänge bei den Hochwassern zu Ende Juli 1897 und Mitte September 1899 in Heft II und IV der vom k. k. Hydrographischen Zentralbureau in Wien herausgegebenen Beiträge zur Hydrographie Österreichs. Dort wird nämlich auf den anscheinend bestehenden Zusammenhang zwischen dem Keil und dem starken Niederschlag hingewiesen<sup>1)</sup>. Allerdings will der Verfasser der betreffenden Abhandlungen offenbar diese Verknüpfung beider Erscheinungen nur als eine Anregung zu weiteren Untersuchungen darüber, nicht aber als eine Hypothese aufgefaßt wissen.

Zunächst dürfte, wenn ein Zusammenhang zwischen Keil und Niederschlägen besteht, ein solcher wohl weniger für das Oder- als für das Donaugebiet in Betracht kommen, da man schwerlich annehmen kann, daß ein Keil am Nordfuß der Alpen auch noch die Niederschläge im Odergebiet beeinflussen würde. Da nun aber z. B. Ende Juli 1897 auch gerade im Bereich der Oder, nicht nur in dem der Donau, so große Niederschläge fielen, so wäre von vornherein die Bedeutung des Keils als eine bei der Entstehung der Niederschläge mitbestimmende Ursache in Frage gestellt. Allerdings will der Verfasser der genannten Abhandlungen die Wolkenbrüche in den Sudeten auch gar nicht mit dem Keil im N der Alpen in Verbindung bringen, sondern er weist darauf hin, daß sich ja auch an den Mittelgebirgen ein keilförmiges Vordringen der Isobaren zeigt, das früher hier ebenfalls (auf S. 157) besprochen wurde. Es ist aber dort schon darauf hingewiesen worden, daß es sich bei diesen keilförmigen Einbiegungen der Isobaren an den deutschen Mittelgebirgen jedenfalls um eine Erscheinung ganz anderen Charakters handelt als bei den Keilen im N der Alpen. Was nun die letzteren anbetrifft, so haben die hier darüber angestellten Untersuchungen die Anschauungen H. v. Fickers und W. Trauberts bestätigt, daß es sich dabei im wesentlichen um eine durch die starken Temperaturunterschiede zwischen Nord- und Südfuß der Alpen verursachte Erscheinung handelt, die sich nur in den unteren Luftschichten bemerkbar macht, in der Höhe des Alpenkammes aber bereits ganz oder annähernd verschwunden ist. Da unter diesen Umständen selbst der scheinbar so starke nordsüdliche Luftdruckgradient zwischen Nord- und Südfuß der Alpen für die Geschwindigkeit der Luftbewegung ohne Bedeutung ist, so dürfte der Keil an sich auch keinen Einfluß auf die Vermehrung der Niederschläge haben. Dies geht schon daraus hervor, daß das Bestehen eines Keiles keineswegs immer auch von starken Niederschlägen im Alpengebiet begleitet ist, wie z. B., um nur einige Fälle zu erwähnen, in den Tagen vom 27. bis 29. Juli 1889, am 13. Juni 1894, 7. Oktober 1901, 14. Juni 1902, 7. Juli 1903. Daher kann das Vorhandensein des Keils an sich höchstens als ein wichtiges Symptom für gewisse

---

<sup>1)</sup> Heft II, S. 169 unten und 170, Heft IV, S. 161.

Wetterlagen, nicht aber als eine Ursache für die Verstärkung der Niederschläge angesehen werden.

Von größerer Bedeutung kann dagegen vielleicht der Umstand sein, daß die Isobaren kurz vor dem Umbiegen zum Keil sich bisweilen außerordentlich stark zusammendrängen. Der dadurch verursachte große barometrische Gradient ist unzweifelhaft reell. Er wird dadurch hervorgerufen, daß die von Norden heranströmende kalte und schwerere Luft, da die Alpenmauer zunächst ein weiteres Abfließen nach Süden hindert, sich längs der Alpen hin nach Osten ausbreitet und dadurch das Luftdruckgefälle nach dem im Osten liegenden Depressionsgebiet hin erhöht, falls dieses nicht zurückweicht. Es dürfte kein Zufall sein, daß gerade in den Fällen, wo die Niederschläge am Nordfuß der Alpen eine außerordentliche Höhe erreichten, nämlich Ende Juli 1897 und gegen Mitte September 1899, auch die Annäherung der Isobaren an einander besonders groß war und zwar im höchsten Maße im September 1899, in dem auch die Niederschläge am stärksten waren.

Auch hier wird wohl zunächst eine Steigerung der Aufstiegs geschwindigkeit der Luft als Ursache für die Vermehrung der Niederschläge in Frage kommen.

Ob die keilförmigen Ausbuchtungen der Isobaren an den Mittelgebirgen auf die Steigerung der Niederschläge irgend welchen Einfluß haben, braucht nicht näher hier untersucht zu werden, da dieser Frage kaum eine praktische Bedeutung innewohnt. Die unmittelbare Ursache der Erhöhung der Kondensation durch Beschleunigung der aufsteigenden Luftbewegung ist die Verstärkung der auf die Gebirge zu gerichteten Luftströmung, während der gleichzeitig sich zeigenden keilförmigen Ausbiegung der Isobaren, die ja auch nur eine Folgeerscheinung davon ist, daß der Wind stark auf das Gebirge zuweht, höchstens eine mittelbare Einwirkung zugesprochen werden könnte. Tatsächlich ist ein Zusammenhang zwischen der Größe der Ausbuchtungen und der Stärke des Niederschlages nicht festzustellen. So war z. B. am 15. Mai 1897 trotz der keineswegs bedeutenden Niederschläge an diesem Tage das keilförmige Vorspringen der Isobaren sehr auffallend, weit geringer dagegen Ende Juli 1897 trotz der gleichzeitigen außerordentlichen Regengüsse.

Die vorstehend besprochenen Hypothesen über die Ursachen der großen Niederschläge erscheinen also zu ihrer Erklärung nicht brauchbar. Ihre Urheber gingen dabei von vornherein von der Anschauung aus, daß es sich bei den Regenfällen um ganz ungewöhnliche Erscheinungen handelt, die nur durch verwickelte Vorgänge in der Atmosphäre ihre Erklärung finden könnten. Es scheint aber nötig, zuvor überhaupt erst einmal zu untersuchen, ob derartige Vorgänge wirklich so außerordentlich sind, daß sie sich nur unter ganz besonderen Voraussetzungen abspielen können.

Zunächst muß festgestellt werden, daß keine anderen Wetterlagen, wie sie durch die Luftdruckverteilung im Meeresniveau dargestellt werden, günstigere

Aussichten für die Entstehung starker Niederschläge im Bereich der Oder bieten, als die hier in Frage kommenden. Denn in den von Süden heraufziehenden Minima haben die Winde auf der Westseite eine von Norden her auf die Randgebirge des Odergebietes hin gerichtete Bewegung, wo sie aufsteigend Niederschlag erzeugen müssen. Infolge des regelmäßig im W, also zur linken Seite der Depression liegenden Hochdruckgebietes wird die Fortbewegung des Minimums verzögert, so daß die Niederschläge von längerer Dauer sind. Dazu kommt dann als Begleiterscheinung die Verstärkung des Gradienten auf der Westseite der Depression und die dadurch verursachte Beschleunigung der aufwärts gerichteten Luftbewegung, die eine Vermehrung der Kondensation herbeiführt.

Die von Westen herankommenden Minima bringen dagegen dem Odergebiet zunächst Winde aus S bis W, die in den Randgebirgen besonders Niederschlag auf ihrer Südseite verursachen. Erst auf der Rückseite der Depression treten NW-Winde auf, die aber bei dem meist schnellen Vorübergang der Depression keine bedeutenden Niederschläge mehr zu bringen pflegen, zumal das Odergebiet dann gewöhnlich schon am Rande der Depression liegt. Nur wenn ein von Westen kommendes Minimum auf sehr südlicher Bahn nach Ostdeutschland oder Westrußland eindringt und dort einige Zeit verharret, können im Odergebiet auch starke Niederschläge entstehen, indem dann die Depression eine ähnliche Lage einnimmt, wie eine von Süden heraufgekommene. Es spielt offenbar weniger die Herkunft des Minimums eine Rolle als die Lage, in die es gegenüber dem Odergebiet gelangt.

Was nun die absolute Stärke der Niederschläge selbst anbetrifft, so haben wir gesehen, daß die höchsten im Odergebiet beobachteten Tagesmaxima 240 mm (gemessen in Neu Rothwasser am 10. Juli 1903) und 239 mm (gemessen auf der Schneekoppe am 30. Juli 1897) betragen. Allerdings wurden am Südabhang des Iser- und Riesengebirges, bereits im Elbegebiet, am 30. Juli 1897 noch größere Mengen beobachtet, nämlich 345 mm in Neuwiese, 300 mm in Wilhelmshöhe und 266 mm in Riesenhain. Die Zuverlässigkeit des Wertes von 345 mm vorausgesetzt, würden also in Neuwiese durchschnittlich 14.4, in Wilhelmshöhe 12.5, in Riesenhain 11.1, auf der Schneekoppe und in Neu Rothwasser durchschnittlich 10 mm Niederschlag pro Stunde gefallen sein. Allerdings dürfte die Intensität des Regenfalles zeitweise höhere Werte erreicht haben, die feststellen zu können von großem Interesse wäre. Leider sind aber gleichzeitige Aufzeichnungen registrierender Regenmesser von den genannten Stationen nicht vorhanden, so daß eine direkte Ermittlung der Dichte des Regens in kürzeren Zeiträumen nicht möglich ist. Man kann aber vielleicht aus den Aufzeichnungen anderer Stationen Schlüsse auf die größten Intensitäten bei den genannten starken Regenfällen ziehen, da es sich hier durchweg um Landregen handelt, der den ganzen Tag über anhielt, und bei einem

solchen die Stärke des Niederschlages erfahrungsgemäß weniger schwankt als bei einem Gewitterregen.

In Wang hat am 29. Juli 1897 der Beobachter von 7<sup>a</sup> bis 10<sup>p</sup> in ein- bis dreistündigen Zwischenräumen den Niederschlag gemessen. Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß zwischen 9 und 10<sup>p</sup> die größte Intensität mit 18.7 mm innerhalb einer Stunde eintrat. Die durch Überschwemmung des registrierenden Regenmessers in den frühesten Morgenstunden des 30. Juli unterbrochenen Aufzeichnungen zu Schreiberhau sprechen dafür, daß tatsächlich nach 10<sup>p</sup> eine größere Intensität des Regens nicht mehr eintrat. Da die Tagessumme des Niederschlages vom 29. 7<sup>a</sup> bis 30. 7<sup>a</sup> in Wang 220 mm, die durchschnittlich in einer Stunde gefallene Menge also 9.2 mm betrug, so erreichte die beobachtete größte Stundenmenge ungefähr das Doppelte davon.

Auf der Lysa hora fielen vom 10. Juli 1903 7<sup>a</sup> bis 11. Juli 7<sup>a</sup> 192 mm Niederschlag, durchschnittlich also 8 mm pro Stunde. Ein Vergleich mit der in dieser Zeit aufgezeichneten größten Stundenmenge von 13.2 mm zeigt, daß letztere den Mittelwert nur um 65 % übertraf. Endlich wurden auf der Schneekoppe am 2. Juli 1909 ebenfalls 192 mm Regen gemessen bei einer größten Stundenmenge von 14.7 mm. Letztere übersteigt also den mittleren Betrag um 84 %.

Nimmt man an, daß in den oben mitgeteilten Fällen größter Tagesmengen des Niederschlages die höchsten Stundenbeträge bis auf das Doppelte der mittleren Werte gestiegen sind, so würden sie im Juli 1897 und 1903 auf der Schneekoppe und in Neu Rothwasser etwa 20 mm, in Neuwiese allerdings ungefähr 29 und in Wilhelmshöhe 25 mm betragen haben. Das sind zwar ganz ansehnliche, aber keineswegs ungewöhnliche Beträge, wenn man berücksichtigt, daß eine derartige Intensität des Regens die Dauer einer Stunde kaum überschritten haben wird. Betrachtet man nämlich die oben angeführten Beispiele von Registrierungen starker Landregen, sowie auch noch andere Fälle mit geringerer Ergiebigkeit, so bemerkt man, daß die größten Niederschlagsstärken immer nur von kürzerer Dauer sind.

Wie man aus Hellmanns Regenwerk I, S. 155—159 ersieht, sind Regenmengen von mehr als 30 mm in der Stunde häufig vorkommende Erscheinungen, ja es können weit größere Intensitäten stundenlang hintereinander anhalten. Es sei hier nur die am 21. Juni 1895 in Triebel in 3½ Stunden gefallene Regenmenge von 142.6 mm und der am 14. April 1902 in Berlin in der gleichen Zeit beobachtete Betrag von 143.0 mm angeführt. In beiden Fällen fielen also in der Stunde durchschnittlich gegen 41 mm. Im Verlauf einer einzigen Stunde fallen sogar in Norddeutschland bisweilen Niederschlagsmengen von mehr als 60 mm. Allerdings handelt es sich bei diesen abnormen Niederschlagsintensitäten immer um Platz- und Gewitterregen, während wir es hier mit Landregen zu tun haben. Zwischen der Entstehung beider Arten von Niederschlägen herrschen aber im allgemeinen prinzipielle Unterschiede.

Während die Gewitterregen meist auf eine Störung des vertikalen Temperaturgleichgewichts zurückzuführen sind, kommen bei den Landregen dynamische Vorgänge in Betracht. Aus dem erstgenannten Grunde können aber weit größere Aufstieggeschwindigkeiten der Luft entstehen als aus dem letzteren.

Berücksichtigt man diesen Umstand, so erscheint die Frage, ob die oben für Landregen angegebenen Intensitäten, und zwar nicht nur die höchsten stündlichen, sondern auch die mittleren, ungewöhnlich sind, unter einem anderen Gesichtspunkt. Einen näheren Einblick in die Verhältnisse könnte man jedoch erst erlangen, wenn sich ermitteln ließe, welche Geschwindigkeit der aufsteigende Luftstrom haben muß, um derartige Niederschläge hervorzubringen. Um dies zu beweisen, wäre freilich die Kenntnis der Höhe erforderlich, bis zu der die Luft aufsteigt, eine Voraussetzung, die sich im allgemeinen nicht erfüllen läßt. So müßte man sich auch bei Berechnung der Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstromes bei den oben erwähnten stärksten Regenfällen im Juli 1897 und 1903 auf Annahmen über die Höhen der Aufwärtsbewegung beschränken. Es gibt aber doch einige andere Fälle starken Niederschlags in den hier behandelten Hochwasserperioden, in denen es möglich erscheint, die Geschwindigkeit des Aufsteigens der Luft zu berechnen. Am Morgen des 16. März 1894 wurden in Wang unterhalb der Schneekoppe 70 mm, auf der Schneekoppe selbst aber nur noch 9 mm Niederschlag gemessen. Jedenfalls lag also damals das Niveau der stärksten Kondensation ziemlich tief, was wohl mit der gleichzeitig herrschenden niedrigen Temperatur zusammenhängt. Nehmen wir jetzt an, daß die aus der Luftschicht zwischen Wang (873 m) und der Höhe der Schneekoppe (1603 m) gefallene Niederschlagsmenge ungefähr der Differenz zwischen den an beiden Stationen gemessenen Beträgen entsprochen hätte, also auf rund 60 mm zu schätzen wäre, so läßt sich jetzt, da der Niederschlag vom 15. März 7<sup>a</sup> bis 16. 7<sup>a</sup> ununterbrochen anhielt, die mittlere Geschwindigkeit des Aufsteigens der Luft während dieser 24 Stunden berechnen. Die mittlere Temperatur in Wang betrug in der angegebenen Zeit  $-1.80$ , die mittlere relative Feuchtigkeit 99 % und der mittlere Luftdruck 672 mm. Die Rechnungen wurden mit Hilfe der Neuhoff'schen Tafeln <sup>1)</sup> ausgeführt.

In Wang betrug die Sättigungsmenge für 1 kg trockene Luft bei einer Temperatur von  $-1.80$  und 672.5 mm Luftdruck 3.73 g, das Mischungsverhältnis also, d. h. die wirklich vorhandene Wasserdampfmenge, entsprechend der relativen Feuchtigkeit von 99 %, 3.69 g. Wir können also praktisch die Luft als gesättigt ansehen.

Denken wir uns jetzt die Luft adiabatisch aufsteigend, so würde in der Höhe der Schneekoppe (1603 m) die Sättigungsmenge 2.85 g betragen, so daß also aus 1 kg Luft (Trockengewicht) beim Aufsteigen um 730 m 3.7—2.85,

<sup>1)</sup> Otto Neuhoff, Adiabatische Zustandsänderungen feuchter Luft und deren rechnerische und graphische Bestimmung. (Abhandl. d. Königl. Preuß. Meteorol. Inst. Bd. I, Nr. 6. Berlin 1900. 4<sup>o</sup>.)

d. h. 0.85 g herausfallen müßten. Da der Sättigungsmenge von 2.85 g eine Temperatur von  $-6.3^{\circ}$  entspricht, auf der Schneekoppe aber tatsächlich die Mitteltemperatur für die hier betrachtete Zeit diesem Wert gleichkommt, so stimmen die wirklichen Verhältnisse mit den theoretisch ermittelten ganz überein, was vielleicht ein Zufall ist, aber doch zeigt, daß die gemachten Annahmen annähernd richtig sind.

Nun wiegt ein Kubikmeter Luft bei einer Temperatur von  $-1.8^{\circ}$  und 672.5 mm Luftdruck 1.151 kg, es fallen also aus einem Kubikmeter beim Aufsteigen um 730 m Höhe  $1.151 \times 0.85 = 0.98$  g Wasser heraus. Denken wir uns die ganze Luftsäule aufsteigend, während von unten beständig Luft nachströmt, so würden bei einem Anstiege um 730 m aus der ganzen Luftsäule  $730 \times 0.98$  g Wasser herausfallen müssen, wenn die Luft sich nicht gleichzeitig während des Emporsteigens ausdehnte. Ein cbm Luft hat sich nämlich in der Höhe der Schneekoppe bei einer Temperatur von  $-6.3^{\circ}$  und einem Luftdruck von 613 mm auf 1.083 cbm ausgedehnt. Nun ist aber die seitliche Ausdehnung der Luft offenbar so gering, daß sie zu vernachlässigen ist. Wir dürfen also annehmen, daß die Luft sich nur nach oben ausgedehnt hätte. Dann wird in einer Luftsäule von 1 qm Querschnitt und 730 m Höhe die Zahl der Schichten von ursprünglich 1 cbm Inhalt, also solcher von gleichem Gewicht, natürlich kleiner als 730 sein. Um die Rechnung möglichst einfach zu gestalten, sei angenommen, daß man die Zahl der Schichten erhalte, wenn man die Gesamthöhe durch das Mittel zwischen der Höhe der obersten und der untersten Schicht dividierte. Allerdings wird dieser Wert wieder etwas zu klein ausfallen, da aber das zu erwartende Endergebnis ohnehin nur auf annähernde Genauigkeit Anspruch machen darf, kann man sich mit dieser Annahme begnügen. Wir erhalten daher als Zahl der Schichten  $\frac{730}{\frac{1}{2}(1 + 1.083)} = 701$ . Auf 1 qm sind also aus der Luftsäule während des Aufstiegs um 730 m insgesamt  $0.98 \times 701 = 687$  g oder 687000 cbmm Wasser herausgefallen, was einer Niederschlagshöhe von 0.69 mm entspricht. In 24 Stunden betrug nach unserer Annahme die Niederschlagshöhe 60 mm, so daß 0.69 mm in 16.6 Minuten gefallen wären, die Luft wäre mithin in 16.6 Minuten 740 m hoch gestiegen, was einer Aufwärtsbewegung von 0.73 mps entspricht.

Es sind allerdings schon mehrfach theoretische Berechnungen über die Größe der vertikalen Luftbewegung in Zyklonen angestellt worden, die dafür nur recht geringe Werte von etwa 0.1 mps ergeben haben. Alle derartigen Rechnungen müssen aber natürlich immer unter gewissen vereinfachten Voraussetzungen angestellt werden und können daher für die Anwendung auf die Praxis nur einen beschränkten Wert beanspruchen. So werden die Isobaren kreisförmig und die Zyklonen selbst als stationäre Erscheinungen angenommen, während doch die Umbildungen und das Fortschreiten der Depressionen die

Aufstiegsgeschwindigkeiten wesentlich beeinflussen und oft sehr erhöhen werden. Vor allen Dingen ist aber bei diesen theoretischen Berechnungen ein gezwungenes Aufsteigen der Luft infolge von Bodenhindernissen gar nicht mit in Betracht gezogen, also ein Umstand, der die Aufwärtsbewegung außerordentlich verstärken kann.

Nun könnte man allerdings den Einwurf erheben, daß der hier in Frage kommende Niederschlagsbetrag ja gar nicht vergleichbar sei mit den größten in anderen Perioden gefallen Mengen. Darauf ist zu erwidern, daß er relativ recht hoch ist, wenn man berücksichtigt, daß er zu einer Zeit fiel, wo infolge der niedrigen Temperatur auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft weit niedriger war als im Sommer, und daß die Höhe des Aufsteigens der Luft ja als recht gering angenommen wurde.

Es bot sich aber noch eine ähnliche Gelegenheit, die Aufstiegsgeschwindigkeit zu berechnen in einem Falle, bei dem es sich um einen weit größeren und intensiveren Niederschlag handelte. Allerdings liegt die Station nicht mehr in Norddeutschland, sondern in den Alpen.

An der 1012 m hoch gelegenen Station Hallstadt (Salzberg) im Gebiet der Traun fielen vom 12. September 1899 7<sup>a</sup> bis zum Morgen des 13. September 225 mm Niederschlag, an der darüber in der Höhe von 2092 m liegenden Station Simonyhütte dagegen nur noch 17 mm. Auch hier scheint also der größte Teil der Niederschlagsmenge von Hallstadt aus der Luftsäule bis zu 2100 m Höhe heraus gefallen zu sein.

Setzen wir voraus, daß bis dahin die aufsteigende Luft 210 mm Niederschlag abgegeben hätte, so erhalten wir bei Temperatur = 3.2°, Luftdruck = 669 mm und relativer Feuchtigkeit = 100% eine durchschnittliche Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstromes von 1.5 mps. In diesem Fall stimmt allerdings die für die Höhe von 2092 m aus der Rechnung sich ergebende Temperatur -3.6° mit der beobachteten -4.4° nicht überein. Es war also oben kälter. Rechnet man mit der für -4.4° gültigen Sättigungsmenge, so vermindert sich die Aufstiegsgeschwindigkeit auf 1.2 mps.

In der Annahme, daß auch in den Sudeten die Luft nicht viel weiter aufwärts gestiegen wäre, kann man die Geschwindigkeit der Vertikalbewegung für diese Gegend ebenfalls berechnen. Eine der größten damals im Odergebiet gemessenen Niederschlagsmengen fiel in Wang im Betrage von 130 mm und zwar ebenfalls vom 12. zum 13. September. Unter Voraussetzung von  $t = 8.2^\circ$ ,  $b = 678.5$  mm und  $F = 100\%$  und unter der Annahme, daß die gesamte Niederschlagsmenge aus der Luft bis zu 2500 m Höhe ü. d. M., also aus einer Luftsäule von etwa 1630 m Mächtigkeit herausgefallen wäre, erhält man eine Geschwindigkeit des Aufsteigens von nur 0.52 mps. Berechnet man dabei die in der Höhe der Schneekoppe herrschende Temperatur, so ergibt sich 4.3° in Übereinstimmung mit den Beobachtungen.

Wir erhalten also für Wang einen Wert der Aufstiegs geschwindigkeit, der wesentlich kleiner ist als der für den 15. März 1894 berechnete.

Ferner ist noch, um auch für die größten im Odergebiet beobachteten Regenmengen einen Anhaltspunkt für die dabei nötige Geschwindigkeit des vertikalen Luftstromes zu erhalten, unter gewissen Annahmen über die Höhe der Aufwärtsbewegung eine ähnliche Berechnung für den vom 29. zum 30. Juli 1897 auf der Schneekoppe gefallenen Niederschlag von 239 mm angestellt worden. Daß dieser große Betrag noch in der Höhe von 1600 m zur Messung gelangte, deutet darauf hin, daß die Luft damals zu wesentlich größeren Höhen aufgestiegen sein muß als in den bisher betrachteten Fällen. Diese Vermutung gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man berücksichtigt, daß die für jene Tage gezeichneten Isobarenkarten für das Niveau von 2500 m Höhe dort das Minimum noch fast ebenso gut ausgebildet zeigen wie im Meeresniveau. Man darf also annehmen, worauf ja schon früher hingewiesen wurde, daß die geschlossene Form des Minimums noch in weit größere Höhen hinauf reichte. Daraus läßt sich aber auch der Schluß ziehen, daß die Aufwärtsbewegung der Luft innerhalb dieser Zyklone noch erheblich über 2500 m hinaus reichte. Die Rechnung ist nun durchgeführt worden sowohl unter der Annahme, daß die Luft bis 3000 m hoch gestiegen sei, was nach den vorstehenden Ausführungen wahrscheinlich zu wenig ist, als auch unter der Voraussetzung, daß die Aufwärtsbewegung sich bis zu 4000 m Höhe über dem Meere erstreckt hätte. Die Luft wäre also von der Schneekoppe aus noch 1400 bzw. 2400 m hoch gestiegen. Die Berechnung geschah mit Hilfe folgender Beobachtungsdaten:  $t = 6^\circ$ ,  $b = 624$  mm und  $F = 100$  Proz. Man erhält dann für die Höhe von 3000 m eine Aufstiegs geschwindigkeit von 1.2 mps und für die Höhe von 4000 m eine solche von 0.8 mps.

Es war sodann von Interesse, auch noch für Neuwiese, wo ja an dem gleichen Tage die bisweilen etwas angezweifelte außerordentlich große Menge von 345 mm gefallen ist, die für einen solchen Niederschlag vorauszusetzende Geschwindigkeit der vertikalen Luftbewegung zu berechnen. Die Rechnung wurde mit Hilfe folgender Daten ausgeführt:  $H = 780$  m,  $t = 10.9^\circ$ ,  $b = 692$  mm,  $F = 100$  Proz. Es ergab sich für einen Aufstieg der Luft bis 3000 m Höhe eine Geschwindigkeit von 1.0, für einen Aufstieg bis 4000 m eine solche von 0.8 mps. Der Wert für die Höhe von 3000 m ist also sogar noch etwas kleiner, der für 4000 m genau ebenso groß wie die entsprechenden für die Schneekoppe berechneten Zahlen, was sich trotz der viel größeren Niederschlagsmenge in Neuwiese daraus erklärt, daß die Luft von dort ab einen größeren Weg nach oben zurücklegen mußte als von der Schneekoppe aus. Diese nahe Übereinstimmung der Bedingungen, unter denen an beiden Stationen der Niederschlag zu Stande kommen konnte, scheint aber auch dafür zu sprechen, daß die in Neuwiese beobachtete Niederschlagsmenge reell ist.

Eine kleine Rechnung ergibt übrigens leicht, daß ein gezwungenes Aufsteigen der Luft am Riesengebirge mit einer mittleren Geschwindigkeit von 0.8 mps mit der Wirklichkeit recht gut übereinstimmen kann. Wir denken uns die Luft vom Hirschberger Tale bis zur Höhe des Gebirgskammes, d. h. von etwa 400 bis 1400, also um 1000 m aufsteigend und zwar auf einem Wege von etwa 12 km, was ungefähr den wirklichen Verhältnissen entspricht. Am 29. Juli betragen die Windstärken nach der Beaufortskala auf der Schneekoppe um 7<sup>a</sup>, 2<sup>p</sup> und 9<sup>p</sup> 10, in Wang um 7<sup>a</sup> und 2<sup>p</sup> 4 und um 9<sup>p</sup> 7, in Warmbrunn um 7<sup>a</sup> und 2<sup>p</sup> 4 und um 9<sup>p</sup> 8. Nimmt man aus den drei Beobachtungen je das Mittel, so erhält man für Schneekoppe die Stärke 10, für das geschützt liegende Wang 5 und für Warmbrunn 5.3, welche Beträge allerdings nur ein sehr ungenaues Maß für die mittlere Windstärke des ganzen Tages geben dürften. Diesen Windstärken entsprechen ungefähr Windgeschwindigkeiten von 21, 8.8 und 9.5 mps. Nimmt man eine mittlere Geschwindigkeit der Luftbewegung auf das Gebirge zu von 9 mps an, so braucht die Luft, um bis zum Gebirgskamm zu gelangen,  $\frac{12000}{9}$  oder 1333 Sek., sie steigt also in 1 Sek. durchschnittlich  $\frac{1000}{1333}$  oder 0.75 m hoch. Am Abhang des Gebirges selbst muß aber das Aufsteigen noch wesentlich rascher vor sich gehen, so daß eine mittlere Geschwindigkeit von 0.8 mps wohl nicht zu hoch gegriffen ist.

Um endlich noch einen Anhaltspunkt dafür zu gewinnen, wie sich die Schnelligkeit der vertikalen Luftbewegung in mehr ebenem Gelände zu der für das Gebirge berechneten verhielt, wurde die in Bunzlau vom 29. zum 30. Juli 1897 gefallene Niederschlagsmenge benutzt, um aus ihr ebenfalls wieder die Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstromes zu berechnen. Der genannte Ort wurde gewählt, einmal, weil er schon fast ganz in der Ebene liegt, dann, weil die dort gemessene Niederschlagsmenge von 82.5 mm zu den größten gehört, die noch so weit vom Gebirge entfernt beobachtet wurden, und endlich, weil man nach der Lage der Station zu den Isobaren annehmen durfte, daß abgesehen von den durch die verschiedenen Geländebeziehungen erzeugten Unterschieden die meteorologischen Bedingungen für die Niederschlagsbildung von denen in der Gegend des Riesengebirges nicht sehr abweichen würden. Die weiteren der Rechnung zu Grunde gelegten Daten sind:  $H = 200$  m,  $t = 14.7^{\circ}$ ,  $b = 741$  mm (interpoliert) und  $F = 97$  Proz. (interpoliert). Der Sättigungspunkt liegt 70 m über Bunzlau. Denkt man sich die Luft wieder bis 4000 m, also um 3730 m über den Sättigungspunkt aufsteigend, so ergibt sich eine Geschwindigkeit von nicht ganz 0.15 mps, also ein im Vergleich zu den früher ermittelten Beträgen sehr kleiner Wert, der sich von den aus theoretischen Berechnungen sich ergebenden Geschwindigkeiten nicht weit entfernt, obwohl besonders die Verengerung der Strombahn auf der Westseite des Minimums infolge der Verstärkung des Gradienten daselbst die Aufwärtsbewegung der Luft gesteigert haben dürfte. Daraus kann man dann wieder

rückwärts schließen, daß die für das Gebirge ermittelten Größen für die Aufwärtsbewegung der Luft in Zyklonen nicht abnorm sind.

Wenn nun auch alle so berechneten Werte nur als Näherungswerte aufgefaßt werden können, so geben sie doch immerhin eine gewisse Vorstellung von den Bedingungen, unter denen die großen Niederschläge im Odergebiet zustande kommen. Dabei ist es ohne Belang, daß es sich bei den berechneten Aufstiegs geschwindigkeiten nur um Mittelwerte handelt, die natürlich entsprechend den beobachteten stündlichen Maximalwerten des Niederschlages zeitweise jedenfalls erheblich übertroffen werden. Eine Depression ist eben kein unveränderliches Gebilde, so daß zeitweise Zustände in ihr eintreten können, die eine bedeutende Steigerung der Aufwärtsbewegung der Luft hervorrufen. Hier kam es nur darauf an, ganz im allgemeinen festzustellen, ob das Eintreten der anhaltenden starken Niederschläge im Odergebiet an ungewöhnliche Voraussetzungen geknüpft ist.

Diese Frage wird man nach den vorhergehenden Überlegungen jedenfalls nicht unbedingt bejahen können. Wenn die aus den Niederschlägen sich ergebenden Geschwindigkeiten der vertikalen Luftbewegung nicht als abnorm anzusehen sind, dann liegt es nahe, die Größe der beobachteten Mengen lediglich auf ein günstiges Zusammentreffen verschiedener bereits bekannter Umstände zurückzuführen. Als solche kommen in Betracht: 1) eine Lage des Minimums zum Odergebiet, durch welche Winde aus nördlichen Richtungen bedingt werden, so daß sie auf die das Odergebiet begrenzenden Gebirge zuwehen; 2) eine wesentliche Verzögerung der Bewegung des Minimums in der Gegend des Odergebiets; 3) eine Verstärkung des Luftdruckgradienten auf der Westseite der Depression durch Vordringen des westlichen Maximums oder durch Annäherung des Minimums an dieses oder durch beide Bewegungen gleichzeitig; 4) eine erhebliche Ausdehnung der Depression besonders nach N, so daß die Isobaren auf der Westseite steil nach der Ostsee hinauflaufen; 5) Eintreten der Niederschläge in der wärmsten Jahreszeit.

Je nach dem Zusammentreffen und der gleichzeitigen besonderen Ausbildung der Erscheinungen müssen die Niederschläge bald größer, bald kleiner ausfallen. Am stärksten werden sie sein, wenn alle Bedingungen zugleich zusammentreffen, was mit den Beobachtungen durchaus übereinstimmt. Die Wetterlagen zu Anfang August 1888, Ende Juli 1897, im Juli 1903, ebenso auch im August 1854 und wahrscheinlich, wie aus der bereits mehrfach erwähnten Abhandlung von Mann hervorgeht, auch im August 1813, entsprechen bezüglich der einzelnen Punkte mehr oder weniger allen oben angeführten Bedingungen.

Auch im September 1899 waren anscheinend Voraussetzungen für sehr starke Niederschläge vorhanden. Tatsächlich traten solche auch mit ungewöhnlicher Heftigkeit im Alpengebiet, in den Sudeten aber, wenn auch immerhin in großer Stärke, doch wesentlich schwächer als dort auf. Die Ursachen

dafür können in folgenden Umständen gefunden werden. Die eigentümliche Bahn der Minima (Taf. 41 und 42), von denen das erste bis nach Österreich hinunter gelangte, bewirkte, daß die größte Verstärkung des Gradienten vor den Alpen eintrat. Sie wurde vermehrt durch die früher beschriebene Ausbreitung der von Norden heranströmenden kalten und schweren Luft den Alpen entlang nach Osten. Da die Zunahme der Windstärke offenbar mit dieser außerordentlichen Erhöhung des Luftdruckgefälles nicht Schritt hielt, hätte, abgesehen von der durch das entgegenstehende Gebirge erzwungenen Beschleunigung des Aufsteigens der Luft, diese ohnehin schon stark nach oben ausweichen müssen. Dadurch kam die rasche Aufwärtsbewegung der Luft zustande, wie wir sie ja auf Grund der zu Hallstadt gemessenen Niederschläge berechnet haben. So konnten trotz der ziemlich niedrigen Temperatur und des dadurch bedingten geringen Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, und trotzdem die größte Wassermenge anscheinend schon bis zur Höhe von etwas über 2000 m hinaus gefallen war, doch so große Niederschlagsmengen zustande kommen, wie sie damals in den Alpen beobachtet wurden. In den Sudeten war dagegen die Verstärkung des Gradienten weit geringer, zumal im Vergleich zum Gradienten auf der Nordseite, so daß die Geschwindigkeit der Vertikalbewegung der Luft auch nicht so sehr beeinflußt wurde. Da außerdem der Feuchtigkeitsgehalt der Luft infolge der tieferen Temperatur erheblich niedriger war als z. B. im Juli 1897, so konnten auch nicht so große Niederschläge eintreten wie damals.

Die vorhin aufgezählten Bedingungen für die Entstehung der großen Niederschlagsmengen vermögen allerdings nur im allgemeinen eine Erklärung dafür zu geben. Im einzelnen treten dagegen oft Erscheinungen, zumal in der Niederschlagsverteilung auf, für die sich schwer eine Begründung finden läßt. Es handelt sich dabei besonders um die Tatsache, daß bisweilen in ganz eng begrenzten Bezirken eine bedeutende Steigerung des Niederschlages eintritt, ohne daß die Luftdruckverteilung oder die Verschiedenheiten der Bodenbeschaffenheit über die Ursachen dafür eine Aufklärung geben. Eine derartige lokal gesteigerte Niederschlagstätigkeit erinnert sehr an Gewitterregen, obwohl irgendwelche Gewittererscheinungen dabei nicht beobachtet wurden. Es sei auch noch darauf hingewiesen, daß die bedeutende Stärke der Niederschläge vom 20. zum 21. Juli 1891 nicht recht im Einklang mit der Luftdruckverteilung steht, wenn man berücksichtigt, daß sie größtenteils ohne Begleitung von Gewittern fielen. Die ganze Wetterlage weist allerdings auf die Bildung von Gewittern hin, wie sie ja auch vorher und nachher zahlreich stattfanden. An dem betreffenden Tage kamen sie immerhin wenigstens vereinzelt vor, und man möchte wohl annehmen, daß die Ursachen, die der Entstehung der Niederschläge zugrunde lagen, ähnliche waren wie bei Gewittern („Stille Gewitter“).

Auch sonst zeigt die Niederschlagsverteilung oft noch recht rätselhafte Verschiedenheiten. Vor allem soll auf die Regenkarte vom Morgen des 11. Juli

1903 (Taf. 18) aufmerksam gemacht werden, auf der sich zwei parallel verlaufende Zonen stärkeren Niederschlages zeigen, die sich am nördlichen Ende vereinigen. Dazwischen liegt besonders an der oberen Oder und Weichsel ein Gebiet weit schwächeren Regenfalles. Es ist ja möglich, daß diese Trennung der Hauptniederschlagszone auf die Bewegungen des Minimums zurückzuführen ist, das an dem hier in Frage kommenden Tage hin- und herwanderte. Wenn es während dieser Ortsveränderungen an bestimmten Stellen längere Zeit verweilte, so werden natürlich gewisse Striche mehr Niederschlag erhalten haben als benachbarte. Aus den vorhandenen Niederschlagsregistrierungen, und zwar von den Stationen Reinerz, Görbersdorf und Lysa hora, lassen sich jedoch bestimmte Schlüsse auf die Richtigkeit dieser Anschauung nicht ziehen.

Wenn nun auch die bisher angegebenen Gründe einigermaßen zu genügen scheinen, um die Entstehung der großen Niederschläge im Odergebiet zu erklären, so ist es doch nötig, noch auf einen Punkt einzugehen, der sehr beachtenswert erscheint und der unter Umständen auch eine Rolle bei der Bildung der großen Regenmengen spielen kann.

In dem Meinungsaustausch über einen von K. Fischer im Berliner Zweigverein der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft gehaltenen Vortrag über das Oderhochwasser im Juli 1903<sup>1)</sup> hat nämlich Hellmann zuerst eine später mehrfach von ihm geäußerte Vermutung vertreten, daß es sich vielleicht bei dem Wasserdampf, der zur Bildung der starken Niederschläge im Odergebiet Anlaß gibt, um solchen handelt, der besonders in der Höhe von Süden herbeigeführt wird, wenn auch seine Ausscheidung bei Winden aus nördlicher Richtung erfolgt.

In der Tat scheint es gar nicht ausgeschlossen, daß Wasserdampf, der auf der Ostseite der von S herankommenden Minima mit den dort herrschenden südlichen Winden zunächst nach der Nordseite der Depression und von da, durch die herrschenden Luftströmungen weitergeführt, auch noch bis auf die Westseite gelangt.

Bei der Besprechung der Temperaturverhältnisse ist ja bereits auf die wichtige Rolle, die der Lufttransport offenbar bei der Verteilung der Temperatur spielt, hingewiesen worden. Aus mehreren dort angeführten Beispielen konnte man ersehen, wie die im Osten herrschende höhere Temperatur sich zungenförmig auf der Nordseite des Minimums nach Westen hin erstreckte. Allerdings reicht diese Erwärmung der unteren Luftschichten nicht bis auf die Westseite des Minimums; dies ist aber erklärlich, wenn man bedenkt, daß sich ja die Luftmassen im Innern eines Minimums nicht rein horizontal, sondern auch nach oben bewegen. Die von der Ost- nach der Westseite der Depression gelangenden Luftteile würden dort also schon eine gewisse Höhe erreicht haben. Es müßte deshalb daselbst oben eine verhältnismäßig warme Schicht vorhanden sein, die sich allerdings nicht durch direkte Temperatur-

<sup>1)</sup> Geogr. Zeitschr. Bd. 10, 1904, S. 332.

umkehr, sondern nur durch eine mehr oder weniger große Verminderung der Temperaturabnahme bemerklich zu machen braucht. Die größere Menge der auf die Westseite des Minimums gelangenden Luft und vor allem die in den unteren Schichten der Atmosphäre wird entsprechend ihrem mehr nördlichen Ursprung allerdings kühler sein. Bei der großen Verschiedenheit der Gestalt der einzelnen Minima, bei ihrer ungleich raschen Fortbewegung und den häufig eintretenden Änderungen der Richtung des Fortschreitens ist ja die Frage, welchen Weg in jedem Falle die einzelnen Luftteile zurücklegen werden, sehr schwer zu beantworten. Immerhin dürfte aber die Möglichkeit, daß ein Lufttransport in dem oben geschilderten Sinne stattfindet, nicht von der Hand zu weisen sein.

Allerdings ist hierbei bisher der Umstand nicht berücksichtigt worden, daß sich beim Aufsteigen die Luft adiabatisch abkühlt, und zwar im Trockenstadium um  $1^{\circ}$  für 100 m. Da man die Temperaturabnahme auf der Westseite der Depression, wo Kondensation stattfindet, durchschnittlich etwa zu  $0.6^{\circ}$  für 100 m annehmen kann, so bestände die Möglichkeit, daß in allen Fällen, wo die Temperatur im Meeresniveau auf der Ostseite nicht erheblich höher als auf der Westseite ist, die von Osten her aufsteigende Luft bei verhältnismäßiger Trockenheit, bevor noch Kondensation eintritt, sich zu einer Temperatur abkühlte, die der im Westen in derselben Höhe befindlichen gleich wäre oder gar noch darunter läge. In der Tat dürfte aber bei den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen, wie sie hier zu bestehen pflegen, ein solcher Fall kaum eintreten. Nehmen wir z. B. an, daß die Temperatur im Meeresniveau im Osten  $20^{\circ}$ , im Westen aber nur  $14^{\circ}$  betrüge, welcher Unterschied keineswegs hoch gegriffen ist, die relative Feuchtigkeit im Osten etwa 60, im Westen aber 95 % betrüge, so tritt im Osten ungefähr in 950, im Westen in etwa 130 m Höhe Kondensation ein. In 950 m Höhe beträgt aber die Temperatur im Westen  $8.5^{\circ}$ , in der von Osten aufsteigenden Luft aber  $10.5^{\circ}$ , so daß letztere noch um  $2^{\circ}$  wärmer ist. Da dieser Unterschied, wenn die Kondensation fort dauert, nach oben hin annähernd bestehen bleibt, so könnte also die von Osten stammende Luft im Westen immer noch um etwa  $2^{\circ}$  wärmer ankommen, als dort die Temperatur der Luft bei einer Temperaturabnahme von  $0.6^{\circ}$  in gleicher Höhe betragen würde.

Leider ist es uns nicht möglich, festzustellen, ob auf der Westseite der Minima im Bereich des schlesischen Odergebietes in größeren Höhen verhältnismäßig hohe Temperaturen herrschten. Bis zur Höhe der Schneekoppe ist jedenfalls von einer Verringerung der Temperaturabnahme gewöhnlich keine Rede. In den Fällen, in denen die Aufstiegeschwindigkeit der Luft ermittelt wurde, stimmten die von Wang aus für die Höhe der Schneekoppe berechneten Temperaturen mit den wirklich beobachteten überein. Dies ist aber kein Beweis dafür, daß nicht in größeren Höhen doch noch eine wärmere Schicht vorhanden war. Die einzige Möglichkeit, weitere Auskunft über die

Temperaturverhältnisse in der Höhe bei Wetterlagen zu erhalten, wie sie hier in Frage kommen, bieten die Beobachtungen des Aeronautischen Observatoriums in Lindenberg, früher in Reinickendorf bei Berlin, das allerdings schon etwas zu sehr außerhalb des Bereichs der hier wirksamen Minima liegt. Zur Untersuchung eignen sich leider nur wenige Fälle, von denen der früheste die Hochwasserperiode vom Juli 1903 betrifft. Weiterhin kommen dann noch in Frage die auch in der vorliegenden Abhandlung geschilderte Periode Mitte Juli 1907 und aus der neuesten Zeit zwei Fälle vom Anfang Juli 1909 und vom September 1910, in denen Minima der Zugstraße Vb die Veranlassung zu heftigen Niederschlägen gaben. Es zeigt sich nun, daß im Juli 1903 tatsächlich am 10. (Taf. 48), also zu einer Zeit, in der infolge des im Osten liegenden Minimums noch sehr starke Niederschläge fielen, von 1600 bis 1700 m Höhe Temperaturumkehr von  $5.6$  auf  $7.8^{\circ}$  stattfand, während von da bis 2700 m annähernd Isothermie herrschte. Von den unmittelbar benachbarten Tagen liegen Registrierungen aus größeren Höhen nicht vor.

Aus der Hochwasserperiode Mitte Juli 1907 (Taf. 50) ist nur ein Aufstieg in größere Höhen vom 13. vorhanden, der aber keine wesentliche Verringerung der Temperaturabnahme zeigte. Bei der damaligen Lage und Richtung der Fortbewegung des Minimums war es auch ganz ausgeschlossen, daß Luft von Osten her nach der Mark Brandenburg und Schlesien hätte gelangen können.

Anfang Juli 1909 fielen im Gefolge eines im Osten liegenden Minimums teilweise sehr starke Niederschläge im Odergebiet, doch liegen gerade vom 2. Juli, an dem die größten Regenmengen beobachtet wurden, keine Beobachtungen aus Höhen über 1200 m vom Aeronautischen Observatorium vor. Allerdings bestand daselbst zwischen 300 und 630 m Temperaturumkehr, dagegen war im Riesengebirge die Temperaturabnahme zwischen Zillerthal, Wang und Schneekoppe normal. Auch am Tage vorher, an dem in Lindenberg Temperaturmessungen aus größeren Höhen erlangt wurden, zeigten die vertikalen Temperaturänderungen keine ungewöhnlichen Abweichungen. An diesem Tage lag zwar auch schon das Minimum im Osten, da aber noch ein zweites im Nordosten davon sich befand, das mit dem ersten ein Depressionsgebiet bildete, konnte nach dem Isobarenverlauf schwerlich wärmere Luft aus dem Osten in die Gegend des Observatoriums gelangen.

Dagegen machte sich am 7. und 8. September 1910, als ein der Zugstraße Vb angehöriges Minimum ziemlich stationär im Osten lag, in Lindenberg in Höhen über 2000 m eine starke Verringerung der Temperaturabnahme bemerkbar. Am 7. September betrug die Abnahme zwischen 1500 und 2000 m  $0.7^{\circ}$  für 100 m, zwischen 2000 und 2400 m aber nur noch  $0.1^{\circ}$ . Ebenso bestand am 8. September zwischen 1500 und 2000 m eine Abnahme von  $0.96^{\circ}$ , zwischen 2000 und 2500 m aber eine solche von nur  $0.1^{\circ}$ , während sie zwischen 2500 und 2900 m wieder bis auf  $0.45^{\circ}$  stieg. Auch am 6. Sep-

tember, als das Minimum sich in Galizien befand, war bereits eine Ver-ringerung der vertikalen Temperaturänderung von  $0.6^{\circ}$  unterhalb 2000 m auf  $0.4^{\circ}$  oberhalb 2000 m zu bemerken. Am 9. September, als das Minimum sich ausfüllte, war die Temperaturabnahme wieder normal.

Wenn nun auch das Bestehen einer derartigen Temperaturschichtung über Lindenberg noch keinen einwandfreien Beweis dafür liefert, daß eine solche auch in der Gegend der Sudeten vorhanden war, so ist sie doch unter allen Umständen beachtenswert und fordert zu weiteren Untersuchungen über diesen Punkt auf.

Daß durch eine solche wärmere Schicht in der Höhe eine Verstärkung des Niederschlages eintreten kann, ist sehr wohl möglich, wenn man voraussetzt, daß sie mit Feuchtigkeit gesättigt ist und in die allgemeine Aufwärtsbewegung der Luft mit einbezogen wird. Sie muß dann natürlich mehr Wasser abgeben als eine Schicht, deren Temperatur mit der weiter unten bestehenden Temperaturabnahme im Einklang stehen würde. Ist die wärmere obere Schicht in der Weise entstanden, wie es vorhin geschildert wurde, also durch langsames Emporsteigen der warmen Luft von der Ostseite des Minimums her, so werden wir auch annehmen dürfen, daß sie in den Höhen, in denen im Juli 1903 und September 1910 die Temperaturerhöhung oben bestand, bereits mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Es muß hier jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß die relative Feuchtigkeit am 10. Juli 1903 über dem Aeronautischen Observatorium in einer Höhe von 1500 m 89, in einer solchen von 2000 m aber nur noch 11 % betrug und in größerer Höhe sogar die Luft ganz trocken war. Auch am 7. und 8. September 1910 nahm die Feuchtigkeit gerade in der warmen Schicht ziemlich rasch ab, wenn auch nicht in dem Maße, wie im vorher erwähnten Falle. Bei allen diesen Betrachtungen darf man aber nicht vergessen, daß das genannte Aeronautische Observatorium vom Schauplatz der Ereignisse ziemlich weit ab liegt.

Wenn wir nun auch annehmen wollen, daß im Bereich der Oder eine wärmere obere Luftschicht zu einer Steigerung der Niederschläge beigetragen hat, so werden wir doch kaum die Heftigkeit der gleichzeitig in den Alpen niedergegangenen Regengüsse auf die Mitwirkung einer solchen Ursache zurückführen dürfen. Weder Ende Juli 1897, noch im September 1899, wo die Niederschlagsmengen in den Alpen am größten waren, bestand eine auffallende Verminderung der Temperaturabnahme nach oben. Die Abnahme der Temperatur betrug am 29. Juli 1897 zwischen Zell a. S. (763 m) und Rudolfshütte (2300 m), ebenso zwischen Rauris (912 m) und Sonnblick (3106 m)  $0.7^{\circ}$  für 100 m und am 12. September 1899 zwischen Uttendorf (771 m) und Rudolfshütte  $0.6^{\circ}$ , zwischen Bucheben (1203 m) und Sonnblick  $0.54^{\circ}$  für 100 m. Am letzteren Tage fiel auch, wie wir sahen, die Hauptwassermenge wahrscheinlich aus der Luftschicht bis etwas über 2000 m Höhe. Auch in den Sudeten kann z. B. im März 1894 bei der Entstehung der starken Niederschläge, die

damals vorwiegend in Schnee bestanden, eine Erwärmung in der Höhe nicht in Frage gekommen sein. Andererseits gibt es aber auch Fälle, wo man von vornherein es für ziemlich ausgeschlossen halten muß, daß die Feuchtigkeit, deren Kondensation bedeutende Niederschläge verursachte, von den nördlichen Meeresteilen herbeigeführt sein sollte. Zum Beleg dafür kann besonders auf die Luftdruckkarten vom 5. Mai 1899 9<sup>p</sup> und 6. Mai 7<sup>a</sup> (Taf. 38, 14d und 14e) verwiesen werden. Der Isobarenverlauf ist dort derartig, daß man sich schwer vorstellen kann, wie Luft von der Ostsee her bis in die Gegenden, wo der Niederschlag fiel, gelangt sein sollte. Am 6. Mai 7<sup>a</sup> erstreckte sich auch eine Zunge höherer Temperatur von Osten her an der Nordseite der Depression entlang bis in das Odergebiet hinein (Taf. 39, 14n). Die Temperaturabnahme zwischen Eichberg und Schneekoppe betrug zu diesem Zeitpunkt nur 0.32° für 100 m, so daß es also in der Höhe offenbar verhältnismäßig zu warm war. Bis zu den Alpen erstreckte sich jedoch die Erwärmung nicht; in der Höhe war es daselbst sehr kalt. Jedenfalls bedarf die ganze Frage noch weiterer Aufklärung, die aber nur durch Beobachtungen innerhalb der Niederschlagszone selbst herbeigeführt werden könnte. Es wäre sehr zu wünschen, daß beim Eintritt starker Niederschläge im Odergebiet, die durch von Süden kommende Minima verursacht werden, Beobachtungen in den höheren Luftschichten mit Hilfe von Altmannschem Gummi-Registrierballons angestellt würden. Allerdings müßten diese ziemlich groß gewählt werden, damit sie genügenden Auftrieb haben, denn die Belastung der Hülle mit Feuchtigkeit kann ziemlich bedeutend werden, zumal wenn man bedenkt, daß die Oberfläche des Ballons sich mit wachsenden Höhen, die er erreicht, erheblich vergrößert, und daß weiter oben auch eine Belastung mit Schnee zu erwarten ist. Andererseits dürfte gerade hier die Erreichung sehr großer Höhen nicht besonders wichtig sein, da das Vorhandensein einer wärmeren Schicht für die Verstärkung der Niederschläge nur dann noch von Bedeutung wäre, wenn sie nicht in allzu großen Höhen sich befände. Auch von dem schon lange geplanten aeronautischen Observatorium bei Wien, das der Zugstraße Vb sehr nahe liegt, wären wichtige Aufschlüsse nach dieser Richtung zu erwarten.

**Stärke der Niederschläge bei Wetterlagen, die den hier behandelten ähnlich sind.**

Nachdem wir auf Grund der hier näher erörterten Witterungsvorgänge die Voraussetzungen festzustellen gesucht haben, von denen die Entstehung starker Niederschläge im Odergebiet abhängt, ist es nötig, noch weiterhin zu untersuchen, ob nicht zuweilen ähnliche Wetterlagen eintreten, die nur geringe oder gar keine Niederschläge im Gefolge haben. Zu dem Zwecke sind auf Grund der Wetterkarten der Deutschen Seewarte aus den Jahren 1899 bis 1905 alle Fälle herausgesucht worden, in denen Depressionen in ähnliche Lage zum Odergebiet gelangten, wie die hier behandelten, vor allen Dingen also solche, in denen sich das Odergebiet oder Teile davon auf der W-, SW-

oder NW Seite des Minimums befanden. Gleichzeitig wurde die Stärke der im Odergebiet und dessen Umgebung gefallenen Niederschläge für jeden einzelnen Fall festgestellt. Dieser Teil der Untersuchung ist größtenteils von K. Knoch ausgeführt worden, der auch die verschiedenen Wetterlagen nach Herkunft und Zugrichtung der Depressionen klassifiziert hat.

Was zunächst die Minima anbetrifft, die sich ganz oder teilweise auf der Zugstraße Vb bewegten, so kann man ohne weiteres behaupten, daß sie immer Niederschläge und zwar meist recht ergiebige für das Odergebiet bringen, sobald sie nicht allzu weit östlich ziehen. Liegt das Minimum so weit im Osten, daß es sich schon annähernd im Norden des Schwarzen Meeres befindet, so fallen nur noch unbedeutende oder gar keine Niederschläge im Bereich der Oder. Auch hier zeigen sich wieder, wenn man die einzelnen Fälle nach dem mehr westlichen oder östlichen Verlauf der Zugstraße sondert, deutlich entsprechende Verschiebungen der Hauptniederschlagszonen.

Tritt man der Frage näher, warum trotz der ziemlich zahlreichen Fälle von Depressionen der Zugstraße Vb in den 7 Jahren, — es kommen 44 in Betracht, von denen gerade ein Viertel auf das Winterhalbjahr fiel<sup>1)</sup> — außer den hier schon ausführlich behandelten keine so starke Niederschläge brachte, daß ein größeres Hochwasser dadurch bedingt worden wäre, so bemerkt man bei näherer Prüfung der einzelnen Wetterlagen, soweit sie bei der verhältnismäßigen Ungenauigkeit der täglichen Wetterkarten möglich war, daß anscheinend nur eins dieser Minima annähernd die Bedingungen erfüllte, die wir als Voraussetzung gefährlicher Niederschläge im Odergebiet kennen lernten, und zwar führte dieses den Schneesturm herbei, von dem das östliche Deutschland in den Tagen vom 18. bis 20. April 1903 heimgesucht wurde<sup>2)</sup>. Diese Depression würde wahrscheinlich dem schlesischen Odergebiet noch stärkere Niederschläge gebracht haben, wenn sie nicht verhältnismäßig rasch darüber hinweg gezogen wäre.

<sup>1)</sup> Nach einer Untersuchung Kaßners über die Zugstraße Vb (Meteorol. Zeitschr. 1897, S. 219) fielen in den Jahren 1876—1895 39% der betreffenden Depressionen auf das Winterhalbjahr und 61% auf das Sommerhalbjahr.

In einer späteren Arbeit (Annal. d. Hydrographie 1903, S. 101 ff.) hat Kaßner die Untersuchung bis zum Jahre 1901 fortgeführt, so daß die Möglichkeit vorliegt, für die Jahre 1899, 1900 und 1901 seine Auszählungen mit den Knochschen zu vergleichen. Dabei ergibt sich, wie individuell offenbar die Auffassung darüber sein muß, ob eine Depressionsbahn der Zugstraße Vb zuzurechnen ist oder nicht; denn für die drei Jahre hat Kaßner 16, 12, 14, Knoch aber nur 6, 8, 5 solche Depressionen aus den täglichen Wetterkarten der Seewarte ausgezählt. Bezüglich des relativen, jährlichen Ganges stimmen aber beide Reihen im wesentlichen überein, insofern beidermal das Sommerhalbjahr weitaus die Mehrzahl und speziell der Mai das Maximum aufzuweisen hat.

Wie aber bereits oben hervorgehoben wurde, sind große Maihochwasser der Oder nicht häufig, so daß also gerade in diesem Monat öfters Vb-Depressionen vorkommen müssen, die keine gefährlichen Niederschläge bringen.

<sup>2)</sup> Vergleiche: G. Schwalbe, Der Schneesturm vom 18. bis 20. April in Ostdeutschland. (Annalen der Hydrographie, Bd. 32, S. 62—69. Auch abgedruckt im »Wetter« Bd. 21.)

Bei den übrigen Minima waren die erwähnten Voraussetzungen nur teilweise oder mangelhaft vorhanden, besonders fehlte nicht selten das westliche Maximum. Immerhin verursachten auch sie vielfach recht starke Niederschläge, die im Winter größtenteils in Form von Schnee fielen. Dieser Umstand in Verbindung mit der Tatsache, daß bei dem durchschnittlich erheblich geringeren Wassergehalt der Luft im Winter die Niederschläge in dieser Jahreszeit weniger ergiebig sind als im Sommer, ist auch die Ursache, daß Winterhochwasser der Oder im Gefolge von Vb-Depressionen kaum vorkommen dürften.

Die nächste Klasse von Depressionen umfaßt solche, die im S oder SE des Odergebietes blieben und meist der Zugstraße Vc zuzurechnen sind. Auch diese brachten, sofern nur das Depressionsgebiet sich genügend weit nach N hinauf erstreckte, im Bereich der Oder, und zwar am häufigsten in seinem Oberlauf, ergiebige bis starke Niederschläge mit Maximaltagesmengen über 50 mm.

Ferner wurden alle diejenigen Depressionen untersucht, die ihren Ursprung im W oder NW hatten und etwa der Zugstraße III oder, wenn sie zuerst im S der britischen Inseln erschienen, der Zugstraße IV in Verbindung mit III derart folgten, daß sie in Norddeutschland eindringend schließlich auf die Ostseite des Odergebiets gelangten. Auch diese verhältnismäßig seltenen Minima verursachten stets im Odergebiet Niederschläge, die entsprechend der Schnelligkeit des Fortschreitens und der Lage des Minimums, in die es auf seiner Bahn gegenüber dem Odergebiet kam, sowie auch in Anbetracht anderer Begleitumstände ihrer Stärke nach natürlich verschieden, aber doch durchschnittlich recht reichlich waren. Nur in einigen wenigen Fällen, in denen die Depression von Skandinavien her gleich nach Rußland eindrang, so daß sie von vornherein zu weit östlich vom Odergebiet lag, traten dort unbedeutende Niederschläge auf. Auch hier entwickelte sich übrigens die ganze Wetterlage in keinem Falle in der Weise, daß sie den Bedingungen zur Entstehung sehr großer Niederschläge im Bereich der Oder entsprochen hätte.

Man kann das Ergebnis dieses Teils der Untersuchung dahin zusammenfassen, daß alle Wetterlagen, bei denen das Odergebiet ganz oder teilweise auf die W-, NW- oder SW-Seite einer Depression gelangt, ihm Niederschläge bringen, die in den meisten Fällen ziemlich ergiebig sind. Doch ist anscheinend die Entstehung sehr starker Niederschläge nur bei einer Entwicklung der Wetterlage zu erwarten, die den im vorigen Abschnitt dargelegten Voraussetzungen möglichst entspricht. Nur dann, wenn ein solches Minimum zu weit im Osten liegt, fallen keine oder unbedeutende Niederschläge.

#### **Die Hochwassererscheinungen.**

Obwohl die vorliegende Untersuchung ihren Ausgangspunkt von den Hochwassern der Oder nahm, so kann doch die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Niederschlägen und Hochwassererscheinungen hier nur gestreift

werden, da sie im Grunde genommen nicht mehr in den Rahmen unserer Abhandlung fällt. Die Aufgabe des Meteorologen konnte es nur sein, die Veranlassung zu den großen Niederschlägen im Odergebiet zu erforschen, ohne Rücksicht darauf, wie sich daraus weiterhin Hochwassererscheinungen entwickeln würden. Dies näher zu untersuchen, ist Aufgabe des Hydrographen und Technikers. Hier sollen daher nur flüchtig einzelne Punkte berührt werden, die auch vom meteorologischen Standpunkt aus von Interesse sind.

Zunächst möge erwähnt werden, daß die Größe der Hochwassererscheinungen keineswegs proportional ist den Niederschlagsmengen, welche während der Witterungsvorgänge fallen, die den unmittelbaren Anlaß zum Hochwasser geben. Die Größe des letzteren hängt vielmehr in hohem Maße von dem vorhergehenden Wasserstande der Oder und ihrer Nebenflüsse ab, sowie von dem Prozentsatz der niedergegangenen Wassermengen, der wirklich zum Abfluß gelangt und der wiederum besonders von dem Zustande des Erdbodens, d. h. von seiner Aufnahmefähigkeit abhängig ist. Nach bereits vorangegangenen reichlicheren Niederschlägen werden daher bisweilen schon Regenmengen von nicht ungewöhnlicher Stärke genügen, um ein Hochwasser hervorzurufen, während nach großer Trockenheit, also bei großer Aufnahmefähigkeit des Bodens und niedrigem Wasserstande weit bedeutendere Niederschlagsmengen nötig sind, um ein gleich großes Hochwasser zu erzeugen.

Was speziell die Hochwasser der Oder selbst betrifft, so hängt ihre Größe, wie aus den Untersuchungen Fischers in seiner hydrographischen Abhandlung über die Sommerhochwasser der Oder hervorgeht, in hohem Maße davon ab, welche Gebiete hauptsächlich von den Niederschlägen betroffen werden. Wir haben schon auf S. 184 gesehen, daß Fischer drei Hauptniederschlagsherde unterscheidet, die für die Entstehung der Oderhochwasser von besonderer Wichtigkeit sind: 1. das Quellgebiet der Oder, 2. das Gebiet der mittleren Sudeten mit der Glatzer Neiße und 3. das Gebiet der nördlichen Sudeten mit dem Bober als Hauptabflußrinnen. Ihre Bedeutung für die Entwicklung der Hochwasser im Oderstrom selbst entspricht der angegebenen Reihenfolge. So können die durch große Niederschläge im Quellgebiet entstandenen Hochwasser auch ohne stärkere Beteiligung der übrigen Gewässergruppen den Wasserstand im mittleren und unteren Lauf der Oder noch bedeutend beeinflussen, wie dies im Juni 1902 der Fall war, während die Einwirkung der aus den nördlichen Sudeten abfließenden Wassermengen auf die Größe der Oderhochwasser verhältnismäßig gering ist. Daher war trotz der ungewöhnlich starken Niederschläge, die Ende Juli 1897 besonders das Gebiet des Bobers und der Lausitzer Neiße betrafen, und trotz der außerordentlich hohen in diesen Nebenflüssen erzeugten Wasserstände das Hochwasser der Oder selbst nur von mittlerer Größe und würde noch wesentlich geringer gewesen sein, wenn nicht schon weiter oben, besonders durch Beteiligung der Glatzer Neiße, eine erhebliche Erhöhung des Wasserstandes stattgefunden hätte. Auch in allen den

Fällen, wo die Hauptwassermengen bereits vom Ober- und Mittellauf der Oder herkommen, bewirken selbst große Anschwellungen des Bobers keine bedeutende Verstärkung des Oderhochwassers, da die vom Bober erzeugte Flutwelle gewöhnlich der von oben kommenden vorausgeht. Ein Zusammentreffen beider Wellen könnte nur dann eintreten, wenn die großen Niederschläge in den nördlichen Sudeten wesentlich später fielen als im Oberlauf der Oder. Da es sich aber dabei um mehrere Tage handelt, so würde dies im allgemeinen nur dann der Fall sein, wenn ein neues Minimum gerade die erforderliche Zeit später besonders dem nördlichen Sudetengebiet starke Niederschläge brächte.

Wir sehen also, daß ein meteorologisches Ereignis ersten Ranges, wie der wolkenbruchartige Regen im nördlichen Sudetengebiet in den letzten Tagen des Juli 1897, nicht immer einer gleichgroßen Hochwasserkatastrophe in der Oder selbst entspricht, wenn auch die lokalen Einwirkungen verhängnisvoll genug sein mögen; dagegen können umgekehrt größere Oderhochwasser ohne besonderes Aufsehen erregende meteorologische Vorgänge eintreten. Ihre Entstehung ist nämlich, was ja vorhin schon einmal in ähnlicher Weise ausgesprochen wurde, keineswegs immer an ungewöhnlich starke, innerhalb kürzerer Zeit niedergehende Niederschlagsmengen geknüpft, sondern sie können auch hervorgerufen werden durch sich wiederholende zwar stärkere, aber nicht katastrophenartig wirkende Regenfälle. Auf solche Ursachen ist besonders das sehr bedeutende Hochwasser vom Juni 1902 zurückzuführen. Bei den Mai-Hochwassern kann außerdem noch Schneeschmelzwasser von den Gebirgen zu einer wesentlichen Erhöhung der Pegelstände der Flüsse beitragen, wie dies im Jahre 1896 und 1897 der Fall war. Besonders im Mai 1896 entsprach die Größe des Hochwassers nicht der Höhe der gefallenen Niederschlagsmengen. Unter den hier behandelten Fällen stand am besten im Einklang mit einem katastrophenartigen Charakter der Niederschläge die Größe des Hochwassers im Juli 1903, bei dem die Hauptregenmengen im Bereich der Glatzer Neiße und im Quellgebiet der Oder fielen. Inwieweit dies auch im August 1854 der Fall war, läßt sich nicht mehr ganz sicher beurteilen.

Es mag genügen, hier auf diese Beziehungen hingewiesen zu haben, die für die Möglichkeit einer Hochwasservoraussage auf meteorologischer Grundlage von Bedeutung sind.

---

## **Die Möglichkeit einer Hochwasservoraussage.**

Im Grunde genommen entspricht die Überschrift dieses Kapitels nicht ganz dem Inhalt, den es haben soll. Denn tatsächlich kann es sich nur um die Besprechung der Frage handeln, in wieweit eine Voraussage der großen Niederschläge, die Veranlassung zu Hochwassern geben, möglich ist. Wir haben aber bereits im letzten Abschnitt des vorigen Kapitels gesehen, daß ein völliger Parallelismus zwischen Hochwasser und Niederschlägen nicht besteht.

### **Die Voraussage auf Grund der synoptischen Wetterkarten.**

Wie schon auf S. 132 auseinandergesetzt wurde, kommen hier verschiedene Gruppen von Depressionen in Frage, die sich nach ihrer Herkunft unterscheiden. Am zahlreichsten sind diejenigen, die von Oberitalien und Nachbargebieten stammen; dann folgen solche, die ihren Ursprung auf der Balkanhalbinsel haben und endlich diejenigen, die erst über Österreich oder Ungarn entstehen. Dazu gesellen sich noch einige Minima, die aus anderer Richtung, besonders aus NW, kommen.

Ferner zeigte sich, daß diese Minima, wenn sie in den Bereich des Odergebietes gelangen, dort Niederschläge von sehr verschiedener Stärke hervorrufen können, und es wurde auch versucht, festzustellen, unter welchen Voraussetzungen die Niederschläge besonders heftig zu sein pflegen. Abgesehen von dem Einfluß der Jahreszeit kommen dafür, wie auf S. 212 angegeben wurde, besonders folgende Merkmale in Betracht: 1. Verzögerung der Fortbewegung des Minimums in der Gegend des Odergebietes, 2. Verstärkung des Gradienten auf der Westseite der Depression und 3. eine größere Ausdehnung des Depressionsgebietes mit steil nach der Ostsee hin ansteigenden Isobaren auf der Westseite. Endlich ist die mehr östliche oder westliche Bahn des Minimums von entscheidendem Einfluß darauf, welche Teile des Odergebietes besonders von Niederschlägen betroffen werden.

Um das Eintreten starker Niederschläge im Odergebiet voraussagen zu können, ist es also nötig, vorher zu bestimmen, ob eine im S oder SE oder auch über den nördlichen Meeresteilen befindliche Depression überhaupt in die Gegend des Odergebietes gelangt, ob ihre Bahn mehr westlich oder östlich verläuft und bis zu welchem Grade sie die oben angegebenen Bedingungen für besondere Stärke des Niederschlages erfüllen wird.

In einem früheren Kapitel sind bereits die Beziehungen zwischen Fortbewegung der Minima und Luftdruck- und Temperaturverteilung ausführlich erörtert worden, so daß auf die dort erhaltenen Resultate hier verwiesen werden kann. Es soll an dieser Stelle nur noch einmal das Wichtigste hervorgehoben werden.

Wir sahen zunächst, daß sich wohl in sehr vielen Fällen die Bahn, die das Minimum einschlägt, zur Luftdruck- und Temperaturverteilung in Beziehung setzen läßt, daß aber oft auch ein solcher Zusammenhang nicht deutlich zu Tage tritt, da offenbar nicht allein die Verteilung der betreffenden Elemente am Erdboden, sondern in dem ganzen Luftkörper der Depression für deren Fortbewegung maßgebend ist. Ferner wurde darauf hingewiesen, daß häufig wohl nachträglich der erwähnte Zusammenhang erkennbar war, daß es aber vielfach große Schwierigkeiten machte, aus der gerade vorliegenden synoptischen Karte auf die zukünftigen Änderungen der Bahn des Minimums Schlüsse zu ziehen.

Abgesehen davon ergaben sich aber doch gewisse Eigentümlichkeiten in der Luftdruckverteilung, die, wenn wir zunächst nur die von S, besonders von Oberitalien und Nachbargebieten kommenden Depressionen ins Auge fassen, deren Heraufziehen nach N zu begünstigen scheinen. Vor allem kam dabei eine namhafte Temperaturzunahme von W nach E oder von NW nach SE in Mitteleuropa in Betracht, die vielfach veranlaßt war durch eine Rinne tieferen Druckes vom südlichen Minimum aus nach einem im Norden liegenden hin oder auch nur durch eine von der südlichen Depression ausgehende Zunge niedrigeren Druckes. In Ermangelung einer höheren Temperatur im Osten kann vielleicht auch dort lagernder hoher Luftdruck das Heraufkommen der Depression begünstigen. Das Minimum folgt auf seinem Wege dabei offenbar gern der Luftdruckrinne.

Es kommt allerdings vor, daß trotz günstiger Bedingungen das Minimum nicht heraufkommt, was aber gewöhnlich darauf zurückzuführen ist, daß das westliche Hochdruckgebiet nach Osten vordringt. Dies beweisen neben einigen oben näher behandelten Fällen eine Anzahl anderer aus den Jahren 1899 bis 1905, die K. Knoch gelegentlich seiner im vorletzten Abschnitt des vorigen Kapitels besprochenen Untersuchung mit zusammengestellt hat.

Im übrigen gibt es bei den über Oberitalien und Nachbargebieten liegenden Depressionen noch ein Merkmal, das anscheinend ziemlich sicher zu erkennen gibt, daß sich das Minimum in nördlicher Richtung in Bewegung

setzen will: es ist das schon früher auf S. 135 erwähnte zungenförmige Vorspringen der Isobaren nach Norden im Osten der Alpen. Sobald sich dieses Anzeichen bei einer im Süden liegenden Depression bemerkbar macht, kann man damit rechnen, daß die Depression weiter heraufkommen wird. Allerdings werden die gewöhnlichen Isobarenkarten, wie sie von den Wetterdienststellen gegenwärtig gezeichnet werden, oft nicht ausreichen, um dieses Aufsteigen der Isobaren sicher zu erkennen. Auch kann es vorkommen, daß die Depression so rasch heraufkommt, daß sich die Anzeichen dafür nur zwischen zwei Terminen, für welche Isobarenkarten gezeichnet werden, bemerkbar machen. Daraus würde sich also die Forderung ergeben, im Bedarfsfalle einerseits genauere Isobarenkarten, andererseits solche für kürzere Zeitintervalle herzustellen. Es ist dies übrigens eine Forderung, zu der die weitere Entwicklung des Wetterprognosedienstes ohnehin drängt.

Bei den von der Balkanhalbinsel kommenden Depressionen dürfte freilich die Voraussage, ob sie sich dem Odergebiet nähern werden oder nicht, wesentlich schwerer sein als bei den oben besprochenen, und noch größere Schwierigkeiten bieten sich in den Fällen, wo es gilt, die Entwicklung der erst über Österreich-Ungarn entstehenden Minima vorauszubestimmen.

Ob Depressionen, die aus anderen Richtungen, besonders auf der Zugstraße III heranziehen, in eine Lage zum Odergebiet gelangen werden, durch welche die Voraussetzungen zum Eintritt starker Niederschläge daselbst erfüllt sind, ist ebenfalls wohl meist recht unsicher vorherzusagen. Zum Glück sind aber offenbar die Fälle, in denen unter solchen Umständen wirklich gefahrbringende Niederschläge im Odergebiet entstehen, äußerst selten. Selbst im Juni 1894, in dem eine Depression der Zugstraße III die Veranlassung zu stärkeren Hochwassererscheinungen, zumal in der oberen Oder gab, wurden diese mehr durch die lange Dauer der Niederschläge, als durch besonders große Tagesmengen hervorgerufen. Es ist überhaupt fraglich, ob schon jemals ein Hochwasser ungewöhnlicher Größe allein infolge eines auf der Zugstraße III auf die Ostseite des Odergebietes gelangten Minimums entstanden ist, wenn auch die Möglichkeit, daß ein solches einmal durch eine derartige Ursache hervorgerufen wird, nicht von der Hand zu weisen ist. Jedenfalls braucht eine Hochwasservoraussage den Depressionen der Zugstraße III keine übergroße Beachtung zu schenken. Die folgenden Ausführungen werden sich daher im allgemeinen nur auf die aus Süden stammenden Minima beziehen.

Welchen Weg ein Minimum, wenn es sich einmal nach Norden in Bewegung gesetzt hat, dann weiter einschlägt, ob es mehr westlich oder östlich ziehen wird, dürfte sich in den meisten Fällen lediglich auf Grund der gewöhnlichen synoptischen Karten nur recht unsicher beantworten lassen. Es treten oft sehr überraschende Wendungen in der Zugrichtung der Depression ein, besonders wenn sie sich plötzlich auf das westliche Hochdruckgebiet zu bewegt, so daß eine Voraussage in dieser Hinsicht mit den üblichen Hilfsmitteln kaum

möglich erscheint. Gerade aber diese plötzlichen Richtungsänderungen sind häufig die Ursache dafür, daß die vom Minimum gebrachten Niederschläge für gewisse Teile des Odergebietes gefahrbringend werden. In welcher Gegend dort die Hauptniederschläge fallen werden, ist schon deshalb schwer vorauszu sehen, weil die Verschiebungen der Bahn, die diese Änderungen in der Lage der Niederschlagszonen bedingen, räumlich verhältnismäßig gering sind.

Ebenso schwierig dürfte es auch sein, den Eintritt der besonderen Bedingungen für Verstärkung der Niederschläge, also Verzögerung der Fortbewegung des Minimums, Verstärkung des Gradienten und Ausdehnung des Depressionsgebietes vorauszusagen. Die beiden ersten Bedingungen sind an das Bestehen eines Hochdruckgebietes im Westen geknüpft, das zwar hier in allen Fällen vorhanden war, aber sonst keineswegs immer eine Begleiterscheinung der von Süden heraufziehenden Depressionen ist, wie aus der früher besprochenen Untersuchung der betreffenden Minima aus den Jahren 1899 bis 1905 hervorgeht. Das Vorhandensein des westlichen Maximums allein braucht aber noch nicht unbedingt eine wesentliche Verzögerung der Fortbewegung des Minimums hervorzurufen; es muß vielmehr, wie wir sahen, der Druck im W um soviel steigen, daß der vorher auf der rechten Seite des Minimums vorhandene Überdruck teilweise oder ganz aufgehoben wird. Ob und in welchem Grade dies eintritt, wird sich aber nicht leicht vorhersehen lassen. Eher wird man noch, wenn sich an der Vorderseite des Minimums ein Hochdruckgebiet zeigt, auf eine Verringerung der Geschwindigkeit schließen können.

Auch die Verstärkung des Gradienten auf der Westseite der Depression wird sich, besonders wenn sie auf Bewegungen derselben nach dem Maximum zu beruht, schwer vorher bestimmen lassen. Ganz unsicher kann natürlich auch nur eine Voraussage sein, ob die Depression sich besonders weit nach Norden ausdehnen wird.

Am ehesten würde es vielleicht noch möglich sein, mit Hilfe genauerer synoptischer Karten die mit dem Minimum vor sich gehenden Veränderungen vorherzusehen, wenn man solche für kürzere Zeiträume, vielleicht für drei Termine täglich, zeichnen könnte.

### Die Voraussage auf Grund anderer Methoden.

Es lag nun nahe, zu untersuchen, ob es nicht vielleicht noch auf andere Weise möglich wäre, Aufschluß über die bevorstehenden Änderungen der Luftdruckverteilung zu erlangen. Besonders kam dabei die praktische Verwertung der Untersuchungen N. Ekholms über Luftdruckschwankungen in Betracht<sup>1)</sup>. Dieser hat festgestellt, daß, wenn man die aus je zwei aufeinander folgenden

<sup>1)</sup> N. Ekholm, Wetterkarten der Luftdruckschwankungen. Met. Z. 1904, S. 345 ff. — Die Luftdruckschwankungen und ihre Beziehung zu der Temperatur der oberen Luftschichten. Hannband der Met. Z. 1906, S. 228 ff. — Über die unperiodischen Luftdruckschwankungen und einige damit zusammenhängende Erscheinungen. Met. Z. 1907, S. 1 ff., S. 102 ff., S. 145 ff.

Isobarenkarten für die Zwischenzeit sich ergebenden Luftdruckschwankungen durch Linien gleicher Änderung (Isallobaren) kartographisch darstellt, die Fall- und Steiggebiete des Luftdrucks ähnliche geschlossene Gebilde darstellen, wie die Zyklonen und Antizyklonen, und sich unabhängig von diesen fortbewegen. Während aber besonders die Bahnen der Zyklonen oft sehr verwickelt und unregelmäßig verlaufen, sind diejenigen der Fall- und Steiggebiete bei weitem einfacher, so daß es auf Grund der vorhergegangenen Bewegung dieser Gebilde weit leichter sein müßte, die bevorstehenden Änderungen der Luftdruckverteilung vorauszusagen als mit Hilfe der Isobarenkarten.

Da die Untersuchungen Ekholms sich im allgemeinen nur auf die bei weitem häufigsten Wetterlagen erstrecken, bei denen westöstliche Bewegungen der Minima in Frage kommen, so war es von besonderem Interesse festzustellen, ob auch gegenüber den Bahnen der von Süden heraufziehenden Depressionen die Bewegungen der gleichzeitig sich zeigenden Fallgebiete wesentlich einfacher verliefen.

Zur Untersuchung dieser Frage konnten von den hier behandelten Witterungsperioden nur diejenigen benutzt werden, für die regelmäßig wenigstens Isobarenkarten für den Morgen- und Abendtermin gezeichnet waren, da ein Zeitraum von 24 Stunden zur Darstellung der Luftdruckänderungen im Sinne Ekholms schon zu groß ist. Infolgedessen wurden für folgende Hochwasserperioden die Karten der Luftdruckänderungen zwischen den Terminen 7<sup>a</sup> und 9<sup>p</sup> sowie 9<sup>p</sup> und 7<sup>a</sup> gezeichnet: Anfang August 1888, März 1894, September 1899 und Juli 1903. Da besonders in den beiden letzten Fällen die Witterungsvorgänge äußerst verwickelt waren, so durfte man vielleicht hoffen, durch die Isallobarenkarten ein klareres Bild der Erscheinungen zu erhalten.

Leider war es nicht möglich, die betreffenden Karten vollständig zu veröffentlichen.

Die Isallobarenkarte vom 1. August 1888 7<sup>a</sup>, welche die Änderungen des Luftdrucks vom Abend vorher bis zum angegebenen Termin enthält, zeigt nur ein schwaches Fallgebiet, das sich von Oberitalien bis nach Bayern erstreckt, sonst ist in Mitteleuropa der Luftdruck überall gestiegen. Die gleichzeitige Isobarenkarte weist ein flaches Minimum über Oberitalien auf, von dem aus eine schmale Zunge tieferen Druckes nach Österreich hineinreicht. Auf der Isallobarenkarte vom 1. August 9<sup>p</sup> ist ein ausgedehntes Fallgebiet zu sehen, das sich von E aus über ganz Norddeutschland und bis nach Italien und von da nach der Schweiz erstreckt. Sein Zentrum mit einer Maximaländerung des Luftdruckes von mehr als 4 mm befindet sich bei Budapest. Die Isobarenkarte vom gleichen Termin zeigt ein von Oberitalien aus bis nach Polen hinauf reichendes Tiefdruckgebiet, dessen tiefste Stelle ebenfalls bei Budapest liegt.

Auf der Karte vom Morgen des 2. August erstreckt sich ein flaches Fallgebiet von Italien nach Norddeutschland mit einem Zentrum über Bayern und einem anderen etwas weniger tiefen über Oberitalien, während die gleich-

zeitige Isobarenkarte nur insofern eine wesentliche Änderung gegen die vom Abend zuvor aufweist, als über Oberitalien sich ein ausgesprochenes Minimum gebildet hat.

Am Abend des gleichen Tages, an dem das erheblich vertiefte Minimum über dem westlichen Ungarn lag, fiel das ganze Depressionsgebiet annähernd mit einem starken Fallgebiet zusammen, dessen Zentrum sich an der gleichen Stelle befand wie das Minimum. Am 3. August 7<sup>a</sup> lag das Fallzentrum nord-nordöstlich vom Minimum in der Richtung, in der dieses weiterzog.

Wie man aus diesem Vergleich zwischen Bewegungen von Fallgebiet und Minimum sieht, war aus dem Verhalten des ersteren, bevor das Minimum heraufkam, durchaus kein Anhaltspunkt für die weitere Gestaltung der Wetterlage zu gewinnen, da das Fallzentrum sich zuerst von Ungarn nach Bayern verlagerte und, als es wieder nach Ungarn zurückkehrte, vollkommen mit dem inzwischen heraufgekommenen Minimum zusammenfiel. Erst aus der Karte vom 3. August 7<sup>a</sup> könnte man vielleicht aus der Lage des Fallzentrums gegenüber der des Minimums einen Schluß auf die bevorstehende Bewegung des letzteren ziehen. Offenbar läßt sich die Entwicklung der Hochwasserwetterlage hier wesentlich besser an der Hand der Isobaren- als der der Isallobarenkarten verfolgen.

Betrachten wir jetzt die Karten der Luftdruckänderungen, wie sie sich aus den für die Periode vom 14. bis 16. März 1894 gezeichneten Isobarenkarten ergaben (Taf. 53, 1 a — 1 d).

Am Abend des 14. März zeigen die Linien gleicher Luftdruckänderung seit dem Morgen desselben Tages ein ausgedehntes Fallgebiet im Osten mit einem Maximalfall von über 5 mm in der Gegend der Grenze von Ungarn, Galizien und Rumänien, und mit ihm in Verbindung ein zweites, nicht ganz so tiefes Fallgebiet im Süden der Alpen, dessen Zentrum über Oberitalien lag. Die gleichzeitige Luftdruckkarte weist nur ein Minimum über Oberitalien auf, während nach der Ostseite des Kartengebiets hin der Luftdruck zunimmt. Am Morgen des 15. März ist das östliche Fallzentrum nach Norden gewandert, während das südliche Fallgebiet sich weiter nach N über die Alpen hinweg ausgebreitet hat. Das über 6 mm tiefe Fallzentrum liegt an der Grenze von Schweiz und Tirol.

Auf der Isobarenkarte für den gleichen Termin zeigt sich das Minimum über Oberitalien vertieft, wobei es eine Zunge tieferen Druckes östlich der Alpen bis nach Mähren hinauf sendet. Am Abend des 15. März macht sich wieder dieselbe Erscheinung bemerkbar wie am Abend des 2. August 1888. Die von Oberitalien heraufgezogene Depression deckt sich vollkommen mit dem Fallgebiet; sein Zentrum liegt hier etwas südöstlich vom Minimum, also nach rückwärts im Sinne von dessen Zugrichtung. Auch am 16. März 7<sup>a</sup> decken sich Fallgebiet und Depression, doch befindet sich das Zentrum der ersteren

jetzt etwas nördlicher als das Minimum, ein wenig östlich von der Stelle, wohin das letztere bis zum Abend gelangte.

Auch hier bietet also die Betrachtung der Isallobarenkarten ein verwickelteres Bild der Bewegungen des Fallzentrums als es die Isobarenkarten für die Verlagerung des Minimums gewähren. Während das Minimum die Ostseite der Alpen umgehend in einem einfachen Bogen heraufzog, bewegte sich das Fallzentrum von Oberitalien nach dem Nordfuß der Alpen, dann nach Osten bis zur ungarisch-rumänischen Grenze und von da erst weiter mit dem Minimum. Aus der Verschiedenheit der Lage des Fallzentrums gegenüber dem Minimum am 15. März 9<sup>p</sup> und 16. März 7<sup>a</sup> sieht man auch, daß sich sichere Schlüsse daraus auf die Weiterbewegung des Minimums nicht ziehen lassen. Das anfängliche Bestehen eines starken Fallgebietes im Osten, das bei der weiteren Entwicklung der Hochwasserwetterlage gar keine Rolle mehr spielt, trägt auch nicht dazu bei, den Überblick über die Witterungsverhältnisse klarer zu gestalten.

Leider stellte es sich heraus, daß auch die schwer zu übersehende Entwicklung der kritischen Wetterlage im September 1899 aus den Isallobarenkarten (Taf. 53—55) nicht leichter vorauszusagen gewesen wäre. Am 8. September 9<sup>p</sup> und 9. September 7<sup>a</sup> ist das Bild, das diese geben, dem der Isobarenkarten ganz ähnlich. An Stelle der beiden miteinander verbundenen Depressionsgebiete im Norden und Süden liegt ein nicht sehr starkes Fallgebiet mit zwei gegenüber den Minimis nur wenig verschobenen Zentren. Am Abend des 9. September zeigt sich zwischen einem nördlichen und südlichen Fallgebiet ein von E nach W quer durch Ungarn, Böhmen und Süddeutschland reichendes Steiggebiet an derselben Stelle, wo die im Norden und Südosten liegenden Depressionen sich berühren. Das Zentrum des nördlichen Fallgebietes ist gegenüber dem Minimum etwas nach SW, das des südlichen nach S verschoben. Am Morgen des 10. September bedeckt wieder fast ganz Mitteleuropa, entsprechend dem dort lagernden Depressionsgebiet, ein Fallgebiet mit einem wenig ausgesprochenen Zentrum von mehr als 3 mm Luftdruckabnahme über Nordwestdeutschland, während gleichzeitig das Minimum nördlich davon liegt. Das Fallzentrum der nördlichen Depression eilte hier wie auf der vorhergehenden Karte dem Minimum voraus, indem es dabei etwas zur Rechten von dessen Bahn abwich. Im SE befand sich dagegen kein dem dort befindlichen Minimum entsprechendes Fallzentrum mehr. Der Luftdruck hatte dort gleichmäßig ein wenig abgenommen.

Am 10. September abends ist im N ein Steiggebiet erschienen, während südlich davon der Luftdruck noch weiter abgenommen hat, und zwar am meisten über Oberitalien, wo sich ein ausgesprochenes Fallzentrum mit mehr als 5 mm zeigt. Dieses deckt sich auf der Isobarenkarte mit einem an derselben Stelle liegenden Minimum. Der im Südosten aufsteigenden Zunge tieferen Druckes entspricht auch ein Gebiet etwas stärkeren Falles, und zwar

von etwas mehr als 2 mm. Die Luftdruckverteilung im Süden zeigt infolgedessen auf der Isobarenkarte ein fast ganz mit der Isallobarenkarte übereinstimmendes Bild. An Stelle der Isobare von 755 mm verläuft dort die Änderungslinie von  $-2$  mm.

Am Morgen des 11. September hat sich das nördliche Steiggebiet weiter nach S und SW ausgebreitet. Auch über Oberitalien liegt ein Steigungszentrum mit einer Zunahme des Luftdruckes von mehr als 4 mm. Nur im Südosten, gerade an der Stelle, wo die von dort heraufkommende Depression sich befindet, liegt ein Fallgebiet, dessen über 4 mm tiefes Zentrum sich genau mit dem Minimum deckt. Dieses Fallzentrum bewegt sich dann bis zum Morgen des 12. September in völliger Übereinstimmung mit dem Minimum. Gleichzeitig ist an derselben Stelle, wo das neue Minimum im Südosten erschienen ist, auch ein zweites etwas flacheres Fallzentrum zu sehen, das auf seinem weiteren Wege ebenfalls mit dem Minimum zusammenfällt.

Man sieht also, daß die Bewegungen der Fallgebiete auch diesmal durchaus keinen besseren Anhaltspunkt für die Voraussage der kommenden Witterung gewährt als die Isobarenkarten. Im Gegenteil ist das Bild, das die Isallobarenkarten boten, bis zum Erscheinen der eigentlichen Hochwasserdepression eher verwirrender, als das der Isobarenkarten.

In noch geringerem Grade kann man aus den Isallobarenkarten vom 7. bis 9. Juli 1903 auf die Möglichkeit des Eintritts einer schweren Niederschlagskatastrophe schließen (Taf. 55). Am Abend des 7. Juli liegt über fast ganz Mitteleuropa ein ziemlich starkes Steigungsgebiet, nur im Osten befindet sich ein schwächeres Fallgebiet, das im Südosten die größte Abnahme zeigt. Das Steigungsmaximum liegt etwas westlich von dem sich ausfüllenden Minimum an der westlichen Ostseeküste. Am Morgen des 8. Juli ist das auch über Mitteleuropa befindliche Steigungsgebiet unterbrochen durch einige ganz unregelmäßige äußerst flache Fallgebiete mit Luftdruckänderungen von nur einigen Zehnteln Millimeter. Das Fallgebiet im Osten ist größtenteils durch das Steigungsgebiet ersetzt. Im Südosten liegt ebenfalls nur noch ein ganz kleines Fallgebiet mit wenigen Zehnteln Millimeter Luftdruckabnahme. Es deutet nichts auf die bevorstehende Katastrophe hin.

Am Abend desselben Tages sind auch die flachen Fallgebiete innerhalb des Steigungsgebietes wieder verschwunden. Nur in Galizien ist an einer ganz kleinen Stelle der Luftdruck einige Zehntel Millimeter gefallen. Mit Hilfe der für die täglichen synoptischen Karten der Wetterdienststellen zur Verfügung stehenden Beobachtungen würde man dieses kleine Fallgebiet überhaupt nicht bemerken können, wenn nicht zufällig gerade Lemberg darin läge. Rings um diese Stelle ist der Luftdruck gestiegen, und zwar in einem mit der Entfernung davon wachsenden Maße. Das auf der Isobarenkarte jetzt deutlich ausgebildete Minimum in der Gegend von Lemberg hat sich also, worauf schon bei der Schilderung der Witterungsvorgänge in dieser Periode

hingewiesen wurde, hauptsächlich durch eine ungleichmäßige Zunahme des Luftdrucks in der Umgebung entwickelt.

Ekholm erwähnt in der Anmerkung auf S. 1 seiner Abhandlung über unperiodische Luftdruckschwankungen im Jahrgang 1907 der Meteorologischen Zeitschrift bei der Aufzählung der verschiedenen Arten von „Schwankungsgebieten“ auch den Fall eines Steigungsgebietes mit einem Steigungsminimum im Zentrum. Er erklärt ihn für sehr selten und glaubt ihm nur geringe Bedeutung beilegen zu dürfen. Wir sehen aber, daß letztere Vermutung hier nicht zutrifft.

Erst am nächsten Morgen, am 9. Juli, hat sich das kleine Fallgebiet bei Lemberg vergrößert und mehr nach W verlagert; es ist aber immer noch äußerst flach. Das etwa zwischen Warschau und Krakau liegende Fallzentrum ist nur etwas über 1 mm tief und befindet sich nordwestlich vom Minimum etwa dort, wo bis zum Abend das Minimum hinzog. Das Zentrum des Fallgebietes liegt um 9<sup>p</sup> etwas westlicher als am Morgen, während das Minimum am Morgen des 10. Juli sich mehr nach E gewandt hatte. Es ist also auch hier aus den Bewegungen des Fallzentrums kein sicherer Schluß auf die des Minimums zu ziehen. Am 10. Juli 7<sup>a</sup> fielen Fallzentrum und Minimum zusammen.

Das Ergebnis der vorstehenden vergleichenden Betrachtung kann man also dahin zusammenfassen, daß die Methode der Isallobarenkarten, so nützlich sie sicher oft für die Voraussage der Witterung, zumal von Stürmen, sein mag, besonders sobald es sich um Fallgebiete handelt, die von Westen her Europa nahen, doch in den hier in Frage kommenden Fällen, bei denen von Süden heraufziehende Minima eine Rolle spielen, offenbar versagt. Die Gebiete der betreffenden Depressionen fallen anscheinend meist direkt mit dem Fallgebiet zusammen; sogar die Zentren beider Gebilde decken sich oft vollständig und, wo dies nicht ganz zutrifft, läßt sich ein sicherer Schluß von der Lage des Fallzentrums auf die bevorstehende Bewegung des Minimums nicht ziehen. Diese Übereinstimmung zwischen Fallgebiet und Depression, sowie Fallzentrum und Minimum bemerkt man auch, wenn man noch andere von S stammende Depressionen daraufhin untersucht. In der oben erwähnten Abhandlung Ekholms im Jahrg. 1907 der Meteorologischen Zeitschrift findet sich auf S. 4 und 5 in den Karten Nr. 3 und 4 ebenfalls ein Beispiel dieses Zusammenfallens.

Es handelt sich dabei um die auch hier besprochene Depression der Zugstraße Vb, die sich vom 11. bis 13. Mai 1897 von Oberitalien nach Skandinavien hinauf bewegte. Aus den Ekholmschen Karten geht deutlich hervor, daß Fallzentrum und Minimum ziemlich zu allen Terminen fast völlig übereinstimmen und beide denselben Weg verfolgen. Eine Vereinfachung der Bahn des Fallgebietes gegenüber der der Depression ist also hier ebensowenig wie in den anderen bisher betrachteten Fällen zu bemerken.

Auch die Karten der Luftdruckänderungen für die Zeit vor dem Heraufkommen der südlichen Depression geben keinen Anhaltspunkt für die Gestaltung der zukünftigen Wetterlage, bieten vielmehr bisweilen ein schwerer verständliches Bild als die gleichzeitigen Isobarenkarten.

Man könnte auch noch daran denken, die Änderungen des Luftdrucks in anderer Weise für die Wettervoraussage zu verwerten, indem man von der Ansicht ausginge, daß, sobald sich ein Minimum von Süden her auf das Odergebiet zu bewegte, der Luftdruck dort schon im Voraus fallen müßte. Die zuständige Wetterdienststelle, also hier die in Breslau, würde daher, sobald die von ihr hergestellte Isobarenkarte eine solche Wetterlage zeigte, daß man mit der Möglichkeit des Heraufziehens einer Depression aus Süden rechnen könnte, das Barometer dauernd zu beobachten haben, und sie könnte dann vielleicht aus einem Fallen des Luftdrucks schließen, daß das Minimum sich näherte.

Eine nähere Prüfung der Luftdruckänderungen in Breslau vor Annäherung eines südlichen Minimums ergab aber, daß auch dieses Merkmal sehr unsicher ist. Ganz abgesehen davon, daß ja das Fallen des Luftdrucks auch durch eine andere, vielleicht von W oder NW her kommende Depression verursacht sein kann, ist bei Annäherung eines südlichen Minimums keineswegs immer ein Fallen des Luftdrucks in Breslau zu beobachten. So befand er sich im langsamen Steigen, als in den Tagen vom 27. bis 29. Juli 1889 eine Depression von Oberitalien aus heraufzog. Dasselbe war unter den gleichen Umständen am 30. April und 1. Mai 1896 der Fall.

Im Juli 1903 fiel in Breslau nur am 9. der Luftdruck ein wenig, und zwar von 7<sup>a</sup> bis 2<sup>p</sup> um 0.2, von 2<sup>p</sup> bis 9<sup>p</sup> um 0.8 mm, während er vorher und nachher stieg. Ebenso war in der Niederschlagsperiode Ende Juli 1897 lediglich am 29. in der Zeit von 2<sup>p</sup> bis 9<sup>p</sup> eine Abnahme des Luftdrucks um 2 mm zu bemerken, während er auch hier sowohl vorher wie nachher etwas zunahm. Also selbst in diesen beiden durch ungewöhnlich starke Niederschläge ausgezeichneten Fällen trat erst nach Beginn des Regens eine geringe vorübergehende Abnahme des Luftdrucks ein. Aus dem bloßen Verhalten des Barometers kann daher die Wetterdienststelle keine sicheren Schlüsse ziehen.

Der Vollständigkeit halber schien es angebracht, auch die von Guilbert<sup>1)</sup> aufgestellten Wetterregeln kurz auf ihre Verwendbarkeit in den vorliegenden Fällen zu prüfen. Der Urheber dieses neuen Systems der Witterungsvoraussage setzt die Vertiefung oder Verflachung einer Depression sowie die Richtung ihrer Fortbewegung in Beziehung zu der Stärke der sie umgebenden Winde und zwar in der Hinsicht, ob sie im Verhältnis zur Größe des barometrischen Gradienten normal sind oder nicht. Normal ist nach ihm für einen Gradienten von 1 mm (auf 111 km) die Windstärke 2 der Beaufortskala, 4 für 2 mm usw. Ganz abgesehen davon, ob die Guilbertschen Regeln, auf die hier nicht näher

<sup>1)</sup> G. Guilbert, Nouvelle méthode de prévision du temps. Paris 1909. 80.

eingegangen werden soll, an sich zutreffend sind, scheidert in den hier in Frage kommenden Fällen ihre Anwendung an der Unmöglichkeit festzustellen, inwieweit die Windstärken im Bereich der Depression normal sind oder nicht. Die von den Stationen beobachteten Windstärken weichen nämlich auch bei nahe benachbarten Orten oft recht erheblich von einander ab, so daß man je nach Wahl für dieselbe Seite der Depression im Vergleich zum Gradienten normale, überrnormale oder unternormale Winde erhalten kann. Bei ganz frei in der Ebene und besonders in der Nähe der Küste gelegenen Stationen mag ja eine einigermaßen einwandfreie Beobachtung der Windstärke eher möglich sein, nicht aber an den hier in Betracht kommenden, in meist unebenem oder gebirgigem Gelände liegenden Orten und an meteorologischen Stationen, die sich im Innern von Städten befinden.

#### Vorschläge für weitere Ausgestaltung des schlesischen Wetterdienstes.

Als brauchbare Grundlagen für die Witterungsvoraussage bleiben also nur die synoptischen Wetterkarten übrig. Es ist jedoch schon darauf hingewiesen worden, daß es mit Hilfe der in dem jetzigen Umfange und nur für einen Termin täglich gezeichneten Wetterkarten der zuständigen Wetterdienststelle Breslau im allgemeinen nicht möglich sein dürfte, eine einigermaßen zuverlässige Voraussage der Entwicklung einer für das Odergebiet gefahrbringenden Wetterlage zu geben. Vor allem ist es zur Feststellung des für die Annäherung einer oberitalienischen Depression charakteristischen Aufsteigens der Isobaren in den meisten Fällen nötig, sie nicht in Abständen von 5 zu 5, sondern, wenn irgend möglich, in solchen von 1 zu 1 mm, wie es hier geschehen ist, oder wenigstens von 2 zu 2 mm zu zeichnen. Auch in den übrigen Fällen, wenn das Minimum mehr aus Südosten kommt oder sich erst über Österreich-Ungarn entwickelt, reichen die jetzigen Karten zur Erkenntnis der wirklichen Wetterlage nicht aus. Deren weitere Umbildung wird sich aber nur einigermaßen übersehen und vorhersagen lassen, wenn zum mindesten neben der Karte für den Morgentermin noch eine für den Abend und wenn irgend möglich auch für die Mitte des Tages hergestellt würde, wie es von Seiten der Hamburger Seewarte jetzt schon regelmäßig geschieht. Da es nötig ist, besonders für den südlichen Teil von Mitteleuropa die Isobaren in kürzeren Abständen als von 5 zu 5 mm zeichnen, so wird dort in erster Linie die Zahl der Stationen, deren Beobachtungen der Wetterdienststelle zur Verfügung stehen, vermehrt werden müssen. Es darf als ein außerordentlicher Mangel bezeichnet werden, daß die Breslauer Wetterkarte nicht einmal die ja in der Seewartenkarte enthaltenen Beobachtungen von Budapest bringt, die zur Erkenntnis der Entwicklung der hier in Frage kommenden Wetterlagen von der größten Bedeutung sind. Ferner sind unbedingt erforderlich die ebenfalls der Seewarte zugehenden Beobachtungen von Turin. Als Ergänzung könnten dann noch Beobachtungen von einigen österreichisch-ungarischen Stationen herangezogen werden, die

direkt an die Breslauer Dienststelle telegraphisch zu berichten hätten. Diese ergänzenden Meldungen würden aber nicht immer erforderlich sein, sondern nur dann, wenn der Leiter der Wetterdienststelle aus der letzten Wetterkarte den Schluß zieht, daß die weiteren Änderungen der Luftdruckverteilung in einer für das Odergebiet bedrohlichen Weise vor sich gehen könnten. Ob eine Wetterlage vorliegt, die den Keim einer gefährlichen Entwicklung in sich trägt, dürfte sich aber schon mit Hilfe der jetzt zur Verfügung stehenden Beobachtungen mit Einschluß der von Budapest und Turin, die beständig der Breslauer Dienststelle zugehen müßten, beurteilen lassen. Es kommen dabei vor allen Dingen Wetterlagen in Frage, wo eine Rinne oder eine Zunge tieferen Druckes oder auch ein Teilminimum von einer südlichen Depression nach einer nördlichen hinüberführt, ferner solche mit tiefem Druck im SE und hohem im W, zumal wenn in diesen Fällen die Temperatur von W nach E oder von NW nach SE zunimmt. Es muß allerdings auch an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen werden, daß, wenn es auch oft gelingen dürfte, die Annäherung eines Minimums von Süden oder Südosten her an das Odergebiet vorherzusagen, doch dessen weiteres Verhalten sich nicht mit Sicherheit wird vorher erkennen lassen. Man wird wohl in solchen Fällen immer den Eintritt bedeutender Niederschläge im Bereich der Oder erwarten können, ob sie aber eine wirklich gefahrdrohende Stärke erreichen und welche Teile des Odergebietes sie besonders betreffen werden, dürfte sich vorher meist schwer entscheiden lassen. Vor allen Dingen wird es nötig sein, auch auf die Luftdruckverhältnisse im Westen ein besonderes Augenmerk zu richten. Ein stärkeres Hochdruckgebiet daselbst, das nach Osten vorzudringen scheint, während das Minimum schon heraufzieht, wird die Gefahr vergrößern, da dann eine Verzögerung der Fortbewegung des Minimums und eine Verstärkung des Gradienten auf seiner Westseite wahrscheinlich ist. Auch der Verlauf der Isobaren, besonders ob sie steil nach Norden hinaufsteigen, ist zu beachten.

Ferner darf man sich Nutzen davon versprechen, wenn die Wetterdienststelle in Breslau über das Entstehen ausgebreiteter und starker Regenfälle in dem südlich der Quelloder gelegenen Gebiete der Zugstraße Vb auf telegraphischem Wege benachrichtigt werden könnte. Ein solches Sammeltelegramm käme wohl am besten aus Wien und wäre Einzeltelegrammen von den Stationen vorzuziehen, weil diese nicht sicher beurteilen können, ob es sich wirklich um einen ausgebreiteten oder nur um einen mehr lokalen Regenfall handelt.

Und nun noch ein kurzes Schlußwort.

Wenn es nicht möglich gewesen ist, die Voraussage der zu Katastrophen im Odergebiet führenden Niederschläge auf eine durchaus sichere Basis zu stellen, so liegt dies einmal daran, daß die Zahl der hier behandelten Fälle

immer noch verhältnismäßig gering ist und auch nicht zwei in ihrem Verlauf völlig übereinstimmen, andererseits aber daran, daß die Vorherbestimmung der Entwicklung der hier in Frage kommenden Wetterlagen wohl zu den schwierigsten Problemen der Witterungsprognose überhaupt gehört. Ehe nicht die Grundlagen dieser Wissenschaft im allgemeinen weiter vertieft und der Zusammenhang der Erscheinungen noch näher erforscht ist, dürften solche speziellen Untersuchungen wie die vorliegende, die sich nur auf die Vorgänge in der untersten Schicht der Atmosphäre stützen und mit nicht durchweg gleichartigem Material arbeiten konnte, schwerlich zu einem zuverlässigeren praktischen Ergebnis führen als es hier der Fall ist.

Der Gang der Untersuchung gab aber mehrfach Gelegenheit anzudeuten, nach welcher Richtung neue Einrichtungen zu schaffen und neue Untersuchungen anzustellen wären, um diese schwierige Frage ihrer Lösung näher zu führen.

---

---

Buchdruckerei A. W. S c h a d e, Berlin N., Schulendorfer Straße 26.

---