

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im Deutschen Rheingebiet

Auf Veranlassung der Reichskommission zur Untersuchung der Stromverhältnisse des Rheins und seiner wichtigsten Nebenflüsse und auf Grund der von den Wasserbaubehörden der Rheingebietsstaaten gelieferten Aufzeichnungen

Das Moselgebiet

Tein, Maximilian von

1905

Niederschlag und Abfluß im Moselgebiet

[urn:nbn:de:bsz:31-39119](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-39119)

Niederschlag und Abfluß im Moselgebiet.

Niederschlagsverhältnisse. Entstehung und Beobachtung der Niederschläge im Moselgebiet. Bei der allgemeinen Luftdruckverteilung über dem Westen Europas, nach welcher bekanntlich der südliche Abschnitt während der längsten Zeit des Jahres unter hohem, der nördliche unter niederem Drucke steht, herrschen im Moselgebiete südwestliche und westliche Winde vor; auf sie treffen im Jahresdurchschnitt gegen 50% aller beobachteten Windrichtungen; sie wehen — erfahrungsgemäß meist mehrere Tage anhaltend — von dem die Westküsten des Festlandes umspülenden atlantischen Weltmeere an, haben nur das 600 bis 700 m hohe Zentralplateau von Frankreich sowie den Morvan zu überschreiten und erreichen hierwegen das Moselgebiet noch als ein feuchter und in den Wintermonaten verhältnismäßig warmer Luftstrom. Zuzufolge der gegen Westen fast völlig freien Lage des Moselgebietes können sie in dieses ungehindert eintreten, treffen auf die östlichen Randgebirge unter beinahe rechtem Winkel und werden hier zur teilweisen Abgabe ihres Wassergehaltes veranlaßt; sie dürfen wohl als die Hauptursache der Entstehung der Niederschläge im Moselgebiet betrachtet werden. Nach den Aufzeichnungen der Vogesen-Hochstation auf dem Großen Belchen, die wegen ihrer freien Lage als maßgebend für die Windverhältnisse in dem größeren Teile des Moselgebietes betrachtet werden darf, sind während des Zeitraumes von 1891 bis 1899 bei den verschiedenen Windrichtungen die in der Übersicht 5 zusammengestellten Niederschlagshöhen beobachtet worden. Hiernach treffen von der durchschnittlichen Gesamt-Niederschlagsmenge des Jahres gegen 82% auf Niederschläge bei westlichen und südwestlichen Winden; am höchsten beteiligt erscheint der Monat Dezember mit 93%, indes auch in den übrigen Monaten zwischen September und März übersteigt der Anteil noch 80%. Im allgemeinen ist der jahreszeitliche Gang der Niederschläge bei den West- und Südwestwinden der gleiche, wie er bei den Niederschlägen des Moselgebietes überhaupt besteht; die westlichen und südwestlichen Winde

sind daher nicht allein für die Menge, sondern auch für die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge maßgebend. Bei den übrigen Windrichtungen werden fast nur in der wärmeren Jahreszeit und dann meist im Gefolge von Gewittererscheinungen mehr und minder örtlich beschränkte Niederschläge beobachtet.

Die Aufzeichnungen über Niederschläge reichen im Moselgebiete bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts zurück; sie beginnen zu Coblenz im Jahre 1740, zu Trier 1783, zu Metz 1825 und wurden im Laufe des 19. Jahrhunderts bis zur Einrichtung der staatlichen meteorologischen Dienste nach und nach an etwa 20 verschiedenen anderen Orten wie Luxemburg, Diedenhofen, Zweibrücken, Neunkirchen, meist jedoch nur kurze Zeit oder mit mehrfachen Unterbrechungen ausgeführt. Beobachtungen in größerem Umfange und nach einheitlichen Grundsätzen, wie sie für die folgenden Arbeiten notwendig sind, beginnen erst im Laufe der 1880er Jahre. In das Jahrzehnt 1876—1885 fällt die Errichtung zahlreicher Regenstationen in Frankreich, 1890 wird der meteorologische Landesdienst in Elsaß-Lothringen eingerichtet und die Zahl der bis dahin vorhandenen Beobachtungsstellen wesentlich vermehrt, im folgenden Jahre nehmen die Beobachtungen an den meisten jetzt bestehenden Stationen der zur preußischen Rheinprovinz gehörenden Gebietsteile ihren Anfang. Bei der Verteilung und Auswahl der Stationsorte waren namentlich topographische Gesichtspunkte maßgebend, so daß in den gebirgigen Teilen die Zahl der Beobachtungsstellen größer ist, als im Flachlande.

Unter Ausscheidung jener Orte, von denen bis 1900 nur einjährige oder kürzere Zeit dauernde Beobachtungen vorlagen, sind die Niederschläge zwischen 1886 und 1900 an insgesamt 161 Stationen aufgezeichnet worden; zu diesen sind noch einige Orte zu zählen, die dem Moselgebiete benachbart liegen und gegebenen Falles zur Ergänzung der Beobachtungen an den Moselgebietsstationen mitbenützt werden können. Name und Höhenlage der Stationen finden sich in der Übersichtskarte Tafel IX verzeichnet. Von den Beobachtungsorten entfallen auf das Gebiet der

Oberen Mosel	. 38 Stationen, daher eine Station auf 98 qkm.
Meurthe	. . . 30 » » » » » 103 »
Mittleren Mosel	21 » » » » » 251 »
Sauer	. . . 15 » » » » » 289 »
Saar	. . . 27 » » » » » 275 »
Unteren Mosel	30 » » » » » 146 »

Im Moselgebiete trifft somit durchschnittlich auf 175 qkm eine Beobachtungsstelle; doch ist die Verteilung keine gleichmäßige. Am reichlichsten sind die französischen Gebietsteile mit Stationen besetzt; hier entfällt auf je 100 qkm Fläche eine Regenstation. Der fast vollständig in der preußischen Rheinprovinz liegende untere Flußabschnitt zählt ebenfalls zu den gut beobachteten Teilen des Gebietes. Bei den übrigen Abschnitten ist die verhältnismäßige Zahl der Beobachtungsorte geringer und die Verteilung ungleicher; namentlich im Gebiete der mittleren Mosel und der oberen Sauer finden sich größere Abschnitte, für welche Niederschlagsaufzeichnungen nicht zu erhalten waren.^{*)} Schneehöhen sind nur an 4 Orten, und zwar innerhalb der zu Preußen gehörenden Teile im mittleren und unteren Moselgebiete gemessen worden; dagegen liegen über die Häufigkeit des Eintrittes von Schneefall zahlreiche Aufzeichnungen vor.

Mit Rücksicht auf das verfügbare einheitliche Beobachtungsmaterial ist im allgemeinen die 10jährige Reihe 1891—1900, für einzelne Untersuchungen, die keine größere Zahl von Stationen verlangen, die 15jährige Reihe 1886—1900 gewählt worden. Die gemessenen Niederschlagshöhen erweisen sich — auch wenn die Regensmesser einwandfrei aufgestellt sind und richtig bedient werden — durchschnittlich bis zu 10% des Betrages unsicher. Es erschien daher geboten, namentlich wo es sich um Mengenbestimmung der Niederschläge handelte, nur Mittelwerte aus den Beobachtungen von mehreren Orten gleicher oder ähnlicher Lage zu verwenden. Zur Darstellung der besonders für die Niederschlagsverhältnisse in den Vogesen wichtigen jahreszeitlichen Verteilung von Regen und Schnee sind die Aufzeichnungen der dem Moselgebiete benachbarten Hochstation auf dem Großen Belchen mitverwendet worden.

Menge, Häufigkeit und Form der Niederschläge pflegt man als die wesentlichen Merkmale zur Kennzeichnung der Niederschlagsverhältnisse eines bestimmten Gebietes zu betrachten. Nach den genannten drei Gesichtspunkten sind daher im folgenden die Niederschläge des Moselgebietes in ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung so eingehend festgestellt worden, als es die hierüber vorhandenen Beobachtungen ermöglicht

^{*)} An den meisten Orten ist der Niederschlag einmal im Tage, und zwar meist in den Frühstunden aufgezeichnet und das Ergebnis der Messung dann dem Vortage zugeschrieben worden.

An den Stationen des preußischen Systems, wo bis zum Jahre 1886 um 2^h nachmittags, von da an um 7^h morgens beobachtet worden ist, wurde der Niederschlag für den Beobachtungstag eingetragen. Im Jahre 1897 ist auf der Grube »Von der Heydt« ein selbstschreibender Regensmesser (Hellmann, M. 86) aufgestellt worden, der die Messung der Niederschlagsmengen innerhalb kurzer Zeiträume gestattet.

haben und die Untersuchungen über den Wasserhaushalt des Moselgebietes und über das Auftreten der Hochwassererscheinungen erfordern.

Die räumliche Verteilung der Menge (Höhe) des Niederschlages wurde mit Hilfe der Durchschnittswerte der Jahressummen des Niederschlages von 161 Stationen des Moselgebietes und 11 Nachbarstationen festgestellt, indem auf einer Karte des Moselgebietes in bekannter Art Linien gleicher jährlicher Niederschlagshöhen (Isohyeten) dargestellt wurden — in Stufen von 50 mm unter 1000 mm Regensumme und von 100 mm über der genannten Grenze. Die der mittleren Regenhöhe des ganzen Moselgebietes entsprechende Isohyete wurde besonders hervorgehoben. (Beilagetafel IX.)

Da für die meisten Stationen mindestens aus dem Zeitraume von 1891 bis 1900 Beobachtungen vorgelegen haben, wobei kleine Lücken mit Hilfe der Aufzeichnungen an Nachbarstationen ergänzt worden sind, so entspricht auch der Verlauf der Isohyeten im allgemeinen den Durchschnittswerten jener 10jährigen Reihe. Die Mittelzahlen aus kürzeren Beobachtungsreihen sind bei der Bestimmung der Isohyeten nur insoweit berücksichtigt, als sie den Verlauf der Linien in der nächsten Umgebung der Beobachtungsorte mitbestimmen. Im Vergleiche mit den Durchschnittswerten der langjährigen Reihen von Nancy und Trier sind die der Kartendarstellung zugrunde liegenden 10jährigen Mittel um etwa 8% zu niedrig, da das Jahrzehnt 1891—1900 mehrere sehr trockene Zeiträume umfaßt. Jene Trockenzeiten sind indes gleichmäßig im ganzen Moselgebiete beobachtet worden und die kürzere Reihe konnte hierwegen recht wohl brauchbare Vergleichswerte liefern.

Die räumliche Niederschlagsverteilung entspricht im allgemeinen der Bodenerhebung. Die bedeutendsten Beträge werden beobachtet im südlichen Teile der Vogesen; hier steigt die mittlere jährliche Regensumme an einzelnen Stationen über 1800 mm an; in den Nordvogesen an mehreren Stellen noch auf 1400 mm. Über 1000 mm erreicht die Niederschlagshöhe im Hochwald des Hunsrück, während die höchsten Teile der Ardennen, der Schnee-Eifel, sowie der Sichelberge Regensummen zwischen 800 und 900 mm aufweisen. Zwischen den genannten Teilen des Gebietes finden sich Abschnitte verhältnismäßig geringer Niederschlagshöhen: so tritt das Tal der oberen Meurthe bis St. Dié als Bucht zwischen Süd- und Nordvogesen hervor, ebenso das breite Moseltal zwischen Frouard und Diedenhofen mit einem Teilgebiete am mittleren Madon im Regenschatten der Sichelberge. Eine breite Zone von weniger als 600 mm Niederschlag liegt zwischen Hunsrück und Eifel. Das Moseltal unterhalb Cochem empfängt nur mehr gegen 600 mm und das Maifeld nicht viel über 500 mm Regen im Jahre.

Die mittleren Niederschlagshöhen größerer, entweder in bezug auf die Höhenverhältnisse oder auf die Entwässerung als einheitliche Abschnitte aufzufassende Teile des Moselgebietes wurden, um den Einfluß der Örtlichkeit auf den Niederschlag auszugleichen, aus den Mittelwerten der jährlichen Regenhöhen möglichst vieler, in jene Ab-

schnitte fallenden Stationen gebildet. Die hierzu benutzten 10jährigen Mittel finden sich in der Zahlentafel 6 zusammengestellt. Bei den orographischen Abteilungen erschien es genügend, das arithmetische Mittel der durchschnittlichen Jahressummen der in Betracht kommenden Stationen zu bilden. Der so gefundene mittlere jährliche Niederschlag erreicht (in runden Zahlen) in den Südvogesen 1420 mm, in den Nordvogesen 1090 mm, im Hunsrück und Pfälzer Bergland 810 mm, in den Ardennen und der Eifel 760 mm, in den Stufenlandschaften sowohl wie im Trierer Becken und dem Luxemburger Tafellande 680 mm, endlich im unteren Moseltale 600 mm; er liegt nur in den Randgebirgen über der Durchschnittshöhe des ganzen Moselgebietes, in den Tafel- und Stufenlandschaften dagegen nicht unerheblich darunter.

Bei den hydrographischen Abschnitten, welche Landschaften mit zuweilen sehr verschiedenartigen Niederschlagsverhältnissen umfassen, wurden dagegen die Mittelhöhen in bekannter Art aus den planimetrisch bestimmten Flächen zwischen den Hauptwasserscheiden und je zwei Isohyeten, sowie den mittleren Regenhöhen zwischen diesen Isohyeten abgeleitet. Hiernach beträgt die jährliche Regenhöhe des ganzen Moselgebietes 761 mm; ihr kommt die Niederschlagshöhe der Einzugsfläche der Saar mit 763 mm nahe, während sich für das Mosel-Meurthegebiet 923 mm ergeben. Die geringste Durchschnittshöhe findet sich im Gebiete der mittleren Mosel mit 657 mm; dagegen erhalten die teilweise dem rheinischen Schiefergebirge zugehörigen Abschnitte der Sauer (mit 722 mm) und der unteren Mosel (mit 686 mm) wieder gegen 700 mm Niederschlag im Jahre.

Die jahreszeitliche Verteilung wurde mittels der monatlichen Regenhöhen, und zwar wieder nach orographischen und hydrographischen Abschnitten getrennt untersucht, wozu ebenfalls die in der Zahlentafel 6 zusammengestellten 10jährigen Durchschnittswerte benützt sind. Bei der Zusammenfassung nach Landschaften konnte auch hier das arithmetische Mittel genügen. Für die hydrographischen Abschnitte dagegen wurden die monatlichen Mittelzahlen aus Bestimmungsgleichungen abgeleitet, die auf Grund der schon erwähnten Flächenberechnung der Isohyetenstreifen unter entsprechender Berücksichtigung der den einzelnen Streifen angehörenden Regenstationen gefunden sind und die nachstehende Zusammensetzung haben, wobei mit I bis VII der Reihe nach die Mittel der Gebiete der oberen Mosel bis Epinal und bis Frouard, der Meurthe, der mittleren Mosel bis zur Sauer, der Sauer, Saar und unteren Mosel bezeichnet sein sollen:

$$I = \frac{1}{12} [3 \text{ Cornimont} + \text{Col de Bussang} + \text{Ramonchamp} + 2 \text{ Gérardmer} + \text{Dommartin} + 2 \text{ Bruyères} + 2 \text{ Epinal}];$$

$$II = \frac{1}{12} [\text{Cornimont} + \frac{1}{3} (\text{Ramonchamp} + \text{Col de Bussang} + 2 \text{ Gérardmer} + \text{Dommartin} + \text{Bruyères}) + \text{Epinal} + \text{Lerrain} + \frac{4}{3} (\text{Châtel} + \text{Moriviller} + \text{Allain}) + \frac{1}{2} (\text{Mirecourt} + \text{Toul} + 2 \text{ Charmes} + \text{Vézélise} + \text{Frouard})];$$

$$III = \frac{1}{10} [\frac{1}{3} (\text{Col du Prayé} + 2 \text{ Hardalle} + \text{Vexaincourt} + \text{Bruyères} + \text{Raon-l'Étape} + 4 (\text{Blamont} + \text{Lunéville} + \text{Nancy}) + \text{Parroy} + 2 \text{ Frouard}) + \frac{3}{5} (2 \text{ Raon-l'Étape} + \text{St. Dié} + \text{Baccarat} + \text{Rambervillers})];$$

$$IV = \frac{1}{7} [\frac{1}{5} (\text{Rogéville} + 3 \text{ Château-Salins} + \text{Blamont}) + \frac{1}{3} (\text{Lachaussée} + 2 \text{ Mance} + \text{Dittlingen} + \text{Weimeringen} + \text{Nittel}) + \frac{4}{7} (\text{Frouard} + \text{Euvezin} + \text{Novéant} + \text{Nomény} + 2 \text{ Metz} + \text{Fleury})];$$

$$V = \frac{1}{7} [\frac{1}{4} (\text{Schneifelhaus} + 3 \text{ Bastogne}) + \frac{4}{5} (2 \text{ Thommen} + \text{Geichlingen} + \text{Bitburg} + \text{Dasburg}) + \text{Trier} + \text{Luxemburg}];$$

$$VI = \frac{1}{12} [\frac{1}{6} (\text{Karlsthal} + 3 \text{ Reinsfeld} + \text{Gondrexange} + \text{Grube »Heinitz«}) + \frac{1}{2} (\text{Gondrexange} + 2 \text{ Zweibrücken} + \text{Lubeln} + \text{Grube »Von der Heydt«} + \text{Theley} + 3 \text{ Merzig} + \text{Erlenmoos}) + \frac{4}{9} (\text{Mittersheim} + 3 \text{ Neumath} + \text{Saargemünd} + \text{Malstatt} + \text{Limbach} + \text{Düppenweiler} + \text{Niedaltdorf}) + \frac{2}{3} (\text{Lauterbach} + \text{Kaiserslautern} + \text{Wiltingen})];$$

$$VII = \frac{1}{10} [\frac{1}{2} (\text{Schneifelhaus} + \text{Densborn}) + \frac{4}{5} (\text{Gerolstein} + \text{Oberkail} + \text{Gornhausen} + \text{Daun} + \text{Bell}) + \frac{5}{6} (\text{Trier} + \text{Ittelkill} + \text{Mehring} + \text{Niederremmel} + \text{Löslich} + \text{Alf})].$$

Hiernach sind aus den mittleren monatlichen Regenhöhen der Einzelstationen die folgenden Durchschnittswerte der orographischen und hydrographischen Gebietsabschnitte abgeleitet worden:

im Gebiete	im Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt. Nov. Dez.											
	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
I. der Südvogesen	130	123	130	104	99	117	134	103	116	153	106	146
der Nordvogesen	77	70	77	65	80	93	102	78	76	105	70	94
der Stufenlandschaften	54	50	50	44	54	66	77	58	61	89	50	69
des Hunsrück	67	63	58	50	56	74	75	63	63	88	51	81
der Eifel und Ardennen	59	59	55	46	49	74	78	65	60	84	46	74
des Tafellandes von Luxemburg	53	47	50	40	47	72	71	63	57	79	42	66
des unteren Moseltales	38	38	40	32	41	64	76	55	53	70	33	48
II. der oberen Mosel (Epinal)	115	108	116	85	94	110	126	98	107	145	102	142
der oberen Mosel (Frouard)	75	68	69	60	68	80	93	70	77	112	68	92
der Meurthe	64	63	66	56	65	86	94	69	72	103	64	84
der mittleren Mosel	47	44	46	38	50	60	70	56	54	79	43	63
der Sauer	56	57	52	44	47	76	72	62	60	83	43	71
der Saar	60	55	55	49	56	73	79	63	63	88	50	75
der unteren Mosel	53	52	52	42	49	72	79	62	59	80	42	68

In den Südvogesen ist im Durchschnitte Oktober der niederschlagsreichste Monat des Jahres; doch verhält sich die Hochregion der Vogesen anders, als der niedriger gelegene, aber wegen seiner räumlichen Ausbreitung ausschlaggebende Abschnitt: an den Hochstationen Cornimont, Ramonchamp und Col du Prayé ist ein deutliches Wintermaximum zu beobachten (Zahlentafel 6). Der kleinste Betrag des Niederschlages fällt meist auf den Monat Mai. In den übrigen Abschnitten des Moselgebietes — abgesehen von dem unteren Moseltale — bewegen sich die durchschnittlichen Niederschlagshöhen zwischen einem Höchstbetrage im Oktober und einer Mindesthöhe im April; ausnahmsweise wird an einigen Stationen das Maximum im Juli oder Juni und das Minimum im November oder Februar verzeichnet. An der hochgelegenen Station Reinsfeld im Hunsrück ist, wie in den Südvogesen, ein Wintermaximum erkennbar. Im unteren Moseltale nähern sich die Niederschlagsverhältnisse jenen des Rheintales zwischen Bingen und Bonn; der meiste Niederschlag fällt hier im Juli. Neben dem Hauptmaximum im Oktober ist an mehreren Orten im Juli oder Juni, sowie im Dezember eine bedeutendere Zunahme des Niederschlages zu beobachten. Da, wo der Höchstbetrag auf die Sommermonate fällt, bildet der Oktober jedenfalls ein sekundäres Maximum. Die mehrfachen bedeutenden Maxima zu verschiedenen Jahreszeiten (Fig. 1 auf Tafel X) bestätigen bekanntlich die Zugehörigkeit des Moselgebietes zu den Teilen des Festlandes, die sich noch erkennbar unter der Einwirkung des Seeklimas befinden.

Das Verhalten der mittleren Niederschlagshöhen der hydrographischen Gebietsabschnitte zeigt im allgemeinen eine bemerkenswerte Übereinstimmung. Die größten Niederschlagsmittel treffen überall auf Oktober, auch da, wo etwa an einzelnen Stationen ein Sommer- oder Wintermaximum beobachtet ist. Die kleinsten Werte fallen auf April. Nicht minder übereinstimmend erscheinen Juli und Dezember als Monate mit gesteigerten Niederschlagsmengen. Als regenreichste Jahreszeiten erweisen sich in den oberen Abschnitten des Moselgebietes Herbst und Winter, in den mittleren und unteren der Sommer, was bei der geringen Gebietsausdehnung wohl auf den Einfluß der Bodenerhebung zurückzuführen ist.

Größte Tagesmengen und größte Regenfälle in kurzer Zeit. An fast sämtlichen Stationen im Moselgebiete wird der Niederschlag täglich einmal beobachtet; man kennt also die mindestens innerhalb 24 Stunden gefallene Menge. Nur an der Station Grube »Von der Heydt« wurden während der frostfreien Monate der vier Jahre 1897 bis 1900 die Regenfälle durch einen selbstschreibenden Regenmesser aufgezeichnet; für den genannten Ort konnten daher auch die Regendauer, sowie die Änderung der Regenmenge in kurzen Zeitabschnitten bestimmt werden.

Die größten täglichen Niederschlagshöhen sind für acht ziemlich gleichmäßig über das Moselgebiet verteilte Orte, sowie möglichst für die 15jährige Reihe 1886—1900 festgestellt worden. Hiernach sind als größte Beträge (in mm) gefunden während der Monate

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Ok.	Nov.	Dez.
1. im Gebiete der Vogesen:												
zu Cornimont .	89	80	96	54	48	134	56	97	64	103	159	77
» Karisthal .	40	34	51	33	85	60	58	64	44	42	74	75
2. im Gebiete der Stufenlandschaften:												
» Nancy .	31	24	24	17	33	60	40	34	62	66	35	30
» Mance .	22	19	19	18	46	52	28	46	36	42	23	27
» Lubeln .	29	21	25	24	23	57	80	37	36	59	39	27
» Zweibrücken	37	30	32	20	25	89	36	52	29	49	49	51
3. im Gebiete des rheinischen Schiefergebirges:												
» Trier .	26	24	26	34	26	51	27	44	28	61	22	32
» Kelberg .	24	16	24	19	34	46	30	31	27	55	28	20

In den Vogesen wurden demnach Niederschläge von rund 160 mm in 24 Stunden beobachtet, aber nur vereinzelt an der hochgelegenen Station Cornimont. Die größte Tagesmenge, welche im allgemeinen im höheren Gebirge erwartet werden darf, wird 100 mm nur selten überschreiten. Im westlichen Teile des Gebietes der Stufenlandschaften dürfen 50 bis 60 mm, im östlichen 70 bis 80 mm und im rheinischen Schiefergebirge gegen 60 mm als selten betrachtet werden. Überall treffen die Höchstwerte auf die Sommer- und Herbstmonate und werden meist im Gefolge von Gewittererscheinungen beobachtet. In den Vogesen fallen auch in den Wintermonaten bedeutende Regen- und Schneemassen.

Für Luxemburg liegen nur ältere Aufzeichnungen aus dem Zeitraume von 1854 bis 1884 vor. Das Höchstmaß fällt hier auf 1864 VIII. 23.—24. und hat 94 mm erreicht; doch werden gewöhnlich nur 50 bis 60 mm in 24 Stunden bemerkt. Im einzelnen sind beobachtet worden:

1856 IX. 7.—8. 51 mm	1867 IV. 7.—8. 45 mm
1857 V. 11.—12. 49 »	1869 V. 25.—26. 44 »
1859 X. 11.—12. 81 »	1869 XII. 16.—17. 46 »
1859 XII. 21.—22. 50 »	1875 XI. 11.—12. 49 »
1861 IX. 23.—24. 50 »	1876 III. 8.—9. 51 »
1862 VII. 12.—13. 47 »	1882 IX. 20.—21. 60 »
1864 VIII. 23.—24. 94 »	1884 XII. 4. 40 »
1865 V. 14.—15. 66 »	

In den zur preußischen Rheinprovinz gehörenden Teilen der Stufenlandschaften und des rheinischen Schiefergebirges sind in den letzten Jahren Höhe und Dauer der kurzen, aber verhältnismäßig starken Regenfälle bestimmt worden; betrachtet man unter diesen nur Niederschläge von mehr als 1 mm Höhe in der Minute, so ergibt sich die nachstehende Reihe von Beobachtungen:

Station	Reinsfeld	beobachtet	1898	VI. 8.	8,0 mm in 5 Minuten
» Grube V. d. Heydt »	1900	VIII. 19.	8,0	»	7
» Grube V. d. Heydt »	1899	VIII. 16.	9,9	»	8
» Trier	1900	VI. 1.	10,7	»	10
» Reinsfeld	1897	VI. 3.	16,5	»	15
» Löslich	1900	VII. 22.	17,4	»	15
» Alf	1896	VII. 8.	42,6	»	15
» Rhannen	1898	IX. 12.	33,2	»	30
» Limbach	1899	VII. 17.	40,0	»	30
» Rhannen	1900	VI. 6.	45,1	»	35
» Düppenweiler	1895	VII. 28.	47,8	»	45

Die bedeutendste Überregnung wurde in Alf im Juli 1896 beobachtet, wo in 15 Minuten 43 mm, d. h. durchschnittlich in jeder Minute fast 3 mm gefallen sind.

In bezug auf die Häufigkeit des Niederschlages kommt zunächst in Betracht, wie oft Niederschlag in meßbarer Menge (mehr als 0,1 mm) in den einzelnen Gebietsabschnitten und in den verschiedenen Jahreszeiten beobachtet worden ist; diese Verhältnisse sind für 7 gleichmäßig über das Moselgebiet verteilte Stationen und für die 12 Jahre 1886—1897 untersucht worden. Die Ergebnisse finden sich — getrennt für die Vogesen, die westlichen und östlichen Stufenlandschaften und für das rheinische Schiefergebirge — in der Übersicht 7 zusammengestellt.

Die gefundenen Zahlenwerte weisen an sich keine großen Unterschiede auf. Die Zahl der Regentage erreicht in den Vogesen 170 und fast ebenso groß ist sie im östlichen Abschnitte der Stufenlandschaften und im rheinischen Schiefergebirge; dagegen bleibt der Westen des Lothringer Stufenlandes gegenüber dem Osten um etwa 20 Tage zurück. Im ganzen Moselgebiete ist die mittlere Zahl der Regentage 163, die Regenwahrscheinlichkeit 0,45. Der jahreszeitliche Gang der Regenhäufigkeit entspricht im allgemeinen dem Gange der Niederschlagsmengen, doch nicht in allen Einzelheiten. März, Juli und Oktober zeigen gesteigerte Regenhäufigkeit, auch Januar und Dezember treten an einigen Stationen durch Zunahme der Zahl der Regentage hervor. Dem Durchschnittswerte für das ganze Moselgebiet entsprechen mindestens 11, höchstens 15 Regentage im Monat.

Für Luxemburg, das den westlichen Stufenlandschaften zuzuzählen wäre, berechnet sich die mittlere Zahl der Regentage aus 35jährigen Aufzeichnungen (von 1854 bis 1888) zu 141*); indes bleibt es fraglich, ob die zu Luxemburg angewendete Abgrenzung der Regentage von den niederschlagsfreien Tagen der oben angegebenen völlig entspricht.

Für die 7 Stationen: Cornimont, Karlsthal, Nancy, Mance, Zweibrücken, Trier und Kelberg ist ferner untersucht worden, an wieviel Tagen in den 12 Jahren 1886—1897 Niederschlag von bestimmter Höhe gefallen ist. Um eine gleichheitliche Zählung der deutschen und französischen Niederschlagsaufzeichnungen zu ermöglichen, sind als Stufenwerte 0 (0,1 bis einschl. 0,4), 1 (0,5 bis einschl. 1,4), 2 (1,5 bis einschl. 2,4), 3—5 (2,5 bis einschl. 5,4), 6—9, 10—19 usw. gewählt worden. In der Übersicht 8 sind die gefundenen Zahlenwerte, nach Monaten getrennt, zusammengestellt. Aus den für die 7 Stationen erhaltenen Häufigkeitszahlen sind unter Berücksichtigung der ungleichen Größe der einzelnen Stufen sodann Mittelzahlen für das ganze Moselgebiet abgeleitet worden:

	0	1	2	3—5	6—9	10—19	20—29	30—39	40
Cornimont . . .	94	249	190	434	360	463	168	65	70
Karlsthal . . .	207	219	197	481	379	356	98	34	16
Nancy . . .	209	419	290	449	265	194	41	11	6
Mance . . .	152	334	227	443	303	179	34	7	4
Zweibrücken	284	454	266	455	294	222	43	8	7
Trier . . .	407	411	296	490	271	162	29	6	2
Kelberg . . .	315	423	316	465	258	175	24	5	2
Moselgebiet .	238	358	255	230	76	25	6	2	2

*) Publications de l'Institut grandducal de Luxembourg (Sect. de sc. nat.). Luxembourg 1890.

Niederschläge in den Grenzen von 0,5 bis 1,4 mm sind somit im Moselgebiete durchschnittlich am häufigsten; die Häufigkeit nimmt mit wachsenden Stufenwerten ziemlich rasch ab. Der Zusammenhang zwischen der Größe und der Häufigkeit der Niederschläge ist in der Figur 1 auf Tafel XI bildlich dargestellt.

Über die Beziehungen zwischen Regendauer und Regenhäufigkeit, über die Häufigkeit von Regenfällen verschiedener Dauer und schließlich über die Abhängigkeit der Regenhöhe von der Tageszeit sind erst auf Grund der Aufzeichnungen des im Jahre 1897 bei der Station Grube »Von der Heydt« aufgestellten selbstschreibenden Regenmessers*) Untersuchungen möglich geworden; sie erstrecken sich vorerst auf die Beobachtungen in den 4 Jahren 1897—1900 und jeweils auf die 7 Monate April bis Oktober; ihre Ergebnisse finden sich in den Zahlentafeln 9 und 10 zusammengestellt.

Falls aus den verhältnismäßig kurzen Beobachtungsreihen schon Schlußfolgerungen gestattet sind, kommen Tage mit 1- bis 2stündigem Niederschlage am häufigsten vor; die Zahl der beobachteten Tage nimmt ab, sobald die Regendauer kürzer oder länger wird. Die Zahl der 1 bis 15 Minuten langen Regenfälle ist am größten; die Häufigkeit nimmt mit wachsender Dauer ziemlich stetig ab. 1 bis 2 Stunden währende Regenfälle treten kaum mehr halb so oft ein, als solche von kürzerer als viertelstündiger Regenzeit. Nur selten wurden Regen von längerer als 10stündiger Dauer beobachtet. Jedenfalls sind Niederschläge unter einer Stunde Dauer die häufigsten; sie umfassen nahezu $\frac{2}{3}$ der Gesamtzahl von 813 beobachteten Regenfällen.

Die Regenhäufigkeit und zugleich die Regenmenge ändern sich auch mit der Tageszeit, doch ist die Beobachtungsreihe noch nicht ausreichend lang, um die Abhängigkeit genügend sicher ersehen zu können. Indes zeigen die Ergebnisse der vierjährigen Beobachtungen (Übersicht 10 und Darstellung 4 auf Tafel X) immerhin deutlich zwei Zeiträume mit größerer Regenergiebigkeit, die durch solche von geringerer getrennt sind. Das erste, kleinere Maximum fällt in die Frühstunden zwischen 1^h und 3^h; die Niederschlagsmenge nimmt sodann ziemlich stetig ab bis zum ersten Minimum von 7^h bis 9^h morgens. Zwischen 11^h vormittags und 4^h nachmittags liegt das zweite Maximum, dem abends gegen 8^h das zweite Minimum folgt.

Von besonderer Bedeutung für die Wirkung der Niederschläge auf das Verhalten der fließenden Gewässer ist es, ob sich die Niederschlagstage in größerer Zahl aneinanderreihen oder ob sie durch kürzere oder längere regenlose Zeiträume getrennt sind. Während mehrerer aufeinanderfolgender Regentage — Regenperioden — können bekanntlich die Abflußverhältnisse des Einzugs-

*) Veröffentlichungen des k. pr. Meteorologischen Instituts. G. Hellmann, Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen in den Jahren 1897—1898 und 1899—1900. Berlin 1901 und 1903.

gebietes, auch wenn der einzelne Regenfall nicht so stark gewesen ist, um eine größere Steigerung des Abflusses herbeizuführen, infolge der fortschreitenden Durchfeuchtung des Bodens in wachsendem Maße so umgestaltet werden, daß schließlich der größere Teil des Regenwassers abfließt. Nicht minder können Zeiträume anhaltender Trockene — Trockenperioden — die Abflußverhältnisse in entgegengesetztem Sinne umändern, so daß selbst bedeutende Regenfälle, wenn sie unmittelbar einer längeren Trockenzeit folgen, anfänglich nur eine geringe Steigerung des oberirdischen Abflusses bewirken. Die Regen- und Trockenperioden sind für die gleichen Stationen und für die nämlichen Jahresreihen festgestellt worden, wie die Regenhäufigkeit; unterschieden sind Perioden von 5, 6 u.s.w. bis zu 20 Tagen Dauer; den letzteren sind auch die längeren als 20tägigen Perioden zugerechnet. Die Ergebnisse sind in der Zahlentafel 11 zusammengestellt.

Insgesamt wurden in dem Zeitraum von 1886 bis 1897 122 Niederschlagsperioden und 158 Trockenperioden beobachtet. Am häufigsten begegnet man den kurzen, 5tägigen Perioden. Die Häufigkeit nimmt mit wachsender Länge der Regen- oder Trockenzeit ab, in beiden Fällen fast in der gleichen Art, wie die Darstellung 7 Tafel XI zeigt. Die Niederschlagsperioden sind im Westen des Moselgebietes nicht so häufig als im Osten; bei den Trockenperioden findet sich das entgegengesetzte Verhalten.

Die Schneeverhältnisse des Moselgebietes sind für seinen Wasserhaushalt von besonderer Bedeutung. Im höheren Teile der Vogesen fallen ganz erhebliche Schneemassen, die bei raschem Abgange zu einer Hochwassererscheinung führen können, bei langsamem eine reichliche und andauernde Speisung der Vogesengewässer veranlassen; doch auch in den übrigen, namentlich den höher gelegenen Gebietsteilen, wie besonders in der Eifel, sind die Schneemengen zeitweise sehr bedeutend. Hierwegen wäre es für die gegenwärtigen Untersuchungen wichtig kennen zu lernen, wo, wann und wieviel Schnee im höheren Gebirge — hauptsächlich in den Vogesen — im Laufe des Winters angehäuft wird, welche Wassermenge er darstellt und wann er zum Abgange kommt; diese Fragen lassen sich indes auf Grund der bis jetzt gesammelten Tatsachen nur teilweise beantworten. Zunächst werden nicht überall im Moselgebiete gesonderte Beobachtungen über Schnee gemacht, so daß schon seine räumliche und zeitliche Verteilung nur unvollkommen ermittelt werden kann. Sodann werden derzeit nur an einigen Stellen der nördlichen Gehirtehälfte, nämlich zu Schneifel-Forsthaus, Trier, Bitburg und auf der Grube »Von der Heydt« Erhebungen über Höhe und Lagerzeit der Schneedecke gepflogen und schließlich liegen nur für Grube »Von der Heydt« mehrjährige Bestimmungen des Wassergehaltes einer kürzere oder längere Zeit lagernden Schneedecke vor. Zur Darstellung der Schneeverhältnisse in den Vogesen waren nur die Beobachtungen der dem Moselgebiete benachbarten Station auf dem Großen Belchen verfügbar.

Nachstehend folgen nun zunächst die Beobachtungsergebnisse über den frühesten und spätesten Zeitpunkt, an dem Schneefälle im Moselgebiete beobachtet sind.

Station	Beobachtungsreihe	Erster		Letzter	
		Schneefall			
Schneifelsthaus	1888—1899	1889	IX. 21.	1894	V. 28.
Trier	1887—1899	1899	X. 10.	1899	IV. 23.
Grube »Von der Heydt«	1888—1899	1888	X. 9.	1891	V. 17.
Neumath	1888—1896	1888	X. 5.	1891	V. 17.
Großer Belchen	1890—1900	1890	VIII. 30.	1897	VI. 20.

Schnee fällt im Moselgebiete im allgemeinen zwischen September und Mai, doch werden in den Vogesen zuweilen noch im Juni und schon wieder im August vereinzelt Schneefälle beobachtet; nur der Juli ist schneefrei. Am häufigsten schneit es, wie aus der nachstehenden Zusammenstellung der Tage mit Schneefall hervorgeht, im Januar, durchschnittlich an 7 bis 8 Tagen; im Dezember, Februar und März fällt an 4 bis 5 Tagen, im November und April an 1 bis 2 Tagen Schnee; doch gelten diese Zahlen nur für die tiefer liegenden Teile des Gebietes. Am Großen Belchen fällt während der fünf Monate Dezember bis April im Mittel an 9 bis 10 Tagen Schnee, im Oktober, November und Mai schneit es jeweils 5 bis 7 Tage, im September und Juni noch an 1 bis 2 Tagen; im ganzen Jahre an 70 Tagen.

Anzahl der Tage mit Schneefall im

Sept. Okt. Nov. Dez. Jan. Febr. März Apr. Mai Juni
in den Süd- und Nord-Vogesen:

Großer Belchen	1.6	4.9	6.7	10.4	10.6	9.1	10.3	9.1	5.3	0.8
Karlstal	—	0.8	2.3	4.2	7.7	6.3	6.0	2.1	1.3	—

im Lothringer Stufenland — westlich:

Novéant	—	0.3	1.3	5.8	7.9	5.2	5.7	0.8	0.2	—
Metz	—	0.5	1.2	5.1	7.2	4.9	4.4	0.6	0.2	—
Weineringen	—	0.2	0.7	3.9	5.8	5.5	0.4	0.9	0.4	—
Château-Salins	—	0.4	0.6	3.6	5.9	5.1	3.7	1.2	0.4	—

im Lothringer Stufenland — östlich:

Lubeln	0.1	0.5	1.0	5.4	7.0	5.0	4.4	1.2	0.3	—
Gondrexange	—	0.5	1.1	4.9	7.7	5.7	4.9	0.9	0.2	—
Mittersheim	—	0.4	1.2	4.4	8.0	5.6	5.7	1.8	0.2	—
Saargemünd	—	0.3	1.2	4.5	7.2	5.5	3.9	0.7	0.1	—
Zweibrücken	—	0.1	1.0	3.7	8.5	4.7	3.1	0.4	0.4	—

im rheinischen Schiefergebirge:

Grube V. d. Heydt	—	0.9	1.7	7.0	10.0	7.7	6.4	1.7	0.4	—
Trier	—	0.2	1.9	5.3	9.2	6.8	5.9	0.6	0.1	—
Gerolstein	—	1.7	2.7	8.4	10.9	9.3	8.8	2.6	1.1	—
Schneifelhaus	—	3.0	5.0	10.8	12.3	11.1	11.1	6.4	2.1	—
Kelberg	0.2	1.0	2.4	7.7	10.9	9.0	7.1	3.8	1.4	—

Über die Höhe der seither beobachteten stärkeren Schneedecken sind die Ergebnisse der Aufzeichnungen an den vier Stationen Grube »Von der Heydt«, Trier, Bitburg, und Schneifelhaus in der Tabelle 12 verzeichnet; sie erstrecken sich auf den Zeitraum von 1889 bis 1900. Die bedeutendste gleichzeitige Schneebedeckung wurde 1895 II. beobachtet; indes standen ihr die Schneelagen von 1889 II. und 1891 I. nicht erheblich nach. Die Schneehöhe kann hiernach im größeren Teile des Moselgebietes gegen 30 cm erreichen; in der Eifel wächst sie

auf mehr als den doppelten Betrag an. Zu Schneifel-forsthaus wurden 1889 II.—III. gegen 80 cm Schneehöhe beobachtet. In den Südvogesen (Großer Belchen) wird die Höhe der Schneedecke nur ausnahmsweise festgestellt — 1895 II. findet sich eine größte Mächtigkeit der Decke von 300 cm, eine geringste von 40 cm verzeichnet — indes war es möglich, die am Großen Belchen gefallene Schneemenge in Teilen des Gesamtniederschlags abzuleiten und sie dementsprechend für die einzelnen Monate festzustellen. Die gefundenen Verhältnisse sind in der Fig. 2 auf Tafel X dargestellt. 44 % der jährlichen Niederschlagsmenge fällt hier in fester Form; die größte Schneemenge — rd. 90 % des Niederschlags — liefert der Monat Februar, im Juli sind bisher Schneefälle auf dem Belchen nicht beobachtet.

Zur Beurteilung der Frage, welche Wassermenge bei eintretender Schneeschmelze frei und den Gerinnen zugeführt wird, ist es notwendig, neben der Höhe auch den Wassergehalt der lagernden Schneedecke zu kennen. Untersuchungen über die Wassermenge, welche in der über einer bestimmten Flächeneinheit befindlichen Schneeschicht enthalten ist, werden im Moselgebiete seit einigen Jahren auf der Grube »Von der Heydt« und auf der Schneefel (Forsthaus) ausgeführt. Die dort gewonnenen wesentlichsten Ergebnisse finden sich auszugsweise in der Übersicht 13 enthalten.*)

Die Ergebnisse bestätigen die bekannte Erscheinung, daß der im Freien lagernde, nicht durch neue Fälle vermehrte Schnee fortwährend an Höhe abnimmt — zusammensintert —, indes sein Wassergehalt wächst.

Während 12 mm frisch gefallener Schnee im allgemeinen 1 mm Wasser liefern, erreicht nach den Beobachtungen auf der Grube »Von der Heydt« der Schnee durch Zusammensintern nach Umfluß von etwa 10 Tagen eine Zunahme von 1 mm seines Wasserwertes, so daß jeder Centimeter Schnee nach 12 Tagen Lagerzeit etwa 2 mm Wasser liefert. Vorausgesetzt ist, daß das Zusammensintern der Schneedecke nicht durch Regenfälle beschleunigt worden ist.

Abflußverhältnisse. Von dem durch die atmosphärischen Niederschläge zur Erdoberfläche gelangten Wasser fließt bekanntlich der nicht verdunstete oder von der Pflanzendecke aufgenommene Teil, und zwar je nach der Geländeneigung und der Bodendurchlässigkeit entweder oberirdisch oder als Sickerwasser nach den offenen Gerinnen und Wasserläufen zur Mosel ab.

Verdunstung und Wasserverbrauch der Pflanzen wechseln erfahrungsgemäß mit der Jahreszeit, doch auch die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens wird im Sommer bedeutend erhöht, in Frostperioden fast völlig aufgehoben. Neben der Regenmenge erscheint hierwegen die Zu- und Abnahme der Wärme im Laufe der Jahreszeiten als die

*) Veröffentlichungen des kgl. preuß. Meteorologischen Instituts G. Hellmann, Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen im Jahre 1891 u. ff. Berlin 1893 u. ff.

wesentlichste Ursache für den Wechsel in der Menge und Verteilung des abfließenden Wassers. Die Erfahrung zeigt tatsächlich, daß unter sonst gleichen Verhältnissen in der kalten Jahreszeit drei- bis viermal soviel Wasser abfließt als im Sommer.

Im Moselgebiete bestehen zwar im allgemeinen keine ungewöhnlich großen Wärmegegensätze von Sommer und Winter; es gehört — wie schon erwähnt — der Übergangszone zwischen den Gebieten ausgeprägten See- und Festlandsklimas an und zeigt einen mittleren Unterschied des heißesten und kältesten Monats von etwa 17° C., der im höheren Teile der Vogesen sogar auf 14° herabgeht; immerhin steigt die Sommerwärme in den Lothringer Stufenlandschaften zeitweise gegen 30° an und die Kälte überschreitet im Winter zuweilen — 20°. In den Vogesen wird im Sommer das Höchstmaß von 30° nicht erreicht und das Winterminimum — 20° nur selten überschritten; doch herrschen in der Höhe unter dem Einflusse der in geschützten Einhängen lagernden Schneemassen andauernd tiefe Temperaturen bis zum Beginne des Frühjahrs, und die namentlich im Vorfrühling reichlich fallenden Schneemengen bleiben hier längere Zeit in fester Form aufgespeichert und kommen erst im April und zeitweise noch später zum Abgange. Wesentlich über dem Mittelwerte der jährlichen Wärmespende liegen im Moselgebiete die Temperaturen in den Monaten Mai bis September, in den Vogesen Juni bis September; es ist die Zeit stärkster Verdunstung und Austrocknung des Bodens, sowie der bedeutendsten Verminderung des oberirdisch abfließenden Regenwassers. Andererseits gehören in der kalten Jahreszeit »Eistage«, an denen auch tagsüber die Temperatur unter dem Gefrierpunkte bleibt und hierwegen der oberirdische Abfluß bedeutend eingeschränkt sein kann, keineswegs zu den Seltenheiten. Im Mittel der 6 Winter 1890/91 bis 1895/96 sind im Januar 14, im Dezember 10, im Februar 6, im November und März je 2 Eistage beobachtet; im Oktober und April treten sie im Moselgebiete nicht oder nur ausnahmsweise ein.

Neben der Oberflächenneigung, der Bodenbedeckung, den Durchlässigkeits- und Wärmeverhältnissen sind auch Druck, Feuchtigkeit und Bewegung der Luft und namentlich die vorhandene Bodenfeuchtigkeit für die Menge oder Verteilung des abfließenden Wassers von Belang; die Wirkung dieser Umstände läßt sich zwar im einzelnen zurzeit noch nicht genügend sicher bewerten, immerhin erklärt sie die zuweilen auftretenden kleinen Unterschiede in der Abflußmenge bei gleicher Niederschlagsmenge in dem nämlichen Gebietsabschnitte und zur selben Jahreszeit.

Die Eigenart des Abflußvorganges wird gewöhnlich durch die örtliche und die jahreszeitliche Verteilung der Menge des abfließenden Wassers sowie durch die Häufigkeit des Eintritts gleichartiger Erscheinungen im Abflußvorgange bestimmt. Als bezeichnend für das Verhalten eines Gewässers gelten namentlich die größten und kleinsten in den einzelnen Flußabschnitten zu erwartenden Wasserstände, die mittleren Höhen des Wasserstandes und ihr jahreszeitlicher Wechsel, sodann die Häufigkeit der Wiederkehr von Wasserständen gleicher Höhe und von länger-

dauernden Nieder- oder Hochwasserperioden; schließlich auch die Ausbreitung und die Häufigkeit der Eisbildung.

Zur Feststellung der gedachten Verhältnisse in der Mosel und in ihren größeren Nebengewässern liegen hauptsächlich Wasserstandsbeobachtungen und nur in einzelnen Fällen Geschwindigkeits- und Abflußmengen-Messungen vor; die Mengenummessungen gehören ausschließlich der neueren Zeit an.

Die Beobachtungen über die Wasserstände im Moselgebiete reichen bis in den Anfang des vorigen Jahrhunderts zurück. Vor allem sind es die unteren Abschnitte der Mosel und der Saar, an welchen die ersten Pegelstellen errichtet und Wasserstandsbeobachtungen vorgenommen worden sind: 1817 an der Mosel zu Trier, zu Cues und zu Conzerbrück, an der Saar zu Saarbrücken und Saarlouis, sowie zu Merzig, Mettlach und Saarburg i. Rhl., 1819 in Cochem, 1828 in Mehring, 1831 zu Besch, 1833/34 zu Lobe, Metz, Ueckingen und Diedenhofen, 1839 zu Sierck. In Toul und Millery reichen die Aufzeichnungen bis 1859 zurück. Von den übrigen Pegelstellen sind nur kürzere Beobachtungsreihen vorhanden, doch auch bei einigen der vorgenannten Stellen sind die Aufzeichnungen mehr und minder lückenhaft. Über Lage und Nullpunkthöhe der gegenwärtig an der Mosel und an den wichtigsten Nebenflüssen bestehenden Pegelstellen sowie über die Zeit der Errichtung der Pegel oder die Dauer der vorhandenen Aufzeichnungen gibt die Übersicht 14 Aufschluß.

Bei den meisten Pegeln liegt der Nullpunkt unter dem mittleren Niederwasserstande, bei manchen so tief, daß Wasserstände unter Null nicht beobachtet werden. Um negative Zahlen zu vermeiden, die zu mancherlei Fehlern in der Aufzeichnung und Rechnung führen können, teilweise auch, um die Höhenangaben der einzelnen Pegelstellen wieder in Einklang zu bringen, nachdem sie durch Änderungen in den äußeren Abflußverhältnissen im Laufe der Zeit verschieden geworden waren, sind an einigen Pegeln Nullpunktverschiebungen vorgenommen worden. Die bei den folgenden Untersuchungen verwendeten Wasserstandsbeobachtungen sind sämtlich auf die gegenwärtige Nullpunkthöhe bezogen.

Solange niedrige Wasserstände herrschen und größere Anschwellungen nach Lage der Witterungsverhältnisse nicht bevorstehen, wird an den meisten Pegeln einmal im Tage beobachtet, an den französischen um 8^h früh (WEZ), an den preußischen in den Mittagsstunden; an den lothringischen Pegeln wird dreimal täglich der Wasserstand abgelesen, und zwar außer 12^h mittags auch morgens und abends, indes je nach der Jahreszeit zu verschiedenen Tagesstunden. An den für die Aufzeichnung der Anschwellungen in Betracht kommenden Pegeln wird nach den hierüber von den deutschen Rheingebietsstaaten vereinbarten Bestimmungen verfahren; jedoch wird z. Zt. höherer Wasserstände auch an einigen französischen Pegelstellen mehrmals im Tage und selbst stündlich beobachtet, um den Verlauf der Mosel- und Meurthewellen möglichst sicher zu erhalten.

In Jouy und Trier, sowie zu Ens Dorf an der Saar sind selbsttätige Vorrichtungen für die ständige Wasserstandszeichnung seit mehreren Jahren in Betrieb; doch sind die Moselstände unter 250 cm zu Jouy durch den Rückstau des Nadelwehres bei Vaux beeinflusst; die niedrigen Wasserstände zu Trier scheinen durch Vertiefung der Flußsohle infolge der Baggerung der Palliener Furt unterhalb Trier nach dem Jahre 1890 eine nicht unmerkliche Senkung erfahren zu haben, die auf 12 bis 13 cm angegeben wird, während die hohen Moselstände jedenfalls nicht wesentlich beeinflusst sind. Der Pegel zu Ens Dorf steht im Oberwasser des dortigen Nadelwehres; seine Aufzeichnungen waren daher nur für die Zeiträume des niedergelegten Wehres verwendbar. Eine selbstaufzeichnende Vorrichtung ist in der jüngsten Zeit auch zu Cochem eingerichtet worden; ihre Aufzeichnungen konnten jedoch für die gegenwärtigen Untersuchungen nicht mehr verwertet werden.

Die seither in der Mosel, sowie in ihren größeren Nebenflüssen beobachteten niedrigsten und höchsten Wasserstände, sodann die Durchschnittswerte der niedrigsten, mittleren und höchsten Jahreswasserstände und die Mittel der Winter- und Sommerwasserstände sind in der Übersicht 15 zusammengestellt.

Die niedrigsten Stände in der Mosel fallen im allgemeinen auf den Sommer 1893, in welchem zufolge des vorausgegangenen regenarmen Frühjahrs die Wasserführung der meisten Gewässer des Moselgebietes auf ein ungewöhnlich geringes Maß zurückgegangen ist; sie dürfen wohl als die niedrigsten des ganzen XIX. Jahrhunderts betrachtet werden.

Die höchsten Moselstände dagegen sind, da die Höhe des Maximums wesentlich von der Art des Zusammentreffens der Einzelwellen aus Mosel und Nebenflüssen mit abhängt und demnach einem großen Wechsel unterworfen sein kann, an den verschiedenen Pegelstellen auf verschiedene Zeiten gefallen. Die Höchststände in der unteren Mosel werden — soweit verlässliche Nachrichten zurückreichen — durch die große, im Gefolge des Eisaufluges im Februar 1784 eingetretene Fluterscheinung bezeichnet, während in der mittleren Mosel das Hochwasser von 1844, in der oberen jenes von 1895 die höchsten Stände bestimmen dürfte.

Zwischen den höchsten und niedrigsten Wasserständen liegt ein Spielraum zu Epinal von 341 cm, zu Toul von 466 cm, zu Millery von 507 cm, zu Jouy von 550 cm, zu Besch von 681 cm, zu Trier von 914 cm, zu Cues von 1062 cm, zu Cochem von 1120 cm. Die Zunahme des Spielraumes mit der Flußlänge geht auch aus der Darstellung 10 auf Tafel XI hervor.

Die mittlere Wasserstandsbewegung der Mosel zeigt in den Sommer- und den ersten Herbstmonaten meist niedrige Wasserstände, nur selten durch größere Anschwellungen unterbrochen; diese treten vielmehr in den Wintermonaten im Gefolge der Schneeschmelze im höheren Gebirge auf; nur in vereinzelten Fällen sind bedeutendere Hochwasser der Mosel durch Überregnung ihres Einzugsgebietes veranlaßt worden.

Für die Untersuchung der Erscheinungen, die man unter »allgemeiner Wasserstandsbewegung« zusammenzufassen pflegt, sind nur von einigen Pegelstellen der Mosel und einer Station an der Saar so lange Beobachtungsreihen verfügbar, daß in den Mittelwerten die störenden Einflüsse einzelner ungewöhnlicher Hoch- oder Tiefstände verschwinden und nur mehr das dem Wasserlaufe eigentümliche Gepräge hervortritt. Die Wasserstandsbewegung der oberen Mosel steht unter dem Einflusse der Wasserlieferung aus den Südvogesen. Die bedeutende, hier in fester Form aufgespeicherte Wassermenge, die in der Regel langsam abgeht und den Untergrund lange Zeit feucht erhält, bewirkt eine verhältnismäßig geringe jahreszeitliche Schwankung des mittleren Wasserstandes; dieser Unterschied erreicht zu Epinal zwischen August und Dezember nur 35 cm, an der oberen Meurthe zu Raon-l'Étape kaum 30 cm. Schon mit der Annäherung an die Vereinigungsstelle von Mosel und Meurthe kommt in wachsendem Maße der Einfluß der Verdunstung, sowie die Wasserlieferung der minder stetig gespeisten Gewässer des Lothringer Stufenlandes zur Geltung; der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Mittelwasserstande ist bei der Meurthe zu Malzéville nahezu 60 cm und bei der Mosel nach der Vereinigung mit der Meurthe zu Lobe fast 90 cm.

Im weiteren Verlaufe der Mosel durch die Lothringer Stufenlandschaften treten in der mittleren Wasserstandsbewegung mehr und mehr die Gegensätze des durch die sommerliche Wärme ausgetrockneten und des im Winter mit Wasser getränkten und zeitweise auch gefrorenen Bodens in die Erscheinung. Zu Besch besteht zwischen dem größten und kleinsten Werte des durchschnittlichen Mittelwasserstandes ein Unterschied von über 110 cm; die kleinen Nebenflüsse dieses Teiles der Mosel liegen im Hochsommer zuweilen völlig trocken, erreichen jedoch in der Zeit der Schneeschmelze nicht selten größere Bedeutung.

Erst nach dem Eintritte in das Becken von Trier und das rheinische Schiefergebirge zeigt die Mosel — namentlich durch Aufnahme der Sauer und der Saar, die aus wald- und niederschlagsreichen Gebirgslandschaften zufließen, wieder mehr Stetigkeit in der Wasserführung; der Unterschied zwischen größtem und kleinstem Mittelwasser unterhalb der Saarmündung erreicht zwar zu Trier gegen 110 cm, zu Cochem 140 cm, ist aber in Anbetracht der engeren Durchflußquerschnitte der Mosel verhältnismäßig geringer als oberhalb der Mündung jener Nebenflüsse.

Die kleinsten Werte der mittleren sowohl wie auch der niedrigsten und höchsten Monatsstände fallen auf August, die Höchstwerte treffen auf Februar, März und Januar; vom Höchststande findet rasches Fallen bis zum Mai, dann langsamer Rückgang bis Juli, allmähliches Wiederanschwellen bis September und rasches Steigen bis Dezember statt.

Das niedrigste Jahresmittel liegt zu Trier auf 53 cm, der Durchschnittswert aller Wasserstandsschwankungen bei 110 cm. Im säkularen Verlaufe der Schwankungen sowohl der mittleren wie auch der extremen Wasserstände der Mosel und Saar treten, wie die Darstellungen 9a

und 9b auf Tafel X zeigen, mehrere Zeiträume vermehrten und verminderten Abflusses hervor; unter den ersteren die Zeit zwischen 1818 und 1826, 1844 und 1853, sowie 1867 und 1883; Zeiträume häufiger und ausgezeichneter Niederstände waren zwischen 1854 und 1860 und von 1884 bis 1900. Wie aus dem Verhalten der niedrigsten Jahreswasserstände hervorgeht, zeigen diese nicht nur bei der Mosel, sondern auch bei der Saar innerhalb der 80jährigen Beobachtungsreihe eine ziemlich regelmäßig fortschreitende Höhenabnahme um etwa 20 cm, die wahrscheinlich nicht auf säkulare Schwankungen, sondern auf eine tiefere Einbettung der Flüsse durch Abschwemmung der Flußsohle zurückzuführen ist. Unterstützt wird die Tätigkeit des fließenden Wassers nach dieser Richtung durch die auf Flußsohle und Ufer zerstörend wirkenden Eisgänge und Eisstauungen, durch die im Interesse der Schifffahrt vorgenommenen Baggerungen und durch andere Vorgänge.

Niederwasserstände treten in der Mosel auf, sobald der Fluß hauptsächlich nur aus dem Grundwasservorrat seines Einzugsgebietes gespeist wird. Da bekanntlich die unterirdische Wasserzufuhr stetiger und gleichmäßiger als die oberirdische erfolgt, so stellt sich bei solchen niedrigen Wasserständen naturgemäß fast immer ein Beharrungszustand im Abflusse ein, der sich auch längere Zeit hindurch erhalten kann, wenn neue schwache Regenfälle den täglichen Wasserverlust des Einzugsgebietes gerade decken. Die Höhe des durch seine Stetigkeit deutlich gekennzeichneten Niederstandes ist selbstverständlich in den einzelnen Gewässern und Gewässerabschnitten verschieden und selbst an dem gleichen Orte verschieden nach der Jahreszeit; sie hängt von dem augenblicklichen Wasservorrat des Bodens ab, der bekanntlich im Winter und Frühjahr bedeutender als im Sommer und Herbst ist.

In der Zahlentafel 17 sind die bisher beobachteten bedeutenderen Niederwasserstände der Mosel, Meurthe, Sauer und Saar zusammengestellt; es sind hierzu — besonders mit Rücksicht auf das verfügbare Beobachtungsmaterial die niedrigsten Wasserstände des Jahres gewählt worden. Sie bewegen sich während des gleichen Zeitraumes 1886—1900 bei Epinal zwischen 4 und 35 cm, bei Besch zwischen 10 und 56 cm, zu Trier zwischen 24 und 36 cm und zu Cochem zwischen 0 und 52 cm, umfassen demnach einen Spielraum, der von 31 cm bei Epinal und 46 cm bei Besch auf 60 bzw. 52 cm bei Trier und Cochem anwächst.

Die jahreszeitliche Verteilung des Eintrittes niedriger Moselstände konnte hier nur für Trier untersucht werden, von welchem Orte eine genügend lange ununterbrochene Beobachtungsreihe vorgelegen hat. Auf Grund der Zählung des Vorkommens der niedrigsten Jahresstände in dem Zeitraum von 1818—1900 (in der Zahlentafel 17) hat sich ergeben, daß Moselstände von 30 cm Tr.^{*)} und darunter beobachtet wurden

^{*)} 30 cm Tr. entspricht annähernd dem langjährigen Mittel niedrigster Jahreswasserstände zu Trier und kann hierwegen als ein sehr niedriger Moselstand in der unteren Flußstrecke betrachtet werden.

im Januar . . . — mal	im Juli . . . 34 mal
» Februar . . . 1 »	» August . . . 39 »
» März . . . 1 »	» September . . . 35 »
» April . . . 2 »	» Oktober . . . 28 »
» Mai . . . 6 »	» November . . . 9 »
» Juni . . . 15 »	» Dezember . . . 3 »

insgesamt also 173 mal, davon allein 157 mal oder 91 % aller Fälle in der warmen Jahreszeit (Mai—Oktober).

Die bedeutendsten Niederwasserperioden in der Mosel drängen sich sonach wesentlich in den Zeitraum zwischen Juli und Oktober zusammen, wiewohl gerade in die genannten Monate die Hauptregenzeiten im größeren Teile des Gebietes fallen.

Die Hochwasserstände in der Mosel beginnen, nach der üblichen Bezeichnungsweise, sobald das eigentliche Flußgerinne gefüllt ist und die Ausuferung anfängt, in den durch natürlich hohe und hochwasserfreie Ufer begrenzten Flußabschnitten jedoch erst dann, wenn die Durchschnittshöhe der höchsten Jahresstände überschritten wird. Die Hochwassergrenze liegt hierwegen zu Epinal bei etwa 200 cm Ep., zu Jouy bei 450 bis 500 cm Jy., zu Besch bei 300 bis 350 cm Bsch., zu Trier bei 450 bis 500 cm Tr. und zu Cochem bei 500 bis 550 cm Cch. Da im unteren Laufe der Mosel bei der natürlich hohen Lage der Ufer und der anschließenden Gelände schädliche Überflutungen nur verhältnismäßig selten eintreten und auch dann eine größere Ausdehnung nicht erreichen, so liegen Nachrichten über solche Vorkommnisse aus früheren Jahrhunderten fast nur für die obere Mosel und die Meurthe und namentlich für das breite Moseltal in der Umgebung von Metz vor; besonders erwähnt werden:

- 1224 III.; dieses Hochwasser soll plötzlich eingetreten sein und 8 Tage gedauert haben¹⁾; es scheint durch rasches Abtauen großer Schneemassen entstanden zu sein.
- 1314²⁾.
- 1333 III.
- 1335
- 1364 III.
- 1373 III.; mit 3 tägiger Dauer in Metz.
- 1399 III.; Hochwasser der Mosel und Seille; die Seille stand in der Mazellanstraße in Metz.
- 1402 V.; die Überschwemmung reichte bis Ban-St. Martin, westlich von Metz.
- 1421 XII. 4.; die Mosel stieg in Metz über die Bogenseitel der Diedenhofener und der Totenbrücke.
- 1424 II.
- 1426 V.; mit zwei Hochständen im Zwischenraume von 8 Tagen.
- 1434 II. 25.; großer Eisgang.
- 1444 V.
- 1453 V. 15.
- 1457 II.; großer Eisgang; der vorausgehende Eisstand dauerte vom 10. November bis 18. Februar.
- 1466 IV.
- 1469 III.
- 1480 VII.—VIII.; sehr großes Hochwasser; die Weideninsel in Metz stand unter Wasser.
- 1481 VI.
- 1483 VII. 27. und XI. 17.; der Weg von Metz nach Vaux war überschwemmt.
- 1484 I., II., III.
- 1489
- 1491 I. 31.
- 1496 im Frühjahr; rascher Eintritt.

- 1497 II.
- 1500 Hochwasser und Eisgang der Mosel und Seille; die ganze Umgebung von Metz stand unter Wasser.
- 1502 II. und III.; Hochwasser und Eisgang; die Brücke zwischen Metz und Devant-les-Ponts war beinahe von Wasser bedeckt.
- 1503 III.
- 1514
- 1524 I. 6.; großes Hochwasser. Brücke in Pont-à-Mousson beschädigt; Diedenhofener Brücke in Metz eingestürzt.³⁾
- 1564
- 1595 II.—III.; großes Hochwasser; in Remiremont stand das Wasser im Schiffe der Liebfrauenkirche.
- 1614 V. 14.; großes Hochwasser; die Mosel hat sich bei Moulins, 700 m östlich ihres seitherigen Laufes ein neues Bett gegraben.
- 1618 II.
- 1619 Winter.
- 1631 Winter.
- 1651 die Mosel stieg zu Trier beinahe bis an die Scheitel der Brückenbogen.⁴⁾
- 1654 VII. 13.; gewaltiges Hochwasser der Meurthe, die an einigen Stellen um etwa 5 m gestiegen ist.
- 1661 I.; Hochwasser in Saulxures und Cornimont in den Vogesen.
- 1668 XII.; Hochwasser in Bayémont; die Sägemühlen wurden zerstört.
- 1681 XII.; Eisgang; Einsturz der Brücke in Diedenhofen.
- 1709
- 1711 III.
- 1734 III.; das Moselbett bei Dieulouard verlegt.
- 1736 VII.; kurzdauerndes Hochwasser, das die Neustadt von Metz unter Wasser gesetzt hat; angeblich durch Erderschütterung entstanden,⁵⁾ in Wirklichkeit wohl infolge eines lokalen Gewitters mit Wolkenbruch.
- 1740 X. 16., 17.; Hochwasser der Mosel, Meurthe, Seille und Saar. In St. Nicolas und La Neuveville bei Nancy wurden Brücken zerstört. In Trier stand das Hochwasser $6\frac{1}{2}'$ niedriger als jenes von 1784 II.⁴⁾
- 1750 VII. 16.; Hochwasser bei Sierck infolge eines Wolkenbruches; 60 Häuser teils zerstört, teils beschädigt.
- 1751 III.
- 1757 I.
- 1770 VII. 25.; Hochwasser der Mosel bei Remiremont infolge von Wolkenbruch.
- 1778 X. 25.; Hochwasser der Mosel und Meurthe. In Epinal sind 52 Häuser zerstört worden, in Lunéville, Charmes und in Frouard die Brücken.⁶⁾
- 1782 VI. 27. und VII. 29.
- 1783 I. und II.
- 1784 II. 27. und 28.; Hochwasser und Eisgang der unteren Mosel und der Saar. Die zu Trier, Bernkastel, Cochem und Coblenz bestanden Moselbrücken sind beschädigt worden, ebenso Wohngebäude; in Bernkastel hat das Wasser 10' hoch in der Kirche gestanden. Die Saar in Saarburg i. Rh. stieg am 28. Februar infolge des Eisganges; Gelände- und Gebäudeschaden. Beschädigung der Killbrücke bei Hillesheim.⁴⁾ und 7).
- 1) Verronais, Jahrbuch von 1832—1833.
- 2) Champion, M., Les inondations en France, V. S. 15.
- 3) v. Vigneculle, Phil., Chronik.
- 4) Beiblatt zu No. 10 des »Trierischen Wochenblättern« v. 7. März 1784 (Stadtbibliothek Trier).
- 5) Chronik von Baldus.
- 6) Befundprotokoll des damaligen Stadtbaurates Gardeur le Brun (Stadtbibliothek Metz).
- 7) Protocollum Electoralis consilii aulici quartale I. Coblenz 1784. (Akten des kgl. Archives zu Coblenz.)

Die gemeldeten Hochwasser hatten sicher teilweise nur örtliche Bedeutung; insbesondere sind wohl die meisten der Sommeranschwellungen nur wegen des gleichzeitigen Schadens an der Ernte bemerkenswert befunden worden und würden ohne diesen wahrscheinlich übersehen worden sein.

Vom Beginne der Pegelbeobachtungen bis zum Ende des XIX. Jahrhunderts sind sodann in der Mosel 121 größere Anschwellungen beobachtet worden, deren Höhen

an den wichtigsten Pegelstellen in der Zahlentafel 18 sich verzeichnet finden. Von jenen Anschwellungen entfallen: 32 auf Januar, 20 auf Februar, 16 auf März, 7 auf April, 3 auf Mai, 1 auf Juni, 1 auf Juli, 3 auf September, 5 auf Oktober, 10 auf November und 23 auf Dezember.

90% aller Anschwellungen treffen somit auf die kalte Jahreszeit (November-April), mehr als 25% allein auf den Januar; während der Sommermonate Juni und Juli hatte die Mosel im ganzen Zeitraum nur zweimal höhere Wasserstände, im August in keinem Falle Hochwasser. Die Häufigkeit der Anschwellungen nimmt vom August stetig bis zum Januar zu und ebenso vom Januar bis August wieder ab. (Tafel XI Fig. 4.)

Das bedeutendste seither beobachtete Hochwasser der Mosel, von dem zugleich genügende Anhaltspunkte vorhanden sind, um wenigstens seine Höhenentwicklung übersehen zu können, ist im Gefolge des großen Eisganges von 1784 II. eingetreten. Im oberen und mittleren Laufe der Mosel ist das Hochwasser nicht ungewöhnlich stark gewesen; dagegen ist es in der unteren Flußstrecke stellenweise bis auf Höhen gestiegen, die seither nicht wieder erreicht worden sind.*) Die sekundliche Abflußmenge in Trier zur Zeit des Maximums darf auf 4500 cbm geschätzt werden. Gegen 4000 cbm in der Sekunde sind in der Mosel auch bei der an den meisten Flüssen und Strömen Mitteleuropas beobachteten Hochwassererscheinung im Oktober 1824 abgeflossen; dagegen hat der Fluß während des Höchststandes im November 1882, der am Pegel zu Trier 700 cm erreicht hat, nicht viel mehr als 3100 cbm abgeführt.**)

Abgesehen von kleineren, auch in geschichtlicher Zeit noch andauernden natürlichen Umgestaltungen des Flußbettes, die, wie der gewaltsame Durchbruch der Mosel bei Moulins im Jahre 1614, wenigstens örtliche Bedeutung für den Wasserabfluß erlangt haben, sind auch wichtige künstliche Eingriffe bekannt, die den Stand der Hochwasser beeinflussen: so im XIV. Jahrhundert der Bau von Stauweihern im Seillegebiet — der Weiher von Nieder-Linder vermag 22 Millionen cbm Wasser zu fassen; gleichwohl treten auch jetzt noch wegen der ungünstigen Gefällsverhältnisse der Seille ausgedehnte Überschwemmungen ein —; im XV. Jahrhundert die Umgestaltung der Wasserläufe in und bei Metz durch Anlage von festen Stauwehren und Herstellung einer Verbindung zwischen dem westlichen und östlichen Moselarm; im XVIII. Jahrhundert die Anlage der Moselbefestigungen und des Festungskanales in Diedenhofen, die Herstellung von Staden und die Erhöhung der Weideninsel in Metz; im XIX. Jahrhundert, und zwar zwischen 1836 und 1860 die Regulierung und spätere teilweise Kanalisierung der

Mosel von Frouard bis Perl, sowie die Errichtung von Hochwasserdeichen zum Schutze der künstlichen Wasserstraße bei Novéant, Ancy, Jouy und Ars; 1839 bis 1850 die Regulierung der Mosel zwischen Wasserbillig und Coblenz, 1853—1870 längs der preußisch-luxemburgischen Grenze; sodann die Anlage von Straßen und Eisenbahnen im Tale der Mosel, namentlich von Metz bis Nancy (1850), von Metz bis Diedenhofen (1854) und von Diedenhofen bis Sierck (1878).

An der Saar sind durch die Einrichtung, daß die Hochwasser der oberen Saar in die Sammelweiher von Rixingen und Mittersheim abgeleitet und dort für die Speisung des Rhein-Marne- und Saar-Kohlenkanals aufgespeichert werden können, für die Wasserableitung namentlich an der mittleren Saar günstige Erfolge erzielt worden. Zwischen 1840 und 1850 ist die Saar unterhalb Ensdorf reguliert worden, zwischen 1862 und 1866 von Saargemünd bis Luisenthal und bis 1875 von Luisenthal bis Ensdorf.

Gleichwertige Wasserstände und ihre Zeitfolge. Sobald die der Mosel durch ihre Nebenflüsse zugehenden Wassermengen so gering werden, daß sie nur mehr Wasserstandsänderungen bewirken, die innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der Wasserstandsbeobachtungen liegen, so können die an aufeinanderfolgenden Moselstationen beobachteten zusammengehörigen Wasserstände als »gleichwertig« gelten; übereinstimmenden Höhen an einer oberhalb der Nebenflußmündung gelegenen Station entsprechen dann in der Regel gleiche Wasserstände an den Folgestationen. Vorausgesetzt ist, daß das Flußgerinne innerhalb des Zeitraumes der Beobachtungen keine wesentlichen Änderungen erlitten hat und daß die Mosel- und Nebenflußstände tatsächlich zusammengehörig sind. Im allgemeinen darf angenommen werden, daß bei übereinstimmenden Höhen an der oberen Station die zugehörigen niedrigsten Stände an den Folgestationen sich dem gleichwertigen Verhältnisse am meisten nähern, da sie durch den seitlichen Zufluß offenbar am wenigsten vergrößert sein können.

Zur Feststellung der gleichwertigen Wasserstände und ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge wurden die sämtlichen genaueren Beobachtungen über Eintritt und Höhe der Anschwellungen sowie über zusammengehörige längerdauernde Beharrungsstände in der Mosel benützt; diese Aufzeichnungen waren indes nicht für alle Flußabschnitte zur sicheren Bestimmung jener Höhenverhältnisse ausreichend und mußten durch die Ergebnisse der Wassermengenmessungen ergänzt werden.

Für die Mosel zu Epinal und Toul konnte zwar ungefähr die Grenzlage bestimmt werden, in der jeweils zusammengehörige Wasserstände an beiden Orten als gleichwertig gelten dürfen — sie liegt um einen, dem Wasserverluste in der Zwischenstrecke angemessenen Betrag unter der Linie, die gleich großen Durchflußmengen an beiden Stationen entspricht. Da indes über das Verhalten des Madon Anhaltspunkte nicht gegeben waren und die Feststellung der Einwirkung dieses Neben-

*) Der Hochwasserspiegel ist auf Grund der vorhandenen Hochwassermarken auf Tafel VII dargestellt worden.

**) Als Grundlage für die Bestimmung der angegebenen Abflußmengen haben die auf Tafel XI Fig. 5 dargestellten Diagramme der benetzten Abflußflächen und der mittleren Geschwindigkeiten der Mosel zu Trier gedient; die erstgenannte dieser Kurven verläuft bis zu sehr bedeutenden Höhen fast geradlinig, die andere bis zu 550 cm Tr. und sicher auch darüber hinaus verhältnismäßig stetig, so daß mit Hilfe beider eine annähernde Mengenbestimmung zulässig erschienen ist.

flusses auf die obere Mosel praktisch entbehrlich geworden ist durch die später folgende Untersuchung über den Zusammenhang zwischen Niederschlag im Einzugsgebiete oberhalb Millery und dem Moselstande zu Millery, so wurde davon abgesehen, die gleichwertigen Höhenverhältnisse zu Epinal und Toul hier weiter zu verfolgen. Annähernd dürften sich entsprechen:

25 cm Ep. und	-105 cm Tl.	200 cm Ep. und	125 cm Tl.
75 " " "	- 55 " " "	255 " " "	200 " " "
100 " " "	- 20 " " "	300 " " "	265 " " "
150 " " "	50 " " "	350 " " "	335 " " "

Toul-Millery. Die obere Mosel und die Meurthe haben benachbarte Quellgebiete mit ähnlichen Niederschlagsverhältnissen. Beide Gewässer zeigen fast immer übereinstimmende Bewegung und der Fall ist kaum beobachtet, daß die Mosel einen höheren Wasserstand erreicht hat, während die Meurthe gleichzeitig niedrig gestanden ist; überdies ist die Meurthe fast ebenso wasserreich als die Mosel, so daß ihre Einwirkung auf diese in Wirklichkeit wohl nie so gering wird, um außer Betracht bleiben zu dürfen. Hierwegen mußte davon abgesehen werden, die gleichwertigen Höhen zu Toul und Millery aus zusammengehörigen Moselständen abzuleiten. Für Millery und Malzéville waren indes ausreichende Wassermengen-Bestimmungen vorhanden, die eine Trennung der Anteile der oberen Mosel und der Meurthe an der Wasserstands-bewegung zu Millery ermöglicht haben. Zu je zwei zusammengehörigen Wasserständen von Millery und Malzéville wurden die entsprechenden Abflußmengen ermittelt, die erste — selbstverständlich stets größere — Menge um die zweite vermindert und zu der Restmenge der Moselstand in Millery gesucht; er bezeichnet die Höhe der Mosel ohne Meurthe, entspricht also annähernd dem zu Toul gleichwertigen Stand. Auf dem angegebenen Wege wurden aus einer großen Zahl von Wasserständen der Mosel und Meurthe »gleichwertige« Höhen für Toul und Millery abgeleitet; sie bilden, in rechtwinkligen Koordinaten dargestellt, wegen der teilweise nicht sicher zusammengehörigen Wasserstände keine stetige Kurve, sondern eine vielfach gebrochene Linie, die nachträglich durch eine vermittelnde Kurve ersetzt ist (Tafel XI, Fig. 9) und durch die Wasserstandspaare

35 cm Toul und	90 cm Millery
130 " " "	165 " " "
215 " " "	240 " " "
347 " " "	400 " " "

annähernd bestimmt ist.

Da wegen der geringen Entfernung der Stationen Toul und Malzéville von Millery angenommen werden durfte, daß die Abflußmenge zu Millery fast gleich ist der Summe der, zusammengehörigen Wasserständen entsprechenden Abflußmengen zu Toul und Malzéville, so war damit ein Hilfsmittel gegeben, die Zusammengehörigkeit jener Wasserstände genauer prüfen zu können.

Für Millery-Jouy sind, weil in der Zwischenstrecke der Mosel keine größeren Gewässer zufließen, die sämtlichen zusammengehörigen Wasserstände gleichwertig.

Dementsprechend war die Linie der gleichwertigen Stände mit Hilfe mehrerer zu Millery und Jouy genau beobachteter Scheitel von Anschwellungen sicher feststellbar; sie geht durch die Punkte

200 cm Millery und	243 cm Jouy
335 " " "	378 " " "
400 " " "	447 " " "
510 " " "	611 " " "

und entspricht den Beziehungen:

$$J = 1.00 M + 43.00, \text{ gültig von } 200 \text{ bis } 335 \text{ cm Mill.}$$

$$J = 1.06 M + 22.38, \text{ " " " } 336 \text{ " } 400 \text{ " " }$$

$$J = 1.49 M - 149.36, \text{ " " " } 401 \text{ " } 510 \text{ " " }$$

Moselstände unter der angegebenen Höhe von 200 cm Mill. oder 250 cm Jy. werden durch die bestehenden Stauwerke beeinflusst.

Zwischen Jouy und Besch fanden sich unter den verfügbaren Wasserstandsaufzeichnungen der Mosel, Seille und Orne nur wenige, tatsächlich zusammengehörige Stände, namentlich weil die entsprechenden Beobachtungen von der Seille und Orne erst mit dem Jahre 1893 beginnen. Die bei niedrigem Stande der beiden Nebenflüsse gefundenen zusammengehörigen Moselhöhen haben daher, in bekannter Art dargestellt, unter sich verbunden und vermittelt, zunächst nur eine erste Annäherung an die Linie der gleichwertigen Stände gegeben. Mit Hilfe der angenäherten Linie konnte indes die Erhöhung der Mosel zu Besch durch Seille und Orne abgeleitet werden und damit ergab sich die Möglichkeit, für jeden Moselstand in Besch die Größe der Erhöhung und damit den zu Jouy gleichwertigen Stand feststellen zu können. Auf die bezeichnete Art wurde die Zahl der die gleichwertige Linie bestimmenden Wasserstandspaare bedeutend vermehrt und diese Linie selbst genauer festgelegt; sie geht durch die Punkte:

256 cm Jouy und	224 cm Besch
465 " " "	392 " " "
620 " " "	505 " " "

entspricht daher annähernd den Bedingungen:

$$B = 0.80 J + 18.22, \text{ gültig für } J = 256 \text{ bis } 465 \text{ cm}$$

$$B = 0.73 J + 53.00, \text{ " " " } J = 466 \text{ " } 620 \text{ " " }$$

Zwischen Besch und Trier, wo die beiden größten und in bezug auf Wasserreichtum der Mosel bei Besch meist überlegenen Nebenflüsse Sauer und Saar in kurzer Aufeinanderfolge münden, werden gleichwertige Wasserstände ober- und unterhalb der Sauer-Saar-Mündung in Wirklichkeit wohl kaum beobachtet; sie finden sich bis jetzt auch nicht aufgezeichnet. Um daher zu einer, wenigstens näherungsweise richtigen Bestimmung des gleichwertigen Höhenverhältnisses zu gelangen, sind auch hier die Wassermengen-Messungen mitbenutzt worden. Zunächst wurden zahlreiche, möglichst genau zusammengehörige Wasserstände zu Besch, Bollendorf, Saarburg und Trier bestimmt. Da von Trier genaue, von Bollendorf und Saarburg dagegen fast nur eintägige, in den Mittagsstunden geschehene Wasserstandsaufzeichnungen vorlagen und da eine Anschwellung den Weg zwischen Besch und Trier in etwa 5, zwischen Bollen-

dorf—Trier und Saarburg—Trier in ungefähr 4 Stunden zurücklegt, so konnten die zwischen 4 und 5^h nachmittags an dem selbstschreibenden Pegel zu Trier abgelesenen Wasserstände als annähernd zusammengehörig mit den um 11^h vormittags beobachteten Wasserständen zu Besch und den um die Mittagszeit aufgezeichneten Höhen zu Bollendorf und Saarburg gelten. Zu den Wasserständen Trier wurden sodann die entsprechenden Mosel-Abflüßmengen ermittelt, diese um die zugehörigen Saar-Abflüßmengen (Saarburg) vermindert und dadurch jene Abflüßmengen und Moselstände bestimmt, die in Trier eingetreten wären, wenn man von der Saar vollständig absehen könnte. Die erhaltenen Restwasserstände sind nur abhängig von der Sauer und der oberen Mosel; sie bestimmen daher für die gleichzeitig kleinsten Höhen der Sauer die gleichwertigen Stände von Besch und Trier; die Höhenverhältnisse dieser Stände wurden festgelegt durch die vier Wasserstandspaare

100 cm Besch und	3 cm Trier,
325 > > >	173 > >
439 > > >	282 > >
575 > > >	436 > >

und daher durch die folgenden Beziehungen:

$$T = 0.76 B - 72.55, \text{ gültig von } 100 \text{ bis } 325 \text{ cm Besch,}$$

$$T = 0.96 B - 137.75, \quad > > > \quad 326 > 439 > >$$

$$T = 1.13 B - 215.10, \quad > > > \quad 440 > 575 > >$$

Zwischen Trier und Cochem kommen als ändernde Einflüsse auf das Höhenverhältnis der Moselstände hauptsächlich nur die kleinen Nebenflüsse aus dem rheinischen Schiefergebirge in Betracht; da in den Einzugsgebieten dieser Gewässer ziemlich gleichartige klimatische und Niederschlags-Bedingungen bestehen, so durfte aus dem Verhalten des größten derselben, der Kill, auf die Einwirkung der übrigen Nebenflüsse zwischen Trier und Cochem geschlossen werden. Zusammengehörig und bei gleichzeitig niedrigsten Höhen der Kill eingetreten waren die folgenden Moselstände:

1893 VI.	-5 cm Trier und	11 cm Cochem bei	32 cm Ramst.
1890 VI.	62 > > >	76 > > >	56 > >
1893 X.	222 > > >	276 > > >	64 > >
1892 X.	416 > > >	476 > > >	66 > >
1895 I.	550 > > >	634 > > >	140 > > >

sie entsprechen den Beziehungen:

$$C = 0.97 T + 15.85, \text{ gültig von } -5 \text{ bis } 62 \text{ cm Trier}$$

$$C = 1.25 T - 1.50, \quad > > > \quad 62 > 222 > >$$

$$C = 1.03 T + 47.13, \quad > > > \quad 222 > 416 > >$$

$$C = 1.18 T - 14.51, \quad > > > \quad 416 > 550 > >$$

Von Cochem bis Lay erfährt die Wasserstandsbewegung der Mosel, da größere Nebengewässer hier nicht mehr zufließen, keine namhaften Umgestaltungen. In seltener Stetigkeit folgen sich bei wachsenden Höhen die zusammengehörigen Wasserstände an den beiden Orten und die gelegentlich beobachteten kleinen Unterschiede bleiben in den Grenzen der Genauigkeit, die bei den Wasserstandsbeobachtungen in lebhafter fließenden Gewässern überhaupt erreicht werden kann. Der den

Zusammenhang zwischen den Moselständen zu Cochem und Lay darstellende Linienzug konnte genügend genau durch die fünf Wasserstandspaare:

13 cm Cochem und	19 cm Lay
206 > > >	222 > >
411 > > >	401 > >
494 > > >	471 > >
660 > > >	600 > >

und diesen entsprechend durch die Beziehungen

$$L = 1.05 C + 5.33, \text{ gültig für } 13 \text{ bis } 206 \text{ cm Cch.}$$

$$L = 0.87 C + 42.13, \quad > > > \quad 207 > 411 > >$$

$$L = 0.84 C + 54.62, \quad > > > \quad 412 > 494 > >$$

$$L = 0.78 C + 87.11, \quad > > > \quad 495 > 660 > >$$

bestimmt werden.

Selbstverständlich konnten die für das Höhenverhältnis gleichwertiger Moselstände erhaltenen gebrochenen Linien durch stetig ineinander übergehende Kurven ersetzt werden, wie dies bei der Berechnung der gleichwertigen Höhen für die Zahlentafel 19 tatsächlich geschehen ist.

Zur Ermittlung der Fortpflanzungsdauer der gleichwertigen Moselstände haben im wesentlichen die Aufzeichnungen der selbstschreibenden Pegel zu Jouy, Trier und Coblenz und die zweistündlichen und genaueren Beobachtungen über den Verlauf der Anschwellungen an diesen und den übrigen Moselpegeln gedient. Die Ergebnisse jener Feststellungen betreffen natürlich nur die Wellenscheitel, deren Verlauf durch seitlichen Zufluß nicht oder nur unbedeutend beeinflusst sein konnte.

Aus dem Unterschiede des Eintrittes des Maximums an aufeinanderfolgenden Stationen wurde in bekannter Art die Zeitdauer abgeleitet und als abhängig Veränderliche des Wasserstandes an der oberen Station dargestellt, wobei die einzelnen Beobachtungen durch eine gebrochene Linie verbunden und diese wieder durch eine stetige Linie, die sich namentlich den sicher bestimmten Zeitunterschieden anzuschließen hatte, vermittelt wurde (Tafel XI Fig. 8).

Für die oberste Moselstrecke war nur eine genaue Zeitbestimmung (1896 III.) verfügbar, die eine Fortpflanzungsdauer von Epinal bis zur Mündung der Meurthe (Millery) von 16 Stunden ergeben hat. Aus zwei vorausgegangenen kleineren Anschwellungen der gleichen Hochwasserperiode wurde auch für niedrigere Moselstände ein ähnlicher Zeitbetrag, wie der genannte, abgeleitet, indes ist dieses Ergebnis minder sicher.

Genauer war die Änderung der Zeitfolge mit dem Wasserstande für die anschließende Moselstrecke Millery-Jouy zu bestimmen; hier lagen Aufzeichnungen in größerer Zahl vor. Als Durchschnittswerte der am sichersten bestimmbar, gelegentlich sehr kurzdauernder Scheitelbildung beobachteten Zeitunterschiede haben sich gefunden:

bei 380 bis 405 cm Millery	10 Stunden,
> 406 > 435 > >	9 >
> 436 > 460 > >	8 >
> 461 > 510 > >	7 > >

unter 380 und über 510 cm Millery waren genaue Beobachtungen der Fortpflanzungsdauer nicht verfügbar.

Hiernach besteht für die Moselstrecke Millery-Jouy zwischen den gegebenen Grenzen eine Zunahme der Fortpflanzungsdauer, also Abnahme der Geschwindigkeit mit der Höhe, die sich aus den Abflußverhältnissen erklärt.

Für die Moselstrecke Jouy-Trier waren nur vier sichere Zeitbestimmungen möglich, da die meisten, aus der oberen Mosel kommenden Anschwellungen in dieser Strecke durch die Zwischenkunft von Sauer und Saar umgestaltet werden und damit vielfach auch eine zeitliche Verschiebung des Scheitelpunktes erleiden. Teils im Anschlusse an die Beobachtungen von Jouy, teils an jene von Trier wurde auf Grund der bei mehreren Anschwellungen gefundenen Zeitunterschiede die Fortpflanzungsdauer auch für Jouy-Besch abgeleitet. Die, die Einzelbeobachtungen mittelnden stetigen Kurven geben als Fortpflanzungsdauer der Moselwelle zwischen Jouy-Besch und Jouy-Trier bei einem Moselstande zu Jouy von:

415 bis 475 cm	20 Stdn. bis Besch	und 26 Stdn. bis Trier
475 » 510 »	21 » » »	26 » » »
510 » 545 »	22 » » »	27 » » »
545 » 565 »	23 » » »	27 » » »
565 » 580 »	23 » » »	28 » » »
580 » 610 »	24 » » »	28 » » »
610 » 635 »	24 » » »	29 » » »

Die vorstehenden Aufzeichnungen deuten im allgemeinen auf eine Zunahme der Fortpflanzungsdauer mit wachsender Moselhöhe hin; für Moselstände unter 450 cm scheint die Zeitfolge ebenfalls größer zu werden.

Zwischen Trier-Cochem und Trier-Lay waren die meisten der genaueren Zeitbestimmungen für die Feststellung der Fortpflanzungsdauer verwendbar, da größere Änderungen der Wasserstandsbeziehung der Mosel unterhalb Trier durch Nebenflüsse nicht mehr beobachtet werden. Hierwegen war es auch möglich, die Fortpflanzungsdauer für den ganzen, unter gewöhnlichen Umständen beobachteten Spielraum der Wasserstandsänderungen feststellen zu können. Im einzelnen wurden gefunden für Höhen:

unter 225 cm Tr.	21 Stdn. für Trier-Cochem
von 225—250 » »	20 » » »
» 250—270 » »	19 » » »
» 270—300 » »	18 » » »
» 300—335 » »	17 » » »
	und 21 » » Trier-Lay
» 335—345 » »	17 » » Trier-Cochem
	und 20 » » Trier-Lay
» 345—375 » »	16 » » Trier-Cochem
	und 20 » » Trier-Lay
» 375—390 » »	16 » » Trier-Cochem
	und 19 » » Trier-Lay
» 390—425 » »	15 » » Trier-Cochem
	und 19 » » Trier-Lay
» 425—550 » »	15 » » Trier-Cochem
	und 18 » » Trier-Lay
» 550—590 » »	16 » » Trier-Cochem
	und 19 » » Trier-Lay

Aus den Beobachtungen folgt eine mit wachsendem Wasserstande ziemlich stetige Abnahme der Fortpflanzungs-

dauer, die bei bordvollem Stande einen kleinsten Wert erreicht und dann wieder zunimmt.

Eine Moselanschwellung von mäßiger Hochwasserhöhe legt somit den Weg von Epinal bis zur Mündung in 3 Tagen, von Millery bis dahin in nicht ganz 2 $\frac{1}{2}$ Tagen und von Jouy bis Coblenz in rund 2 Tagen zurück; von Trier bis zur Moselmündung pflanzt sich eine solche Welle in etwa 16 Stunden fort.

Zeitfolgebestimmungen bei den Nebenflüssen waren wegen der gewöhnlich nicht genauer beobachteten Eintrittszeiten der Wellenscheitel nur für die Saar in beschränktem Umfange möglich; sie haben für die Flußstrecke zwischen Saargemünd und Saarburg durchschnittlich 16 Stunden ergeben; eine Änderung der Zeitdauer bei verschiedenen hohen Saarständen hat sich indes nicht mit Sicherheit erkennen lassen.

Geschwindigkeitsmessungen und — in Verbindung damit — Wassermengen-Ermittlungen sind in der Mosel, wie in einigen ihrer Nebengewässer zur Ausführung gekommen; sie gehören, soweit sie Anspruch auf Genauigkeit machen dürfen, fast ausschließlich der neueren Zeit an; die Ergebnisse wurden in der Zahlentafel 21 zusammengestellt.

An der oberen Mosel sind Messungen der Abflüßmengen bisher nur zu Epinal und Toul ausgeführt worden. Zwar wurde versucht, unter Verwendung des für Epinal gewonnenen Abflüßkoeffizienten aus gleichzeitigen Anschwellungen zu Epinal und dem 30 km oberhalb gelegenen Remiremont eine Beziehung zwischen den Abflüßmengen an beiden Orten abzuleiten, doch dürfte die gefundene Gleichung

$$Q_{\text{Epinal}} = 1.27 Q_{\text{Rem}} - 28$$

nur näherungsweise zutreffend sein;*) immerhin zeigt sie, daß bei Anschwellungen, die 100 cbm sekundliche Abflüßmenge nicht erreichen, die Höchstmenge zu Remiremont größer ist, als zu Epinal. Der Maximal-Abfluß nimmt hiernach ab, indem er im Tale fortschreitet — eine Erscheinung, der man auch in anderen Gewässerstrecken begegnet.

Für Epinal haben zwei, mittels Fesselboot unterhalb des Grand pont de pierre durchgeführte Messungen 165 cbm Abflüßmenge bei 125 cm Ep. und 235 cbm bei 175 cm Ep. ergeben; eine weitere Messung zu einer anderen Zeit hat 396 cbm bei 220 cm Ep. geliefert. Aus 6 Messungen bei Höhen zwischen 40 und 100 cm an der gleichen Stelle sind die folgenden zusammengehörigen Werte abgeleitet worden:

Höhen:	40	50	60	70	80	90	100 cm.
Mengen:	12	16	22	31	39	47	59 cbm.

In der neueren Zeit haben zusammenhängende Wassermengenermittlungen stattgefunden, die namentlich für die niedrigen Wasserstände wesentlich andere, als die obigen Ergebnisse, geliefert haben, auch den ganzen Höhenunterschied von 0 bis 345 cm Ep. umfassen; sie wurden in die Übersicht 21 aufgenommen. Die Beziehung zwischen

*) Annales des Ponts et Chaussées 1897 II.

Wasserstand und Abflußmenge konnte nach den genannten Ergebnissen durch eine einfache parabolische Gleichung dargestellt werden.

In Toul sind an der Brücke St. Vincent 5, in der Übersicht 21 enthaltene Wassermengen-Bestimmungen ausgeführt worden, wobei die Geschwindigkeit der Mosel durch Schwimmer gemessen ist; sie haben in Verbindung mit zwei weiteren Feststellungen: der Hochwassermenge vom 23. Oktober 1880 zu rund 700 cbm bei 325 cm Tl. und der Niederwassermenge vom Jahre 1884, bestimmt an den Ausflußöffnungen der Turbinen von Pierre-la-Treiche zu 8 cbm bei -40 cm Tl., eine durch die Gleichung

$$Q = 8 + 20 (H + 0.40) + 45 (H + 0.40)^2$$

annähernd bestimmte Beziehung zwischen dem Wasserstande am Pegel zu Toul und der Abflussmenge ergeben.^{*)}

An der Meurthe hat man bei verschiedenen Anlässen zahlreiche Wassermengen-Messungen ausgeführt; allein diese Messungen — gewöhnlich an den Wehren durch Bestimmung der Überfallhöhe vorgenommen — boten keine Gewähr für Genauigkeit.

Nur die Ergebnisse von Tomblaine bei Nancy, offenbar mit Sorgfalt ausgeführt, auch auf den Wasserstand an einem benachbarten Pegel (an der Brücke zu Malzéville) bezogen, sollen hier erwähnt werden; sie umfassen die Wasserstände zwischen -65 cm und +90 cm Mzv. und haben zu der Annahme der folgenden Gleichung geführt:

$$Q = 4.2 + 44 (H + 0.65) + 12 (H + 0.65)^2$$

Die Abflußmenge von 4,2 cbm rührt von drei genügend übereinstimmenden Beobachtungen her, die am 11. und 14. August 1876 — die eine mit dem Woltmannschen Flügel, die beiden anderen mit Hilfe der beweglichen Schützen der Mühlen von Nancy — bei -65 cm Mzv. und sehr regelmäßigem Abflusse ausgeführt wurden.

Die in der Übersicht 21 verzeichneten Messungen an der Brücke zu Malzéville gehören der neueren Zeit an; sie sind auf den Wasserstand an dem dortigen Pegel bezogen und betreffen Meurthestände von -76 bis +317 cm Mzv. Die größte Höhe, 317 cm Mzv., entspricht dem Höchststande der Anschwellung vom 23. Oktober 1880; auf Grund dieser und der übrigen Beobachtungen wurde zwischen den Wasserständen und den Abflußmengen eine Beziehung ermittelt, die sich durch eine ziemlich einfache parabolische Linie darstellen läßt.

Für den Abschnitt der mittleren Mosel liegen zahlreiche und sorgfältige Wassermengen-Messungen vor, welche während der Anschwellung vom 4. Februar 1897 am Schiffahrtswehr zu Pont-à-Mousson und während des fallenden Wassers und des niedrigsten Wasserstandes in den Jahren 1897 und 1898 unterhalb des Wehres ausgeführt und auf den Wasserstand über der Wehrschwelle bezogen sind; sie finden sich in der mehrfach genannten Tabelle ausführlich verzeichnet. Die Messungen umfassen die Höhen zwischen 40 und 375 cm, die mit den Wasserständen von 61 und 530 cm am Pegel zu Millery übereinstimmen. Die Geschwindigkeiten wurden

mittels Schwimmer gemessen und jeweils für Höhenunterschiede von 5 zu 5 cm festgestellt. Die Anschwellung vom 4. Februar 1897 hatte eine Höhe von 345 cm über der Wehrschwelle erreicht und 30 cm höher sind die größten Hochwasser des XIX. Jahrhunderts: jene von 1844 und vom Januar und November 1895 gestiegen. Für diese höchsten Stände wurden die Abflußmengen nachträglich nur durch Verlängerung der aus den Beobachtungen von 1897 abgeleiteten Mengenkurve ermittelt.

Zur Bestimmung der Abflußmengen bei fallendem Wasser und während des Niederstandes hat eine 100 m lange gerade Flußstrecke unterhalb des Schiffahrtswehres gedient; aus 9 Messungen in den Jahren 1897 und 1898 wurden die Geschwindigkeiten und die Beziehung des Wasserspiegels unterhalb des Wehres zu der Höhe über der Wehrschwelle abgeleitet. Da bei den Messungen nicht nur der Wasserstand über der Schwelle des Wehres zu Pont-à-Mousson, sondern auch die zugehörige Moselhöhe an dem 19 km oberhalb gelegenen Pegel zu Millery festgestellt worden ist, so konnte aus den Beobachtungen die Beziehung zwischen Wasserstand und Abflußmenge zu Millery gefolgert werden.

Außer zu Pont-à-Mousson sind auch zu Metz, Grevenmacher und Wasserbillig Abflußmengen-Bestimmungen durchgeführt worden; sie beziehen sich für Metz indes nur auf die Höchststände der Anschwellungen von 1872 V., 1880 L., 1895 L., für die durch Schwimmermessungen die Oberflächen-Geschwindigkeiten und aus diesen die mittleren Profilgeschwindigkeiten und die sekundlichen Abflußmengen abgeleitet worden sind. Die Ergebnisse der Wassermengen-Ermittelungen zu Metz, sowie von je zwei genauen Niederwasser-Messungen zu Grevenmacher und zu Wasserbillig wurden in die Zusammenstellung der Messungsergebnisse aufgenommen.

Die Wassermenge der Seille ist für einen Ort unweit ihrer Mündung bei Metz festgestellt, indes nur aus Abflußprofil und Gefälle berechnet worden; Geschwindigkeitsmessungen sind nicht vorhanden.

Umfangreiche Untersuchungen zur Bestimmung der abfließenden Wassermengen sind an der unteren Mosel, und zwar namentlich bei Trier durchgeführt worden. Hier beginnen die genaueren Messungen mit 1889; sie wurden 1890 fortgesetzt, 1896 wieder aufgenommen und seither weitergeführt. Die Messungstelle befindet sich rund 250 m oberhalb des Pegels zu Trier. Die Abflußgeschwindigkeiten wurden seit 1890 mit dem Amsler-Laffonschen Flügel gemessen, die mittlere Profilgeschwindigkeit für je 10 m breite Streifen festgestellt und hiernach die Abflußmenge berechnet. Die Ermittlungen beziehen sich auf Wasserstände der Mosel zwischen 26 und 568 cm Tr. Ein Vergleich der Messungen aus der Zeit vor und nach 1890, sowie besondere Untersuchungen im Juli und August 1897 haben ergeben, daß infolge der im Jahre 1890 ausgeführten Regelung der Palliener Furt unterhalb Trier wahrscheinlich eine Senkung des Wasserspiegels am Pegel zu Trier um 13 cm stattgefunden hat und daß die Messungsergebnisse vor und nach 1890 sich hierwegen

*) Annales des Ponts et Chaussées 1897 II.

nur unter Berücksichtigung jener Senkung vergleichen lassen.

Zu Cochem sind bei Wasserständen zwischen 52 und 125 cm Cch. gleichfalls Messungen der Abflußmengen der Mosel durchgeführt worden; dagegen beruhen die Angaben über die Wasserführung des Flusses während der Hochwasser von 1844 II. und 1880 X. auf Schätzung.

In der Sauer beschränken sich die Ermittlungen der Abflußmengen auf einige Nieder- und Mittelwassermengen, die vor 1886 gemessen und auf die Wasserhöhen an dem luxemburgischen Pegel zu Steinheim bezogen worden sind; sie betreffen die Abflußmengen zwischen der Our und Prüm und unterhalb der Prüm. In der zuletzt genannten Flußstrecke nahe der Mündung ist auch im September 1890 die Abflußmenge bei niedrigem Wasserstande gemessen worden.

Für die Saar liegen Wassermengen-Bestimmungen aus dem Zeitraume von 1880 bis 1890 vor; sie beziehen sich namentlich auf die Orte Hermelingen, Saarburg i. L., Saarunion, Saargemünd, Wölferdingen, Saarbrücken, Völklingen, Buss, Dreisbach, Saarholzbach und Canzem und finden sich in der Übersicht zusammengestellt. Größere Höhenstufen umfassen hauptsächlich die Messungen bei Saarbrücken, Dreisbach und Canzem, welche zwischen 1886 und 1889 ausgeführt wurden, wobei die mittlere Profilgeschwindigkeit durch Rechnung aus der Oberflächen-geschwindigkeit abgeleitet und daneben mittels Woltmannschen Flügels durch Bestimmung der Vertikal-Geschwindigkeitskurve gefunden wurde. Zu Canzem, unweit der Saarmündung, liegen die erhaltenen Abflußmengen zwischen den Wasserständen von 66 und 370 cm Sbg.

Die Wassermengen-Messungen sind im Moselgebiete nur an wenigen Orten so vollständig durchgeführt, daß die Abflußmengen auch für die nicht unmittelbar durch Messung nachgeprüften Höhenstufen genügend sicher in bekannter Art eingeschaltet werden können. Es sind an der Mosel Epinal, Toul, Pont-à-Mousson und Trier, an der Meurthe Malzéville, an der Saar Canzem. An den übrigen Orten erstrecken sich die Wassermengen-Bestimmungen entweder auf zu kleine Höhenstufen oder sie sind überhaupt nur als Schätzwerte zu betrachten.

Für die oben genannten 6 Orte wurden auf der beiliegenden Tafel XI Fig. 5 und 6 die gefundenen Abflußmengen als Veränderliche des Wasserstandes, bezogen auf den benachbarten Pegel, dargestellt und durch die erhaltenen, mehr und minder parabolischen Kurven sich nähernden Linienzüge je eine vermittelnde stetige Linie gelegt.

Aus den durch die Wassermengen-Messungen erhaltenen Beziehungen zwischen Wasserstand und Abflußmenge und den täglichen Wasserstandszeichnungen aus 1891—1900 wurden ferner die mittleren Abflußmengen der Mosel abgeleitet, und zwar:

- nach dem Austritte aus den Vogesen (bei Epinal),
- nach der Aufnahme der Meurthe (bei Millery),
- nach der Mündung der Sauer (bei Wasserliesch),
- nach der Aufnahme der Saar (bei Trier).

Die Abflußmengen bei Wasserliesch wurden aus jenen von Trier durch Verminderung um die gleichzeitigen Saar-Abflußmengen bei Canzem erhalten. Die Ergebnisse finden sich in der Fig. 6 Tafel X zusammengestellt.

Im allgemeinen ist, wie selbstverständlich, eine Zunahme der Wasserführung des Flusses von Epinal abwärts festzustellen; doch ist diese Zunahme ungleich groß in den einzelnen Flußabschnitten und verschieden je nach der Jahreszeit.

In Epinal ist der jahreszeitliche Wechsel der Wasserführung der Mosel verhältnismäßig am geringsten; einer größten Abflußmenge von 159 Millionen cbm im Dezember steht eine kleinste von 73 Millionen cbm im Juli gegenüber. Beide Beträge verhalten sich etwa wie 4:2. Die gleichmäßige Speisung verdankt die Mosel hier den wald- und quellenreichen Vogesen, die gegen 90% der Fläche des Einzugsgebietes oberhalb Epinal einnehmen und, wenn auch infolge des undurchlässigen Bodens nur mäßig fließende, so doch zahllose Quellen liefern. Innerhalb der Vogesen ist überdies, wie schon bemerkt, die Sommerwärme und also die Verdunstung geringer als im übrigen Teile des Moselgebietes.

Zwischen Epinal und Millery geht die Wasserführung der Mosel, namentlich in der warmen Jahreszeit, stark zurück; der Verlust infolge der Versickerung im Moseldurchbrüche durch die porösen Kalklager, infolge von Verdunstung oder von künstlicher Wasserentnahme ist besonders im August so bedeutend, daß die Wassermenge der bei Frouard zufließenden Meurthe den Abgang gerade noch deckt. In der heißen Jahreszeit führt die Mosel unterhalb Frouard hierwegen gewöhnlich nicht viel mehr Wasser als nach ihrem Austritt aus den Vogesen. Der höchste Betrag des Abflusses trifft bei Millery in den Januar, ist aber nur unwesentlich größer als der Abfluß im Dezember und Februar; der kleinste Betrag fällt auf den Monat August. Zu Millery kommt in dem bedeutenden Unterschiede der winterlichen und sommerlichen Wasserführung der Mosel, die sich hier beiläufig wie 7:2 verhalten, schon erkennbar die Wirkung der dem Gebirge vorlagernden Hochfläche mit ihren geringen Gefällen, der verstärkten Verdunstung und der stellenweise bedeutenden Durchlässigkeit der Flußbette zur Geltung.

Zwischen Millery und Wasserliesch, wo die Mosel sodann den größeren Teil der Abflüsse des Stufenlandes, des Luxemburger Tafellandes, des Trierer Beckens und der Ardennen aufnimmt — mit Ausnahme des zuletzt genannten höheren Gebirges meist flachhügelige Landschaften oder welliges Gelände, arm an Wald und bei hoher Durchlässigkeit des Bodens auch verhältnismäßig arm an nachhaltigen Quellen — verschärft sich der schon in Millery hervortretende Gegensatz der Wasserführung im Winter und Sommer noch mehr: die größte Abflußmenge ist wieder im Januar zu beobachten, die kleinste schon im Juli; beide verhalten sich hier ungefähr wie 13:2. Sehr bedeutend tritt ferner, im Gegensatz zu den höherliegenden Gebietsteilen, die Abnahme der Wasserführung der Mosel im Frühjahr zwischen März und April hervor — eine Folge des gesteigerten Wasserverbrauches durch den vorwiegend landwirtschaftlich benütz-

ten Boden. Die Wiedernahme der Mosel-Abflußmengen im Herbst zwischen September und Oktober kommt nicht minder deutlich zur Geltung.

Zu Trier ist im allgemeinen der gleiche jahreszeitliche Wechsel in der Wasserführung der Mosel zu bemerken, wie schon oberhalb der Saarmündung; doch ist hier der Gegensatz zwischen größter Winter- und kleinster Sommer-Wasserlieferung minder scharf. Die Menge im Januar verhält sich zu jener im Juli annähernd wie 11:2. Die geringere Verschiedenheit des Maximums und Minimums ist jedenfalls auf den mäßigen Einfluß der Saar zurückzuführen; denn die Niederschlags- wie Abflußverhältnisse des Saargebietes entsprechen ziemlich den mittleren Verhältnissen des ganzen Moselgebietes. Die Saar führt während drei Viertel des Jahres — vom November bis Juli — eine bedeutendere Wassermenge als die Mosel bei ihrem Eintritt in das Deutsche Reich. Die Saar kommt aus dem niederschlagsreichen und gutbewaldeten nördlichen Teile der Vogesen, empfängt mehrere große und wasserreiche Nebenflüsse und wird mehr zu industriellen, eine Sammlung der Wassermassen bedingenden Zwecken, als zu landwirtschaftlichen verwendet. Die Darstellung der Moselabflußmengen läßt deutlich den hervorragenden Einfluß der Saar auf die Wasserführung der unteren Mosel erkennen. In Hundertteilen der Gesamtmenge zu Trier rühren her im

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
von der oberen Mosel (bis zur Saar):	65	64	63	62	65	64	55	61	60	69	70	63
von der Saar:	35	36	37	38	35	36	45	39	40	31	30	37

Von der Wassermenge, welche die Mosel bei Trier abführt, stammen hiernach in den Wintermonaten reichlich $\frac{1}{3}$, in der Sommerzeit zuweilen nahezu die Hälfte aus der Saar.

Über die Abflußmengen der übrigen Nebengewässer der Mosel liegen — abgesehen von der Meurthe — noch keine ausreichenden Angaben vor, um die Wasserführung einigermaßen zutreffend bezeichnen zu können. Die Mengenmessungen in der Meurthe, ausgeführt nahe ihrer Mündung in die Mosel, lassen erkennen, daß namentlich zurzeit stärkerer Anschwellungen der Gewässer beinahe die Hälfte der Wassermenge zu Millery der Meurthe entstammt.

Die Häufigkeit der Moselstände bestimmter Höhenstufen wurde für die obere Mosel zu Epinal, die mittlere Mosel zu Jouy und Besch, sowie für die untere Mosel zu Cochem durch Bestimmung der Zahl der Tage, an welchen solche Wasserstände eingetreten sind, festgestellt. Die Ergebnisse finden sich in der Zahlentafel 20 verzeichnet; diese Übersicht, der die 15jährige Beobachtungsreihe von 1886 bis 1900 zu Grunde gelegt ist, gibt den jahreszeitlichen Wechsel der Häufigkeit der Moselstände in Abstufungen von 50 zu 50 cm; der Darstellung der genannten Verhältnisse dienen auch die beiden Figuren 2 und 3 auf Tafel XI der Beilagen.

Die Häufigkeit des Eintritts bestimmter Moselstände nimmt in allen Flußabschnitten von den niedrigen zu den höheren Stufenwerten anfänglich zu, erreicht bei Epinal,

Besch und Cochem das Maximum für Höhen zwischen 51 und 100 cm, zu Jouy für Höhen zwischen 151 und 200 cm und nimmt mit weiter wachsenden Höhen verhältnismäßig schnell wieder ab. Die niedrigen Stufenwerte sind zu Epinal am häufigsten und nehmen gegen Cochem hin ab, die mittleren und höheren nehmen entsprechend zu; diese Erscheinung hängt nicht von den zufälligen Standortsverhältnissen der Pegel ab, sondern rührt von der von Epinal gegen Cochem hin wachsenden Wasserfülle der Mosel her.

Der jahreszeitliche Wechsel der Häufigkeit wurde für die Mosel zu Cochem und für die Jahresreihe 1886 bis 1900 untersucht. Selbstverständlich zeigen nur die niedrigen und mittleren Moselstände (unter 350 cm Cch) ein gesetzmäßiges Verhalten; denn die höheren Wasserstände treten seltener ein und werden dann zuviel durch die besondere, mehr und minder zufällige Art der Entstehung der einzelnen Anschwellungen beeinflusst. Für die Moselstände zwischen 0 und 50 cm Cch liegt das Maximum der Häufigkeit im September, das Minimum im Februar und März. Bei den folgenden, von 50 zu 50 cm steigenden Stufenwerten geht der Höchstbetrag nach und nach vom Herbst auf das Frühjahr über, während das Minimum gegen die Sommer- und ersten Herbstmonate vorrückt.

Eisgänge und Eisstände der Mosel. Eisbildungen beginnen in der Mosel gewöhnlich erst bei -8° C. und mäßigem Nord- oder Ostwind; sie sind darum in Lothringen nicht gerade häufig, und die eintretenden Schäden beschränken sich gewöhnlich auf Zerstörungen an den Ufern und Strombauten. In der unteren Mosel dagegen, die wie kaum ein anderer Fluß durch ihr vielfach gewundenes Gerinne zu Eisversetzungen geneigt erscheint, sind bedeutende Eisstopfungen und in ihrem Gefolge Wasseranstauungen keine Seltenheit; sie treten fast in jedem Winter — oft mehrmals — ein, führen indes auch hier und zwar wegen der meist hohen Lage der Ufer nur ausnahmsweise zu gefährlichen Zuständen.

Die Deckeisbildungen erreichen in der Mosel nur selten eine längere Dauer als 4 Wochen; eine Ausnahme machte der Eisstand des Jahres 1858, der vom 5. Januar bis 1. März, d. h. fast 60 Tage gedauert hat. Stärkere Übereisungen fanden überdies statt 1830, 1838 I. 14—II. 10., 1840 XII. 16.—1841 I. 14., 1847 I. 3.—25., 1853 XII. 11. bis 1854 I. 7., 1855 I. 20.—II. 4., 1864 I. 15.—27., sowie in dem strengen Winter 1879—1880.

Der bedeutendste, bisher beobachtete Eisgang der Mosel fand am 27./28. Februar 1784 statt und die ihm folgende gewaltige Hochwassererscheinung bezeichnet, wie schon erwähnt, den höchsten im Unterlaufe der Mosel bisher festgestellten Wasserstand. Im Januar und bis Mitte Februar 1784 war es bei vorherrschendem Ostwinde ungewöhnlich kalt, während im Hunsrück und in der Eifel außerordentliche Massen von Schnee lagerten. Die ganze mittlere und untere Mosel hat in jener Zeit eine mächtige Eiskecke getragen. Gegen Monatsmitte trat Westwind ein und im Gefolge trübe Witterung mit neuen, sehr ergiebigen Schneefällen. Am 25. Februar morgens begann

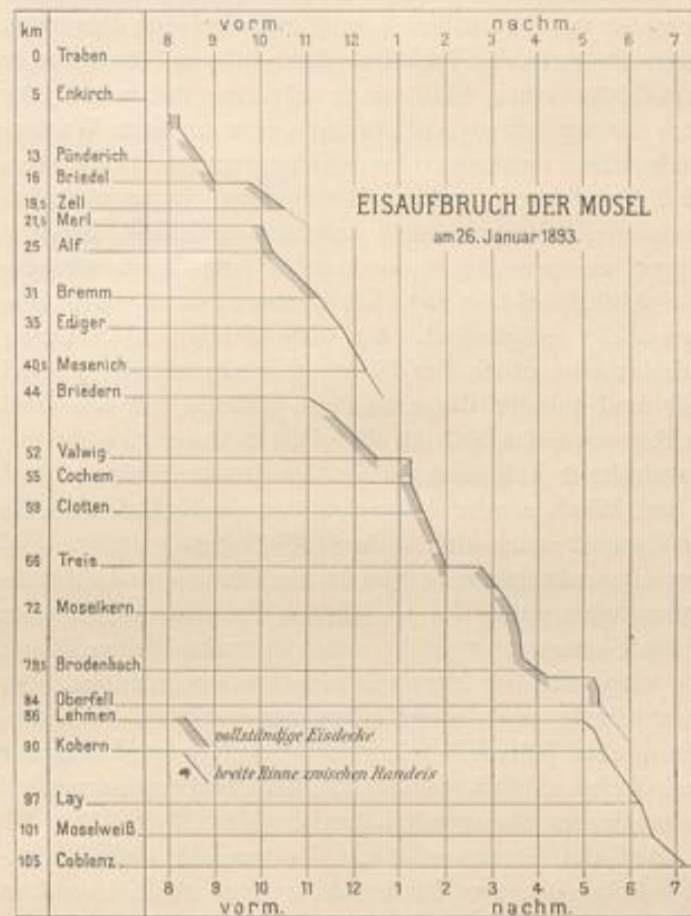
bei nun andauernd stürmischen Westwinden warmer Regen, der teilweise noch am 26. und 27. Februar anhielt. In kurzer Zeit ging der mit Wasser vollständig gesättigte Schnee über der festgefrorenen Unterlage ab. Die rasche Schwellung des Flusses hat die Eisdecke zertrümmert und unter dem Stau der in den scharfen Krümmungen des Laufes sich immer aufs neue festsetzenden ungeheuren Eisbarre hat die nachfolgende Welle stellenweise außerordentliche Höhen erreicht. Zu Trier hat die höchste Erhebung der Mosel am 28. Februar mit 880 cm die Scheitel der Brückenbogen berührt. Zahlreiche Ortschaften sind von den hochgehenden Fluten heimgesucht worden. Moselkern stand fast völlig im Wasser. In Merl soll die Flut bis zu dem Dach des alten Eisturmes, in Cond bis zum Torbogen der Schule gestiegen sein; in Bernkastel soll das Wasser 10 Fuß hoch in der Kirche gestanden haben. Das Ufergelände des Flusses war stellenweise mit mächtigen Eisstrümmern bedeckt, und so bedeutend waren an einzelnen Orten die Anhäufungen der Eismassen, daß, wie aus Senheim berichtet wird, noch im Juni Eis auf den Wiesen gelegen hat. Die Brücken zu Bernkastel und Coblenz wurden beschädigt, in Trier, Cochem und Coblenz haben auch viele Wohngebäude durch das Wasser gelitten; in Cochem ist die Mosel auf die seither nicht wieder erreichte Höhe von 1120 cm gestiegen, wie auch im übrigen der Verlauf jener Flutwellen die Höchststände der Mosel in dem Flußtale zwischen Trier und Coblenz während der letzten zweihundert Jahre bezeichnet. Da die gleichzeitige Anschwellung im Oberlaufe des Flusses in mäßigen Grenzen geblieben ist, so hat die Gesamterscheinung nur kurze Zeit gedauert.^{*)}

Seitdem haben — namentlich in den ungewöhnlich strengen Wintern 1812—1813, 1822—1823, 1838, 1879—1880 größere Eisgänge der Mosel stattgefunden; indes werden erst in der neueren Zeit der Beobachtung der Eisverhältnisse und namentlich der Begleiterscheinungen beim Aufbruch und Abgang des Eises erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet, auch Beginn des Aufbruches und Höhe des gestauten Wasserstandes genauer verfolgt.

Der bemerkenswerteste unter den jüngsten größeren Eisgängen in der Mosel hat im Januar 1893 stattgefunden. Bis zum 24. Januar war der größere Teil des Mosellaufes zwischen Metz und Coblenz vollständig zugefroren oder doch mit breitem Randeis bedeckt, wobei die Stärke des Eises, je nach der Örtlichkeit, 30 bis 60 cm und, wo Eisversetzungen bestanden hatten, 100 bis 200 cm Mächtigkeit erreichte. Am 25. Januar brach das Eis in der Moselstrecke oberhalb Trier auf, setzte sich indes alsbald zwischen der Killmündung und Quint wieder fest; erst am nächsten Tage kamen die Eismassen auf der ganzen Mosel in Bewegung. Der Aufbruch begann diesmal unterhalb Traben, und zwar bald nach 8 Uhr morgens, und pflanzte sich in ziemlich regelmäßiger Folge bis zur Moselmündung fort, welche abends kurz nach 7 Uhr erreicht wurde. Unterbrechungen in der Bewegung, meist in-

^{*)} Die geschilderten Tatsachen finden sich erwähnt in den Akten des Kgl. Archivs zu Coblenz, betr. die im Rhein- und Moseldepartement stattgehabten Überschwemmungen und Eisgänge der Flüsse; ferner in den Sitzungsprotokollen der Kurfürstl. Regierung zu Coblenz.

folge von Eisversetzungen, wurden beobachtet zu Briedel, Mesenich, zu Valwig, Treis, Löff und Oberfell. Die ganze, gegen 100 km lange Eisdecke ist in 11 Stunden aufgebrochen, so daß sich eine mittlere Fortschrittsgeschwindigkeit der Erscheinung von 9 km in der Stunde ergibt. Die Einzelheiten in der Bewegung können der nachstehenden Figur entnommen werden.



Zwei Stunden nach Beginn des Eisaufluges bei Traben begann auch die Bewegung des Eises oberhalb der Mündung der Sauer. Die Eisdecke löste sich zunächst vormittags 10^h zwischen Sierck und Perl, dann eine Stunde später zwischen Diedenhofen und Sierck und in den Nachmittagsstunden aufwärts bis gegen Metz. Das Deckeis trieb in seiner ganzen Breite ab, überschüttete an vielen Orten die Ufer mit Eisschollen, kam auch stellenweise zum Stillstande — so namentlich in der großen Windung des Mosellaufes oberhalb Sierck von 12^{1/2} bis 1^{1/2} und unweit Perl von 2^{1/2} bis 6 Uhr nachmittags, hat jedoch bemerkenswerte Beschädigungen nicht veranlaßt. Annähernd zur gleichen Zeit fand der Eisgang zwischen Perl und Traben statt; hier wurden ebenfalls größere, einige Stunden dauernde Eisstopfungen beobachtet, so bei Piesport und besonders im Bereiche der unterhalb Bernkastel gelegenen Zeltinger Insel. Durch den Stau der Eisversetzung bei Zeltingen wurde der Moselstand zu Cues am 26. Januar vorübergehend um mehr als 5 m gehoben. Der Eisabgang wurde infolge der bedeutenden Versetzung bis zu den Abendstunden verzögert und trat erst ein, nachdem die Mosel unterhalb Traben schon völlig eisfrei geworden war. Der Abgang der Eismassen der oberen Mosel, wiewohl diese viel bedeutender als jene der

unteren waren, erfolgte daher ohne weitere Störungen zwischen dem 26. und 27. Januar; bis zum 1. Februar war die Mosel völlig eisfrei.

Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluß.

Hierunter wird gewöhnlich und auch bei den folgenden Untersuchungen das Verhältnis der mittleren Regenmenge oder -Höhe eines bestimmten Einzugsgebietes zu der durch sie bedingten Abflußmenge oder zu dem Wasserstande des entwässernden Hauptgerinnes verstanden. Zur Feststellung derartiger Beziehungen ist es natürlich wesentlich, nur tatsächlich zusammengehörige Erscheinungen zu vergleichen und daher die Niederschlags- und Abflußperioden so abzugrenzen, daß sie sich gegenseitig entsprechen. Für eine richtige Abgrenzung erscheint namentlich der Umstand erschwerend, daß bei mehr und minder durchlässigem Gelände nur ein Teil des Regenwassers alsbald abfließt, ein anderer, nicht unbeträchtlicher Teil dagegen in den Boden eindringt und oft erst Wochen oder Monate später als Sicker- oder als Grundwasser nach den offenen Gerinnen gelangt. Bei einer Gegenüberstellung von Niederschlags- und Abflußgrößen wird daher im gegebenen Falle zu prüfen sein, ob das Sickerwasser völlig außer Betracht bleiben kann, oder ob es für das Ergebnis nicht entscheidend ist, den seiner Größe nach gewöhnlich nur langsam veränderlichen, aber jedenfalls einer anderen Regenzeit als der oberirdische Abfluß entsprechenden Sickerwasserabfluß in der Untersuchung mitzuführen.

Auf das Größenverhältnis — weniger auf die zeitliche Folge — von Niederschlag und Abfluß wirken natürlich die gleichen Umstände bestimmend ein, die für die Abflußmenge an sich entscheidend sind: neben der Menge des Niederschlages also die Beschaffenheit des Bodens und die Jahreszeit. Das Verhalten des Bodens zum Wasser, besonders seine Fähigkeit, mehr und minder große Mengen Wasser aufzunehmen und vorübergehend zurückzuhalten, unterliegt selbst einem Wechsel im Laufe des Jahres. Der jahreszeitliche Einfluß äußert sich in der hauptsächlich mit der Luftwärme sich ändernden Verdunstungsmöglichkeit sowie in dem verschiedenen Verhalten der Pflanzen zum Wasser in der Zeit des Wachstums und der »toten« Jahreszeit.

Den genannten Umständen und Einflüssen sollte bei den folgenden Untersuchungen dadurch Rechnung getragen werden, daß das Verhältnis von Niederschlag zu Abfluß bestimmt wurde zunächst für Zeiträume nur geringer Regenfälle und demnach niedriger Wasserstände, sodann für den Durchschnitt der gesamten Niederschlags- und Wasserstandsbewegung einer längeren Reihe von Jahren, endlich für Zeiträume nur starker Regenfälle, und zwar soweit möglich jeweils für Gebietsabschnitte mit wesentlich verschiedenen Untergrundsverhältnissen, wodurch die Einwirkung des Bodens zum Ausdruck kommen sollte und für die einzelnen Monate, die den jahreszeitlichen Einfluß erkennen lassen würden.

Als Gebietsabschnitte kamen hierwegen die im Urgebirge liegende Einzugsfläche der oberen Mosel bis Epinal, sodann die der Stufenlandschaft angehörenden Abschnitte bis zur Meurthe- und zur Sauer-Saarmündung und schließlich das Saargebiet in Betracht; sie umfassen der Reihe nach: meist undurchlassende, größtenteils durchlassende und im Saargebiete undurchlässige mit durchlässigen Schichten wechselnde Böden. Die Auswahl der Stationen, welche zur Bildung der mittleren Niederschlagshöhe benützt wurden, richtete sich nach den verfügbaren, möglichst lückenlosen Aufzeichnungen, wobei eine angemessene Verteilung der Beobachtungsstellen über das Einzugsgebiet zu berücksichtigen war. Bei der Wahl der Abflußstellen Epinal, Millery, Trier und Saarbürg war mitentscheidend, daß für diese Orte Wassermengen-Messungen in genügender Zahl vorgelegen haben, um die Mosel- und Saarabflußmengen feststellen zu können.

Verhältnis von Niederschlag zum Abfluß zur Zeit geringer Regenfälle und niedriger Wasserstände. Als Zeiträume wurden jene gewählt, innerhalb deren sich die Höhen der Mosel nur in den Grenzen von etwa ± 10 cm um eine niedrige Mittellage bewegt haben. Die in einem solchen Zeitraume gefallene und als Mittelzahl mehrerer Stationen berechnete meist geringe Niederschlagshöhe, durch die Anzahl der Tage des Zeitabschnittes geteilt, gibt die durchschnittliche Niederschlagshöhe, welche den Beharrungszustand unterhalten hat. Bei der Berechnung konnte wegen der innerhalb einer solchen Abflußperiode nur wenig schwankenden Niederschlags- und Abflußmengen von einer genauen zeitlichen Abgrenzung zusammengehöriger Erscheinungen abgesehen werden und ebenso konnte eine Abtrennung des unterirdischen Abflusses von dem oberirdischen unterbleiben, da jener während des ganzen Zeitabschnittes nur langsame und geringe Größenänderungen erleiden kann. Die Berechnung wurde durchgeführt für das Gebiet der oberen Mosel bis Epinal, sodann für Millery und schließlich für das Gesamtgebiet bis Trier. Für Epinal entspricht die mittlere Regenhöhe dem Durchschnittswerte der Beobachtungen der Stationen Col de Bussang, Cornimont und Bruyères, für Millery dem Mittel aus diesen sowie den Stationen Hardalle, Saulcy, St. Dié, Provenchères, Epinal, Baccarat, Lunéville, Vézelize und Nancy. Bei der Ableitung des Mittelwertes von Trier war eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Beobachtungsstellen über das Einzugsgebiet anzustreben, die hier schwieriger als für die obere Mosel und Meurthe zu erreichen war. Zu den schon genannten Orten sind Euvezin, Rogéville, Mance, Lubeln, Arlon, Bastogne, Schneifelhaus, Karlsthal, Mittersheim, Neumath, Zweibrücken, Grube »v. d. Heydt«, Gerolstein, Bitburg und Trier getreten; Col de Bussang, Hardalle, Provenchères und Vézelize konnten entbehrt werden. In mehreren Fällen fehlender oder unvollständiger Beobachtungsreihen mußten Stationen bei der Berechnung der Mittel weggelassen werden. Die Ergebnisse finden sich in der Zahlentafel 22 zusammengestellt.

Die für die drei Abschnitte des Moselgebietes gefundenen Perioden niedriger Wasserstände stimmen wegen der Zwischenkunft der Nebenflüsse und wegen der Einschränkung, daß im allgemeinen nur Schwankungen des Wasserstandes von ± 10 cm um eine Mittellage zulässig seien, nicht völlig überein; immerhin waren die bemerkenswertesten dieser Perioden über das ganze Moselgebiet verbreitet. Die zur Erhaltung jener Niederwasserstände erforderlichen täglichen Regenhöhen schwanken erheblich mit der Jahreszeit; dagegen kommt die — in den vorliegenden Fällen übrigens nicht viel verschiedene — Höhe des Moselstandes kaum zur Geltung. Die abgeleiteten Durchschnittswerte sind:

Im Einzugsgebiete der Mosel	November—April			Mai—Oktober		
	tägliche Regenhöhe mm	Moselstand cm	Abfluß in % des Regens	tägliche Regenhöhe mm	Moselstand cm	Abfluß in % des Regens
bis Epinal	1.7	45	97	3.1	38	44
» Millery	0.8	70 ²	44	2.3	70	14
» Trier	1.0	81	58	1.7	30	16

Eine tägliche Regenhöhe von etwa 1 mm in der kälteren und 2 bis 3 mm in der wärmeren Jahreszeit genügt demnach, die Mosel zu Trier dauernd auf einem niedrigen Beharrungszustande zu erhalten.

Zur Feststellung der Verhältniszahlen von Niederschlag und Abfluß im Mittel der gesamten Wasserstandsbewegung wurde die 10jährige Beobachtungsreihe 1891—1900 zu Grunde gelegt; diese Reihe umfaßt sowohl trockene Jahre als regenreiche Zeiten, so daß die Durchschnittswerte den mittleren Verhältnissen des Moselgebietes entsprechen dürften; überdies haben sich die Abflußverhältnisse an den in Betracht kommenden Moselstationen innerhalb des gewählten Zeitraumes kaum geändert.

In bezug auf den verschiedenartigen Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit wurden wieder unterschieden: die Südvogesen mit starken Oberflächenneigungen und Flußgefällen sowie schwer durchlässigen Gesteinsdecken, die Stufenlandschaften mit schwachen Neigungen und Gefällen und größtenteils durchlässigen Böden, das Saargebiet mit mittleren Gefälls- und Durchlässigkeitsverhältnissen und schließlich das Gesamtgebiet bis Trier, in welchem sich die genannten Gebietsteile und Verhältnisse vereinigt finden.

Der jahreszeitliche Einfluß wurde durch die gesonderte Feststellung der monatlichen Durchschnittszahlen untersucht. Die Abgrenzung nach Monaten gibt zwar wegen der Unmöglichkeit, genau sich entsprechende Niederschlags- und Abflußmengen einander gegenüberstellen zu können, für das einzelne Jahr keine zuverlässigen Verhältniszahlen, doch gleichen sich die Fehlbeträge in den Mittelwerten aus zehn Jahren immerhin aus. Eine Abgrenzung nach größeren, etwa viertel- oder halbjährigen Zeitabschnitten, würde den in viel rascherer Folge sich vollziehenden Wechsel des Verhältnisses zwischen Regen

und Abfluß im Frühling und Spätherbst nicht oder doch unvollkommen erkennen lassen, hätte somit nur unbedeutenden Wert.

Von einer gegenseitigen Abtrennung der einzelnen Regenperioden und der diesen entsprechenden Abflußperioden konnte natürlich, da es sich um das Verhältnis des Gesamtabflusses zum Gesamtniederschlag eines Monats handelt, abgesehen werden; doch wurde dem Zeitunterschiede zwischen dem Regenfall und der damit verknüpften Steigerung des Abflusses Rechnung getragen. Hierzu war die Ablaufdauer der einer bestimmten Regenmenge entsprechenden Abflußmenge festzustellen, und zwar ihr Mittelwert aus dem zehnjährigen Zeitabschnitte 1891—1900.

Im Einzugsgebiete der oberen Mosel in den Südvogesen folgt einer stärkeren Überregnung der Scheitel der durch sie erzeugten Moselwelle in Epinal schon nach weniger als einem Tage; doch erfordert der Abgang des oberflächlich eingedrungenen und langsamer abströmenden Wassers je nach der Stärke der Überregnung und der Höhe des Moselstandes 4 bis 10 Tage, bis der Wasserstand wieder auf die Höhe vor Regenbeginn zurückgekehrt ist. Dem aus der zehnjährigen Beobachtungsreihe abgeleiteten Durchschnittswerte des Moselstandes zu Epinal von rund 60 cm Höhe entspricht annähernd eine Ablaufdauer von 5 Tagen. Ähnlich wurde aus zahlreichen Beobachtungen zu Millery gefunden, daß der Hochstand der Mosel daselbst ungefähr einen Tag nach der stärksten Überregnung eintritt, daß die gesamte Anschwellung dagegen mindestens 5, höchstens 14 Tage benötigt, um zu dem Anfangswasserstande zurückzukehren. Der mittlere Moselstand in Millery erreicht beiläufig 90 cm am dortigen Pegel; ihm entspricht eine Ablaufdauer von 6 bis 7 Tagen. Für Trier hat die Untersuchung der mittleren zeitlichen Aufeinanderfolge von Niederschlag und Abfluß eine Dauer von 11 Tagen, für Saarburg eine solche von 7 Tagen ergeben. Für bedeutende Überregnungen des Einzugsgebietes sind die gefundenen Werte selbstverständlich zu kurz, für geringe Niederschläge zu groß, wiewohl der Zeitbetrag unter einen kleinsten Wert, der zu Trier etwa 8 bis 9 Tage erreicht, nicht herabgehen wird. Da sehr hohe wie sehr niedrige Wasserstände in der Mosel seltener Erscheinungen sind, so kann der durch Verwendung einer mittleren Zeitdauer veranlaßte Fehlbetrag nicht erheblich werden.

Hiernach sind auf Grund der schon S. 34 für die einzelnen Gebietsabschnitte berechneten mittleren monatlichen Niederschlagshöhen die Regenmengen (in Millionen cbm) abgeleitet und die zugehörigen, um den Betrag der durchschnittlichen Ablaufdauer später eingetretenen Abflußmengen sowie die Verhältniszahlen beider berechnet und in der Zahlentafel 23 zusammengestellt worden. Von je 100 Millionen cbm Regenmenge fließen somit ab im

	Jan.	Feb.	Mz.	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Spt.	Okt.	Nov.	Dez.
zu Epinal	99	94	105	108	75	59	48	69	72	68	85	93
» Millery	60	62	54	44	29	19	15	17	20	25	38	46
» Wasserliesch	78	68	58	41	30	17	11	15	17	25	48	49
» Trier	83	73	63	44	31	17	12	15	18	25	48	53
» Saarburg	94	85	75	51	35	21	13	15	21	27	49	62

Zu Epinal fließt von der Gesamt-Niederschlagsmenge durchschnittlich am wenigsten im Juli ab (48 %); im Laufe der Monate August, September und Oktober bleibt der Abfluß noch auf 65 bis 70 %, steigt dann mit dem Eintritt der kühleren Witterung auf 80 % und mit Beginn des Winters auf rund 90 %. In den eigentlichen Wintermonaten Januar und Februar kommen über 95 % des Niederschlages zum Abflusse; wahrscheinlich befinden sich hierunter Niederschläge, die in fester Form schon im Dezember gefallen sind; indes setzt der Schneeabgang im höheren Gebirge hauptsächlich erst im März während der bedeutenden Regenfälle dieses Monats ein und dauert wohl noch im April fort; denn im März und April übertrifft die abfließende Wassermenge die in den beiden Monaten fallende Niederschlagsmenge. In den Südvogesen fällt die Zeit der größten Wärmezunahme und Pflanzenentwicklung in den Mai; in diesem Monate nimmt auch die Abflußmenge ungemein schnell ab; während der verhältnismäßig größte Abfluß im April beobachtet wird, findet der kleinste schon drei Monate später statt; der Unterschied beider beträgt nahezu 60 %.

Bei Millery kommt der Einfluß des Stufenlandes zur Geltung; die Wasserrückhaltung durch die im höheren Gebirge lagernden Schneemassen verliert an Bedeutung. Am meisten, 62 %, fließen im Februar ab, indes auch im Januar erreicht der Abfluß immer noch 60 %, im März 54 % der Niederschlagsmenge dieses Monats. Vom März zum Mai findet eine Minderung der Abflußziffer um 25 % statt. In der warmen Jahreszeit Juni bis September fließen durchschnittlich 15 bis 20 % ab, auch im Oktober noch nicht über 25 %; erst vom November ab tritt rasche Zunahme des Abflusses ein.

Für das gesamte Moselgebiet bis zur Saarmündung (Wasseriesch) ergeben sich ähnliche Verhältniszahlen wie für Millery; doch fließt hier im Januar und März etwas mehr, im Hochsommer etwas weniger ab. Der Gegensatz zwischen dem sommerlichen und winterlichen Abflusse verschärft sich demnach mit der Ausdehnung der Stufenlandschaften; noch deutlicher tritt dies hervor, sobald das Gebiet des Stufenlandes für sich betrachtet wird, also die Niederschlagsmengen der Südvogesen und des Saargebietes und die Abflußmengen von Epinal und Saarburg von den Niederschlags- und Abflußmengen für Trier in Abrechnung gebracht werden. In dem so umgrenzten Einzugsgebiete der Mosel geht die Abflußmenge im Hochsommer (Juli—August) bis auf 7 % der Niederschlagsmenge herab und die mittlere Abflußziffer des Halbjahres Mai—Oktober erreicht nicht viel mehr als 11 %.

Für das Saargebiet ergeben sich wegen der bedeutenden Niederschlagshöhen in den nördlichen Abschnitten der Vogesen wieder erhöhte Abflußziffern. Das Minimum erscheint im Juli mit 12 %, der Durchschnittsabfluß in der warmen Jahreszeit Mai—Oktober mit 20 %; im Januar—März übersteigt die Verhältniszahl 70 %. Die vorstehenden Zahlen erklären den größeren Wasserreichtum der Saar gegenüber der mittleren Mosel sowie den Umstand, daß das Moselgebiet einschließlich des Saargebietes wieder wesentlich höhere Verhältniszahlen liefert, als die Einzugsfläche vor der Aufnahme der Saar.

Das Verhältnis der Niederschlagsmenge zur Abflußmenge ändert sich hiernach von einem Abschnitte des Moselgebietes zum anderen und innerhalb der einzelnen Abschnitte mit der Jahreszeit. Die räumliche Änderung, im wesentlichen von der Gebietsbeschaffenheit abhängig, zeigt die größte Verschiedenheit bei den Einzugsgebieten der Mosel in den Südvogesen und in den Stufenlandschaften, während die Verhältnisse in den übrigen Gebietsteilen mehr zwischen jenen beiden liegen.

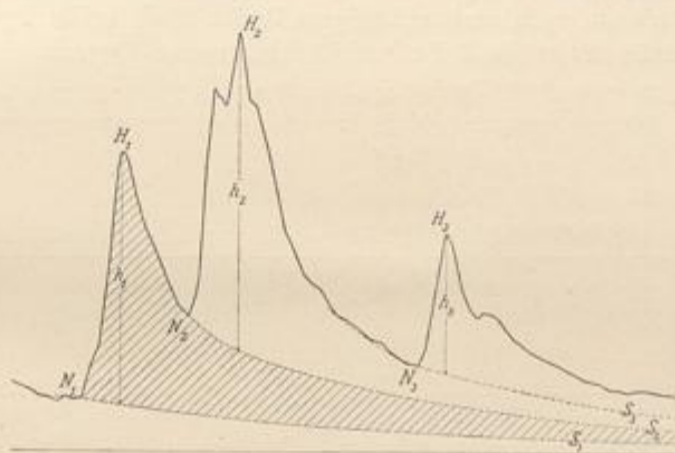
Die jahreszeitliche Änderung hat an allen Stationen einen ähnlichen Gang; es sind im allgemeinen unterscheidbar ein winterlicher Abflußzustand, der die Monate Dezember bis März umfaßt und die größten Verhältniszahlen aufweist, ein sommerlicher, der von Juni bis September reicht und die kleinsten Prozentwerte besitzt; zwischen beiden liegen die Abflußzustände vom Frühjahr und Herbst. Die Besonderheit eines jeden einzelnen Monats tritt erst mit wachsender Gebietsgröße hervor. In Epinal lassen sich, wie aus der Darstellung 8 Tafel X zu entnehmen ist, nur die Grenzwerte der jahreszeitlichen Abflußzustände erkennen, aber schon in Millery hat Juli und August die geringsten Abflußmengen; es folgen mit größeren September und Juni, dann Oktober, Mai, April und November, schließlich Dezember, März, Februar und Januar. Die gleiche Reihenfolge kehrt wieder an den flußabwärts folgenden Stationen. Die kleinsten sowie größten Werte haben somit Juli und Januar. Während des winterlichen Abflußzustandes haben Dezember die größte Niederschlagsmenge, Januar die größte und März die kleinste Abflußmenge. Während der Sommermonate trifft auf Juli die größte Niederschlagsmenge, auf Juni die größte, auf Juli oder August die kleinste Abflußmenge. Die Abflußverhältnisse von April und November nähern sich und grenzen an die winterlichen, ebenso wie jene von Mai und Oktober an die sommerlichen; dies gilt im allgemeinen für das ganze Moselgebiet.

Über die Verteilung der nicht oberirdisch abfließenden Wassermenge, namentlich der auf Verdunstung und Pflanzenverbrauch treffenden, die mit der Jahreszeit wechselt, lassen sich nur schätzungsweise Bestimmungen machen. Von der Zeit des Laubfalles im Oktober bis zum Wiederbeginn der Pflanzenentwicklung im März ist der Wasserverbrauch durch die Pflanzen jedenfalls nur unbedeutend; innerhalb des genannten Zeitraumes ist daher die nicht abgeflossene Wassermenge verdunstet oder im Boden zurückgehalten worden. Andererseits findet während der Zeit des Fallens der Gewässer eine Wasseraufnahme durch den Boden, die ein Steigen des Grundwassers zur Folge haben müßte, in größerem Maße jedenfalls nicht statt.

Verhältnis von Niederschlag und Abfluß bei starken Überregnungen. Bei der Bestimmung des Verhältnisses der Wassermengen eines starken Regenfalles und der ursächlich damit verknüpften Anschwellung kommt natürlich nur der von jener neuen Überregnung unmittelbar herrührende Teil der Welle in Betracht; er läßt sich von dem Gesamtabflusse wohl am einfachsten

dadurch sondern, daß man zunächst jenen Verlauf der Wasserstandsbewegung ermittelt, der sich ohne Eintritt der neuen Überregnung eingestellt hätte.

In längerdauernder regenfreier Zeit ist der Wasserstand eines Gewässers bekanntlich in steter Abnahme begriffen, die — von einem geringen jahreszeitlichen Wechsel abgesehen — im allgemeinen für den gleichen Ort in der nämlichen Art erfolgt. Das Gesetz der Abnahme läßt sich im voraus annähernd aus der Aufeinanderfolge der Wasserstände im Fallen der Anschwellung bestimmen, wenn diese Bewegung durch neue Regen nicht unterbrochen worden ist; es wird dargestellt durch eine stetige Linie, die bei größeren Höhen verhältnismäßig rasch, bei kleineren langsamer fällt und sich asymptotisch der Wagrechten nähert; sie soll hier der Kürze wegen »Sickerwasserlinie« genannt werden. Hatte nun die



beobachtete Bewegung des Wasserstandes innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes etwa den in der vorstehenden Abbildung durch die Kurve $N_1 H_1 N_2 H_2 N_3 H_3$ wiedergegebenen Verlauf und sind $N_1 S_1$, $N_2 S_2$ und $N_3 S_3$ Teile jener Sickerwasserlinien, die von den Niederständen N_1 , N_2 und N_3 ausgehen, so folgt aus der Figur: ohne Überregnung wäre der Moselstand allmählich von N_1 bis S_1 herabgegangen; nach der ersten Überregnung, welche die Anschwellung $N_1 H_1 N_2$ erzeugt hat, hätte dagegen bei nachfolgender regenfreier Zeit ein Fallen des Wasserstandes von N_2 nach S_2 beobachtet werden können. Der ersten Überregnung entspricht hiernach nur der schraffierte Teil der Darstellung. Ähnlich können die Anteile der zweiten und dritten Überregnung an der Gesamtwasserstandsbewegung durch die Sickerwasserlinie $N_3 S_3$ gegenseitig abgegrenzt werden.

Dementsprechend waren für die folgenden Untersuchungen zu bestimmen: zunächst die aus der mittleren Niederschlagssumme einer bedeutenderen Regenperiode in bekannter Art abgeleitete Gesamtregenmenge; sodann die Summe des Abflusses während der zugehörigen Anschwellung — jedoch abzüglich der Abflußmenge, die von vorausgegangenen Überregnungen herrühren mußte; endlich das Größenverhältnis beider Wassermengen. Benutzt wurden hiefür nur die Zeiträume starker und möglichst über das ganze Einzugsgebiet verbreiteter Überregnungen; dagegen blieben alle Anschwellungen, bei welchen sicher oder wahrscheinlich größere Schneemassen mit dem Regen zum Abgange gekommen sind, unberücksichtigt,

weil über den Wasserwert des abgegangenen Schnees Anhaltspunkte nicht gegeben waren. Die Untersuchungen konnten nur für das Gebiet der oberen Mosel und Meurthe (bis Millery) durchgeführt werden, da die Ergebnisse für das Saargebiet wegen der geringen Zahl von Beobachtungsstellen und für das obere Saargebiet wegen der Wasserzurückhaltung durch die großen lothringischen Weiher unsicher werden mußten. Die Ergebnisse finden sich in der Zahlentafel 24 zusammengefaßt.

Aus den gewonnenen Verhältniszahlen läßt sich der Einfluß der Jahreszeit sowohl als der Aufnahmefähigkeit des Bodens für Wasser auf den Abfluß auch in Zeiträumen starker Überregnungen deutlich erkennen. Für die kühle Jahreszeit November bis April ergeben sich als Durchschnittswert aller Beobachtungen 46% Abfluß, für die warme 17%; am stärksten ist der Abfluß im Januar und Februar mit 63%, bedeutend auch noch im März-April mit 42%, geringer im November und Dezember mit 32%. Im Oktober fließen 24%, im Mai-Juni 19%, im Juli und August nur 8% des Regens ab. Die Abflußziffern erhöhen sich in allen Fällen, wenn der neuen Überregnung stärkere Niederschläge vorausgegangen sind; so flossen im März 1888 bei der ersten Überregnung 49, bei der darauffolgenden 55% ab, im Juni 1889 31 und bzw. 34%, im Oktober des gleichen Jahres 21 und 24%, im Oktober 1890 14 und 39%, im Dezember 1891 25 und 77%, im Oktober 1892 14 und 30%, im Dezember 1895 50 und 53%.

Die vorstehenden Abflußzahlen sind natürlich nur Mittelwerte für den Gesamtverlauf einer Anschwellung; bekanntlich wechselt aber die Aufnahmefähigkeit des Bodens für Wasser oft bedeutend im Laufe der Überregnung, so daß im Anfange einer Anschwellung weniger, im Höhepunkte aber weit mehr Wasser abfließt, als jene Durchschnittszahlen ergeben.

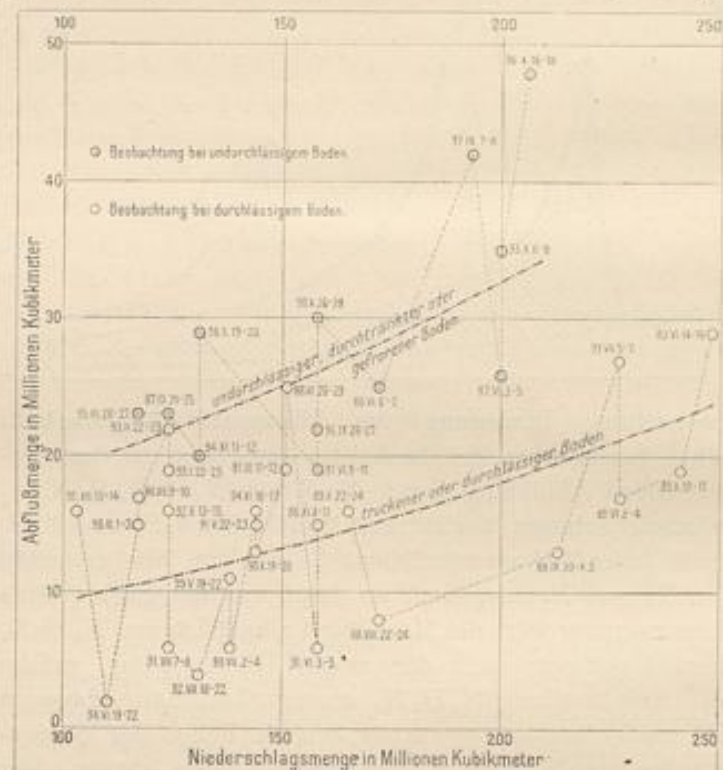
Entstehung und Verlauf der Anschwellungen in der Mosel. Sobald nach nicht zu langer Trockenzeit stärkerer Regen einsetzt und dem Einzugsgebiete mehr Wasser zugeführt wird, als bei den gleichzeitigen Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen der Luft wieder sofort verdunsten, bei der Bodenbeschaffenheit versickern oder durch die Pflanzendecke aufgenommen werden kann, nimmt bekanntlich der oberirdische Abfluß zu; die Wasserläufe beginnen anzuschwellen. Die Grenze liegt für den größeren Teil des Moselgebietes nach den Untersuchungsergebnissen S. 51 da, wo der mittlere tägliche Regenfall in der kälteren Jahreszeit 1 bis 1,5 mm, in der wärmeren 2 bis 3 mm Höhe überschreitet. Größere Anschwellungen treten jedoch erfahrungsgemäß nur dann ein, wann die Bedingungen für verstärkten Abfluß gegeben sind, also meist in dem Zeitraume zwischen November und März. Kommen gleichzeitig mit dem Regen bedeutendere Schneemassen zum Abgang, so können ungewöhnliche Hochwassererscheinungen entstehen. Die Größe einer Anschwellung ist zwar von der Dichtigkeit und Dauer

des Regenfalles abhängig; sie wird aber wesentlich durch die begleitenden Umstände mit beeinflusst, die bekanntlich teils mit der Jahreszeit, teils auch erst im Laufe der Überregnung mit dem Wassergehalte des Bodens wechseln. Durch die folgenden Untersuchungen sollte nun festgestellt werden, bis zu welchen Höhen die in den oberen Gebieten der Mosel und ihrer größeren Nebenflüsse Sauer und Saar bei bestimmten Überregnungen entstehenden Anschwellungen sich entwickeln können und ferner, wie die entstandenen Einzelwellen zusammenfließen und die Hochwassererscheinungen im Unterlaufe des Flusses erzeugen. Bei der Bestimmung der mittleren Regenhöhen konnten natürlich nur jene Stationen in Betracht kommen, von welchen tägliche Aufzeichnungen über die Niederschläge verfügbar waren; die Stationen sollten über das Einzugsgebiet entsprechend verteilt liegen, damit der berechnete Mittelwert auch möglichst die mittlere Regenhöhe des Gebietes darstellt. Andererseits konnte der Abfluß nur da festgestellt werden, wo genügende Wasserstandsbeobachtungen vorhanden waren. Bei dem Vergleiche der mittleren Regenhöhen und der durch sie erzeugten Anschwellungshöhen kam es selbstverständlich wesentlich darauf an, möglichst genau sich entsprechende Erscheinungen gegenüberzustellen; diese Forderung ist natürlich um so schwieriger zu erfüllen, je größer das Niederschlagsgebiet ist; man mußte sich hierwegen auf die oberen Gebietsabschnitte der Mosel und ihrer großen Nebenflüsse beschränken. Eine Zusammengehörigkeit besteht erfahrungsgemäß am sichersten zwischen den Höchstwerten in den beiden Erscheinungen; denn der stärksten Überregnung muß nach Umfluß einer bestimmten Zeit zweifellos ein Höhepunkt im Abflusse entsprechen, vorausgesetzt, daß das Einzugsgebiet um die Hauptabflußrinne so gruppiert liegt, daß sich die einzelnen Wellen mit ihren Scheiteln begegnen. Durch die vorerwähnten Umstände bedingt, wurden die Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Regenhöhe und Anschwellungshöhe nur für die Gebiete der oberen Mosel und der Meurthe bis Millery, der Sauer bis Bollendorf sowie der Saar bis Saargemünd durchgeführt; im übrigen wurde ermittelt, wie die Moselwelle von Millery aus bis Coblenz fortschreitet und unter der Einwirkung der größeren Nebenflüsse allmählich umgestaltet und erhöht wird, wozu die Abteilungen Millery-Besch wegen der Seille und Orne, Besch-Trier wegen der Sauer und Saar sowie Trier-Lay wegen der Kill erforderlich waren.

Die Anschwellungen der Mosel, die durch Überregnung ihres Einzugsgebietes entstehen, sind meistens verhältnismäßig kurzdauernde Erscheinungen; für sie kommt — namentlich während der starken Überregnung und Durchtränkung des Bodens — bekanntlich der vorwiegend oberirdische Abfluß in Betracht. Der Sickerwasserabfluß schöpft aus einem Vorrate, der zwar stets durch neue Regenfälle verstärkt wird, aber hauptsächlich aus Wasserzugängen besteht, die schon viel früher erfolgt sein konnten; er steht mit dem Gange der Niederschläge demnach in keinem unmittelbaren Zusammenhange. Bei der Gegenüberstellung der Regen- und Abflußhöhen durfte hierwegen nur die von der neuen Überregnung

herrührende Anschwellungshöhe in Frage kommen, welche nach dem auf der vorausgehenden Seite besprochenen Verfahren abzuleiten war.

Unter jenen Umständen, die für das Größenverhältnis zwischen Regenhöhe und Wasserstand von wesentlichem Einflusse sind, erscheint neben dem jahreszeitlichen Wechsel namentlich die großenteils auch von der Jahreszeit abhängige Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens bedeutungsvoll; sie war daher hier besonders zu berücksichtigen. Selbstverständlich konnten nicht alle in der Natur vorhandenen ungemein mannigfachen Abflußbedingungen in Rechnung gezogen werden; es wurden nur die beiden Hauptzustände des Bodens: trocken und durchlässig, also stark wasseraufnahmefähig [O], sowie naß, undurchlässig oder gefroren, also wenig oder nicht wasseraufnahmefähig [●], unterschieden. Bei gefrorenem, mit Wasser durchtränktem, auch undurchlässigem Boden fließt erfahrungsgemäß der größte Teil der nicht verdunsteten Regenmenge



oberflächlich nach den offenen Gerinnen ab, eine Annahme, die dem gleichzeitigen Gange der Wasserstandsbewegung am besten entspricht. Bei trockenem oder durchlässigem Boden wurde dagegen aus zahlreichen Beobachtungen bedeutender Regenmengen und zugehöriger größter Abflußmengen gefunden — die Ergebnisse sind im einzelnen aus der obenstehenden Figur zu entnehmen —, daß der Abfluß durchschnittlich $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$, in den Sommermonaten wohl kaum $\frac{1}{3}$ jener Menge erreicht, die bei durchtränktem oder gefrorenem Boden beobachtet wird. Da die meisten großen Moselanschwellungen in die Zeit zwischen November und März fallen, so wurde angenommen, daß bei trockenem Boden von der Regenhöhe des Zähltagess sogleich nur $\frac{2}{3}$, der Rest aber erst im Laufe des folgenden Tages den offenen Gerinnen zufließt. Die mittlere Niederschlagshöhe wurde hierwegen im Falle eines nassen oder gefrorenen Bodens aus dem einfachen Mittelwerte des Zähltagess, bei trockenem aus dem 2-tägig

ausgeglichenen Mittel gebildet, zu dem der Vortag $\frac{1}{3}$, der Zähltag $\frac{2}{3}$ der Regenhöhe liefert. Für die Sommermonate ergibt das Rechnungsverfahren jedenfalls zu große Werte; indes war eine weitergehende Unterscheidung, als die angegebene, auf Grund der bisher vorliegenden Beobachtungen nicht zweckmäßig. Bei der Mittelbildung konnten die Regenhöhen im allgemeinen als gleichzeitig betrachtet werden; die Gebietsabschnitte wurden sämtlich so gewählt, daß die zeitlichen Unterschiede im Eintreffen der Anschwellungen aus den verschiedenen überregneten Gebietsteilen in der Regel nicht die Dauer von einem Tage überschreiten.

Die Untersuchung über die Fortpflanzung der Moselanschwellungen von Millery bis Coblenz, sowie ihre Umgestaltung unter der Mitwirkung der Nebenflüsse wurde mittels der gleichwertigen Wasserstände durchgeführt. Zu bestimmten Wasserhöhen an der oberen Station wurden die gleichwertigen an der unteren festgestellt und die im gegebenen Falle beobachtete Überhöhung der Einwirkung des Nebenflusses in der Zwischenstrecke zugeschrieben. Auf solche Art wurden aus einer größeren Zahl seither aufgezeichneter Anschwellungen die Erhöhungen als Veränderliche der Mosel- und Nebenflußhöhen ermittelt und dargestellt. Bei der Bestimmung der Einwirkung der Meurthe und Saar wurden zugleich die über diese Nebenflüsse vorhandenen Ergebnisse der Wassermengenmessungen mitbenutzt.

Mittlere Regenhöhen im Mosel-Meurthe-Gebiete und Anschwellungshöhen zu Millery. Von ihren Quellen auf den westlichen Abhängen der Vogesen bis zur Vereinigung mit der Meurthe durchfließt die Mosel den höchstgelegenen und niederschlagsreichsten Abschnitt ihres Einzugsgebietes: anfänglich ein reichbewaldetes Gebirgsland mit zwar wenig ergiebigen, aber zahllosen Quellen, von Epinal ab das Lothringer Stufenland mit wesentlich einfacher gegliederten, im einzelnen aber kräftiger entwickelten, oberirdischen Gewässern. Im Einzugsgebiete der Meurthe bestehen ähnliche Verhältnisse. Die Quellbäche entspringen ebenfalls auf dem Hauptgebirgsstocke der Vogesen; sie strömen von hier unter Aufnahme zahlreicher kleiner Zuflüsse im allgemeinen in westlicher Richtung ab und erreichen das Lothringer Stufenland bei Raon-l'Étape, das sodann von der Meurthe, verstärkt durch wenige, aber bedeutende Nebenflüsse, bis zur Mündung durchschnitten wird. Mit der Aufnahme der Meurthe hat die Mosel den größten Teil der ihr aus den Vogesen zuströmenden Gewässer gesammelt; bei Millery entwässert sie ein Gesamteinzugsgebiet von rund 6900 qkm, wovon etwa ein Drittel dem Gebirgslande, zwei Dritteile dem Stufenlande zugehören; gleichwohl steht ihre Wasserstandsbewegung noch unter dem vorwiegenden Einflusse der Wasserlieferung aus jenen Gebirgslandschaften und namentlich bei Anschwellungen bleibt das Verhalten der Quellflüsse von Mosel und Meurthe wegen des verhältnismäßig reichlichen Wasserzuflusses entscheidend für die Höhenentwicklung der vereinigten Wellen, während die Abflüsse des Stufenlandes in der Regel nur das Fallen

der Anschwellungen verzögern und die mehr oder minder lange Dauer der Hochwassererscheinungen bedingen.

Zur Darstellung der mittleren Niederschlagshöhen wurden die Vogesenstationen Col de Bussang, Cornimont und Bruyères im Gebiete der Mosel, sodann Hardalle, Saulcy, St. Dié und Provençères in jenem der Meurthe gewählt, während weitere 5 Stationen den Stufenlandschaften angehören. Überregnungen im Gebirge kommen bei dem bedeutenden Gefälle des Geländes und der Gerinne in Epinal schon nach wenigen Stunden zur Geltung, auch zu Millery wird die Steigerung des Abflusses meist innerhalb 24 bis 36 Stunden beobachtet. Da über die Niederschläge nur einmalige Aufzeichnungen für je 24 Stunden vorlagen, so wurde ein zeitlicher Unterschied im Eintreffen der Wellen aus den einzelnen Gebietsteilen nicht angenommen; der tatsächlich vorhandene Unterschied ist unter den bestehenden Verhältnissen wahrscheinlich geringer als ein halber Tag.

Die Anschwellungshöhen der Mosel zu Millery wurden von der Sickerwasserlinie aus gerechnet, die durch die Aufeinanderfolge nachstehender Wasserstände bestimmt ist:

Zeitdauer nach Regenende	Wasserstand zu Millery	Zeitdauer nach Regenende	Wasserstand zu Millery
1 Tag	460 cm	7 Tage	110 cm
1.5 Tage	360 "	8 "	105 "
2 "	285 "	9 "	100 "
2.5 "	235 "	10 "	95 "
3 "	205 "	11 "	93 "
3.5 "	180 "	12 "	91 "
4 "	155 "	13 "	90 "
5 "	125 "	14 "	90 "
6 "	120 "	15 "	89 "

In der Zahlentafel 25 wurden nun für alle in dem Zeitraum 1886 bis 1897 eingetretenen bemerkenswerten Regenperioden die Einzelbeobachtungen der täglichen Regenhöhen und die daraus abgeleiteten größten Mittelwerte, sodann die zugehörigen höchsten Moselstände in Millery, die den Wellenscheiteln entsprechenden Höhen über der Sickerwasserlinie, endlich die Unterschiede aus Moselstand und Sickerwasserhöhe — die Anschwellungshöhen — zusammengestellt. Für den Zeitraum zwischen 1897 und 1900 gestalteten sich die Ergebnisse minder zuverlässig, weil nur von einer kleinen Zahl von Stationen Regenbeobachtungen verfügbar waren; die Ableitung der oben genannten Zahlenwerte hat sich hierwegen auf die bedeutendsten Hochwassererscheinungen jener vier Jahre beschränkt.

Die Anschwellungshöhen wurden sodann als abhängig Veränderliche der zugehörigen Niederschlagshöhen dargestellt (Fig. 11 auf Tafel XI); sie haben sich hierbei deutlich nach der Jahreszeit und teilweise selbst nach den einzelnen Monaten gruppiert, wobei die schon S. 52 gefundene Aufeinanderfolge der Monate im allgemeinen Geltung behielt. Hiernach entspricht, wenn die Einzelbeobachtungen durch stetige Kurven ersetzt werden, nach Verlauf von durchschnittlich 1 bis 2 Tagen:

einer mittleren Regenhöhe von	eine Anschwellungshöhe zu Millery (in cm) im						
	Jan. u. Febr.	Dezem- ber	März u. April	Okt. u. Nov.	Mai u. Sept.	Juni u. Aug.	Juli
5 mm	50	.	15	.	0	.	.
7.5 "	95	.	50	.	25	0	.
10 "	145	100	80	.	50	30	0
12.5 "	195	140	120	.	85	55	30
15 "	245	180	150	125	110	85	65
17.5 "	300	230	190	160	140	115	90
20 "	355	270	220	190	170	140	.
22.5 "	400	320	250	220	195	165	.
25 "	.	.	285	245	220	190	.
27.5 "	.	.	320	275	245	210	.
30 "	.	.	.	300	.	235	.
32.5 "	.	.	.	.	.	.	.
35 "	.	.	.	350	.	.	.
37.5 "	.	.	.	.	.	.	.
40 "	.	.	.	400	.	.	.

Der jahreszeitliche Einfluß auf die Entwicklung der Moselwelle ist hiernach ganz bedeutend: eine Überregnung des Mosel-Meurthe-Gebietes oberhalb Millery von durchschnittlich 17.5 mm hat nach den vorstehenden Ergebnissen eine mittlere Anschwellungshöhe — über dem Wasserstande, der ohne die neue Überregnung sich eingestellt haben würde — in den eigentlichen Wintermonaten Januar und Februar von 300 cm, im Frühjahr und Herbst von 190 bis 160 cm, in der warmen Jahreszeit von 115 bis 90 cm zur Folge. Im Juli beträgt die Zunahme des Wasser-

standes also schon unter gewöhnlichen Umständen noch nicht ein Drittel von jener im Januar. Weitere und viel bedeutendere Unterschiede können beobachtet werden, wenn der Anschwellungsperiode im Winter starker Frost oder andauerndes Regenwetter vorangeht oder wenn größere Schneemassen zum Abgang kommen und wenn im Sommer vor der Überregnung eine mehrere Wochen währende Trockenzeit bestanden hat.

Der Einfluß des Schneeabganges auf das Verhältnis der Regenhöhe zur Anschwellungshöhe war für Millery im einzelnen nicht nachweisbar; denn in den vom Bureau central météorologique zu Paris veröffentlichten Regenhöhen wird der in fester Form gefallene Niederschlag von dem übrigen nicht getrennt gehalten. Indes war in mehreren Fällen, wie 1886 I., 1891 I., 1892 I., 1895 III.

nach den gleichzeitigen Aufzeichnungen benachbarter deutscher Stationen wahrscheinlich gefrorener Boden oder eine stärkere Schneelage vorhanden. Im Januar 1886 ist eine mittlere Regenhöhe von nur 8 mm beobachtet worden; sie hatte eine Anschwellungshöhe von 240 cm veranlaßt, zu der unter gewöhnlichen Umständen im Januar eine mittlere Regenhöhe von mindestens 14 mm erforderlich gewesen wäre; da der Boden in jener Zeit nicht gefroren war, so ist anzunehmen, daß gleichzeitig abgehende Schneemassen die fehlenden 6 mm geliefert haben. Im März 1895 ist eine Vergrößerung der Niederschlagshöhe durch abgehenden Schnee um 13 bis 14 mm wahrscheinlich.

Die Hochwassererscheinungen der Mosel beginnen zu Millery erst bei Wasserständen zwischen 300 und 350 cm am dortigen Pegel; zur Entstehung solcher Anschwellungen müssen im Winter bei frostfreiem Wetter im oberen Mosel-Meurthe-Gebiet mindestens 20 mm Regen fallen, im Herbst gegen 30 mm; in der warmen Jahreszeit Mai bis September sind Wasserstände von jener Höhe bisher nicht beobachtet worden.



Für die ausschließlich dem Gebirgslande angehörenden Teile des Einzugsgebietes der Mosel und der Meurthe, welche mit Epinal und Raon-l'Etape abschließen, konnte ebenfalls ein jahreszeitlicher Wechsel im Verhältnisse der Anschwellungs- zur Niederschlagshöhe festgestellt werden (Darstellungen 14 und 15 auf der Beilagetafel XI); doch sind die Unterschiede nicht so bedeutend wie zu Millery, um ein verschiedenes Verhalten der einzelnen Monate erkennen zu können. Zwischen Dezember und März sind die einer gleichen Regenhöhe entsprechenden Anschwellungshöhen annähernd gleich groß; nur in den eigentlichen Sommermonaten ergeben sich wesentlich andere Verhältnisse.

Infolge der Ähnlichkeit der Abflußbedingungen in den Einzugsgebieten der Mosel und der Meurthe und den nahe übereinstimmenden Lauflängen der beiden Gewässer begegnen sich die Anschwellungen an der Vereinigungsstelle mit ihren Scheiteln. Die verhältnismäßig bedeutendste Vergrößerung des Wasserstandes zu Millery durch die Meurthe erfolgt hierwegen fast immer in dem Zeitraum unmittelbar vor, seltener nach der Scheitelbildung. Der ursprüngliche Gang der Wasserstandsbewegung der Mosel wird daher in den meisten Fällen durch die Meurthe nicht wesentlich umgestaltet, sondern nur der Höhe nach vergrößert.

Infolge der Ähnlichkeit der Abflußbedingungen in den Einzugsgebieten der Mosel und der Meurthe und den nahe übereinstimmenden Lauflängen der beiden Gewässer begegnen sich die Anschwellungen an der Vereinigungsstelle mit ihren Scheiteln. Die verhältnismäßig bedeutendste Vergrößerung des Wasserstandes zu Millery durch die Meurthe erfolgt hierwegen fast immer in dem Zeitraum unmittelbar vor, seltener nach der Scheitelbildung. Der ursprüngliche Gang der Wasserstandsbewegung der Mosel wird daher in den meisten Fällen durch die Meurthe nicht wesentlich umgestaltet, sondern nur der Höhe nach vergrößert.

Nach den Ergebnissen der Wassermengenmessungen zu Toul, Malzéville und Millery nimmt die Meurthe mit etwa 50% an der Wasserführung der Mosel zu Millery teil; im einzelnen wurde die Einwirkung der Meurthe auf die Moselwasserstände dadurch bestimmt, daß zu zusammengehörigen Wasserhöhen in Millery und Malzéville die entsprechenden Wassermengen festgestellt wurden und daß ermittelt wurde, welcher Bruchteil der ganzen Menge (Höhe) auf die Meurthe entfällt. Die gefundenen Erhöhungen (Zahlentafel 28) wurden sodann als abhängig Veränderliche der Wasserstände der oberen Mosel und der Meurthe in ein rechtwinkliges Koordinatensystem eingetragen und Linien gleicher Erhöhungen abgeleitet. (Darst. 16 Tafel XI.) Hiernach erhöht beispielsweise ein Meurthestand von 100 cm Mzv. einen Moselstand von 100 cm Toul um rund 80 cm, ein Meurthestand von 250 cm Mzv. einen Moselstand von 200 cm Toul um rund 160 cm usw. Die Linien gleicher Erhöhungen werden durch andere Kurven geschnitten; diese bezeichnen Linien gleicher Wasserstände zu Millery; sie können dazu benutzt werden, zu bestimmten zusammengehörigen Wasserständen in Toul und Malzéville den entsprechenden Moselstand in Millery zu entnehmen. In dem ersten der beiden vorgenannten Fälle wird in Millery ein Wasserstand von etwa 220 cm, im zweiten ein solcher von ungefähr 370 cm entstehen.

Zur Feststellung der beiden Kurvenscharen sind fast nur täglich einmalige Wasserstandszeichnungen verfügbar gewesen; es waren daher und infolge der lebhaften Wasserstandsbeziehung der Meurthe und der oberen Mosel tatsächlich zusammengehörige Wasserstände nur schwierig zu erhalten. Die dargestellten Kurven sind hierwegen als vermittelnde Linien aufzufassen, welche sich den durch punktierte Linien verbundenen Einzelbeobachtungen möglichst anzuschließen suchen.

Der zeitliche Unterschied zwischen der stärksten Überregnung und dem Eintreffen des Scheitels der Anschwellung in Millery liegt zwischen 24 und 48 Stunden.

Fortpflanzung der Moselwelle von Millery bis zur Sauer- und Saarmündung. Die zu Millery vereinigten Mosel-Meurthe-Anschwellungen verfolgen im weiteren Verlaufe das verhältnismäßig breite Gerinne des Flusses auf der lothringischen Hochfläche bis zum Durchbruche des Tafellandes von Luxemburg unweit Besch. Infolge der wechselnden natürlichen Flußgestalt, namentlich der stellenweisen Teilung des Bettes, sowie der freilich nur die niedrigen und mittleren Wasserstände beeinflussenden Wehranlagen erleidet der ursprüngliche Verlauf der Wasserstandsbeziehung mehrfache Wechsel; die wesentlichste Umgestaltung bewirken zeitweise die Seille und Orne.

Mit Hilfe der verfügbaren Beobachtungen konnte nur die Gesamtwirkung der beiden Nebenflüsse auf die Mosel abgeleitet werden, auch zeigen erst die zwei Gewässer zusammen genommen einen so erheblichen Einfluß auf die Mosel, daß dieser deutlich erkennbar wird. Da Seille und Orne annähernd gleich große Einzugsgebiete bei ähnlichen mittleren Regenhöhen besitzen, so wurde

den folgenden Untersuchungen die Summe der Wasserstände beider Nebenflüsse zu Grunde gelegt. Die als Unterschied des in Besch beobachteten und des mit Millery gleichwertigen Wasserstandes abgeleitete Erhöhung der Mosel wurde hierwegen als abhängig Veränderliche jener Summe sowie des Moselstandes zu Millery betrachtet, und die gesetzmäßige Änderung mit beiden Größen festgestellt. Bei der Auswahl der Beobachtungen war besonders zu berücksichtigen, daß die Wasserstände zu Millery und Besch als zusammengehörig gelten durften. Die Ergebnisse der Untersuchung finden sich in der Zahlentafel 29. Soweit es die geringe Zahl der gefundenen Wasserstände zugelassen hat, wurden sodann Linien gleicher Erhöhungen bestimmt, in der nämlichen Art, wie früher für die Meurthe. (Figur 17 Tafel XI.) Aus der Darstellung geht hervor, daß wenn die Summe der Höhen der beiden Gewässer nicht übersteigt:

bei einem gleichz. Stand von	50	100	150	200	250	300	350	400 cm.
	die Erhöhung der Mosel zu Besch erreicht:							
100 cm Mill.	0-20	.	20-30	.	.	.	.	.
200 "	.	0-20	20-30	.	.	50-60	.	.
300 "	.	.	0-20	.	20-30	.	50-60	70-80
400 "	.	.	.	0-20	.	20-30	.	50-60 70-80
500 "	.	.	.	.	0-20	.	20-30	.

Die Höhenänderungen des Verlaufes der Wasserstandsbeziehung der Mosel zu Millery durch das Zwischentreten der Seille und Orne haben demnach in Besch während der bisher beobachteten Anschwellungen etwa 70 bis 80 cm erreicht. Die größte Hebung trat fast immer längere Zeit vor der Ankunft des Moselscheitels ein, so daß die Moselwelle bei ihrem Fortschreiten zwischen Millery und Besch durch die beiden Gewässer mehr verlängert als erhöht wurde. Selbständige Anschwellungen, durch Seille und Orne in der Mosel hervorgerufen, sind selten und bisher nur im Januar 1890 bemerkt worden; in solchen Fällen veranlaßt die wasserreiche Orne bei kürzerem Laufe, stärkerem Gefälle und geringerer Ausuferung den Höchststand in der Mosel, während die Seille — wohl infolge der Wasserzurückhaltung durch die Weiher in ihrem Ursprungsgebiete — den Moselstand mehrere Tage auf der einmal erreichten Höhe zu halten vermag. Stärkere Regenfälle im oberen Laufe der Seille kommen erst nach 1 bis 2 Tagen in ihrer Wasserführung zur Geltung; im Gebiete der Orne folgen Regenfall und Anschwellung wegen der namentlich den mittleren Abschnitt bedeckenden undurchlässigen Tonschichten oft nach wenigen Stunden.

Der Scheitel einer Moselanschwellung legt den Weg von Millery bis Besch in etwa 30 Stunden zurück, wobei eine geringe Zunahme der Dauer bei größeren Höhen zu bemerken ist. Der angegebene Zeitunterschied entspricht einer Durchschnittsgeschwindigkeit im Vorrücken der Wellen von 4 km in der Stunde.

Bei Besch hat die Mosel die Abflüsse von etwa der Hälfte ihres Einzugsgebietes gesammelt und die nun in rascher Folge zufließenden beiden größten Nebengewässer Sauer und Saar mit insgesamt der gleichen Gebietsfläche, wie die Mosel bei Besch, bewirken meist

eine bedeutende Steigerung der Wasserführung, da die Anschwellungen nicht selten gleichzeitig in allen Teilen des Moselgebietes auftreten.

Mittlere Regenhöhen im Sauergebiete und Anschwellungshöhen zu Bollendorf. Die Anschwellungen in der Sauer entstehen bei stärkerer Überregnung der Ardennen und des Luxemburger Tafellandes oder bei raschem Schneeabgang in jenen Gebirgslandschaften; vorzugsweise sind es die der Sauer von Norden her aus den niederschlagsreicheren Gebieten zugehenden Gewässer, welche hauptsächlich das Auftreten der Hochwassererscheinungen veranlassen. Bei Bollendorf sind — mit Ausnahme der Prüm — die wichtigsten jener Wasserläufe vereinigt, so daß von hier ab bis zur Mündung eine bedeutendere Umgestaltung der Anschwellungen der Sauer nicht mehr zu erwarten ist. Wie ein Vergleich mit dem Gange der Niederschläge zeigt, bedingt ein einmaliger stärkerer Regenfall gewöhnlich auch nur eine einzige Hebung des Wasserstandes; die verschiedenen Wellen aus der oberen Sauer, der Alzette und der Our begegnen sich daher annähernd gleichzeitig mit ihren Scheiteln.

Zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen der mittleren Regenhöhe im Einzugsgebiete der Sauer und der Anschwellungshöhe des Flusses zu Bollendorf sind die bedeutenderen Anschwellungen der Sauer zwischen 1886 und 1900 ausgewählt worden, nämlich: 1888 III., 1890 I. und XI., 1893 II., 1895 XII., 1896 X., 1897 II. und 1899 I. Da im Sauergebiete Regenbeobachtungen nur von den Stationen Luxemburg und Bastogne und selbst da nur für einzelne Zeitabschnitte verfügbar waren, mußten die Beobachtungen von den Nachbarorten Arlon, Schneifelhaus, Bitburg und Trier mitbenutzt werden, Arlon zugleich als Ersatz für das nahegelegene Luxemburg, Schneifelhaus statt Bastogne.

Für die genannten Anschwellungszeiten wurden die Mittelzahlen der Niederschlagshöhen abgeleitet, und zwar wenn die begleitenden Umstände einen raschen Abfluß voraussetzen ließen, durch Bildung des arithmetischen Mittels, sobald ein langsamer Abfluß angenommen werden mußte, durch Berechnung des zweitägig ausgeglichenen Mittels, in das der Vortag mit $\frac{1}{3}$, der Zähltag mit $\frac{2}{3}$ seiner Regenmenge eingeführt wurde. Die Anschwellungshöhen der Sauer wurden von der für Bollendorf festgestellten »Sickerwasserlinie« aus gerechnet, die durch die folgende Wasserstandsreihe mit je eintägigen Zwischenräumen bestimmt wird: 200, 170, 140, 120, 100, 85, 75, 65, 60, 55, 50 cm Bldf. Die Ergebnisse der Ableitung

sind aus der Übersicht 26 zu entnehmen; sie wurden überdies in der S. 55 erwähnten Art in Fig. 12 auf Tafel XI dargestellt, so daß zu bestimmten mittleren Regenhöhen als Abscissen die zugehörigen Anschwellungshöhen als Ordinaten entnommen werden können.

Aus der Darstellung folgt, daß einer durchschnittlichen

Regenhöhe im Sauergebiete von	
10	12 14 15 17 18 19 20 mm
eine Anschwellungshöhe in Bollendorf von	
100	150 200 240 340 . . . cm für Jun.-März
. . .	. . . 180 210 240 290 * * Okt.-Dez.

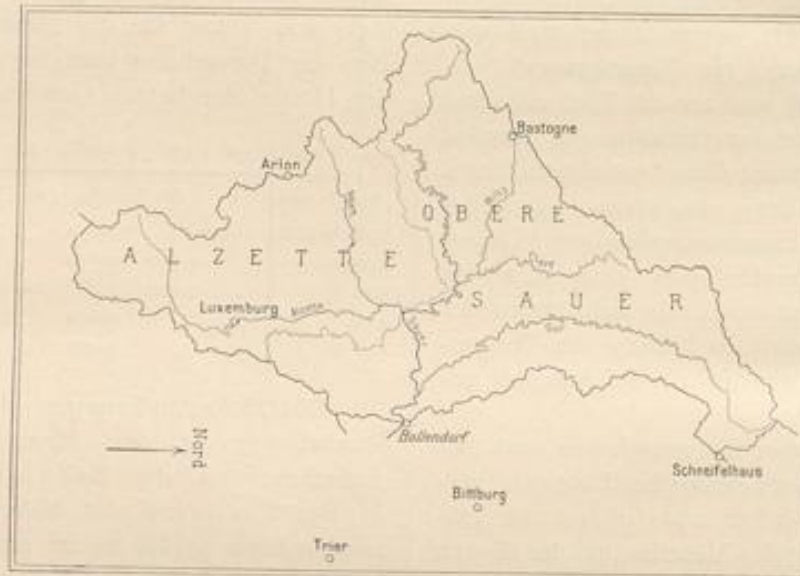
entspricht. Eine Ausnahme bildet nur die Anschwellung von 1897 II., bei der zugleich mit dem Regen eine

größere Schneemenge abgegangen ist; die Erhöhung der Sauer durch das Schneewasser hat wahrscheinlich gegen 150 cm betragen.

Die Höchststände der Saueranschwellungen treten in der Regel zwei Tage nach der stärksten Überregnung ein; für ihre Höhe scheinen hauptsächlich die Zuflüsse aus den Ardennen, also neben der oberen Sauer und Wiltz die Our maßgebend zu sein, da die Wasserstands-bewegung zu Bol-

lendorf vorzugsweise dem Gange der Niederschläge der Ardennenstationen entspricht.

Mittlere Regenhöhen im oberen Saargebiete und Anschwellungshöhen der Saar zu Saargemünd. Im Einzugsgebiete der Saar sind für die Entstehung der Anschwellungen wesentlich die Zuflüsse aus den Nordvogesen, die an der Mündung der Blies gesammelt sind, entscheidend. Wohl führen auch die unterhalb Saargemünd folgenden größeren Nebenflüsse, die Prims und die Nied, zuweilen ansehnlichere Wassermengen, doch ist — namentlich im Einzugsgebiete der Nied — die Wasserzurückhaltung infolge der ausgedehnten Überflutungen bedeutend, die Wirkung von Prims und Nied auf die Saarwasserstände daher mehr nachhaltig als für die Höhenentwicklung der Anschwellungen maßgebend. Bei Saargemünd ist das Einzugsgebiet derart um den Saarlauf verteilt, daß sich bei gleichzeitiger Überregnung die Anschwellungen der größeren Gewässer mit ihren Scheitelpunkten nahezu begegnen, daß also dem Maximum des Regenfalles meist der Höchststand der Anschwellung entspricht. Saargemünd kann hierwegen als die am weitesten flußabwärts gelegene noch geeignete Stelle bezeichnet werden, wo Beziehungen zwischen den Regenfällen und den Höhen der darauffolgenden Saaranschwellungen erwartet werden können. Störend wird sich zwar zeitweise die Wasserzurückhaltung durch die großen Weiher im oberen



Saargebiete geltend machen; diese Wirkung ist aber für die durch die Blies noch nicht verstärkte Saar, also für alle aufwärts der Bliesmündung gelegenen Saarorte bedeutend größer, als für Saargemünd.

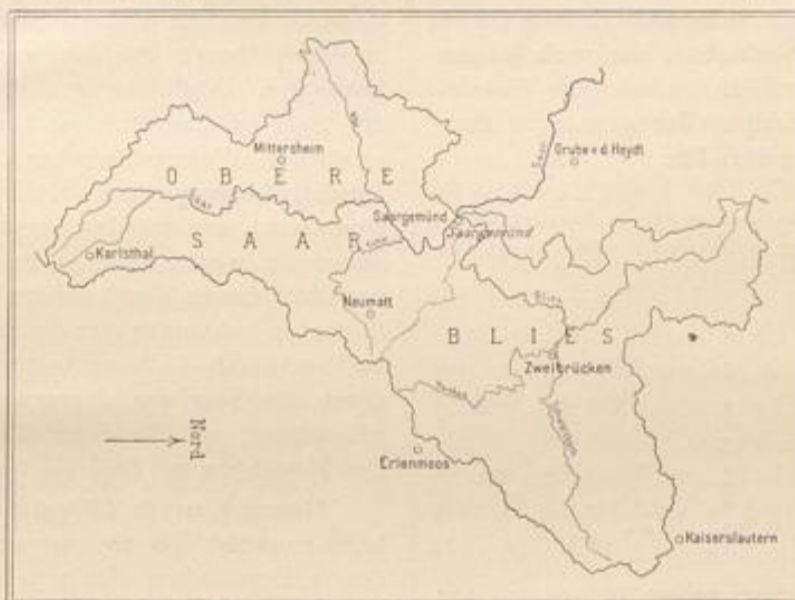
Zur Bestimmung der mittleren Niederschlagshöhe des Einzugsgebietes oberhalb Saargemünd wurden die Beobachtungen an den ziemlich gleichmäßig verteilt liegenden Stationen Karlsthal, Mittersheim, Neumatt, Zweibrücken, Erlenmoos, Kaiserslautern, Saargemünd und Grube »Von der Heydt«, von welchen tägliche Aufzeichnungen verfügbar waren, verwendet. Je nach den begleitenden Umständen der Überregnung des Gebietes wurde—im Falle ein starker Abfluß vorauszusetzen war, das einfache Mittel der sieben Stationen und wenn die Bedingungen für einen abgeschwächten Abfluß gegeben waren, das zweitägig ausgeglichene Mittel gebildet, wobei angenommen wurde, daß am ersten Tage $\frac{2}{3}$ und am folgenden noch $\frac{1}{3}$ des Niederschlages zum Abflusse kommen. Die zugehörigen Anschwellungshöhen der Saar wurden von dem zufolge der Kanalisierung des Flusses auf annähernd gleicher Höhe gehaltenen Betriebswasserstande an gerechnet, der auf 220 bis 230 cm Sgmd. liegt; dieser Wasserstand wird aus den Vorräten der großen Weiher unterhalten, daher durch Wasserzugänge, welche viel früher erfolgt sein konnten, als die die Anschwellungen erzeugenden Regenfälle stattfanden. Der Betriebswasserstand steht hierwegen mit jenen Niederschlägen in keinem unmittelbaren Zusammenhang und ersetzt gewissermaßen die Sickerwasserlinie.

Die derart abgeleiteten zusammengehörigen Regen- und Anschwellungshöhen sind in der Übersicht 27 verzeichnet und dann in bekannter Art dargestellt und gruppiert worden (Fig. 13 der Tafel XI); aus den erhaltenen Diagrammen hat sich ergeben:

Die derart abgeleiteten zusammengehörigen Regen- und Anschwellungshöhen sind in der Übersicht 27 verzeichnet und dann in bekannter Art dargestellt und gruppiert worden (Fig. 13 der Tafel XI); aus den erhaltenen Diagrammen hat sich ergeben:

Abflußzustand	Einer mittleren Niederschlagshöhe im oberen Saargebiet (in mm) von						
	5	10	15	20	25	30	35
Winterlicher Abflußzustand	entspricht eine Anschwellungshöhe* der Saar zu Saargemünd (in cm) von						
Januar und Februar	40	110	200	290	.	.	.
März	10	70	140	220	.	.	.
Abflußzustand im Frühjahr und Herbst							
April und Dezember	10	50	100	150	200	.	.
Oktober und November	0	40	70	110	140	180	220
Sommerlicher Abflußzustand							
Mai, Juni, September	0	30	50	70	90	.	.
Juli und August	0	20	30	40	.	.	.

* Bei gleichzeitigem Schneeeabgang können schon wesentlich geringere Regenhöhen eine ebensogroße Anschwellungshöhe, wie oben angegeben, veranlassen.



Einer Überregnung der oberen Teile des Saargebietes von beispielsweise 15 mm entspricht hiernach eine größte Anschwellungshöhe zu Saargemünd (über dem Betriebswasserstand) in den beiden kältesten Monaten Januar und Februar bei schneefreiem, nicht gefrorenem Boden von rund 200 cm, im März jedoch nur mehr von 140 cm, im April und Dezember von rund 100 cm, im Oktober und November von 70 cm, im Mai, Juni und September von 50 cm und in der heißen Jahreszeit Juli und August von 30 cm. Der jahreszeitliche Einfluß auf das Verhältnis von Niederschlagshöhe zu Abflußhöhe ist demnach auch im Saargebiete sehr bedeutend und tritt noch mehr hervor, wenn der Regen im Winter über gefrorenem Boden, im Sommer über einem, während vorausgegangener, längerer regenloser Zeit ausgetrockneten Boden abfließen muß.

Eine wichtige Rolle im winterlichen Abflusse spielt der Schnee, namentlich wenn er in stärkerer Lage durch warme Regen rasch aufgelöst wird. Gegebenen Falles läßt sich zwar die Erhöhung der Anschwellungen infolge von Schneeeabgang durch Vergleich mit dem Abflusse in schneefreier Zeit erkennen; da jedoch über die Schneelage und ihren Wasserwert bis jetzt noch unzulängliche Beobachtungen vorliegen, so war jene Erhöhung nicht ziffermäßig bestimmbar.

Die Zeitdauer zwischen stärkster Überregnung und dem Eintritte des Scheitels der Anschwellung zu Saargemünd erreicht durchschnittlich 24 Stunden; da die Regenhöhe an den meisten Stationen nur einmal innerhalb 24 Stunden aufgezeichnet wird und auch die Wasserstandsbeobachtungen sich meist in 12stündigen Zwischenräumen folgen, war eine genauere Bestimmung nicht möglich.

Die aus der Vereinigung der oberen Saar- und Blieswelle entstandene Anschwellung pflanzt sich von Saargemünd in der kanalisierten Flußstrecke fort bis Saarburg i. Rhl. Bei der Regelmäßigkeit des Flußlaufes, der im unteren Abschnitte keine Möglichkeit zu größeren Überflutungen bietet, ist das Verhältnis der Wasserstände zu Saargemünd und Saarburg selbst bis zu bedeutenden Höhen ziemlich stetig, wie aus der Figur 9 auf der Tafel XI hervorgeht; es entspricht einem Wasserstande

zu Saargemünd von . . . 250 300 340 380 420 480 500 520 560 600 cm
 ein kleinster Stand zu
 Saarburg i. Rhl. von . . . 150 200 235 270 305 360 380 400 440 475 .

wobei infolge der Zwischenkunft der Prims und Nied Erhöhungen bis zu 60 cm bei Saarständen von 250 bis 350 cm, bis zu 40 cm bei Saarständen von 350 bis 500 cm

zu Saargemünd von . . . 250 300 340 380 420 480 500 520 560 600 cm
 ein kleinster Stand zu
 Saarburg i. Rhl. von . . . 150 200 235 270 305 360 380 400 440 475 .

wobei infolge der Zwischenkunft der Prims und Nied Erhöhungen bis zu 60 cm bei Saarständen von 250 bis 350 cm, bis zu 40 cm bei Saarständen von 350 bis 500 cm

beobachtet werden konnten. Bei großen Hochwasserständen, wenn die vereinigte Saar-Blieswelle den meist später eintreffenden Wasserzufluß durch die unteren Nebenflüsse überwiegt, ist die Erhöhung des Saarscheitels durch die Nied und Prims in der Regel nicht bedeutend und der Wasserstand zu Saarburg aus jenem von Saargemünd zuverlässiger abzuleiten, als bei den mittleren und kleinen Anschwellungen.

Die zeitliche Aufeinanderfolge der Wasserstände in der Saar an den Pegeln unterhalb Saargemünd konnte auf Grund der vorliegenden Beobachtungen nur für Saargemünd-Saarbrücken und Saarbrücken-Saarlouis genauer festgestellt werden; für Saarlouis-Saarburg waren nur wenige Aufzeichnungen verfügbar, die noch keinen Schluß auf die Änderung der Zeitfolge mit dem Wasserstande zulassen. Als Mittelzahlen aller genaueren Zeitbestimmungen haben sich ergeben für:

	Saargemünd-Saarbrücken	Saargemünd-Saarlouis	Saargemünd-Saarburg i. Rh.
bei 325 cm Sgmd.	3 $\frac{1}{2}$ Stdn.	7 $\frac{1}{2}$ Stdn.	.
> 350 >	3 >	7 >	.
> 375 >	3 >	7 >	.
> 400 >	3 >	7 >	16 Stdn.
> 425 >	3 $\frac{1}{2}$ >	8 >	.
> 450 >	4 $\frac{1}{2}$ >	9 $\frac{1}{2}$ >	.
> 475 >	5 $\frac{1}{2}$ >	11 >	.

Die Anschwellungen der Saar zeigen in den meisten Fällen — namentlich sofern sie nicht durch örtliche Gewitterregen hervorgerufen sind — einen ähnlichen Verlauf wie jene der oberen Mosel und der Meurthe. Das Ansteigen erfolgt minder schroff, als in der oberen Mosel und Meurthe, da die Sammelweiher von Rixingen und Mittersheim einen ansehnlichen Teil der Abflüsse des oberen Saargebietes aufnehmen und vorübergehend zurückhalten. Das stärkste Steigen beträgt sowohl in Saargemünd wie in Saarburg 25 bis 30 cm in der Stunde. Die Dauer der Scheitelbildung ist kurz, meist nur 1 bis 2 Stunden umfassend. Der Höhepunkt der Welle tritt in Saargemünd, wie bemerkt, ungefähr 24 Stunden nach der stärksten Überregnung ein und kann, entsprechend der Fortpflanzungsdauer der Welle im Saarlaufe selbst, etwa einen Tag später bis zur Mündung gelangen.

Verstärkung der Mosel durch die Sauer und die Saar. Durch die Aufnahme der beiden großen wasserreichen Nebenflüsse Sauer und Saar, unter denen namentlich die Saar bei ähnlichem Ursprungsgebiete wie die Mosel, mit dieser fast immer gleichzeitig Anschwellungen bringt, erreicht die Hochwassererscheinung in der Regel den Höhepunkt. Die gesonderte Feststellung der Einwirkung eines jeden der beiden Nebengewässer auf die Mosel war, da die Sauer- und Saar- mündung fast immer im Rückstauereiche der Saar liegt, mit Hilfe der Wasserstandsbeobachtungen allein nicht möglich. Es wurde daher hier wieder das gleiche Verfahren an-

gewendet, welches schon Seite 43 gelegentlich der Feststellung der gleichwertigen Moselstände zwischen Besch und Trier dazu benützt worden ist, den einen der Nebenflüsse, die Saar, vorläufig aus der Untersuchung auszuschalten, um das Verhalten des anderen allein bestimmen zu können.

Zunächst waren möglichst zahlreiche zusammengehörige Wasserstände in Besch, Bollendorf, Saarburg und Trier unter Berücksichtigung ihrer Beobachtungszeit und der Fortpflanzungsdauer der Mosel-, Sauer- und Saarwellen festzustellen^{*)}, wobei von den wenigsten genauen Wasserstandsbeobachtungen ausgegangen wurde; nach diesen waren die übrigen Stände abzuleiten, nötigenfalls zu interpolieren. Sodann wurden unter Benützung der bekannten Abflußmengen der Mosel zu Trier und der Saar zu Canzem aus dem Unterschiede zusammengehöriger Wasserstände zu Trier und Saarburg jene Durchflußmengen und -Höhen abgeleitet, die in Trier eingetreten sein würden, wenn von der Saar vollständig abgesehen wird. Aus den erhaltenen, nur von der Sauer und der oberen Mosel abhängigen Wasserständen konnte hierauf in bekannter Art die Erhöhung des Wasserstandes zu Trier durch die Sauer bestimmt werden. Die Erhöhung durch die Saar war dagegen dem anfänglich in Abzug gebrachten, auf die Saar allein entfallenden Teilbetrag der Moselhöhe zu Trier zu entnehmen.

Hiernach ist die Zahlentafel 30 aufgestellt, welche enthält: zunächst die zusammengehörigen Wasserstände an den 4 Pegelstellen (Sp. 3, 4, 5 und 8), die den Höhen Saarburg und Trier zugehörigen Abflußmengen (Sp. 6 und 9), den Unterschied beider Mengen und den dieser Differenz entsprechenden Wasserstand der Mosel zu Trier ohne Saar; ferner den zu Besch gleichwertigen Wasserstand in Trier (Sp. 10) sowie schließlich die gesuchten Beträge der Erhöhung der Mosel durch die Sauer und die Saar. Die letztgenannten Zahlenwerte finden sich auch dargestellt und zwar die Erhöhung der Mosel durch die Sauer als abhängig Veränderliche der Wasserstände zu Besch und Bollendorf, die Erhöhung durch die Saar als Abhängige der Wasserstände zu Trier (ohne Saar) und zu Saarburg (Fig. 18 und 19, Taf. XI). Durch Linien gleicher Erhöhungen in angemessenen Abständen wird die Zunahme des Einflusses des Nebengewässers mit steigender Höhe desselben und die Abnahme mit wachsender Höhe des Hauptgewässers veranschaulicht. Die Linienscharen, welche die Kurven gleicher Erhöhung nahezu rechtwinkelig schneiden, bezeichnen die schließlichen Moselhöhen — nämlich bei der Sauer die Höhen zu Trier ohne Saar, bei der Saar die Wasserstände zu Trier. Aus den Darstellungen wurden die folgenden Beziehungen zwischen den Mosel-, den Nebenflußhöhen und den Erhöhungen abgeleitet:

^{*)} Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit zwischen Besch und Trier wurde aus der Differenz der Zeitbeträge Jouy-Besch und Jouy-Trier abgeleitet, die in der Fig. 8, Tafel XI dargestellt sind. Für die Fortpflanzungsdauer Bollendorf-Trier hat keine, für Saarburg-Trier nur eine genaue Zeitbestimmung vorgelegen; der angegebene Zeitunterschied entspricht annähernd den Ortsentfernungen.

und einem zugehörigen Stande der Sauer von	Bei einem Moselstande zu Besch von							
	150	200	250	300	350	400	450	500 cm
	beträgt die Erhöhung durch die Sauer in cm:							
50 cm Bollendf.	40	30	20	20	20	10	-	-
100 "	-	60	50	50	40	40	40	30
150 "	-	-	80	80	70	70	60	50
200 "	-	-	-	120	110	100	90	80
250 "	-	-	-	-	140	130	120	-
300 "	-	-	-	-	-	170	-	-
350 "	-	-	-	-	-	-	220	-

Die angegebenen Erhöhungen der Mosel durch die Sauer beziehen sich, wie aus ihrer Herleitung hervorgeht, auf jenen Wasserstand zu Trier, der nach Abzug der Saarwassermenge noch verbleibt; die Erhöhungen durch die Saar dagegen entsprechen dem tatsächlich beobachteten Wasserstande zu Trier, also einschließlich der Sauer und der Saar.

und einem zugehörigen Stande der Saar von	Bei einem Wasserstande der Mosel (ohne Saar) zu Trier von								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450 cm
	beträgt die Erhöhung durch die Saar in cm								
100 cm Saarburg	30	20	-	-	-	-	-	-	-
125 "	50	40	30	20	-	-	-	-	-
150 "	70	60	50	40	-	-	-	-	-
175 "	-	80	70	60	45	-	-	-	-
200 "	-	-	100	90	75	65	55	40	-
225 "	-	-	-	105	90	85	70	55	45
250 "	-	-	-	-	105	100	85	70	60
275 "	-	-	-	-	-	120	115	100	85
300 "	-	-	-	-	-	-	130	115	100
325 "	-	-	-	-	-	-	-	130	115
350 "	-	-	-	-	-	-	-	-	130
375 "	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Die Sauer vergrößert die noch ziemlich geringe Wassermasse der Mosel (bei Besch); ihre Einwirkung auf den Hauptfluß erscheint darum fast ebenso bedeutend, als jene der Saar auf die schon durch die Sauer verstärkte Mosel an der Saarmündung.

Durch die Aufnahme der Sauer und der Saar wird die Anschwellungserscheinung in der Mosel fast immer bedeutend gesteigert. Da die Sauer und selbst die Saar eine wesentlich kürzere Lauflänge als die obere Mosel besitzen, kommen die Nebenflußwellen meistens früher in Trier an, als die Welle der vereinigten Mosel und Meurthe. Hier entsteht nun — je nach dem Stärkeverhältnisse der einzelnen Gewässer im gegebenen Falle entweder ein Doppelscheitel oder es wird der durch Sauer und Saar veranlaßte Hochstand durch das spätere Eintreffen der Anschwellung aus dem oberen Moselgebiete mehr und minder lange auf einem höheren Wasserstande erhalten. Bei einer — jedoch nur selten beobachteten — geringen Überregnung der nördlichen Gebietshälfte, aber bei gleichzeitig starken Niederschlägen in den Vogesen, verschwindet der Scheitel der Saarwelle im Steigen der Anschwellung aus dem oberen Flußgebiete und die von Millery her vorrückende Moselwelle flacht im unteren Flußabschnitte nicht unbedeutend ab.

In den meisten Fällen läßt sich die aus den oberen Einzugsgebieten vorrückende Moselwelle nur bis zur Sauer-Saar-Mündung verfolgen; von hier ab wird der

Scheitel der Moselanschwellung gewöhnlich durch die frühzeitig aus der Saar eintreffende Hochwasserwelle gebildet; die Anschwellungen in der Mosel rücken daher, wenn man den Eintritt der Höchststände in Millery und Trier vergleicht, scheinbar ungewöhnlich rasch vor. Tatsächlich beträgt die zeitliche Fortpflanzung der hohen Moselwelle (500 cm Mill.) zwischen Millery und Trier etwa 4,4 km, die der mittleren (400 cm Mill.) gegen 4,2 km in der Stunde.

Die vielfach beobachtete bedeutende Steigerung der Hochwassererscheinung der Mosel durch die Sauer und besonders durch die Saar hat zugleich ein schnelleres Anwachsen der Hochwasserwellen im unteren Abschnitte zur Folge. Im Zeitraume des schnellsten Steigens — also vor der Scheitelbildung — beträgt die Wasserstandszunahme gewöhnlich 10 bis 15 hcm (cm in der Stunde); sie hat aber, wie im Februar 1897, schon über 20 hcm erreicht und gegen 16 Stunden gedauert.

Fortpflanzung der Moselwelle von Trier bis Coblenz. Von der Saarmündung aus pflanzt sich die Moselwelle in dem überall durch natürlich hohe Ufer bis zu bedeutenden Höhen hochwasserfrei begrenzten Flußgerinne im allgemeinen regelmäßig fort, wenn auch die vielen, oft scharfen Windungen sowie das namentlich bei minder hohen Wasserständen stark wechselnde Gefälle verzögernd auf ihr Fortschreiten einwirken. Der Scheitel legt den Weg von Trier bis Cochem bei Moselständen

über 550 cm Tr. in 16 Stunden	
zwischen 550 und 400	>>> 15
> 400 > 340	>>> 16
> 340 > 300	>>> 17
> 300 > 270	>>> 18
> 270 > 250	>>> 19

zurück; von Cochem bis Lay beträgt die Fortpflanzungsdauer 2 bis 3 Stunden. Zahlreiche, gewöhnlich nicht bedeutende, doch während der Schneeschmelze oder bei Gewittererscheinungen hervortretende Nebenflüsse, kommen dann vorübergehend zur Geltung. Da die Einzugsgebiete der genannten Gewässer unter ziemlich gleichartigen klimatischen Verhältnissen liegen und Witterungsumschlag mit Überregnung überall fast gleichzeitig einsetzt, war es möglich, mit Hilfe der Beobachtungen an der Kill, als des größten jener Nebenflüsse, zugleich die wechselnde Einwirkung der übrigen Zuflüsse der Mosel zwischen Trier und Coblenz darzustellen. Das Tatsachenmaterial, auf das sich die Untersuchungen stützen können, wurde in der Zahlentafel 31 Sp. 1 bis 6, 9 und 10, 13 und 14 zusammengestellt; diese Übersicht umfaßt zusammengehörige Wasserstände der Mosel (beobachtet zu Trier, Cochem und Lay) und der Kill zu Ramstein und reicht im Einklange mit den verfügbaren Aufzeichnungen von der Kill bis 1887 zurück. Zu den Moselständen von Trier wurden die gleichwertigen Höhen von Cochem und Lay bestimmt und die Unterschiede zwischen diesen und den tatsächlich beobachteten Höhen ermittelt (Sp. 7 und 8 sowie 11 und 12). Die berechneten Unterschiede haben die Grundlage geliefert zur Bestimmung von Linien

gleicher Erhöhungen (Fig. 20 auf Tafel XI), aus deren Lage sodann gefolgert werden durfte,

die Erhöhung der Mosel	daß im Falle eines Moselstandes von				
	100	200	300	400	500 cm
bei Höhen zu Ramstein von					
10—20 cm erreicht	100	120	150	180	220 cm
20—40 „ „	130	170	210	250	300 „
40—60 „ „	.	.	250?	300	340? „

Da zwischen Regenfall und Abfluß infolge der geringen Gebietsausdehnung und des starken Gefalles der Wasserläufe ein Zeitunterschied von weniger als 24 Stunden liegt, von Ramstein aber nur einmalige Aufzeichnungen im Tage verfügbar waren, so konnte die Zusammengehörigkeit der Wasserstände nicht in allen Fällen sicher gestellt werden.

Die Erhöhung der Hochwasserwellen der Mosel durch die Zwischenkunft der Nebenflüsse des rheinischen Schiefergebirges ist nicht bedeutend und sie erreicht ihren größten Betrag meist schon früher, als der Scheitel der Moselwelle eintritt. Fast immer erscheint die stärkste Einwirkung in dem Zeitpunkte, wann die Mosel zu steigen anfängt. Die Umgestaltung der Moselwelle zwischen Trier und Coblenz bleibt daher meist in engen Grenzen; die Wellenscheitel werden nur ausnahmsweise um 10 bis 20 cm gehoben. Der zeitliche Fortschritt der Anschwellungen insbesondere wird durch die Zwischenkunft der kleinen Gebirgsbäche zwischen Trier und Coblenz kaum berührt; er erfolgt in dieser untersten Flußstrecke mit großer Regelmäßigkeit, jedoch fast doppelt so rasch wie oberhalb der Mündung der Saar.

Der Verlauf der größeren, an den wichtigsten Stationen der Mosel seither genauer beobachteten Anschwellungen ist auf Tafel XII dargestellt worden. Zugleich ist gezeigt, wie die ursprünglich von den Südvogesen abströmende Moselwelle, beobachtet zu Epinal, auf ihrem weiteren Wege, zunächst in Millery durch die Meurthe, sodann in Besch durch Seille und Orne, in Trier durch die Sauer und die Saar und schließlich in Cochem durch die Nebenflüsse des rheinischen Schiefergebirges allmählich umgestaltet und verstärkt wird und zu der Hochwassererscheinung anwächst, die im untersten Abschnitte der Mosel beobachtet werden konnte. Die ziffermäßige Ableitung der dargestellten Verhältnisse bildet den Gegenstand der Zahlentafel 32, doch nur in dem Umfange, wie die wesentlichen Brechungspunkte der Wasserstandskurven dies erforderlich machten.

Die Wasserstandskurven in der obersten Reihe auf Tafel XII stellen die Moselwellen zu Epinal dar, deren Verlauf indes nicht flußabwärts verfolgt wurde, da die Beziehungen zwischen den Moselständen zu Epinal und den Folgestationen Millery, Besch, Trier und Cochem sich als nicht genügend sicher erwiesen haben. Die Wasserstandskurven der zweiten Reihe geben den Verlauf zu Millery wieder, wobei der eng schraffierte Kern den auf die obere Mosel entfallenden Teil der Anschwel-

lung, der weiter schraffierte Mantel den Anteil der Meurthe darstellt. In der nächsten Reihe kehren die beiden Kurven wieder, jedoch verändert infolge des Fortschreitens der Moselwelle von Millery bis Besch; sie umschließen den eng schraffierten Teil, während die Erhöhung der Moselwelle durch Seille und Orne mittels weiterer Schraffen dargestellt ist. In der vierten Reihe erscheinen als weiter schraffierte Flächen die Erhöhungen durch die Sauer und die Saar, in der letzten jene durch die kleinen Nebenflüsse der Mosel im rheinischen Schiefergebirge.

Aus den Darstellungen geht hervor, daß während der Anschwellungen 1895 I., 1896 III. und 1897 II. die Moselwelle durch die Meurthe um rund 150 cm im Scheitel oder doch in der Nähe der Scheitelbildung erhöht worden ist, während die bedeutendsten Erhöhungen durch die Seille und Orne — bei gleichzeitig noch niedrigem Stande der Mosel im Beginne der Anschwellung — 1890 I. etwa 150 cm, 1896 X. und 1897 II. fast 250 cm betragen haben. Die größten Erhöhungen durch Sauer und Saar sind beobachtet 1890 I.—II. mit 350 cm, 1888 III. und 1897 II. mit 300 cm im Ansteigen der Moselwellen.

Im November 1895 ist eine bedeutende Anschwellung der oberen Mosel und der Meurthe abgelaufen; sie bildet ein seltenes und bemerkenswertes Beispiel einer durch die Nebenflüsse des mittleren und unteren Laufes verhältnismäßig wenig beeinflussten Hochwasserwelle der Mosel. Bei allen übrigen Anschwellungen hatten namentlich die Sauer und die Saar hervorragenden Anteil; diese sind mit ihrer größten Erhebung frühzeitiger als die obere Mosel in Trier eingetroffen und haben hier die Hauptscheitelbildung veranlaßt, während die später angekommene Welle aus den oberen Gebietsteilen nur das Fallen des Wasserstandes verzögert, oder, wie im Oktober 1896 und Februar 1897, einen zweiten, aber kleineren Hochstand hervorgerufen hat.

Die Wasserstände, welche im Unterlaufe der Mosel zu erwarten sind, hängen hiernach nicht sowohl von der Stärke der Überregnung, als vielmehr von der Art des Zusammentreffens der Wellen, also von der Regenverteilung, ab. Bei gleichzeitiger Überregnung aller Gebietsabschnitte gehen, wie dies auch gewöhnlich beobachtet wird, die Sauer-Saarwellen jenen der oberen Mosel voraus; der Höchststand in Trier bleibt dann unter dem größtmöglichen Betrage. Indes kann wohl der Fall eintreten, daß die unteren Abschnitte später als die oberen Niederschlag empfangen, wodurch die Hochwassererscheinung gesteigert wird.

Die größte seither in der oberen Mosel beobachtete Anschwellung entspricht einer Abflußmenge von 800 cbm, der bis jetzt beobachtete Höchstbetrag der Wasserführung der Meurthe 600 bis 700 cbm. In Millery sind demnach 1400 bis 1500 cbm als Höchstmaß des Abflusses anzunehmen. Seille und Orne erhöhen nur wenig den Scheitel der Moselwelle; es ist nicht wahrscheinlich, daß ihre stärkste Wasserführung mit jener der Mosel zusammentrifft; anders verhalten sich Sauer und Saar, die, wie bemerkt, zeitweise den Moselhochständen begegnen. Dem bisher festgestellten Höchststande der Saar entsprechen 1500 bis 1600 cbm Abflußmenge; bei der

Sauer erreicht die größte Menge — bestimmt nach dem durchschnittlichen Maximalabflusse des Moselgebietes — kaum 700 cbm. Vereinigen sich also die Moselwelle zu Millery und die Sauer- und Saarwelle mit ihren Scheiteln, so ergibt sich, wenn auch der Wasserzufluß durch die Seille und Orne berücksichtigt wird, für Trier eine Gesamtmenge von 3800 bis 4000 cbm, annähernd gleich der größten Abflußmenge während des Hochwassers vom Oktober 1824. Der genannten Abflußmenge entspricht im Oktober eine mittlere Regenhöhe von rund 50 mm, die ihrerseits der oberen Grenze des bisher im Mosel-

gebiete beobachteten größten Niederschlages nahe kommt. Der Wasserstand von 1824 bezeichnet daher für die untere Mosel ungefähr den Höhepunkt der durch Überregnung des Gesamtgebietes hervorgerufenen Hochwassererscheinungen. Werden die abfließenden Wassermengen durch schnellen Abgang bedeutender, namentlich über gefrorenem Boden lagernder Schneemassen vermehrt, so kann selbst jene außerordentliche Hochwasserhöhe von 1824 noch überschritten werden, wie es bei der dem Eisaufbruche im Februar 1784 nachfolgenden gewaltigen Flutwelle der Fall gewesen ist.