Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern

Band: - (1871)

Heft: 745-791

Artikel: Die atmosphärischen Niedeschläge in den 7 Hauptflussgebieten der Schweiz

Autor: Benteli, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-318865

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

6. 2 Schildkröten, Emys;
7. 1 Kinnlade von einem Dickhäuter, aus den Parisien von Bressaucourt.
8. Fischabdrücke aus der Tertiärschichte unmittelbar unterhalb des argile à Dinotherium, zu Bonfol. Die betreffende Mergelschichte erinnert Hrn. D. an den fischreichen Flysch der Savoyeralpen.

Alb. Benteli.

Die atmosphärischen Niederschläge in den 7 Hauptflussgebieten der Schweiz.

(*Mit 2 Tafeln.*)

(Vorgetragen den 29. April 1871.)

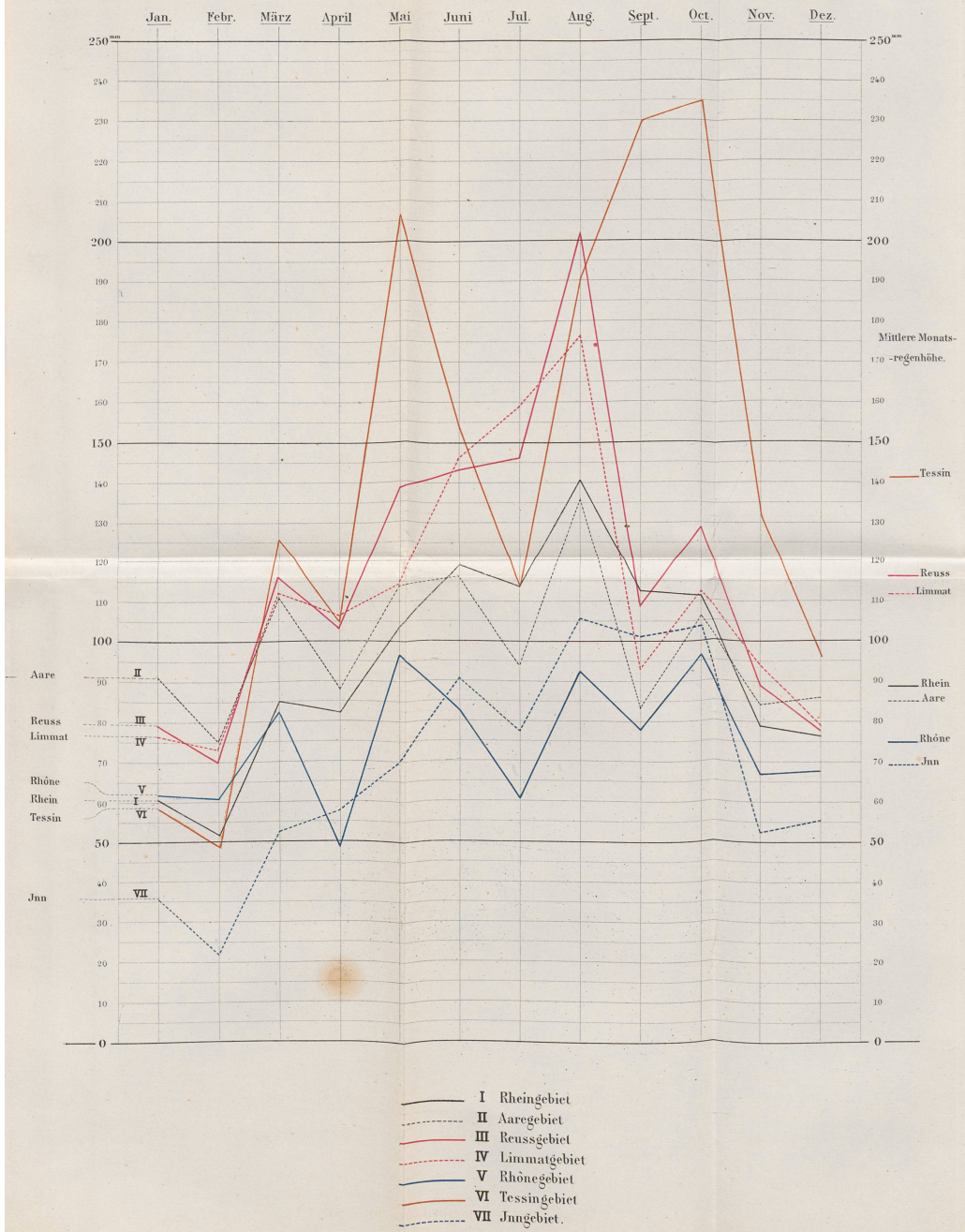
Die hydrometrische Commission der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft beschäftigt sich, wie bekannt, damit, die Abflussverhältnisse der schweizerischen Flussgebiete möglichst genau zu ergründen. Hiezu war erforderlich:

1. Die Einführung eines einheitlichen Wasserstandsbeobachtungssystems.
2. Eine Reihe genauer Flussmessungen.

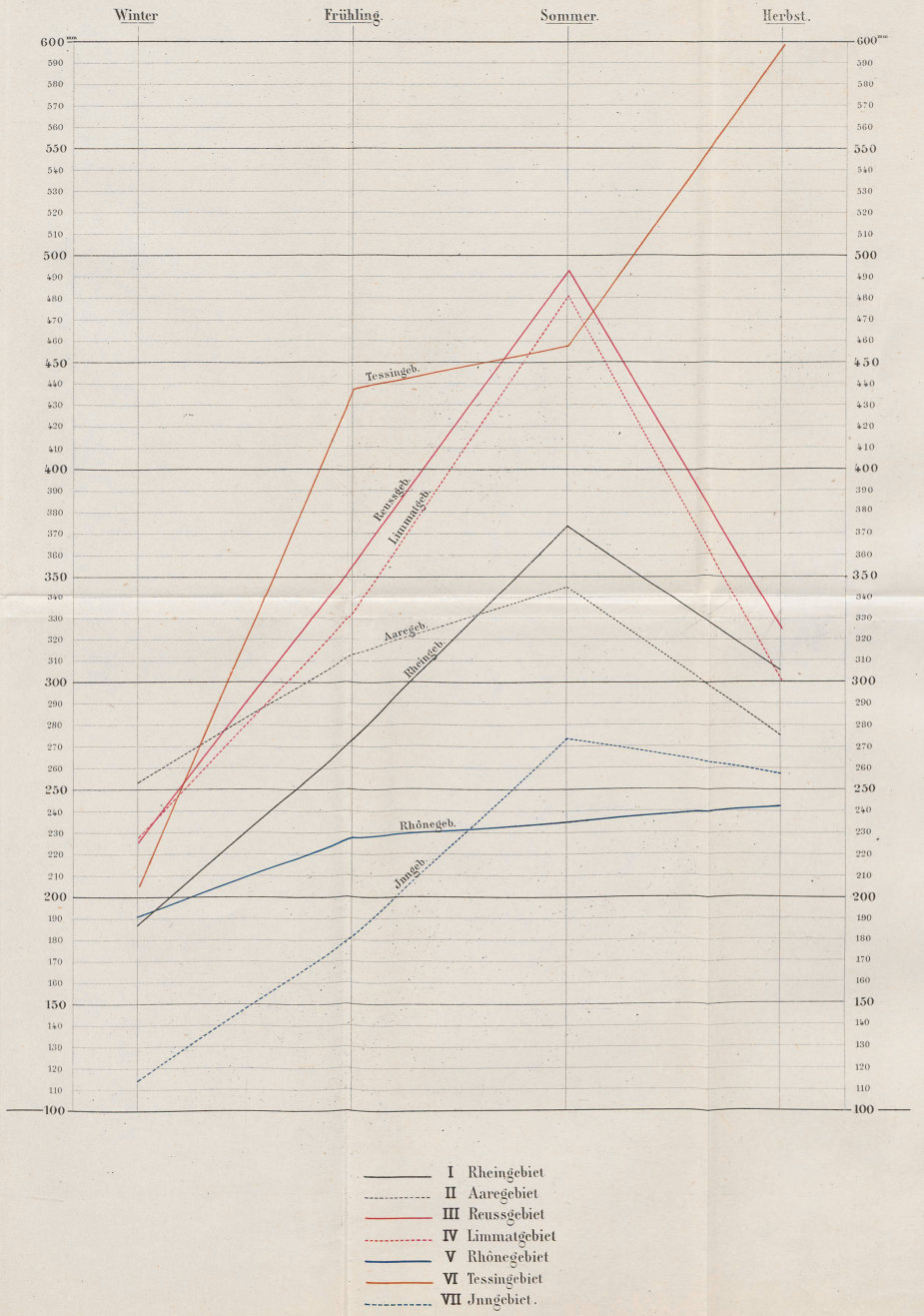
Ausserdem aber machte die Commission sich noch zur Aufgabe, die Verhältnisse der Abflussmassen der verschiedenen Flussgebiete zu den betreffenden Niederschlagsmengen zu erforschen, um aus den Verschiedenheiten dieser Verhältnisse allfällige Schlüsse ziehen zu können bezüglich der Einwirkung der topographischen, geologischen und Culturbeschaffenheit der Gebiete auf ihren Abfluss. Zu obigen zwei Aufgaben gesellte sich demnach eine dritte:

3. Die Bestimmung der Niederschlagsmengen per Flussgebiet.

Graphische Uebersicht
zur
Tabelle
I.
(Zusammenstellung nach den Monaten.)



Graphische Uebersicht
zur
Tabelle
II.
(Zusammenstellung nach den Jahreszeiten)



Schweizerische FLUSSGEBIETSKARTE mit Niederschlagscurven.

I Rheingebiet
II Aaregebiet
III Reussgebiet
IV Limmatgebiet
V Rhônegebiet
VI Tessingebiet
VII Jnngebiet.
A,B,C,D etc. Einzelgebiete.

Die doppelt unterstrichenen Zahlen stützen sich auf ganz ununterbrochene Beobachtungsreihen der 6 Jahre 1864–1869, während die nur einmal unterstrichenen Zahlen theilweise auf Schätzung beruhen.

R. Leuzinger, Bern.

Diese letztere Arbeit ist es, mit welcher ich mich von Anfang an besonders befasste, und die nun zu einem vorläufigen Abschluss gelangt ist. In Folgendem theile ich die hauptsächlichsten Resultate mit, muss aber von vorne herein bemerken, dass bei der geringen Anzahl von 6 Jahren, auf deren Beobachtungen die folgenden Zusammenstellungen sich stützen, es doch zu gewagt wäre, die durch letztere characterisirten Niederschlagsverhältnisse geradezu als durchschnittlich bestehende zu betrachten, obgleich ich nach aufmerksamer Beobachtung so ziemlich zur Ueberzeugung gelangt bin, dass die gründliche Fortsetzung der Zusammenstellungen nach mehreren Jahren zu einem Resultale führen wird, das wenigstens in Betreff der relativen Ergebnisse nicht sehr von dem jetzigen Resultate abweichen dürfte.

Um die Arbeiten nicht gleich von Anfang an zu sehr anwachsen zu lassen, wollte man zunächst sich darauf beschränken, nur die Abflussverhältnisse der 7 schweizerischen Hauptflussgebiete zu untersuchen. Als solche wurden bezeichnet:

I Rheingebiet	V Rhonegebiet
II Aaregebiet	VI Tessingebiet
III Reussgebiet	VII Inngebiet.
IV Limmatgebiet	

Das Rheingebiet muss allerdings nur bis vor Einmündung der Aare gerechnet werden, wenn man dasselbe vergleichend mit den drei Gebieten der Aare, Reuss und Limmat zusammenstellen will, während beim Vergleich mit den Gebieten der Rhone, des Tessin und des Inn das Rheingebiet bis Basel zn rechnen ist, wobei dann die drei Gebiete der Aare, Reuss und Limmat nur als ein Einzelgebiet des Rheins betrachtet werden. Das Gebiet der Aare ist stets nur bis vor Einmündung der Reuss gerechnet.

Wir nahmen nämlich keinen Anstand, die Flüsse Aare, Reuss und Limmat gleich den übrigen vier Flüssen als schweizerische Hauptflüsse zu bezeichnen, da deren Gebiete zusammen beinahe zwei Fünftel des ganzen Flächeninhalts der Schweiz betragen.

Zur Berechnung der Niederschlagsmengen in den 7 Gebieten war vor Allem erforderlich: eine genaue Berechnung des Flächeninhaltes der Letztern, und dann die Zusammenstellung der Niederschlagshöhen der meteorologischen Stationen, nach den 7 Hauptgebieten geordnet.

Die erstere Arbeit, die Bestimmung der Flächeninhalte, wurde mit der grösstmöglichen Genauigkeit vorgenommen und dabei die eidgen. Dufour-Karte zu Grunde gelegt. Das Auffinden der Wasserscheiden, im Alpengebiet meistens sehr leicht, führte in der Hochebene und mehr noch im Jura oft zu erheblichen Schwierigkeiten, denn es zeigten sich Ausdehnungen von Quadratstunden, bei welchen man ohne umständliche Nachforschung nicht genau wissen konnte, nach welcher Seite der Abfluss gerichtet ist. Da die Gebiete des Rheins, des Tessin und der Rhone sich bedeutend über die Schweizergrenze erstrecken, so mussten verschiedene topographische Karten angrenzender Länder benutzt werden, welche Herr Oberst Siegfried, Chef des eidgen. Stabsbureau's, so freundlich war, zur Verfügung zu stellen. Die Berechnung der Flächeninhalte geschah mit dem Amsler'schen Polarplanimeter. Eine ausführliche Tabelle mit den Resultaten dieser Messungen, begleitet von einigen Erläuterungen, ist seiner Zeit vom hydrometrischen Central-Bureau veröffentlicht worden. Jene Erläuterungen sind aber nur ein Auszug aus einem viel ausführlicheren Bericht, den ich damals über diese etwa siebenwöchige Arbeit niedergeschrieben

hatte und der so ziemlich wörtlich übersetzt in die Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Neuenburg, Jahrgang 1866, übergegangen ist.

Zu den Zusammenstellungen der Niederschlagshöhen der Flussgebiete wurden die Monatshefte der schweizer. meteorolog. Commission benutzt. Es ist nur sehr zu bedauern, dass neben dem reichhaltigen Material, das jenen Heften zu entnehmen ist, aus den über die Schweizergrenze hinausragenden Theilen der Flussgebiete gar keine Angaben erhalten werden konnten. Glücklicherweise ist jedoch nun Aussicht vorhanden, in den nächsten Jahren auch in den ausserschweizerischen Theilen, wenigstens des Rheingebiets, meteorologische Stationen zu erhalten, da in neuester Zeit von einigen einflussreichen Männern aus allen betheiligten Staaten eine gründliche Untersuchung der Bodensee-Abflussverhältnisse angestrebt wird.

Die mittlere Niederschlagshöhe per Monat und Jahr eines jeden Flussgebiets wurde zunächst einfach aus dem arithmetischen Mittel der Angaben aller im betreffenden Gebiete liegenden Stationen bestimmt. Diese Berechnung führte ich vollständig durch für die Jahre 1864 bis und mit 1869. Natürlich war ich mir von Anfang an wohl bewusst, dass nach dieser Art der Berechnung nicht die ganz richtige mittlere Niederschlagshöhe eines Gebietes hervorgehen konnte, sind ja doch die Stationen nicht ganz gleichmässig über das Land vertheilt, allein ich zog es vor, einstweilen bei dieser einfachen Rechnung zu verharren, bis die Niederschlagsverhältnisse der Schweiz etwas genauer bekannt geworden, denn hätte man für jede Station einen Bezirk annehmen wollen, für welchen ihre Niederschlagsangabe als gültig betrachtet worden wäre, so müsste, trotz der einfacheren graphischen Berechnung, die Mittelbestimmung sehr zeitraubend ausgefallen sein

und dazu vielleicht nicht einmal richtiger, da ja die Feststellung jener Bezirke nur nach Gefühl hätte vorgenommen werden können.

Die nachfolgende 1. Tabelle enthält die mittleren Niederschlagshöhen pro Monat und Jahr für alle 7 Hauptflussgebiete von 1864—1869. — Bei etwas einlässlicherer Betrachtung der Resultate wird gleich auffallen, wie Jahr für Jahr, wenn man die Gebiete nach der Grösse der mittleren jährlichen Niederschlagshöhe ordnet, ungefähr dieselbe Reihenfolge wiederkehrt, nämlich obenan Gebiet des Tessin, dann Reuss und Limmat, dann Rhein und Aare, und zuletzt Rhone und Inn. Die Angaben liegen sehr weit auseinander, das Tessingebiet weist eine mehr als doppelt so grosse jährliche Niederschlagshöhe auf als das Inngebiet.

Die grösste Regenmenge zeigt also das südalpine Tessingebiet, die vier Gebiete am Nordabhange der Alpen haben eine beträchtlich kleinere, und die zwei interalpinen Gebiete der Rhone und des Inn die geringste. Es ist diess eine interessante Erscheinung, welche sich wohl in etwas nach dem entschieden gültigen, auf physikalischer Basis ruhenden Gesetze erklären lässt, dass Gebiete, welche an einen bedeutenden Gebirgszug sich anlehnen, eine grosse Regenmenge erhalten müssen, wenn sie nach einer Seite hin sich neigen, woher die feuchten Winde kommen. Demnach muss nämlich der Südabhang der Alpen die grössten Niederschläge aufweisen und die zwei interalpinen Gebiete der Rhone und des Inn die geringsten, weil von beiden Seiten her die heruntersteigenden Luftschichten sich vom Sättigungsgrad entfernen. Es ist dabei wohl zu beachten, dass das Rhonegebiet beinahe als ein Kessel betrachtet werden kann, da bei Martinach das Thal scharf rechtwinklig sich abbiegt,

und, dass das Inngebiet nur nach Nord-Ost sich öffnet, von welcher Seite diejenigen Winde kommen, die am allerwenigsten Feuchtigkeit mit sich bringen.

Im Jahre 1865 weisen 2 Monate, April und September, für alle 7 Hauptgebiete beinahe gar keine Niederschläge auf. Nach einem verhältnissmässig sehr kalten und schneereichen März brach plötzlich mit dem ersten April für die ganze Schweiz eine warme, trockne Sommerwitterung herein und wieder nach dem für sämmtliche Gebiete sehr nassen August kam der beinahe ganz trockne, warme September, in welchem von allen 83 damals in Action stehenden meteorologischen Stationen nur 8 eine Niederschlagshöhe von über 1 Centimeter angaben. Auffallend war besonders diese Trockenheit für das Tessingebiet, da dort auf diese Jahreszeit sonst gerade die Maxima der Niederschläge fallen.

Das Jahr 1866 zeichnet sich ebenfalls durch ein abnormes Verhältniss der Niederschläge im Tessingebiet aus. Wir sehen da bedeutende Regenfälle in den sonst ziemlich trockenen Monaten März und April, während im gewöhnlich nassen October sich nur eine mittlere Regenhöhe von $12._1$ Millimeter zeigt.

Allgemein bekannt sind die furchtbaren Niederschläge der zweiten Hälfte September und der ersten Hälfte October von 1868 in den südöstlichen Alpen, welche die schrecklichen Verheerungen im Rheinthal und Tessingebiet zur Folge hatten. Besonders kolossal war die Regenmenge im letztern Gebiet. Die mittlere Niederschlagshöhe vom September betrug nämlich 509^{mm}, diejenige vom October 456^{mm}; in diesen beiden Monaten zusammen fiel demnach im Tessingebiet mehr Regen, als während des ganzen Jahres im Rhone- und Inn-Gebiet. Während dieser Niederschlags-Periode erhob sich das

Niveau des Bodensee's um $1,_{08}$ Meter, dasjenige des Wallenstattersee's um $2,_{07}{}^{m}$, der Vierwaldstättersee stieg um $1,_{2}{}^{m}$ und der Lago maggiore um $6,_{67}{}^{m}$. Diese Zahlen dürfen allerdings nicht wohl mit einander verglichen werden, da auf die Schwankungen eines Seespiegels ausser den Regenfällen noch verschiedene Factoren ihren bedeutenden Einfluss haben, worunter das Seeabflussverhältniss, das Verhältniss der Seeoberfläche zur Oberfläche des ganzen Einzuggebiets, die Lage des See's zum Seegebiet wohl die hauptsächlichsten sein mögen. Multipliziren wir jene Zahlen mit den Verhältnisszahlen $\frac{\text{Seeoberfläche}}{\text{Gebietsoberfläche}}$, so werden Zahlen hervorgehen, die, bei Annahme ungefähr gleich günstiger Seeabflussverhältnisse, schon eher mit einander verglichen werden können. Wir erhalten dann

für den	Bodensee	$1,_{08} \times 0,_{0497}$	$= 0,_{0537}$
„ „	Wallenstattersee	$2,_{07} \times 0,_{0222}$	$= 0,_{0599}$
„ „	Vierwaldstättersee	$1,_{2} \times 0,_{0503}$	$= 0,_{0604}$
„ „	Lago maggiore	$6,_{67} \times 0,_{0327}$	$= 0,_{2181}$

Hienach ergeben sich die Anschwellungen der nach Norden fliessenden Gewässer als ungefähr gleich gross, sie werden aber von demjenigen im Tessingebiet bedeutend übertroffen.

Ein bedeutendes Maximum der Niederschläge sehen wir ferner im Tessingebiet im Mai 1869, während im Herbst die gewöhnliche Maximalperiode ausbleibt. Ueberhaupt zeigt keines der 7 Hauptgebiete so grosse Abnormitäten wie das Tessingebiet.

Die Jahre 1864 und 1865 gehen bei der Zusammenstellung als sehr trocken hervor, dann folgen die nassen Jahre 1866 und 1867 und theilweise, nämlich für Tessin und Inn, auch 1868, nachher werden die Jahre wieder trockener bis 1870. Die langjährige Fortsetzung der

Beobachtungen wird für diese Schwankungen im Maasse der jährlichen Niederschlagshöhe vielleicht ein gewisses Gesetz erkennen lassen.

Betrachten wir nun die Zusammenstellung der Niederschläge nach den Jahreszeiten (Tabelle II), so muss da gleich auffallen, dass die nordalpinen Gebiete der Reuss, Limmat, Rhein und Aare sich ungefähr unter einander gleich verhalten, das Tessingebiet aber ganz andere Vertheilung zeigt und die interalpinen Gebiete des Inn und besonders der Rhone eine Zwischenstellung einnehmen. In allen Gebieten auf dem Nordabhang der Alpen haben wir das Maximum der Niederschläge im Sommer, in dem Tessingebiet dagegen im Herbst und in den Gebieten des Inn und der Rhone vertheilen sich die Niederschläge so ziemlich gleich auf Sommer und Herbst. Die Alpen bilden demnach wirklich die Grenze zwischen den Gebieten mit vorherrschend Sommerregen und denjenigen mit vorherrschend Herbstregen, wie dieses schon früher angenommen wurde.

Wenn wir noch etwas detaillirter die Vertheilung der Niederschlagsmengen durchs ganze Jahr hindurch verfolgen, so kommen wir zu einer wirklich auffallenden Uebereinstimmung der Verhältnisse in unsern nordalpinen Gebieten mit denjenigen in Nord-West-Deutschland. Herr Dr. Prestel in Emden sagt in seiner höchst interessanten Abhandlung über die Regen-Verhältnisse des Königreichs Hannover Folgendes:

> „Die mittlere Niederschlagsmenge ist im Februar am geringsten, wird grösser im März, vermindert sich wieder im April, steigt dann auf's Neue bis zum Maximum, welches sie an einigen Orten im Juli, an anderen aber erst im August erreicht. Ein zweites, kleineres Minimum tritt, besonders im Süden und Westen unseres Gebiets, im September ausgeprägt

hervor. Im October ist die Regenmenge wieder grösser, vermindert sich dann aber, in der Nähe der Küste, bis zum Februar stetig."

Ein Blick auf die graphische Darstellung zur Tabelle I wird sogleich genügen, um oben behauptete Uebereinstimmung herauszufinden; ja, man könnte beinahe denselben Wortlaut auf unsere Verhältnisse in den Gebieten des Rheins, der Aare, der Reuss und der Limmat anwenden. Nur im Monat Juli haben zum Unterschied Rhein und Aare ein kleines Minimum. Alle schweizerischen Flussgebiete mit Ausnahme von Rhone und Tessin haben das Niederschlagsmaximum durchschnittlich im August, die letzteren dagegen im October.

Um eine bessere Uebersicht über die Niederschlagsverhältnisse in der Schweiz zu erhalten und gleichzeitig damit eine solidere Basis für die Berechnung der mittleren jährlichen Niederschlagsmengen der einzelnen Flussgebiete zu gewinnen, entschloss ich mich, gestützt auf die ausführlichen Zusammenstellungen der Regenhöhen von nahezu 100 Stationen, eine Regenzonen-Karte auszuarbeiten, wie solche Darstellungen für andere Länder schon seit längerer Zeit existiren. Tafel III enthält diese schweizerische Regenkarte, in welcher alle Orte von durchschnittlich gleicher jährlicher Niederschlagshöhe und zwar in Abständen von 10 zu 10 Centimeter durch Curven mit einander verbunden sind. Die Curven, welche die Orte mit 100, 150 und 200 Centimeter Regenhöhe verbinden, sind stärker eingezeichnet und bilden die Grenzen für die verschiedenen Farbstärken. Allerdings sollte die Construction einer solchen Regenkarte, besonders für ein Gebirgsland, wie die Schweiz, sich nicht nur auf die Beobachtungen einer viel grösseren Anzahl von Stationen, sondern auch auf eine viel längere Dauer solcher Beobachtunngen stützen können. Es kann auch wirklich diese Karte nicht Anspruch

auf sehr grosse Annäherung zur Wahrheit machen, fehlen ja doch z. B. im grossen Gebiete der Kander und Simmen im Berner-Oberland die meteorologischen Stationen gänzlich;*) ich glaube jedoch nicht, dass nach Abwarten einer längeren Reihe von Beobachtungsjahren die Karte wesentlich anders ausfallen würde, denn es zeigt sich beispielsweise sehr viel Gesetzmässiges in den Niederschlagsangaben in Bezug auf die topographische und geographische Lage, welche eben sich nicht verändert. Wohl kann vielleicht der Höhenwerth der Curven sich wesentlich verändern (wenn das Mittel der 6 Jahre vom wahren Mittel stark abweicht, was ich zwar nicht erwarte), weniger aber die Form der Curven. Besonders während der Construction der Karte gelangte ich immer mehr zu der Ueberzeugung, dass die Zukunft nicht viel Anderes bringen werde, weil die Curven sich zu sehr den Niveaucurven der topographischen Karte näherten und, wo diess nicht der Fall war, die Abweichungen meist aus den allgemeinen meteorologischen Verhältnissen sich leicht erklären liessen. Immerhin bleibt natürlich eine möglichst lange Fortsetzung der Beobachtungen und besonders auch eine Vermehrung der Stationen ausserordentlich wünschbar. — Jedenfalls bringt uns die jetzige Regenkarte der Wahrheit näher und später kann man ja eine neue, bessere construiren.

Für jede Station wurde die mittlere jährliche Niederschlagshöhe für die 6 Jahre 1864—1869 berechnet. Diese Berechnung konnte für 38 Stationen mit voller Sicherheit gemacht werden, da von denselben beinahe ganz lückenlose Beobachtungsreihen vorlagen. Von den übrigen 59 Stationen waren nur mehr oder weniger unvollständige

*) Glücklicherweise ist seither in Frutigen eine meteorologische Station in's Leben getreten.

Beobachtungsreihen erhältlich, das Fehlende wurde dann ergänzt durch Schätzung nach benachbarten Stationen. Puncte der Niederschlags-Curven bestimmte ich auf folgende Weise: Nach verschiedenen Richtungen wurden Stationen unter einander zu Polygonzügen verbunden und die Längenprofile dieser Züge construirt, wobei die horizontalen Entfernungen der Stationen als Abscissen, die mittleren Regenhöhen als Ordinaten und die Endpunkte der Ordinaten theilweise durch Gerade, unter Umständen aber auch durch Curven, mit einander verbunden wurden, die sich den Terrain-Unebenheiten einigermassen anschmiegten. In diese Längenprofile zog ich Horizontallinien von 10 zu 10 Centimeter ein, projicirte die Schnittpunkte derselben mit den Profillinien auf die Basis und trug zuletzt diese Projectionen in die Schweizerkarte über. Natürlich war bei dieser Arbeit keine grosse Genauigkeit erforderlich, so dass nur eine früher von mir konstruirte Uebersichtskarte des schweizerischen Pegelnetzes zu Grunde gelegt werden durfte.

Die grössten jährlichen Regenhöhen treten auf in der Gegend der Grimsel und besonders beim Bernhardin, der die grösste Niederschlagshöhe von 250 Centimeter zeigt. Es ist diess eine der grösstbekannten jährlichen Niederschlagshöhen von ganz Europa. Die geringsten Regenhöhen sehen wir in der Hochebene, geringer noch im Inngebiet, obern Rhein- und obern Rhonegebiet. Das Minimum weist die Walliserstation Grächen auf mit nur 54 Centimeter. Man möchte sagen, überall im sogenannten Windschatten grosser Gebirgszüge (in Bezug auf den Aequatorialstrom) zeigen sich in der Regenkarte helle Flächen, also geringe Regenmengen. — Als mittlere Regenhöhe geht für die ganze Schweiz hervor $1,_{179}$ Meter, berechnet nach dem arithmeti-

schen Mittel der mittleren jährlichen Regenhöhen aller Stationen und $1_{,184}$ Meter, bestimmt nach der Regenkarte. Diese beiden Zahlen sind nahezu gleich, es muss aber bemerkt werden, dass die 2. Zahl sich nicht nur auf die Schweiz, sondern auf den Gesammtflächeninhalt der 7 Hauptflussgebiete bezieht, wobei also auch ausserschweizerische Gebietstheile inbegriffen sind. Allerdings compensiren sich die niederschlagsreichen südlichen ausländischen Gebietstheile mit den nördlichen und östlichen, welche im Allgemeinen geringe Niederschläge haben werden.

Die Regenkarte ermöglicht es, mit viel mehr Genauigkeit die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen der einzelnen Flussgebiete berechnen zu können, ferner dient sie uns zu einigermassen sicherer Bestimmung des Bezirks einer jeden Station, für welche die Angabe der letzteren als gültig betrachtet werden kann und zwar können diese beiderlei Berechnungen am einfachsten und zugleich richtigsten auf graphischem Wege geschehen, etwa in folgender Weise:

a) Berechnung der mittleren Niederschlagsmenge eines Flussgebietes.

Die mittlere, jährliche Niederschlagsmenge eines Flussgebietes wird in der Regenkarte durch Gebietscontour und die Niederschlagscurven als ein Körper dargestellt, der unten ein gerader Cylinder ist, dessen Grundfläche die Gebietscontour und dessen Höhe durch die geringste Niederschlagshöhe des Gebiets angezeigt wird. Von dieser Höhe an geht der Körper nach und nach in mehr kegelartige Gestalt über. In Höhenabständen von 10 zu 10 Centimeter geben uns die Niederschlagscurven Horizontalschnitte, und zuletzt gipfelt sich der Körper kuppenförmig

bei der höchsten Niederschlagsangabe des Gebiets. Es kommt nun darauf an, diesen Körper zu berechnen, was wohl am einfachsten durch Planimetriren der Fläche geschieht, welche durch ein rechtwinkliges Coordinatensystem und durch die Curve der Horizontalschnitte des Körpers eingeschlossen wird. — Ich habe beispielsweise für das Limmatgebiet dieser Verfahren durchgeführt. Als Abscisse trug ich auf der horizontalen (X) Coordinatenaxe die 2414 □ Kilometer Gebietsflächeninhalt im Maassstab 1 Centimeter = 200 □ Kilometer, also eine Länge von $12,_{07}$ Centimeter auf. Als Höhenmaassstab wurde gewählt 1 Centimeter = 20 Centimeter Regenhöhe. Die geringste jährliche Regenhöhe im Limmatgebiet beträgt 88 Centimeter, demnach sind die Horizontalschnitte des zu berechnenden Körpers bis $4,_4$ Centimeter der Zeichnung gleich gross, man hat also nur im Endpuncte der $12,_{07}^{cm}$ der X Axe eine Senkrechte $4,_4^{cm}$ lang zu errichten. Von da an nehmen die Horizontalschnitte ab, für 90 Centimeter Regenhöhe ergab das Planimeter einen Horizontalschnitt von 2365 □ Kilometer, daher zog ich in $4,_5^{cm}$ Höhe eine Abscisse von $11,_{82}^{cm}$; für 100^{cm} Regenhöhe bekam man einen Schnitt von 2194 □Kilometer, die entsprechende Abscisse in 5^{cm} Höhe fiel somit $10,_{97}^{cm}$ lang aus etc. etc. Zuletzt erhielt ich durch Verbindung aller Abscissenendpuncte die Curve der Horizontalschnitte, planimetrirte dann die Fläche zwischen der Curve und dem Coordinatensystem und erhielt $82,_0$ □ Centimeter. Ein Quadratcentimeter dieser Fläche gibt an 200 □ Kil. × 20^{cm} = 200,000,000 × $0,_2$ = 40 Millionen Cubicmeter Regenmenge, folglich hat das Limmatgebiet eine mittlere jährliche Niederschlags-Menge von **82** × **40,000,000** = **3280** Millionen Cubicmeter, was für die Secunde abgerundet **104** Cubicmeter

ausmacht. — Vergleichen wir mit dieser Zahl die . . . .*) Cubicmeter mittlere secundliche Durchfluss-Menge der Limmat nahe bei der Mündung in die Aare, so sehen wir, wie gross derjenige Antheil der Niederschlagsmenge ist, der durch Verdunstnng etc. absorbirt wird.

Dividiren wir 82 □ Centim. durch $12_{,07}$, so erhalten wir $6_{,794}$, also $20 \times 6._{794} =$ **1,359** Meter als mittlere jährliche Niederschlagshöhe für das Limmatgebiet. Die Tabelle I, in welcher diese mittlere jährliche Niederschlagshöhe einfach nach dem arithmetischen Mittel der Regenhöhen der einzelnen Stationen im Limmatgebiet bestimmt wurde, gibt die Zahl **1,342**, die allerdings von obiger zufällig wenig abweicht.

Auf dem hydrom. Centralbureau wurden die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen nach meiner Regenkarte, jedoch in etwas anderer Weise, als ich oben angegeben, auch für die übrigen Hauptflussgebiete berechnet. Wir wollen die Resultate vergleichend zusammenstellen mit denjenigen der Tabelle I:

	Mittlere jährliche Niederschlagshöhe	
	nach der Regenkarte	nach dem arithmet. Mittel der einzelnen Stationen
	Meter	Meter
Rheingebiet, bis vor Einmündung der Aare gerechnet	1,091	1,137
Aaregebiet	1,182	1,183
Reussgebiet	1,286	1,403
Limmatgebiet	1,359	1,342
Rheingebiet, bis Basel gerechnet . .	1,140	1,234
Rhonegebiet	0,951	0,898
Tessingebiet	1,780	1,699
Inngebiet	0,854	0,827

*) leider noch nicht bekannt. Es folge hier ein anderes Beispiel: In's Aaregebiet, bis Aarau gerechnet, fällt im Mittel secundlich eine Niederschlagsmenge von 413,4 Cubicmeter, der mittlere secundliche Aaredurchfluss bei Aarau beträgt dagegen 337,5 Cubicmeter. Es fallen somit 413,4 — 337,5 = 75,0 Cubicmeter oder circa 18 Procent der Verdunstung etc. anheim.

Nach der Tabelle I würde das Reussgebiet eine grössere Niederschlags-Menge haben als das Limmat-Gebiet, die Regenkarte zeigt aber nun, dass dieses Verhältniss gerade umgekehrt ist.

Das hydrometrische Centralbureau sucht durch eine Reihe genauer Durchfluss-Messungen immer genauer die Verhältnisse von Durchfluss zu Niederschlagsmenge zu bestimmen. Man wird auf diese Weise nach aufmerksamer Vergleichung der Verhältnisszahlen unter einander im Hinblick auf die Beschaffenheit der Gebiete zu dem wichtigen Resultate gelangen, für irgend ein Flussgebiet die mittlere secundliche Durchflussmenge ziemlich annähernd nur mit Hülfe der Regenkarte und etwa unter Berücksichtigung gewisser Gebietsbeschaffenheits-Factoren bestimmen zu können.

b) Berechnung der Bezirke, für welche die Angaben der Niederschlagshöhen der einzelnen Stationen als gültig zu betrachten sind.

Wir zeigen am kürzesten gerade an demselben Beispiel für das Limmatgebiet, welche Bezirksausdehnungen den einzelnen Stationen zuzutheilen sind. Eine solche Vertheilung hat nämlich zum Zweck, in Zukunft die Niederschlagsmengen eines Flussgebiets und besonders die Quantitäten einzelner Regenfälle genauer berechnen zu können, als diess nur bei Berücksichtigung des arithmetischen Mittels der Regenhöhen aller Stationen geschieht. Natürlich wird dabei vorausgesetzt, dass im Allgemeinen mit der Zeit die Niederschlagsvertheilung im Gebiet sich nicht wesentlich verändere. Eine später erneute Construction einer schweizerischen Regenkarte wird herausstellen, in wie weit jene Voraussetzung gerechtfertigt ist.

Wollte man nur die jährliche mittlere Niederschlags-

höhe eines Gebiets kennen lernen für künftige Jahre, so hätte man eigentlich die Ermittlung des Bezirks für jede Station nicht nöthig, viel einfacher wäre ja, die nach dem arithmetischen Mittel der Regenhöhen aller Stationen berechnete Niederschlagshöhe mit dem Verhältniss des für die 6 Jahre 1864—1869 aus der Regenkarte hervorgegangenen Mittels zu dem arithmetischen Mittel zu multipliziren, allein, wenn Tag für Tag die Niederschlagsmenge mit dem Abflussquantum verglichen werden soll, um so eine Einsicht zu erhalten in die Verdunstungsverhältnisse während dem Verlauf des Jahres, so wird man doch zu einer Bezirkseintheilung gezwungen.

Für das Limmatgebiet habe ich nun diese Eintheilung in folgender Weise durchgeführt: In der Zeichnung der oben beschriebenen Curve zur Bestimmung der Niederschlagsmenge zog ich die den mittleren jährlichen Niederschlagshöhen der Stationen Auen, Einsiedeln, Zürich und Uetliberg entsprechenden Horizontallinien ein und suchte dann eine staffelförmige Linie zwischen diesen Horizontallinien herauszubringen, welche dieselbe Flächengrösse begrenzte, wie die stetige Curve. Die Längen der Staffeln geben das Maass der Bezirksausdehnungen. So erhielt ich für das 2414 □ Kilometer umfassende Limmatgebiet folgende Bezirkseintheilung:

ür die Station						□Kil.
Auen	mit 191	Cm.	mittl.	jährl.	Niederschlagshöhe	228
Einsiedeln	„ 170	„	„	„	„	890
Zürich	» 105	„	„	„	„	1134
Uetliberg	„ 88	„	„	„	„	162
					Zusammen	2414

Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe des Limmatgebiets beträgt nach der Regenkarte $1,_{359}$ und nach obiger

Bezirkseintheilung und Niederschlagsangaben erhalten wir nun ebenfalls:

$$
\begin{aligned}
191 \times 228 &= 43548 \\
170 \times 890 &= 151300 \\
105 \times 1134 &= 119070 \\
88 \times 162 &= 14256 \\
\hline
& 328174 : 2414 = 1{,}359 \text{ Meter.}
\end{aligned}
$$

Im Limmatgebiet liegen leider die Stationen etwas ungünstig vertheilt, auch sind es offenbar deren zu wenige. In den andern Flussgebieten sind die Verhältnisse zum Glück günstiger. Ich wählte eben für meine Beispiele nur aus dem Grunde das Limmatgebiet, um möglichst wenig rechnen zu müssen. Es kam ja hier nur darauf an, das Verfahren anzugeben.

So will ich nun meine Mittheilungen schliessen. Mögen dieselben weit hinter der von mir gewünschten übersichtlichen Form und Klarheit zurückbleiben, so beruhigt mich doch der Gedanke, das vom Central-Bureau der schweiz. meteorologischen Commission mit so grossem Fleisse gesammelte Beobachtungsmaterial nach einer Richtung wenigstens vollständig und gewissenhaft benutzt zu haben. Auch bin ich mir bewusst, mit der Construction der Regenkarte der schweiz. hydrom. Commission für ihre Untersuchungen eine nicht unwesentliche Grundlage verschafft zu haben.

Berechnung der mittleren Niederschlagshöhen in den 7 Hauptflussgebieten der Schweiz nach den Jahren 1864 – 1869.

TABELLE I.

I. Rheingebiet (bis vor Einmündung der Aare gerechnet).

Jahr.	Durchschnittl. Höhe.*)	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	TOTAL.	
	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	
1864	847	25.8	37.1	57.2	73.7	107.0	154.2	114.6	70.3	158.4	65.8	71.3	13.8	0.9492	
1865	845	68.6	65.9	62.9	5.3	87.6	113.1	135.0	167.0	2.1	140.7	100.5	29.9	0.9786	
1876	848	48.7	90.3	103.5	112.4	85.6	77.6	110.2	235.6	144.9	11.1	116.9	98.4	1.2352	
1867	850	142.9	73.9	77.2	140.1	130.7	108.8	83.7	103.6	107.5	152.2	38.1	112.8	1.2715	
1868	809	47.6	13.6	124.1	100.9	43.6	113.2	130.2	81.5	171.4	213.0	55.0	122.0	1.2161	
1869	793	28.4	26.7	86.4	60.7	168.8	147.6	109.4	188.5	90.3	89.0	94.5	83.6	1.1739	
Mittel		60.3	51.2	85.2	82.2	103.9	119.1	113.8	141.1	112.4	112.0	79.3	76.8	1.1373	= 3'.79

*) Da beinahe alljährlich im Stationennetz geringe Aenderungen eintreten, so ist die durchschnittliche Höhe der Stationen in einem Flussgebiet ebenfalls Schwankungen unterworfen.

II. Aaregebiet.

Jahr.	Durchschnittl. Höhe.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	TOTAL.	
	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	
1864	750	42.3	45.0	80.6	86.8	124.8	207.5	82.3	65.1	81.6	67.5	89.4	9.8	0.9827	
1865	691	104.2	91.4	77.5	7.5	95.0	64.8	120.4	162.6	4.6	146.6	73.7	22.6	0.9707	
1866	737	72.8	160.6	125.6	103.8	162.2	79.7	104.2	245.7	93.0	38.8	135.9	108.4	1.4307	
1867	808	200.1	86.0	154.1	181.4	107.1	156.8	62.2	97.4	101.5	142.2	20.5	97.6	1.4069	
1868	785	77.9	19.8	129.8	107.9	44.6	87.6	103.7	107.9	127.9	157.1	58.2	173.4	1.1958	
1869	775	47.6	45.5	96.7	40.2	147.8	104.1	88.9	135.5	87.3	85.7	124.5	104.9	1.1087	
Mittel		90.8	74.7	110.7	87.9	113.6	116.8	93.6	135.7	82.6	106.3	83.7	86.1	1.1825	= 3'.94

III. Reussgebiet.

Jahr.	Durchschnittl. Höhe.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	TOTAL.	
	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	
1864	866	39.6	53.4	58.9	113.4	161.3	220.3	164.0	85.8	108.8	59.0	92.9	7.7	1.1650	
1865	866	79.3	73.6	95.7	4.1	115.7	96.7	194.8	249.4	1.6	110.4	104.9	18.2	1.1444	
1866	866	65.6	140.0	122.5	119.8	122.3	75.9	124.9	342.9	150.9	26.4	140.7	98.6	1 5305	
1867	970	177.9	91.9	132.4	170.8	158.8	194.9	96.4	155.7	160.8	204.4	37.7	133.9	1.7156	
1868	1037	67.8	20.8	183.1	117.0	71.7	142.7	178.4	125.9	149.3	257.3	50.3	136.0	1.5003	
1869	1037	46.2	37.6	104.6	93.8	198.7	128.0	124.2	252.7	79.6	118.1	108.6	70.3	1.3624	
Mittel		79.4	69.6	116.2	103.1	138.1	143.1	147.1	202.1	108.5	129.3	89.1	77.4	1.4030	= 4'.68

IV. Limmatgebiet.

Jahr.	Durchschnittl. Höhe.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	TOTAL.	
	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	
1864	676	37.9	33.9	66.9	117.4	176.8	230.8	208.1	97.1	124.6	32.4	82.0	6.5	1.2144	
1865	676	75.9	85 6	86.2	4.5	86.7	94.7	219.6	241.3	2.4	118.3	80.3	16.2	1.1117	
1866	676	62.8	142.4	128.8	115.8	90.2	76.4	159.0	277.4	134 4	23.6	171.2	117.3	1.4993	
1867	676	159.1	106.2	120.6	174.4	137.6	179.6	74.9	140.0	114.7	194.1	38.3	105.3	1.5448	
1368	717	67.6	20.9	185.0	127.5	56.3	133.2	164.0	79.5	98.6	219.5	38.0	167.2	1.3574	
1869	717	56.8	46.8	85.5	98.4	136.9	160.8	125.5	224.1	84.0	88.9	155.0	64.1	1.3268	
Mittel		76.7	72.6	112.2	106.3	114.1	145.9	158.5	176.6	93.1	112.8	94.1	79.4	1.3423	= 4'.47

V. Rhonegebiet.

Jahr.	Durchschnittl. Höhe.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	TOTAL.	
	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	
1864	1032	18.3	34.6	35.7	44.8	117.0	181.8	57.9	62.6	70.7	121.1	77.0	10.7	0.8322	
1865	1032	88.6	84.2	60.8	13.0	82.3	48.1	80.0	107.9	9.7	117.6	89.0	38.3	0.8195	
1866	1031	53.7	123.2	99.3	35.2	132.6	48.6	71.4	161 8	155.0	29.3	92.4	67.8	1.0703	
1867	1133	132.7	76.5	152.9	120.0	70.7	76.9	34.8	61.1	63.9	122.1	14.3	73.2	0.9991	
1868	1070	61.6	4.7	74.8	58.0	53.7	84.7	53.8	96.2	111.3	148.2	33.9	142.7	0.9236	
1869	1081	17.2	43.6	73.6	24.3	126.0	55.2	63 0	69.4	56.4	43.7	98.1	75.8	0.7463	
Mittel		62.0	61.1	82.9	49.2	97.1	82.5	60.2	93.2	77.8	97.0	67.4	68.1	0.8985	= 3'.00

VI. Tessingebiet.

Jahr.	Durchschnittl. Höhe.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	TOTAL.	
	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	
1864	957	6.4	103.4	104.5	20.8	128.8	174.2	47.7	159.3	254.6	346.5	121.7	64.4	1.5323	
1865	957	39.8	8.5	89.3	7.2	144.1	165.3	121.1	288.4	10.3	288.7	312.4	121.2	1.5963	
1866	957	63.1	92.1	236.1	229.4	242.8	147.0	115.9	214.6	248.0	12.1	3.8	35.0	1.6399	
1867	1233	133.1	51.3	148.7	172.1	147.5	111.6	169.1	101.7	228.0	208.6	114.1	61.6	1.6474	
1868	1335	99.7	0.8	40.5	118.1	116.3	179.2	129.7	220.7	509.1	455.8	143.5	96.3	2.1097	
1869	1167	11.0	33.8	139.2	81.4	464.0	148.4	95.0	161.0	131.4	99.7	96.4	204.5	1.6658	
Mittel		58.8	48.3	126.4	104.8	207.3	154.3	113.1	190.9	230.2	235.2	132.0	97.2	1.6986	= 5'.66

VII. Inngebiet.

Jahr.	Durchschnittl. Höhe.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	TOTAL.	
	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	
1864	1720	2.3	36.2	47.5	51.0	59.9	109.8	59.6	100.2	116.4	139.5	49.1	6.0	0.7775	
1865	1727	39.3	17.7	34.3	3.1	61.9	97.5	103.1	198.5	4.5	127.1	103.1	23.2	0.8133	
1866	1720	23.1	37.2	65.6	114.5	81.0	58.4	88.0	108.4	86.4	5.2	42.7	53.4	0.7639	
1867	1690	128.1	17.4	35.6	81.9	78.5	80.6	64.8	56.7	138.3	101.5	27.8	99.8	0.9110	
1868	1652	16.7	3.0	52.6	67.3	28.3	101.8	100.5	71.1	194.5	193.3	53.2	60.7	0.9430	
1869	1768	8.4	19.2	79.5	30.0	112.4	97.8	50.2	101.7	68.6	57.2	37.9	91.3	0.7542	
Mittel		36.3	21.8	52.5	58.0	70.3	91.0	77.7	106.1	101.4	104.0	52.3	55.7	0.8271	= 2'.76

Zusammenstellung

der mittleren Niederschlagshöhen in den 7. Hauptflussgebieten der Schweiz nach den 6 Jahren 1864—1869.

I.

(* Maximum; 0 Minimum.)

	Jan	Febr.	März.	Aprrl.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	TOTAL.	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	
1. Rheingebiet	60.3	0 51.2	85.2	82.2	103.9	119.1	113.8	*141.1	112.4	112.0	79.3	76.8	1.1373*)	= 3'.79
2. Aaregebiet	90.8	0 74.7	110.7	87.9	113.6	116.8	93.6	*135.7	82.6	106.3	83.7	86.1	1.1825	= 3'.94
3. Reussgebiet	79.4	0 69.6	116.2	103.1	138.1	143.1	147.1	*202.1	108.5	129.3	89.1	77.4	1.4030	= 4'.68
4. Limmatgebiet	76.7	0 72.6	112.2	106.3	114.1	145.9	158.5	*176.6	93.1	112.8	94.1	79.4	1.3423	= 4'.47
5. Rhonegebiet	62.0	61.1	82.9	0 49.2	* 97.1	82.5	60.2	93.2	77.8	* 97.0	67.4	68.1	0.8985	= 3'.00
6. Tessingebiet	58.8	0 48.3	126.4	104.8	207.3	154.3	113.1	190.9	230.2	*235.2	132.0	97.2	1.6985	= 5'.66
7. Inngebiet	36.3	0 21.8	52.5	58.0	70.3	91.0	77.7	*106.1	101.4	*104.0	52.3	55.7	0.8271	= 2'.76

*) Für das Rheingebiet, bis Basel gerechnet, ergibt sich eine mittlere Niederschlagshöhe von 1,234m = 4'.11.

Zusammenstellung nach den Jahreszeiten.

II.

	Dez., Jan. u. Febr. Winter.	März, April, Mai. Frühling.	Juni, Juli, August. Sommer.	Sept., Oct., Nov. Herbst.
	m	m	m	m
1. Rheingebiet	0.1883 ca. 16 %	0.2713 ca. 24 %	0.3740 ca. 33 %	0.3037 ca. 27 %
2. Aaregebiet	0.2516 „ 21 %	0.3122 „ 27 %	0.3461 „ 29 %	0.2726 „ 23 %
3. Reussgebiet	0.2264 „ 16 %	0.3574 „ 26 %	0.4923 „ 35 %	0.3269 „ 23 %
4. Limmatgebiet	0.2287 „ 17 %	0.3326 „ 25 %	0.4810 „ 36 %	0.3000 „ 22 %
5. Rhonegebiet	0.1912 „ 21 %	0.2292 „ 26 %	0.2359 „ 26 %	0.2422 „ 27 %
6. Tessingebiet	0.2043 „ 12 %	0.4385 „ 26 %	0.4583 „ 27 %	0.5974 „ 35 %
7. Inngebiet	0.1138 „ 14 %	0.1808 „ 22 %	0.2748 „ 33 %	0.2577 „ 31 %

	Winter (Dez.—Mai).	Sommer (Juni—Nov.).	Winter (Nov.—April).	Sommer (Mai—Oct.).
1. Rheingebiet	40 %	60 %	0.4350 = 38 %	0.7023 = 62 %
2. Aaregebiet	48 %	52 %	0.5339 = 45 %	0.6484 = 55 %
3. Reussgebiet	42 %	58 %	0.5348 = 38 %	0.8682 = 62 %
4. Limmatgebiet	42 %	58 %	0.5413 = 40 %	0.8010 = 60 %
5. Rhonegebiet	47 %	53 %	0.3907 = 44 %	0.5078 = 56 %
6. Tessingebiet	38 %	62 %	0.5675 = 33 %	1.1310 = 67 %
7. Inngebiet	36 %	64 %	0.2766 = 33 %	0.5505 = 67 %