

Der Wasserhaushalt im Murgebiete.

(Ein Beitrag zur Hydrographie der Mur.)

Von

Richard Marek.

Einleitung.

Zweck und Methode der Untersuchung. Beschaffenheit des Quellenmaterials. Auswahl einer bestimmten Periode und eines beschränkteren Einzugsgebietes. Gliederung des Stoffes.

Schon der Titel der vorliegenden Abhandlung besagt, welches Ziel sie verfolgt; es ist die Bestimmung des Wasserhaushaltes im Gebiete der Mur oder, mit anderen Worten, der Versuch, zu ermitteln, wie viel von dem meteorischen Wasser, welches auf das gesammte Einzugsland dieses Flusses niederfällt, wieder verdunstet und wie viel davon thatsächlich im Flussbette seine Abfuhr findet. Man war lange der Ansicht, dieses Verhältnis zwischen Niederschlag, Abfluss und Verdunstung sei ein annähernd gleichbleibendes und man könne ihm gerecht werden durch eine Dreitheilung der Niederschlagssumme, indem man das eine der so erhaltenen Drittel als Wert für den Abfluss, das zweite als Betrag der Verdunstung, das dritte als Ausmaß für die in den Boden einsickernde Wassermenge hinstellte. Muss diese Annahme schon mit Rücksicht auf die gewöhnlich nicht in solcher Einfachheit sich abspielenden Vorgänge in der Natur Bedenken erregen, so erscheint sie geradezu unwahrscheinlich bei dem Gedanken, dass das gleiche einfache Verhältnis überall bestehen soll ohne jede Beeinflussung durch die Bodenbeschaffenheit und das Klima des Einzugsgebietes. Trotz dieser Einwände blieb die angeführte Auffassung bis vor wenigen Jahren in Geltung; sie berichtigt und vertieft zu haben, bleibt das Verdienst Pencks, der 1896 eine hydrologische Untersuchung des böhmischen Elbegebietes

veröffentlichte.¹ Diese Arbeit förderte nicht nur für das ausgewählte Land neue Ergebnisse zutage, sondern wurde auch durch die in ihr enthaltenen allgemeinen Schlussfolgerungen zum Leitsterne für jede gleichartige Untersuchung anderer Flusssysteme. In ihren Bahnen bewegt sich bereits eine hydrographische Darstellung des Traun- und Ennsgebietes von Dr. Müllner.²

Beide Abhandlungen sind es gewesen, die auch die Anregung gaben zur Durchführung der vorliegenden Untersuchung. Dass diese gerade die Mur und nicht einen anderen Alpenfluss zum Gegenstande erhielt, dafür waren verschiedene Umstände maßgebend, so die leichtere Materialbeschaffung, ferner die Thatsache, dass das Murgebiet in dieser Richtung bisher so gut als unerforscht ist, und endlich die Erwägung, dass das Einzugsland dieses Flusses durch seine Bodenbeschaffenheit, wie auch durch sein Klima eine Mittelstellung zwischen den übrigen bisher erforschten Flusssystemen der Ostalpen und dem böhmischen Becken einnimmt. Dieses letztgenannte Moment war das bestimmende; denn wie die klimatologischen, so erhalten auch die hydrologischen Untersuchungen ihre Vollwertigkeit erst durch den Vergleich. Um auch unserer Abhandlung diesen Vorzug zu verschaffen, musste, wenn schon die Wahl der gleichen Periode nicht möglich war, wenigstens die gleiche Methode zur Anwendung gebracht werden, d. i. die von Penck, zumal diese ohnehin gegenwärtig weitaus alle übrigen an Güte übertrifft. Von einer Beschreibung derselben glaube ich absehen zu dürfen, da sie stets durch den Gang der folgenden Untersuchung verfolgt werden kann.

Beginnen wir gleich hier in der Einleitung mit dem Vergleiche, so werden wir bei einer Gegenüberstellung der Daten, welche Penck und Müllner bei ihren Arbeiten zur Verfügung standen, mit dem uns zugänglichen Materiale erkennen, dass die Beobachtungen über das böhmische Elbegebiet in jeder

¹ Ruyarac-Penck, Die Abfluss und Niederschlagsverhältnisse von Böhmen nebst Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von größeren Landflächen. Geogr. Abh., hgg. v. Penck, V. Band, 5. Heft, Wien 1896.

² Müllner, Die Seen des Salzkammergutes und die österreichische Traun. Geogr. Abh. v. Penck, Band IV, 1. 1896.

Beziehung die vollständigsten sind. Gegenüber dem Traun- und Ennsgebiete weist das Murland eine größere Dichte des Regenbeobachtungsnetzes, dafür der Zahl nach weit geringere, wenn auch genauere Messungen der Wassermenge auf. Für die Verdunstung konnte Müllner die Beobachtungen von Kremsmünster benützen, also eines Ortes, der in dem von ihm behandelten Gebiete liegt, hiebei jedoch nur einen Mittelwert verwenden aus einer Periode, die sich mit der von ihm gewählten nicht deckt. Auch wir mussten uns an die gleiche Quelle, die Kremsmünsterer Stiftsternwarte, wenden, obgleich sie außerhalb unseres Untersuchungsfeldes gelegen ist. Der Güte des Herrn Directors Hochw. P. Schwab, der mir bereitwilligst handschriftlich Beobachtungsreihen übermittelte, verdanke ich die Möglichkeit, auch dieses Mittel für die Verdunstungshöhe wenigstens der Zeit nach den übrigen Durchschnittswerten anzugleichen.

Bereits diese kurze Darlegung zeigt, wie sehr die Berechnungen für die Ostalpenländer jenen von Böhmen an Genauigkeit nachstehen. Man muss sich bei dieser Untersuchung stets gegenwärtig halten, dass alle Berechnungen reich an Fehlerquellen sind, dass die einzelnen Schlüsse vielfach auf, wenn auch sehr wahrscheinlichen, so doch nicht beweisbaren Annahmen beruhen, so dass die Endergebnisse, soweit sie zahlenmäßig zum Ausdruck gelangen, nicht den Wert absoluter Richtigkeit beanspruchen können, sondern nur geeignet sind, ein beiläufiges Bild vom Wasserhaushalte im Murgebiete zu geben, wenn auch das Bestreben stets dahin gerichtet war, soweit irgend wie möglich, den thatsächlichen Verhältnissen nahe zu kommen.

Dieses Bestreben wurde bereits für die Auswahl jenes Zeitabschnittes maßgebend, auf den sich alle Berechnungen beziehen sollten. Es ist naheliegend, dass dabei an eine Periode gedacht wurde, die der Gegenwart möglichst nahesteht. Die allerjüngsten ombrometischen Beobachtungen,¹ die durch Drucklegung allgemein zugänglich gemacht wurden, sind jene des

¹ Jene für 1898 wurden erst während der Drucklegung dieses Aufsatzes veröffentlicht.

Jahres 1897. Diese in die Rechnung einzubeziehen, empfahl sich, abgesehen von der größeren Dichte des Beobachtungsnetzes, insbesondere deshalb, weil für einen Tag dieses Jahres, den 6. November, sehr genaue Wassermengemessungen in der Mur angestellt wurden, deren Ergebnisse mir gütigst durch die Herren Baurath Pirner und Oberingenieur Brunar der Statthaltereibauabtheilung zur Benützung überlassen wurden. Wir hätten demnach das Endglied der Periode in dem Jahre 1897 gefunden. Jetzt handelt es sich nur um das Ausmaß ihrer Dauer. Gegen die Berechnung nur für ein Lustrum (1893—97) sprach die Kürze der Beobachtungsdauer — nach Hann¹ ist das Mindestmaß derselben für den Niederschlag 10 Jahre — ein fünfzehnjähriger Zeitabschnitt aber würde bis zum Jahre 1883 zurückreichen, in eine Zeit, wo die Murregulierung in der Strecke Graz bis Obergralla noch in Ausführung begriffen, die Flussverhältnisse daher wesentlich andere als heute waren. So blieb nur die Wahl eines Decenniums, nämlich 1888—97. Im Jahre 1888 hatte sich auch schon der Fluss bei Obergralla, der Messtelle für die Wassermenge in dem neuen regulierten Laufe, dem er noch heute folgt, eingebettet.

Wie der Zeit, so musste auch dem Raume nach unsere Untersuchung eingeengt werden. Denn die Regenmessungen vom ungarischen Antheile an dem Murgebiete waren dem Verfasser nicht zugänglich; aber auch das in Cisleithanien gelegene Stück Murlandes konnte nicht in toto berücksichtigt werden, sondern im Hinblick auf die Lage der Messstelle für die Wassermenge nur das Einzugsgebiet oberhalb Obergralla.

Von diesem eingeschränkten Theile des Einzugslandes der Mur wurde also für die zehnjährige Periode 1888—97 der Wasserhaushalt ermittelt. Schon aus der Bestimmung des Begriffes „Wasserhaushalt“ als des Verhältnisses des Niederschlages einerseits zur Verdunstung, andererseits zum Abflusse ergibt sich eine naturgemäße Eintheilung des zur Behandlung kommenden Stoffes. Er gliedert sich in folgende Abschnitte: 1. der Niederschlag im Einzugsgebiete, 2. die Wasserstände, 3. die Wassermengen im Murflusse, 4. die jährliche Verdunstung,

¹ Hann, Untersuchungen über die Regenverhältnisse in Österr.-Ung. II., Sitzungs-Bericht der k. Akad. der Wiss., II. Abth., S. 51. 1880.

5. der jährliche Abfluss, 6. die Beziehungen zwischen Niederschlag, Verdunstung und Abfluss in den einzelnen Monaten.

In der Erwartung, dass die vorangeführte Gliederung des Stoffes die gewünschte Klarheit über Zweck und Inhalt der nachstehenden Untersuchung brächte, wenden wir uns gleich ihrem ersten Theile zu, welcher die Niederschlagsverhältnisse des Murlandes zum Gegenstande hat.

I. Die Niederschlagsmengen des Murgebietes.¹

Als erster nothwendiger Bestandtheil für die Berechnung des Wasserhaushaltes in einem Flussgebiete erscheint die Bestimmung der Wassermenge, die innerhalb der Wasserscheiden zur Erde gelangt. Zu diesem Ziele führen mehrere Wege. Einmal könnte so verfahren werden, dass für jeden Monat und jedes einzelne Jahr der zu untersuchenden Periode Regenkarten entworfen, auf diesen dann mit einem Planimeter die Flächen gleicher Regenhöhe gemessen und daraus die Mengen berechnet werden. Diese Methode ist bei längeren Beobachtungsreihen (bei einer 10jährigen Periode bedürfte es schon 120 Niederschlagskarten) äußerst umständlich und verliert überdies ihren Vorzug großer Genauigkeit in Gebieten, wie in dem der Mur, durch die außerordentliche Ungleichwertigkeit der einzelnen Karten. Denn für die Karten des Jahres 1888 z. B. würden 21, für jene des Jahres 1897 aber 98, also mehr als viermal so viel Stationen als Grundlage dienen, und auch innerhalb der einzelnen Jahre wäre der Verlauf der Isohyeten für den Sommer genauer als für den Winter feststellbar, da in einer Reihe von meist höher gelegenen Stationen (hohe Veitsch, Zirbitzkogel) nur für die Zeit der Bewirtschaftung Beobachtungen vorliegen.

Nach einer zweiten, wesentlich einfacheren Methode wird zunächst das ganze Gebiet in einzelne, möglichst durch deutliche Wasserscheiden getrennte Abschnitte zerlegt und für diese als Niederschlagshöhe das Mittel aus den Beobachtungen

¹ Jahrbücher der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Jahrg. 1888–92, allg. Theil, und 1894–96 specieller Theil. Wien 1889 ff. — Jahrbuch des k. k. hydrographischen Centralbureaus III, Das Murgebiet 1893–7. Wien 95 ff.

sämmtlicher in denselben liegenden Stationen angenommen und das Mittel aller dieser Mittelwerte als Durchschnittsbetrag für das ganze Gebiet angesetzt. Diese Methode, die von Ule¹ angewendet wurde, leistet für Gebiete mit unbedeutenden Höhenunterschieden sehr gute Dienste, liefert aber in einem Berglande, wie das Einzugsgebiet der Mur eines darstellt, entschieden zu niedere Werte. Denn gegenüber der größeren Regenmenge an Gehängen und auf Gipfeln, verglichen mit jener in den Thälern ist in der Regel die Anzahl von Hochstationen zu gering.² Nun sind aber beide Berechnungen über die Größe des Niederschlages im Murgebiete, die bisher vorliegen,³ gerade auf diese Art angestellt worden, und zwar ergibt sich als durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge im Murgebiete bis zur Kainachmündung nach Trabert für den Zeitraum 1886—90 = 7571·5 Mill. m^3 , nach Hohenburger⁴ 7587·9 Mill. m^3 für die Periode 1877—88.

Es bleibt noch eine dritte Methode, die von Penck-Ruvarac,⁵ angewendet wurde; sie geht zurück auf das erstgenannte Verfahren, von dem sie sich nur dadurch unterscheidet, dass nicht wie dort für die einzelnen Monate und Jahre, sondern für die ganze Periode eine Isohyetenkarte entworfen wird; sie trägt somit den Höhenverhältnissen Rechnung und hat vor allem den Vorzug der möglichst großen Gleichwertigkeit ihrer Resultate. Deshalb möge dieses Verfahren auch bei der Untersuchung der Niederschlagsmenge im Murgebiete zur Anwendung kommen; ihm folgend, theilen wir

¹ Zur Hydrographie der Saale. Fschg. z. Deutsch. Land- u. Volkskunde, X₁, 1896.

² Die höchste Station, die verwendet werden kann, ist Glashütten 1275 m ; über 1000 sind nur 19 Stationen (Tab. II).

³ Die Untersuchungen von Hann über die Regenverhältnisse beziehen sich nur auf einzelne Orte, nicht größere Gebiete. Hohenburger, Darstellung der in der Periode 1874—91 durchgeführten Arbeiten der Mur-Regulierungen, Steiermark, Wien 1894, und Trabert, Die cubischen Niederschlagsmengen im Donaugebiete (Donaustudien nach dem Plane und Instruction von Dr. Lorenz-Liburnau, 2. Abth., Beilage zu Heft 8 Bd. XXXVI [1893] der Mitth. der k. k. Geogr. Ges. in Wien).

⁴ Tab. X.

⁵ a. a. O. S. 453.

zunächst die ombrometrischen Beobachtungen in 2 Gruppen. Die eine umfasst alle jene Stationen, welche während der ganzen zu untersuchenden Periode 1888—97 thätig waren, die andere enthält die lückenhafteren und kürzeren Beobachtungsreihen.

Innerhalb des angegebenen Zeitraumes waren im ganzen 110 Stationen in Thätigkeit, deren Daten aber sehr ungleichwertig sind. Zunächst müssen 13 Stationen ausgeschieden werden, da sie nicht einmal ein volles Jahr in Thätigkeit waren, und eine 14., die Raxalpe, gesellt sich ihnen bei, da ihre Beobachtungen sich gar nicht dem Gange der übrigen einfügen lassen. Es bleiben daher nur 96 Stationen, also kommt auf je 113 km^2 eine Regenmesstelle.¹ Von diesen 96 Stationen sind leider nur sehr wenige, nämlich Judenburg, Kraubath, Leoben, Bruck, Lahnsattel, Voitsberg, Gleichenberg und Radkersburg mit lückenlosen Reihen. Ihre Zahl erhebt sich auf 10, wenn man, was wohl angehen dürfte, Tamsweg und Waldstein hinzunimmt, denen zur Vollständigkeit nur je zwei Beobachtungsmomente² fehlen. Um nun aus diesem Materiale eine Regenkarte des Murgebietes zu construieren, wurden alle 96 Stationen herangezogen, nachdem sie sämtlich auf die gleiche Beobachtungsdauer reduciert worden waren. Dies geschah unter Befolgung des sogenannten Hann'schen Gesetzes. Wenn für eine Station A nur eine kurze Reihe von Beobachtungen vorliegt, für eine benachbarte Station N mit ähnlicher Lage dagegen die mittlere Niederschlagshöhe für die ganze Periode bekannt ist — sie sei S_n , dann erhält man die normale (d. h. auf dieselbe Periode wie N bezogen) Regenmenge S_a durch die Gleichung

$$S_a = S_n \frac{A}{N},$$

worin A und N die correspondierenden Regensummen der

¹ Division 10.790 (km^2 Größe des eisleith. Murgeb.) $96 = 112.6$; das Areal des Murflussgebietes nach Becker, Die Gewässer in Österreich. Daten zur hydrograph. Übersichtskarte, Wien 1890. In Böhmen fallen dagegen jeder Station im Durchschnitte nur 60 km^2 , im Traungebiete jedoch 190 und im Ennslande gar 380 km^2 zu.

² Tab. IV Anmerkung.

beiden Stationen vorstellen. Tabelle IV gibt die Regensummen der einzelnen Jahre für die Normalstationen sowohl in absoluten Zahlen, als auch in Procenten des 10jährigen Mittels. Die Figur 1 (Tafel 1) führt uns dasselbe graphisch vor.

Bildet man, wie es in Tab. IV geschah, aus den correspondierenden Niederschlagssummen für die einzelnen Jahre der Normalstationen Mittel, so zeigt sich im Decennium 1888—97 das Jahr 1890 als das feuchteste ($112\frac{0}{10}$), das Jahr 1893 (86%) als das trockenste. Wie sich die einzelnen Jahressummen aus den monatlichen summieren, darüber gibt die Tabelle V, bezw. Fig. 4 der Tafel 1 Aufschluss, aus denen hervorgeht, dass der Juli mit dem Mittel von 205·6 mm obenan steht, während der Februar (44·5 mm) und gleich nach ihm der December (44·7 mm) die geringsten Niederschlagswerte aufweisen.

Die Untersuchung über die Schwankungen des Niederschlages im Murgebiete während der Jahre 1888—97 muss eingeleitet werden durch die Beantwortung folgender Frage: „Kann der herausgehobene 10jährige Zeitabschnitt als eine vorwiegend nasse oder trockene Periode gelten?“ Zu diesem Behufe wurden die Regensummen für Graz in den Jahren 1863—97 zu einem 35jährigen Mittel im Betrage von 848 mm vereinigt. Vergleicht man mit diesem längerjährigen Mittel das aus den Niederschlagsmengen der letzten 10 Jahre gebildete, so zeigt sich die Periode 1888—97 als eine gemäßigt feuchte, indem ihr Mittelwert = 906·9 mm, 107% des 35jährigen beträgt.¹ Es kann übrigens bemerkt werden, dass der Regenfall im ganzen Einzugsgebiet der Mur größeren Schwankungen unterworfen ist als jener von Graz allein; dies lehrt deutlich folgende kleine Tabelle:

	1888/92	1892/97
Graz	— 1%	+ 1%
Mittel der Normalstation .	— 3%	+ 3%
Unterschied	+ 2%	+ 2%

Eine theilweise Erklärung für diese etwas auffällige Abweichung gegenüber den Verhältnissen in Böhmen, wo die Einzelorte

¹ Tab. XIII, 2. Theil.

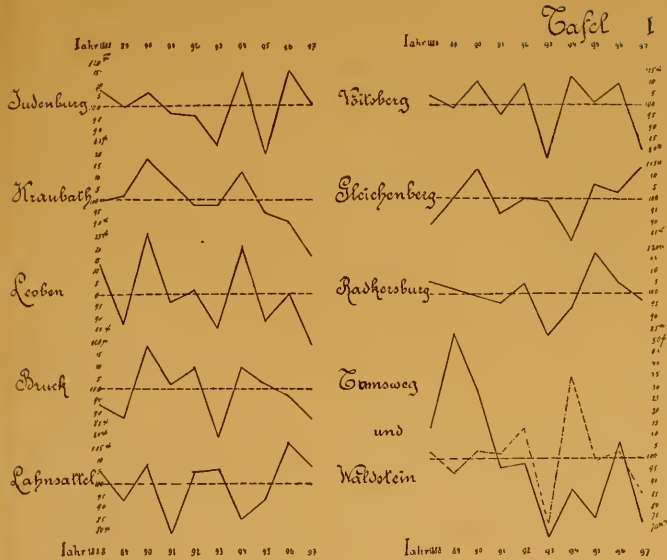


Fig. 1. Niederschlagsmengen der einzelnen Jahre in Prozenten des Wjahre Mittels.

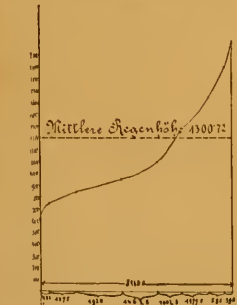


Fig. 2. Hyetographische Curve.

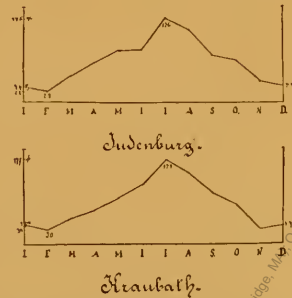
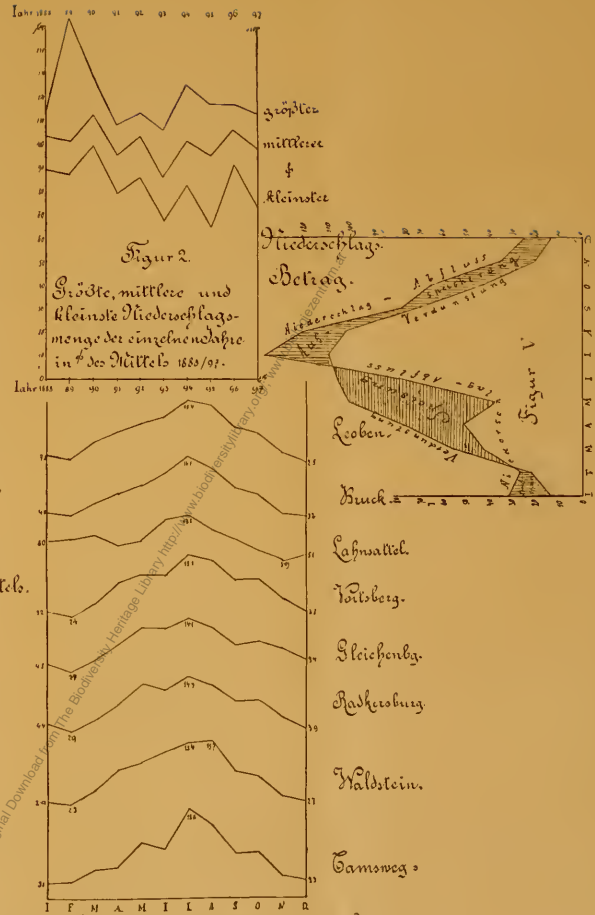


Fig. 3. Wjahrige Monatsmittel des Niederschlages ausgedrückt in Prozenten des Jahre mittels. (Normal Stationen.)



Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org

Prag und Časlau bedeutend größere Abweichungen des Niederschlagsbetrages vom Mittel aufweisen als ganz Böhmen, dürfte darin zu suchen sein, dass die Station Graz, auf die wegen der langjährigen Beobachtungsreihen die Auswahl fiel, sich für den Vergleich der Regenverhältnisse in den beiden letzten Jahrfünften nicht als besonders geeignet erwies, indem mehrfache Interpolationen nöthig waren. Es zeigen allerdings von den 10 Normalstationen noch drei, nämlich Judenburg, Gleichenberg und Radkersburg ähnlich wie Graz in den fünfjährigen Zeiträumen 1888/92 und 1893/97 Abweichungen von nur 1% des zehnjährigen Mittels.¹ Dem entspricht naturgemäß die Thatsache, dass die anderen Stationen mit voller Beobachtungszeit größere oder andere Schwankungen aufweisen, wobei Tamswegs Niederschlagsmenge den größten Ausschlag mit $\pm 18\%$ im Jahrfünft zeigt. Den normalen Gang, wonach das Quinquennium 1888 92 feuchter ist als das folgende, zeigen acht Orte, während wir in Lahnsattel und Radkersburg das umgekehrte Verhalten sehen. — In jedem der in Betracht gezogenen zehn Jahre haben einige Stationen mehr, andere Stationen weniger Regen als im Mittel. Dies zeigt sich aus der Zusammenstellung der in Procenten des Mittels ausgedrückten größten, kleinsten und mittleren Niederschlagsmenge von zehn Normalstationen. (Graphisch dargestellt, Tafel I. Fig. 2 und Tab. VI.)

Der mittlere Unterschied zwischen der in Procenten des zehnjährigen Mittels ausgedrückten größten und kleinsten Regenmenge eines Jahres beträgt 35% (im Elbegeb. 51%). Das besagt: Würde man sich vorstellen, dass alle unsere Normalstationen im zehnjährigen Mittel dieselbe Regenhöhe hätten, so würde man doch in einem und demselben Jahre positive und negative Abweichungen von diesem Mittel im Gesamtbetrage von etwa ein Drittel desselben zu erwarten haben.

Diese Erwägung lehrt, dass das Reductionsverfahren nach Hann nur auf beschränkte Gebiete Anwendung finden kann. Von dieser Erkenntnis geleitet, wurde die Reduction aller 86 Stationen mit unvollständiger Beobachtungszeit auf die

¹ Tabelle IV.

zehnjährige Normalperiode vorgenommen und Tabelle III führt uns die Ergebnisse dieser Operation vor. Dieselben sind insofern von ungleicher Genauigkeit, als zur Bestimmung des Bruches $\frac{A}{N}$ bei allen Stationen nicht das gleiche Jahr und auch nicht dieselbe Länge der Beobachtungsdauer in Verwendung kommen konnte.

Da fast alle Stationen unseres Gebietes Thallage haben, dieses aber vorwiegend Gebirgsrelief aufweist, so muss dem Entwerfe einer Regenkarte für dasselbe die Lösung zweier Vorfagen vorangehen. Die eine davon betrifft die Bestimmung der Richtung jenes Windes, der am häufigsten Niederschlag, sei es in fester, sei es in flüssiger Form, im Gefolge hat, die andere bezieht sich auf den Einfluss der Höhenlage auf die Niederschlagsmenge.

Die erste Frage wird durch die Construction von Windrosen der Niederschlagswahrscheinlichkeit beantwortet. Da für das gesammte Flussgebiet der Mur eine detaillierte Veröffentlichung der Beobachtung der Bewölkung mit Angabe, ob es zur Observationsstunde geregnet oder geschneit habe, nur für die Station Graz (Universität) und da nur seit 1894 vorliegt, so konnten nur für diesen Ort, und zwar nur für die dreijährige Periode 1894—1896¹ die Windrosen berechnet werden. Nach dem Beispiele, das Schreiber gab², wurde nun die Abhängigkeit der Regen von der Windrichtung untersucht, derart, dass die Regentage bei einer bestimmten Windrichtung zusammengezählt und in Procente der Tage, an welchen überhaupt die betreffende Windrichtung herrschte, umgerechnet wurden. Es wurden dann die Ergebnisse für die gleichen Monate der drei Jahre zu Mitteln vereinigt. Die Tabelle VIII. die uns vorführt wie oft bei 100 Beobachtungen irgend einer Windrichtung innerhalb eines Monats im dreijährigen Mittel

¹ Seither sind allerdings auch noch die Berichte für die Jahre 1897 u. 98 erschienen; da aber bereits die Resultate aus dem dreijährigen Mittel für unseren Zweck vollkommen ausreichen, so wurde von der mühsamen Einbeziehung der zwei letzten Jahre Abstand genommen.

² Schreiber, Die Bedeutung der Windrosen für theoretische und praktische Fragen der Meteorologie und Klimatologie, Ergh. Nr. 66 zu Petermanns Mitth. 1881, S. 29.

gleichzeitig Niederschlag verzeichnet wurde, und noch besser die Tafel mit den Windrosen der Niederschlagswahrscheinlichkeit zeigen unverkennbar die starke Abhängigkeit des Regenphänomens von der Windrichtung, und zwar überwiegen als Regenbringer unter den Winden bei weitem die aus dem westlichen Quadranten, und zwar im Jänner der NW mit 30, im Februar der NW und W mit 14, im März der W mit 21, im April der SW sogar mit 46, in den darauffolgenden zwei Monaten der W mit 21 und 17, im Juli und August wieder der NW mit 18 und 28, worauf im September, October und December abermals der Westwind mit 48, 32 und 16 unter 100 Beobachtungen den Vorrang erreicht. Nur im November gelangt der NE mit 15 Procent zur größten Regenwahrscheinlichkeit, ohne jedoch den SW darin bedeutend zu überflügeln. Somit sehen wir, dass in elf Monaten des Jahres der Regen mit Westwinden kommt, woraus die weitere Folgerung sich ergibt, dass die westlichen Gehänge der Gebirgszüge, welche das Einzugsgebiet der Mur erfüllen, als im Luv der Regenwinde gelegen, größere Niederschlagsmengen erhalten als die östlichen, wahrscheinlich in der Weise, dass, wie beim Arlberg¹, auch hier weiter im Osten der Alpen die Regen­seite der Gebirge eine raschere Zunahme des Niederschlagsbetrages mit der Höhe aufweist, als die Leeseite.

Eine derart befriedigende Lösung, wie die erste Frage gefunden hat, lässt sich für die zweite, welche den Einfluss der Höhenlage der Station auf ihre Niederschlagsmenge zum Gegenstande hat, leider nicht geben. Denn aus dem vorliegenden Materiale kann durchaus kein Gesetz abgeleitet werden, das besagen würde, einer Hebung um 100 *m* entspreche ein annähernd gleich bleibender Zuschuss an Niederschlag. Einen Beweis für diese Behauptung gibt die Anführung zweier extremer Fälle. Aus dem Vergleiche der Stationen Leoben und Bruck würde eine Abnahme des Niederschlages mit der Höhe im Betrage von 119 *mm* für je 100 *m* sich ergeben, während andererseits auf dem Lahnsattel ein solcher Überschuss an Niederschlag gegenüber der Regenmenge von Frein auftritt, dass bei

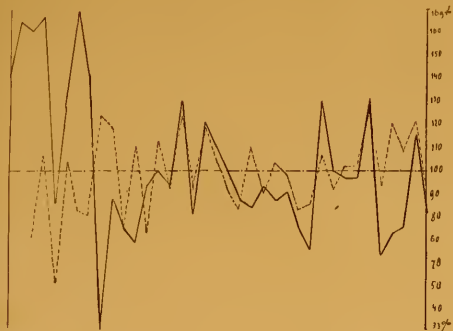
¹ Hann, Handbuch der Klimatologie. I. S. 297.

einer Erhebung um einen Hektometer eine Zunahme des Niederschlages um 334 mm zu erwarten wäre. Innerhalb dieser beiden Grenzwerte finden sich alle möglichen Zwischenglieder. Doch lassen sich durch vielfachen Vergleich der Werte, um welche für je 100 m der Niederschlag sich ändert, mehrere Leitsätze für die Construction der Isohyeten ableiten:

1. Die Thatsache, dass zwei Orte die gleiche Seehöhe haben, berechtigt auch für ein relativ so kleines Gebiet, als das unsere, ganz und gar nicht zum Schlusse, dass diesen deshalb auch die gleiche Niederschlagshöhe zukäme. So haben zum Beispiele die beiden Normalstationen Tamsweg und Waldstein genau das gleiche zehnjährige Niederschlagsmittel = 858 mm , obwohl der Unterschied in der absoluten Seehöhe zwischen beiden Orten 517 m beträgt.

2. Das Regenprofil Mürzzuschlag—Mürzsteg—Frein—Lahn-sattel [Taf. 2, Fig. 6], sowie die analogen Berechnungen für die drei Orte Voitsberg, Lankowitz und Salla [s. Tab. VII] rufen die Vermuthung hervor, dass die Zunahme der Seehöhe und jene des Niederschlages nicht gleichen Schritt halte, dass vielmehr die Niederschlagsmenge rascher wächst. Ob die Steigerung des Niederschlages sich noch in die höher als 1300 m gelegenen Regionen fortsetzt, lässt sich infolge des Mangels an Hochstationen mit ganzjähriger Beobachtungsdauer nicht entscheiden. Doch wird man annehmen können, dass wenigstens das Ausmaß der Zunahme an Niederschlag pro Hektometer Steigung in den höchsten Gebieten sich wieder vermindere, worauf vor allem die relativ geringen Regensummen vom Zirbitzkogel (2397 m), der Grazer Hütte am Preber (1897 m) und der hohen Veitsch (1860 m) während der Sommermonate 1897 hinweisen. Die obere Maximalgrenze des Niederschlages schon tiefer als 1800 m anzunehmen, wozu der geringe Niederschlagsbetrag auf der Raxalpe (860 m) Veranlassung geben könnte, erscheint nicht empfehlenswert (Vgl. Müllner, S. 104). Da Hann ausdrücklich betont, „Kammlagen seien nicht zu vergleichen mit Thallagen selbst bei geringer horizontaler Entfernung und geringem Höhenunterschiede“, so musste, um die Regensummen für die Gebirgsrücken, von denen kein Material vorlag, nur annähernd zu schätzen, eine Con-

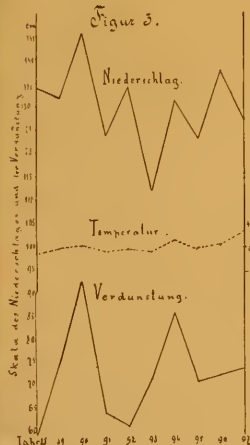
Tafel II.



Jahre 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97

Fig. 1. Mittel der Wasserstände zu Monats- und Jahressummen des Niederschlags in Graz, in der Periode 1881-07, ausgedrückt in Prozenten des 35-jährigen Mittels (1867-01).

— Wasserstände - - - - - Niederschlag



Stärke des Niederschlags und der Verdunstung

Skala der Temperatur

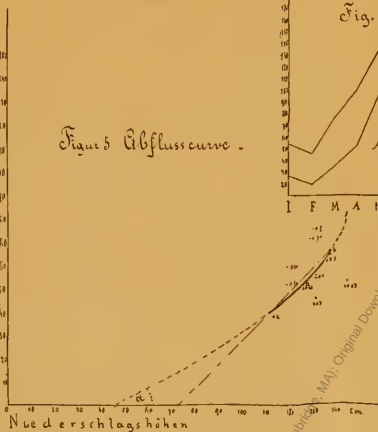
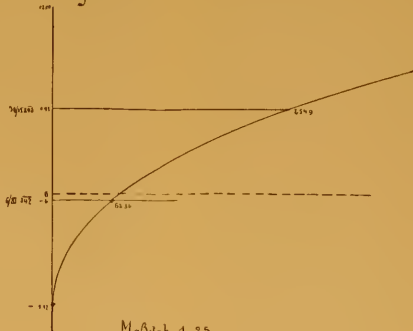


Fig. 5. Abflusscurve.



Maßstab 1:25

Fig. 2. Scharfe Wiedergabe der Wassermengencurve der Mur für die Messstelle bei Obergralla [5 km SDO der Fig. 4]

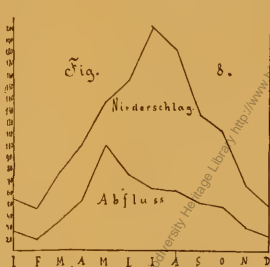
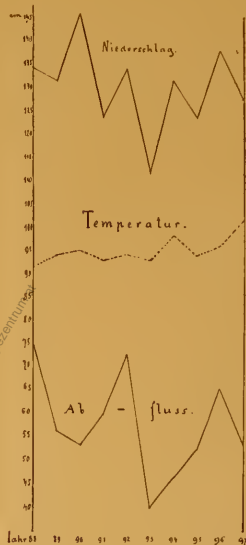


Fig. 8.

Niederschlag
Abfluss



Fig. 6. Regenprofil.



Jahre 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97

Fig. 4.

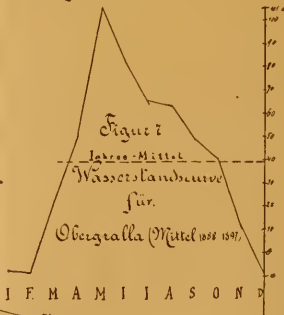


Fig. 7. Wasserstandcurve für Obergralla Mittel 1888-1897.

Original Download from The Biology Heritage Library <http://www.biologyheritage.org/>

stante angenommen werden, welche sich aus dem Vergleiche einer günstig gelegenen Kammstation [Hochalpe (Almwirt) in 1178 *m* Seehöhe] mit Leoben einerseits, Frohnleiten andererseits im ungefähren Betrage von 80 *mm* Zunahme für je 100 *m* Steigung ergab. Die Gegenüberstellung der bezeichneten Stationen ergab gleichzeitig eine Bestätigung einer schon früher ausgesprochenen Annahme, nämlich, dass die Luvseiten des Regenwindes rascheren Regenzuwachs aufweisen (87·6 pro 100) als die Leeseiten (69·8 pro 100).

Es lehrte 3. eine Reihe von Messungen (besonders zu Muhr, Zederhaus und Turrach), dass auch ganz schmale, aber tiefe Thäler einen merklich geringeren Niederschlag zeigen, als ihre Gehänge. Es kommen mithin nicht nur die Aufragungen, sondern auch die Vertiefungen im Reliefe des Murgebietes in der Größe des Niederschlages zum Ausdrucke, freilich dürfen dabei die relativen Höhenunterschiede nicht gar zu klein werden, denn in Gebieten, wie im Hügellande östlich der unteren Mur, wo sie auf 200 *m* herabsinken, lässt sich nirgends der Nachweis erbringen, dass die Unebenheiten des Terrains die Regenquantitäten beeinflussen.

Alle diese Erwägungen waren maßgebend für die Berechnung der mittleren Niederschlagshöhe im Einzugsgebiete des Murflusses. Es wurde zu diesem Zwecke unter steter Berücksichtigung obiger Resultate und Heranziehung der Ravenstein'schen Karte (1 : 500.000), sowie der bereits vorliegenden Regenkarte für die Jahre 1895—97 (1 : 750.000) eine Isohyetenkarte im Maßstabe 1 : 500.000 construiert. In derselben wurden die Isohyeten von 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1500, 1800 und 2000 ausgezogen. Bei Betrachtung dieser Karte fallen mehrere interessante Einzelheiten ins Auge; so hebt sich im ganzen oberen Murgebiete das eigentliche Thal des Mur- und Mürzflusses, sowie der alte Lauf der Mur von Tamsweg über Seethal nach Oberwölz durch die lichte Farbengebung, welche geringeren Niederschlag ausdrückt, vor der gebirgigen Umgebung mit dunkler Colorierung heraus. Auch verdient die Thatsache erwähnt zu werden, dass das Murthal zwischen Murau und Leoben die niedrigsten Regenmengen im ganzen Gebiete aufweist und nicht das am tiefsten gelegene Gebiet

in der Umgebung von Radkersburg. Diese Eigenthümlichkeit dürfte darin ihren Grund haben, dass das erstgenannte Gebiet allseits von Gebirgen umschlossen ist und daher als Beckenlandschaft zur Trockenheit hinneigt; der Streifen Landes von Radkersburg bis Luttenberg dagegen, welcher am tiefsten und am weitesten im Osten liegt, mithin von den regenbringenden Westwinden erst erreichbar ist, nachdem diese sich ihrer Feuchtigkeit bereits größtentheils entledigt haben, hat Regenhöhen, die im Murthale aufwärts erst wieder im Lungau sich einstellen. Es darf daher wohl der Vermuthung Raum gegeben werden, dass diese Mehrung der Niederschlagsquantität im Gebiete des Unterlaufes der Mur sich zurückführt auf den klimatischen Einfluss des ungarischen Beckens auf seine Nachbarschaft. Die Winde nämlich, welche von Osten her die Alpen bestreichen, treffen gerade in der Umgebung von Radkersburg die ersten größeren Erhebungen, sie müssen emporsteigen und werden dadurch abgekühlt und es kommt so zu Steigungsregen, welche zu den Niederschlägen aus West hinzutretend naturgemäß die Gesamtregenhöhe steigern. In wieweit diese Annahme berechtigt ist, konnte leider durch die Construction einer Windrose der Regenwahrscheinlichkeit für Radkersburg oder Gleichenberg aus Mangel an geeigneten Beobachtungen nicht geprüft werden.

Das auf der Isohyetenkarte zur Darstellung gebrachte Gebiet durfte nicht in seiner Gänze für die Berechnung des Wasserhaushaltes herangezogen werden, denn die Wassermengenmessungen wurden in Gralla unterhalb Lebring vorgenommen; es kam demnach für die weitere Untersuchung nur mehr das Einzugsgebiet der Mur bis *km* 30 der Regulierung (Größe 8180 km^2) in Betracht, dessen südliche Begrenzung auf der Karte durch eine punktierte Linie dargestellt ist. In diesem so allseits durch Wasserscheiden umwallten Gebiete wurden nun die Areale der zwischen je zwei Isohyeten eingeschlossenen Flächen planimetrisch bestimmt. Dadurch wurde festgestellt, welche Antheil die einzelnen Regenhöhen an der Gesamtfläche des Murlandes oberhalb Gralla nehmen. In Tabelle IX sind die Ergebnisse der Planimetrierung mitgetheilt. Um aus diesen Daten die mittlere Regenhöhe des Gebietes zu finden,

wurde folgendes von Penck¹ vorgeschlagene Verfahren angewendet. In einem rechtwinkligen Coordinatensysteme (Fig. 3, Tafel I) wurden die einzelnen Höhenstufen als Ordinaten, die dazu gehörigen Flächen als Abscissen aufgetragen und die so erhaltenen Punkte durch eine Curve — sie möge die hyetographische heißen — verbunden. Sie schließt mit den Grenzordinaten und der Basis eine Fläche ein, deren planimetrisch ausgewertetes Areal durch die Länge der Grundlinie dividirt, die mittlere Regenhöhe zum Ergebnisse hat. Diese wurde in unserem Falle mit $1300\cdot72\text{ mm}$ gefunden; ihr entspräche eine durchschnittliche jährliche Wassermenge von $10,639,889\cdot6\text{ m}^3$.

Vergleichen wir diese Zahl (rund $10\cdot6$ Millionen m^3) mit den zwei anderen bisher gefundenen Werten (circa $7\cdot6$ Mill. m^3)², so zeigt sich der bedeutende Unterschied von 3 Mill. m^3 pro Jahr. Er erklärt sich theilweise aus dem Umstande, dass die bisherigen Berechnungen nur die Fläche bis zur Kainachmündung berücksichtigen, während die dieser Untersuchung unterworfenen Landfläche ihren südlichsten Punkt erst bei Gralla 7 km weiter stromabwärts erreicht. Viel maßgebender ist aber dafür die früher außeracht gelassene Berücksichtigung der Höhenverhältnisse, worauf schon bei anderer Gelegenheit hingewiesen wurde.

Die Wasserstandsverhältnisse der Mur.

Tägliche Pegelbeobachtungen in diesem Flussgebiete gehen verhältnismäßig sehr weit zurück. Denn von den 44 Stationen für Wasserstandsmessung, die im Jahre 1897 in Thätigkeit waren, wurden drei, nämlich Graz (Franz Karl-Brücke), Wildon und Radkersburg, bereits 1850 errichtet; ihnen wurden im folgenden Jahre noch acht weitere hinzugefügt. Für die Ausgestaltung des hydrographischen Netzes sind noch zwei Momente besonders fördernd gewesen, nämlich die Inangriffnahme der Murregulierung 1874 ff., sowie die Errichtung einer eigenen hydrographischen Abtheilung im Statthaltereibau-Departement 1895.

Die Ergebnisse dieser Wasserstandsbeobachtungen liegen vollständig vor in einer erst mit dem Jahre 1861 beginnenden,

¹ a. a. O., S. 459.

² Tab. X.

die Daten von 12 Messtellen umfassenden Zusammenstellung. Aus diesen Beobachtungen wurde für eine Übersicht der Wasserstände während der ganzen Periode bis 1897 jene der Station Weinzöttl ausgewählt, und zwar aus zwei Gründen: 1. war der dortige Pegel während der ganzen Zeit niemals vereist und daher die Beobachtungsreihe mit Ausnahme zweier unbedeutender Unterbrechungen (1891 und 1896) lückenlos, und 2. vor allem deshalb, weil die wichtigste Voraussetzung für einen Vergleich der einzelnen Jahre bezüglich der mittleren Wasserstandshöhen, nämlich die Fixierung des Flussbettes, hier allein erfüllt ist.¹

Die Tabelle XI enthält die mittleren Regenhöhen für die Jahre 1861—1897 sowohl in absoluten Zahlen, als auch als Hundertstel des 35jährigen Mittels 1863—97. Noch besser als diese Zahlen gibt die Fig. 1 der Tafel II ein Bild von den großen, die Variationen der Regenhöhe bei weitem übertreffenden Schwankungen in den Jahresmitteln der Pegelhöhe. Die Wasserstandslinien der Mur bei Weinzöttl verlaufen außerdem so unregelmäßig, dass alle Versuche, in ihnen eine Gesetzmäßigkeit oder eine Bestätigung der Annahme Brückners von einer 35jährigen Klimaperiode zu finden, aussichtslos erscheinen. Man kann nach der Figur nur sagen, die Jahre 1861—68, 76—80, 88—92 hatten hohe, die übrigen niedere Mittelwasserstände, während die Zusammenfassung von je 5 Jahren zu einzelnen Gruppen folgendes Ergebnis liefert: Besonders hohe Mittel des Pegelstandes haben die Quinquennien 63—67 und 88—92, besonders tiefe, die beiden 68—72, 93—97, während in der Zeit von 73—82 ungefähr der 35jährige Mittelwert eingehalten wurde. Als Jahre besonders hohen Pegelstandes kennzeichnen sich ferner 1862, **1864**, **1867** (das Höchste, 169% des Mittels), 1876, **1878**, 1888, 1892, als solche besonders niedrigen Wasserstandes 1869 (nur 33%), **1872**, 1877, **1887**, 1893.²

¹ H o c h e n b u r g e r, p. 12 . . . ärarischen Weinzöttlbrücke, woselbst die Flussöföle durch das nächst unterhalb befindliche Überfallwehr unabänderlich fixiert wird.

² In jenen Jahren, deren Zahlen fett gedruckt sind, wies auch die Traun Hochstände auf.

Während für den langjährigen Zeitabschnitt 1861—97 die Wasserstände von Weinzöttl herangezogen wurden, bedingte der Umstand, dass eine Wassermengencurve der Mur nur für die Messtelle bei Obergralla vorhanden war, eine etwas eingehende Untersuchung der dortigen Wasserstandsverhältnisse in den Jahren 1888—97, deren Durchführung aber an ein sehr großes Hindernis stieß. An der Messtelle befindet sich nämlich gar kein Pegel mit regelmäßiger täglicher Beaufsichtigung. Es musste daher versucht werden, den mittleren Wasserstand für jeden Tag dieser 10 Jahre in Obergralla zu reconstruieren nach dem Pegelstande einer nahe stromaufwärts gelegenen Station. In dieser Richtung kam zuerst der Pegel in Lebring, 3 *km* stromaufwärts, in Betracht. Allein im Jahre 1893 wurde daselbst der Messtab wegen des Neubaus der Reichsbrücke entfernt, weshalb die Lebringer Daten nur für die Jahre 1894—97 Verwendung finden konnten. Für die vorangehende Zeit 1888—93 mussten zur Umwertung die Wasserstandsbeobachtungen der 7 *km* oberhalb Lebring gelegenen Messtelle Wildon dienen. Die Reconstruction baut sich auf folgenden Erwägungen auf: Sicher steht fest, dass am Tage der ersten Wassermessung, 6. November 1897, als der Hilfspegel in Obergralla —6 *cm* zeigte, der Lebringer Pegel gleichzeitig auf —270 und jener bei Wildon auf —40 stand. Nimmt man nun an, dass dieses Verhältnis der drei Wasserstände zu einander ein gleichbleibendes sei, so kann man die unbedingt nöthigen Wasserstände für Gralla annähernd finden mit Hilfe des Satzes: Der Pegel steht auf Null in Obergralla, wenn in Wildon —34, in Lebring —264 als Wasserstände angegeben werden. Die Annahme eines solchen constanten Verhältnisses zwischen drei Wasserständen an drei verschiedenen Orten erscheint auf den ersten Blick sehr gewagt; sie verliert aber doch viel von ihrer Unsicherheit, wenn Folgendes berücksichtigt wird: 1. die Strecke Wildon-Obergralla ist nur 10 *km* lang, 2. sie ist zudem reguliert, 3. in der ganzen Zwischenstrecke mündet — das ist das Entscheidende — weder ein irgendwie nennenswertes Gerinne, noch wird Flusswasser durch Canäle dem Haupttrinsale entzogen. Wir können uns die Sache so vorstellen, dass der Flächeninhalt des Flussprofils zwischen Wildon und Lebring

bis Obergralla sich nicht wesentlich ändere. Denn die Regulierung verhindert ein Übergreifen des Flusses wenigstens beim normalen Hochstande, sie bewahrt ihm die annähernd gleiche Breite des Spiegels. Die Wassermassen der Mur werden durch die offenen Nebengerinne weder vermehrt, noch vermindert, ihr Verhältnis zum Grundwasserstande dürfte mit Rücksicht auf die gleiche schotterige Bodenbeschaffenheit für die kurze Strecke als gleichbleibend angenommen werden, und es kann endlich die Verdunstung bei der Kürze des Weges von Wildon bis Gralla und bei der noch ziemlich großen Geschwindigkeit des Flusses jedenfalls nicht eine so starke Wirkung ausüben, dass sie caeteris paribus den Wasserspiegel um eine messbare Größe erniedrigt.

Gewiss wäre es verfehlt, nach dem Ausgeführten zu glauben, dass jene angenommene Constanz bei jeder einzelnen Beobachtung zutreffe. Bei allen Arten von Stauungen, vor allem aber bei den außergewöhnlichen mit Überschwemmung verbundenen Hochwässern hat sie gewiss nicht statt, allein in diesen Fällen sind bekanntlich alle Pegelablesungen für unsere Zwecke von sehr geringem Nutzen, da ja anerkanntermaßen derartige Extreme die Mittelwerte außerordentlich wenig zu beeinflussen vermögen; nur die letzteren, sowohl die monatlichen, als auch die jährlichen Mittel der Pegelstände beschäftigen uns weiterhin, und diese dürften auf dem angegebenen Wege durch Interpolation für die Messtelle Obergralla mit genügender Zuverlässigkeit gefunden worden sein. In dieser Erkenntnis wurde der Wasserstand in Gralla für jeden Tag in der Zeit vom 1. Jänner 1888 bis 31. December 1893 nach dem Wildoner, in der Periode vom 1. Jänner 1894 bis 31. December 1897 nach dem Lebringer Pegel ermittelt. Die Tabelle XII gibt die auf diesem Wege erhaltenen monatlichen und jährlichen Summen der Wasserstände. Besieht man sich in dieser Zusammenstellung die letzte, die Jahressummen enthaltende Rubrik, so zeigt sich trotz mancherlei Schwankungen eine stete Tendenz zur Abnahme in den Jahresbeträgen, denn das Jahr 1888 hat einen fast dreimal so hohen Jahresbetrag als das Jahr 1897. Eine entsprechende Abnahme der Wassermasse innerhalb eines Jahrzehntes ist ganz unwahrscheinlich; die Ver-

minderung der Pegelhöhen muss also einem anderen Umstande zugeschrieben werden, und der ist die Senkung der Sohle.

Eine kurze Notiz im hydrographischen Jahrbuche für 1894, Seite 217, bestätigt vollauf diesen Gedanken. denn sie besagt, dass infolge der Regulierung 1876—93 in Wildon der Murfluss sich um 50 *cm*, in Lebring aber während des gleichen Zeitraumes um 266 *cm* eingesenkt habe; dividieren wir diese beiden Zahlen durch die Anzahl der Jahre = 18, so erhalten wir 2·78, bezw. 14·8 *cm* als Größe jenes Betrages, um den sich bei den genannten Orten die Flusssohle durchschnittlich in einem Jahre gesenkt hat. Das bedeutet für unsere Arbeit: Jede in Lebring oder Wildon eingetragene Pegelbeobachtung ist um den genannten Betrag zu groß im Vergleiche mit der entsprechenden des folgenden Jahres. Wollen wir also die Pegelstände als Indices der Wassermasse benützen, so muss dieser störende Einfluss der Bettveränderung durch eine neuerliche Reduction ausgemerzt werden.

Setzen wir nämlich voraus die Unverrückbarkeit der Sohle in jenem Niveau, wo sie 1897 in Wirklichkeit sich befand, so sind alle Beobachtungswerte des Jahres 1896 um den Betrag von 14·8 *cm* zu hoch, das heißt, es muss bei den Monatssummen der Betrag von einunddreißig- beziehungsweise dreißigmal 14·8 = 459, bezw. 444 *cm* abgezogen werden. Für das vorangehende Jahr steigen die Werte, um die die Monatssummen zu vermindern sind, aufs Doppelte u. s. w. Die Tabelle XIII enthält die so umgearbeiteten Monats- und Jahressummen der Wasserstände von Obergralla zugleich mit der Anzahl aller Reductionsfactoren. Wiewohl bei dem bezeichneten Verfahren von zwei ungenauen Voraussetzungen ausgegangen wurde, nämlich: 1. dass die Senkung der Sohle von 1888 an bis zur Vollendung der Regulierung 1893 gleichmäßig sich vollzogen und in gleichem Tempo sich auch bis 1897 fortgesetzt habe, und 2. dass der Stand der Sohle innerhalb eines Jahres unverändert bleibe, wodurch also die Anfangsmonate jedes Jahres zu geringe Werte zuerkannt erhielten, so ist doch das Ergebnis desselben ein viel wahrscheinlicheres, als wenn man die Werte ohne diese Reduction als Grundlage für die weiteren Berechnungen genommen hätte. Dadurch übersteigt der Wert

der Jahressumme 1888 jenen von 1897 nur mehr um das Doppelte. Entwickelt man ferner, wie dies in der Tabelle XIV geschehen ist, aus diesen Monats- und Jahressummen die bezüglichen Mittel, so ergibt sich folgender, die oben gemachten Annahmen in wünschenswerter Weise bestätigender Vergleich zwischen den Wasserstandsverhältnissen zu Obergralla und Weinzöttl:

Mittelwert aus den Jahresmitteln	
1888—1892	1893—1897
Obergralla 118 ⁰ / ₀	82 ⁰ / ₀ } des 10jährigen Mittels.
Weinzöttl 116	85

Die immerhin noch etwas größeren Schwankungen der ersten Station erklären sich zur Genüge durch das Hinzutreten der Fluten der Kainach.

Aus Tabelle XIV ersieht man ferner, dass in dem gewählten Decennium das Jahr 1888 den höchsten (156⁰/₀), das Jahr 1893 den niedrigsten (51⁰/₀) mittleren Jahrespegelstand erreicht. Wenn auch dieses Maximum des Wasserstandes nicht dem feuchtesten Jahre 1890 zukommt, so ist dafür wenigstens das Jahr 1893 nicht nur das mit der kleinsten Niederschlagsmenge, sondern auch jenes mit dem niedrigsten Wasserstandsmittel. Verbindet man ferner in dieser Tabelle die zehn Mittel eines jeden Monats der zehn Jahre zu einem Durchschnittswerte, so zeigt sich, dass als Monat mit dem höchsten Pegelstandsmittel der Mai (+ 105·3 *cm*) weit alle übrigen übertrifft, unter denen wieder Februar (— 8·7 *cm*) und December (— 8·6) den kleinsten mittleren Wasserstand haben. Es gehört somit nach der Zeit des normalen Hochstandes der Murfluss zum Typus D, unter den Woeikof¹ alle jene Flüsse zusammenfasst, die ihr Wasser vom Regen erhalten, ihren Hochwasserstand aber der Schneeschmelze im Gebirge verdanken. Diese Vertheilung der Wasserstände auf die einzelnen Monate stimmt mit jener im Traun- und Ennsgebiete² vollständig überein.

Die Wasserstandcurve [Tafel 2, Fig. 7] führt uns den jährlichen Gang der Wasserhöhe der Mur vor. Im Jänner,

¹ Woeikof, Die Klimate der Erde. Jena 1887, I. Bd., S. 45.

² Müllner, S. 82 und 91.

der einen negativen Wert aufweist, fällt der mittlere Wasserstand noch ein wenig, um im Februar den Tiefstand zu erreichen, darauf steigt derselbe rasch zum Maximum im Mai; der Abstieg der Curve geschieht jedoch allmählich und staffelförmig, indem in den Monatspaaren Juli—August und September—October nur geringe Unterschiede der mittleren Wasserstandshöhe zutage treten.

Die aus den zehnjährigen Jahresmitteln gewonnene mittlere jährliche Wasserhöhe ist 38.72 *cm*. Das höchste Monatsmittel trat ein im Mai 1891 mit 143 *cm*, das niederste (— 29 *cm*) im December 1897, woraus sich eine Amplitude von 172 *cm* $1\frac{3}{4}m$ zwischen dem höchsten und niedersten mittleren Monatswasserstande ergibt.

Obwohl den Mittelwerten nach dem Mai entschieden der höchste Betrag zukommt, so war doch der absolut höchste Wasserstand im Laufe eines Jahres nur einmal innerhalb des Decenniums im Mai; der traurige Ruhm, abnormale Höchstwasserstände und damit fast regelmäßig im untersten Murlaufe Überschwemmungen zu verursachen, fällt dem Monate October (viermal in zehn Jahren), nach ihm dem August (zweimal innerhalb dieses Zeitraumes) zu.

Wassermengenbestimmung an der Mur.

Für die Berechnung der Wassermenge, dem zweiten Hauptstücke einer Untersuchung über den Wasserhaushalt in einem Flussgebiete, können verschiedene Wege eingeschlagen werden, die alle darauf abzielen, die mittlere Wassergeschwindigkeit an irgend einem Flussquerschnitte zu ermitteln, da ja die Wassermenge sich als das Product von Querprofil und mittlerer Abflussgeschwindigkeit darstellt. Die Ermittlung der Geschwindigkeit nach der Formel von Ganguillet und Kutter und zweitens die directe Messung derselben mittels Schwimmkörper hat bereits Hochenburger im Murflusse bei der Radetzkybrücke in Graz, sowie auch für andere Orte der Regulierungsstrecke vornehmen lassen.¹ Jedoch die Construction einer Wassermengencurve, die für unsere Zwecke allein genügt, wurde für die Mur bisher nur für die Messstelle bei *km* 30 der Regu-

¹ Hochenburger, a. a. O., S. 17 ff.

lierungsstrecke in der Nähe von Obergralla ausgeführt. Die Fig. 2 der Tafel 2, eine genaue Copie des in der Statthaltereibauabtheilung befindlichen Originals, gibt sie wieder. Die verwendete Messstrecke liegt in einem Durchstiche, und zwar *km* 29·3 bis *km* 31·7 auf einer Strecke von 2·4 *km* vollkommen gerade und es ist der Querschnitt in dieser Strecke ein vollständig geschlossenes Hochwasserprofil. Die Curve basiert auf zwei Gruppen von vielen Detailmessungen, welche mit einem Woltmann'schen Flügel ausgeführt wurden, und zwar: Messung am 6. Nov. 1897 beim eigenen Pegelstand — 6 *cm*, Lebringer — 270, Abflussmenge 62·36 $m^3/Sec.$; Messung am 30. Juni 1898 beim eigenen Pegelstand +91 *cm*, Lebringer — 161, Abflussmenge — 254·9 $m^3/Sec.$ Obwohl der Verlauf der Wassermengen-Parabel infolge der auf das äußerste Mindestmaß beschränkten Anzahl der Stützpunkte im einzelnen noch sehr unsicher ist, so sind doch die mit ihrer Hilfe gefundenen Werte die relativ zuverlässigsten, nach dem bis heute der Benützung zugänglichen Materiale.

Genauer erhielt man die gesammte Wasserführung eines Stromes, wenn sie aus den gesammten Pegelständen eines Jahres Tag für Tag ermittelt würde. Verschiedene Umstände sprechen in unserem Falle gegen die Anwendung dieses Verfahrens. Erstens sind die Werte der Pegelstände für die einzelnen Tage zu unsicher, da sie alle erst durch Interpolation und Reduction gewonnen wurden, zweitens ist die Wassermengencurve ihrem Verlaufe nach noch sehr ungenau festgestellt und reicht überhaupt nicht aus für die Annehmshochwasserstände. Nach dem Muster von Müllner beschränkte ich mich darauf, zu den Monatsmitteln der Pegelstände die entsprechende Wasserführung zu bestimmen, zumal da man nach Ruvarac p. 20 nur wenig zu geringe Werte erhält. In Tab. XV sind die Monats- und Jahresmittel der Wassermengen der Mur in $m^3/Sec.$ zusammengestellt. Dieselben wurden graphisch aus einer vergrößerten Copie des Originals im Maßstabe 1:12·5 ausgewertet. Die mittlere secundliche Wasserführung der Mur für das Decennium 1888—1897 wurde derart mit 148·73 m^3 ermittelt, während Hochenburger für die Strecke bis Wildon pro 1877—1888 162 m^3 fand¹.

¹ Hochenburger, a. a. O., S. 4.

Da Wasserstand und Wassermenge Schwankungen im gleichen Sinne, wenn auch nicht im gleichen Ausmaße unterworfen sind, so gilt alles, was oben vom Wasserstande gesagt wurde, auch für die Wassermenge. Die höchste mittlere Wassermenge fällt auch hier dem Mai zu (10jähr. Mittel $312.56 m^3/Sec.$), die kleinste dem Februar ($61.56 m^3/Sec.$). Das Jahrzehnt ergibt als mittlere secundliche Wasserführung im Jahre 148.7. 1888—92 war sie 165.4, im darauffolgenden Jahrzehnte 131.9 m^3 . Indem der erste Quinquennialwert 111 Procent, der letztere 88 Procent des zehnjährigen Mittels darstellt, ergibt sich bei der Erinnerung, dass die entsprechenden Procentzahlen für den Wasserstand 118, bzw. 82 waren, die Schlussfolgerung, dass den Wasserständen größere Schwankungen eigen sind als den Wassermengen.

Aus den Zahlen der Tabelle XV wurden die Werte der Tab. XVI ermittelt, welche die Wasserführung der Mur in km^3 und die jährliche Abflusshöhe enthält, und zwar auf eine Art, welche durch ein Beispiel leicht verständlich wird. Die mittlere secundliche Wasserführung in m^3 vom Jänner 1888 wurde zu 70.0 gefunden. Nimmt man nun an, dass während des ganzen Monats in jeder Secunde diese mittlere Menge auch thatsächlich zum Abfluss gelangt sei, so erhält man den Gesamtbetrag der Wassermenge, die im Jänner 1888 das Querprofil Obergralla durchfloss, durch die Multiplication des Mittelwertes mit der Anzahl der Secunden des Monats Jänner = 2.678.400. Das Product = $0.1875 km^3$ ist der gesuchte Wert für die Wasserführung. Die Reductionsfactoren für die anderen, nicht 31 Tage zählenden Monate sind in der Tabelle angeführt. Nach dem zehnjährigen Mittel führt die Mur bei Obergralla alljährlich $4.6867 km^3$ Wasser vorbei. Vereinigt man noch die zehnjährigen Mittel der Monate April—September und October—März zu Gruppen und stellt sie einander gegenüber, so erkennt man, dass im Sommerhalbjahre 70, im Winterhalbjahre nur 30 Procent der gesammten Jahressumme der Mur zum Abfluss gebracht werden. In unserem Gebiete übertrifft demnach die sommerliche Wasserführung jene des Winters in noch reichlicherem Ausmaße, als dies bei der Traun der Fall ist.¹

¹ Dort nach Müller, S. 66, 63 Procent.

Vertheilt man die im Verlaufe eines Jahres bei Obergralla durchfließende Wassermenge auf das Einzugsgebiet der Mur oberhalb dieses Ortes, oder, mathematisch gesprochen, dividirt man den Betrag der in einem Jahre zum Abfluss kommenden Wassermenge durch den Flächeninhalt des Einzugsgebietes = 8180 km^2 , so erhält man die mittlere Höhe der im Jahre abfließenden Wasserschichte. Die Werte für die Abflusshöhen sind ebenfalls der Tabelle XVI zu entnehmen. Das zehnjährige Jahresmittel derselben stellt sich auf 57.3 cm . Dieser Mittelwert setzt sich aus den beiden Quinquennalmitteln 63.3 für 1888/92 und 51.4 für 1893/97 zusammen. In den einzelnen Jahren weist 1893 die kleinste (40.1 cm), 1888 mit 74.8 cm die größte Höhe der jährlich abfließenden Wasserschichte auf, unter den einzelnen Monaten hat der Mai mit 9.9 cm im Durchschnitte die größte, der Februar mit 1.8 cm die kleinste Abflusshöhe.

Die jährliche Verdunstung aus dem Murgebiete.

Die Grundlage für diesen Abschnitt, wie auch für den folgenden gibt die Tab. XVIII. Da Penck in überzeugender Weise¹ seine Ansicht begründet, dass, soferne ein Flussgebiet nicht einen nachweislichen Wasserverlust an ein anderes erleidet, der ganze Unterschied zwischen Niederschlag und Abfluss der Verdunstung zugeschrieben werden müsse, so wurden auch in der angezogenen Tabelle die Unterschiede aus den einzelnen Beträgen der Niederschlags- und Abflusshöhen unter dem Kennworte „Verdunstung“ zusammengefasst; die in dieser Spalte angeführten Werte geben die Höhe jener Wasserschichte an, welche alljährlich durch die Verdunstung dem Abflusse entzogen wird. Das zehnjährige Mittel dieser Verdunstungshöhe stellt sich auf fast 74 cm . Vergleichen wir mit dieser Zahl die analogen für das Traun- und Ennsgebiet (1881—90) gleich 74 und 76 , so ergibt sich daraus nicht nur eine sehr hohen Anforderungen gerecht werdende Übereinstimmung, sondern auch eine Bestätigung der oft ausgesprochenen Vermuthung, dass der Durchschnittsbetrag der Verdunstung über größere Landflächen hin annähernd gleich bleibe.

¹ a. a. O., S. 462.

Bei einer Untersuchung der klimatischen Beziehungen der Verdunstung zeigt sich in erster Linie eine auffällige Abhängigkeit von der Summe des Niederschlages. Die Figur 3 (Tafel 2) führt deutlicher, als die Zahlen einen annähernd parallelen Gang dieser beiden klimatischen Erscheinungen vor Augen. Eine größere Abweichung in dieser Richtung weist nur das erste Jahr unserer Periode auf, und es dürfte dies seine Erklärung finden in seinem trotz aller Reductionen ausnehmend hohen Abflusswerte, der dann die Verdunstungshöhe desselben Jahres unverhältnismäßig herabdrückt. Von dieser Ausnahme abgesehen, können auch wir mit Bezug auf das Murgebiet jenen Satz wiederholen, den Penck für das Elbegebiet aussprach: „Je öfter und ausgiebiger eine Oberfläche benetzt wird, desto mehr kann bis zu einer gewissen Grenze von ihr verdunsten“. Für die Richtigkeit dieses Satzes kann noch ein zweiter Beleg erbracht werden durch eine Gegenüberstellung unserer Tabelle XVIII und ihres Musters, der Tabelle XIII von Penck¹. Die mittlere Niederschlagsmenge im böhmischen Elbegebiete beträgt 692, während sie in unserem Gebiete 1301 *mm* ausmacht; die entsprechenden Werte für die Verdunstung sind 500 und 740 *mm*. Man ersieht daraus: bei uns, wo es bedeutend mehr regnet als in Böhmen, geht aber auch eine viel größere Menge des meteorischen Wassers durch die Verdunstung verloren, als im Elbegebiete.

Noch schärfer als in dem Verhältnisse Niederschlag zu Verdunstung lässt sich in den Beziehungen zwischen Temperatur und Verdunstung ein Parallelismus feststellen. Da für die Untersuchung der Abhängigkeit der Verdunstung von der Temperatur nur die Abweichungen der einzelnen Jahrestemperaturen von dem zehnjährigen Mittelwerte maßgebend sind, so wurden nur die Beobachtungen an drei Normalstationen, Judenburg, Graz und Radkersburg, herangezogen in der Erwartung, dass der Gang der Mitteltemperatur an diesen Orten mit Rücksicht auf ihre Vertheilung im Murlande ziemlich genau den des ganzen Gebietes wiedergebe. Die Tabelle XVII enthält für die genannten Orte die Jahresmittel von 1888—97

¹ a. a. O., S. 468.

in Celsiusgraden, sowie relativ in den Beträgen ausgedrückt, um die sie vom zehnjährigen Mittel abweichen. Die Mittel aus den zusammengehörigen Abweichungen in den drei Orten wurden dann für das ganze Gebiet als gültig angesehen und in die Tab. XVIII übertragen, wo sie unter dem Schlagworte „Temperatur“ aufzusuchen sind. Der so erhaltene Gang der Mitteltemperatur wurde ebenfalls in der Fig. 3 und 4 der Taf. 2 deutlicher vor Augen geführt. Vergleicht man nun in der Fig. 3 den Verlauf der Verdunstungslinie mit jener der Temperatur, so fällt sofort auf, dass jeder Hochstand der Verdunstungscurve mit einer Hebung der Temperaturlinie zusammenfällt, in andere Worte gekleidet, will dies sagen, dass jede Temperaturerhöhung eine Steigerung der Verdunstung und umgekehrt eine Minderung der ersteren eine Verringerung der letzteren bedinge. Mit der Feststellung dieser Thatsache müssen wir uns begnügen, denn das vorliegende Material eignet sich nicht dazu, um in ähnlicher Weise, wie Penck S. 472—77 es versuchte, Verdunstungslinien zu construieren und daraus bestimmte Folgerungen zu ziehen.

Der jährliche Abfluss aus dem Murgebiete.

Die Tabelle XVIII enthält außer den schon im vorigen Abschnitte erklärten Ausdrücken noch das Kennwort „Abflussfactor“. Unter diesem Ausdrucke versteht man das Verhältnis zwischen Niederschlags- und Abflusshöhe, ausgedrückt in Procenten der erstgenannten Größe. Den größten Abflussfactor hat das Jahr 1888, nämlich 55·8, den kleinsten das Jahr 1893, nämlich 35·8, während im Decenniumsmittel dieser Factor sich auf 44% beläuft. Penck kam aus rein theoretischen Erwägungen zu dem Schlusse, dass für vorwiegend undurchlässige Flussgebiete mit Rücksicht auf das höhere Maß der Oberflächenverdunstung gegenüber der Bodenverdunstung der Abflussfactor kleiner sei, als für vorzugsweise permeable.¹ Vergleichen wir nun den Abflussfactor des Murgebietes mit jenem der Flussysteme der Traun und der Enns. Die Traun fließt größtentheils in der Zone der Alpenkalke, wo die oberirdische

¹ a. a. O., S. 478. Dort heißt es aber infolge eines Druckfehlers „größer“ statt kleiner.

Entwässerung auf großen Flächen gänzlich fehlt und das gefallene Wasser sofort vom porösen Boden aufgenommen wird; ihr Abflussfactor ist 53.¹ Enns- und Murgebiet zeigen dagegen den fast ganz gleichen Abflussfactor = 48, bzw. 44, wie sie auch einander ähnlich sind bezüglich der Durchlässigkeit der Gesteine, welche sie zusammensetzen. Beide haben ausgedehnte Kalkregionen und tertiäre Schotterlagen, sie umfassen daneben aber auch ausgebreitete Zonen undurchlässigen Centralalpengesteins; es sind sohin ihre Einzugsgebiete weniger durchlässig als das der Traun und sollten deshalb, wenn Pencks Annahme richtig ist, einen geringeren Abflussfactor aufweisen. Da nun in der That der Abflussfactor der Mur = 44 und der Enns = 48 kleiner ist, als jener der Traun = 53, so geben die Verhältnisse im Murgebiete der These Pencks eine neue Beweiskraft.

Wir wollen nun die Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluss etwas genauer ins Auge fassen. Dazu hilft uns am besten die Construction einer Abflusscurve. Wir erhalten diese auf folgende Weise:² In einem rechtwinkligen Coordinatensysteme sind als Abscissen die Niederschlags-, als Ordinaten die Verdunstungshöhen aufgetragen. Die also fixierten Punkte bilden einen Haufen von ausgesprochen länglicher Gestalt, in welchem man eine mediane Curve zu ziehen vermag, wie dies auch in der Fig. 5, Tafel 2, geschehen ist. Fügt man nun zu den einzelnen Jahrespunkten die entsprechende Temperaturabweichungen, so bemerkt man, dass im allgemeinen die Punkte mit negativer Abweichung über, die anderen unter der Mediancurve liegen. Die Curve verbindet sohin die den einzelnen Niederschlagshöhen bei mittlerer Temperatur entsprechenden Abflussmengen, sie ist die normale Abflusscurve. Denkt man sich diese Linie in der von ihr im allgemeinen befolgten Richtung fortgesetzt, so schneidet sie in dieser Verlängerung die Abscissenaxe in einem Punkte, welcher jener Niederschlagsmenge entspricht, bei der das Gebiet abflusslos zu werden begänne. Dies würde gemäß unserer Construction bereits bei 460 mm jährlicher Niederschlagssumme

¹ Penck, S. 481.

² Müllner, S. 106.

der Fall sein. Dieser Wert gibt ein schönes Mittelglied zwischen den entsprechenden Beträgen der Enns = 630¹ und der Traun = 500¹ einerseits, der Moldau = 380² und der Elbe = 315² andererseits. Penck³ hat den Verlauf der Abflusscurve durch die allgemeine Gleichung

$$a = (n - n_v) \gamma$$

bestimmt, a ist dabei die zu einer beliebigen Niederschlagshöhe n gehörige Abflusshöhe, ferner n_v die Niederschlagshöhe, welche gleich der zugehörigen Verdunstungshöhe ist, bei der also Abflusslosigkeit eintritt, endlich γ eine Constante, die das Verhältnis von Abfluss und Niederschlag ausdrückt. Die Figur 5 gestattet die numerischen Werte für n_v und γ zu bestimmen und die allgemeine Gleichung nimmt nun, indem man alles in mm ausdrückt, die specielle Form an:

$$a = (n - 460) 0.68.$$

Bevor aus dieser Formel weitere Schlussfolgerungen gezogen werden können, muss sie auf ihre Giltigkeit hin geprüft werden; dies geschieht auf folgende Weise: Wenn nämlich a und n für jede beliebige Größe gelten sollen, so müssen sie auch den zehnjährigen Mitteln der Regen-, bezw. Abflusshöhe Genüge leisten. Der mittlere Abfluss a , nach der Formel berechnet ist, $(1301 - 460) 0.68 = 572 \text{ mm}$, die Tabelle XVIII gibt dagegen den Wert für a mit 573 mm : es zeigt sich demnach eine außerordentlich genaue Übereinstimmung und damit eine sehr große Verlässlichkeit der Formel für die Abflusscurve.

Wir bemerkten schon die Mittelstellung, welche das Murgebiet zwischen dem Traun- und Ennslande, beziehungsweise dem Moldau-Elbelande einnimmt, in der Höhe jenes Niederschlages, bei dem Abflusslosigkeit eintritt (n_v). Derselbe Zwischenrang kommt auch unserem Factor $\gamma = 68$ gegenüber den Beträgen im Elbegebiete 0.50^2 und jenen der Enns und Traun = 0.85 zu.⁵ Wenn wir uns dabei gegenwärtig halten, dass unter den drei Werten für γ den größten das nieder-

¹ Müllner, a. a. O. 108.

² Penck, a. a. O., S. 483.

³ Penck, a. a. O. S. 483.

⁴ Penck, a. a. O. 483.

⁵ Müllner, a. a. O., S. 109.

schlagsreichste Gebiet, den kleinsten das trockenste Land aufweist, so werden wir der Vermuthung, die Müllner ausgesprochen hat, dass für größere Niederschlagshöhen die Abflusslinien steiler ansteigen, als für geringere, zustimmen müssen, zumal da wir im Verlaufe unserer Curve mit ihrer gegen außen hin zunehmenden Steilheit einen directen Beweis dafür haben.

Der Einfluss der Temperatur auf die Abflussverhältnisse tritt im Murgebiete deutlicher hervor, als in dem von Müllner bearbeiteten. Denn es hat unsere Abflusscurve die Punkte mit positiver Temperaturabweichung alle unter sich, jene mit negativer Abweichung größtentheils über sich. Es lässt sich somit für das Murgebiet dasselbe aussprechen, was für Böhmen gilt, dass im allgemeinen eine Wärmeerhöhung eine Steigerung der Verdunstung und daher eine Minderung des Abflusses im Gefolge habe.

Die Abflussverhältnisse der Mur in den einzelnen Monaten.

Weil wir die Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluss nicht nur für die Jahreswerte, sondern auch für die einzelnen Monate kennen lernen wollen, so müssen wir zunächst die mittleren Niederschlagshöhen der einzelnen Monate für die gewählte Periode 1888—97 ableiten. Zu diesem Zwecke wurde von den zehn Normalstationen die procentuelle Vertheilung des Niederschlages auf die einzelnen Monate des Jahres berechnet. Aus den erhaltenen Procentzahlen wurden sodann Mittel für das ganze Murgebiet berechnet. Die Ergebnisse dieser Rechnung enthält Tabelle V.

Zum Vergleiche mit den von uns erhaltenen Mittelwerten führen wir in Tabelle XX die einschlägigen Werte von mehreren Stationen im Bereiche der Mur, nach Hann, sowie jene von Müllner aus dem Traun- und Ennsgebiete in einer Zusammenstellung vor. Zwischen dem Mittelwerte der von Hann gewählten Beobachtungsorte Lambrecht, Tamsweg und Graz, den Werten Müllners und der eigenen Berechnung ergeben sich als wichtigste Unterschiede: Der Juli ist nach unseren Zahlen bedeutend regenreicher und hat das höchste Monatsmittel, während nach Hann und Müllner dieser letztere Vorzug dem August

zukommt. Dafür sind wieder die Monatsmittel für November und December von uns bedeutend kleiner berechnet, als von den genannten Autoren. Diese Ungleichheit im Gange dürfte dem Umstande zuzuschreiben sein, dass den drei Berechnungen verschiedene Perioden zugrunde gelegt sind. In der Voraussetzung, dass durch diese Mittel aus den Procentzahlen der einzelnen Monate in den Normalstationen auch die jährliche Vertheilung des Niederschlages innerhalb eines Jahres für das ganze Murgebiet bestimmt werde, erhält man die auf das ganze Einzugsland innerhalb eines Monates im zehnjährigen Durchschnitte niederfallende Menge meteorischen Wassers, indem man das Decennialmittel des ganzen Gebietes, gefunden mit 1301 *mm*, der Reihe nach mit der jedem Monate zukommenden Procentzahl multipliciert; die so erhaltenen Zahlen, die ebenfalls in Tab. V verzeichnet sind, finden eine weitere Verwendung bei einer anderen Zusammenstellung, nämlich der über den Niederschlag und Abfluss in den einzelnen Monaten (Tab. XXI). Allerdings dürfen diese in Tab. V mitgetheilten mittleren Monatssummen für die Niederschlagshöhen nicht unmittelbar mit den der Tab. XVI entlehnten Abflusshöhen verglichen werden, da das in einem Monate gefallene Wasser nicht auch im selben Monate abfließt, sondern erst nach einer gewissen Zeit zur Messtelle Obergralla gelangt.

Diese Verzögerung, welcher das unmittelbar zu den Flüssen gelangende Regenwasser infolge der Länge des Weges bis zur Messtelle unterworfen ist, lässt sich nur schwer ermitteln. Sie hängt ganz ab von der Entfernung des hauptsächlichsten Niederschlagsgebietes und der Geschwindigkeit der Wasserbewegung in der Mur selbst. Ein starker Regenguss im Lungau wird naturgemäß viel später ein Anschwellen der Wassermasse im Unterlaufe der Mur hervorrufen, als etwa ein solcher unterhalb Graz oder im Kainachgebiete. Da nun weiter die Stromgeschwindigkeit mit der Höhe des Wasserstandes zunimmt, so wird eine größere Niederschlagsmenge viel schneller stromabwärts sich bewegen, wenn bereits vorher ein höherer Wasserstand besteht. Aus diesen Betrachtungen geht hervor, dass für die Verzögerung des unmittelbaren Abflusses nur ein ganz allgemeiner Mittelwert gefunden werden kann. Der zehnjährige Mittelwert beträgt 10 Tage.

jährige Mittelwasserstand zu Gösting ist 37 *cm* (Tab. XI); für Wasserstände bis 4·5 über Niederwasser wurde die Geschwindigkeit mit 0·9 oder rund 1 *m* pro Secunde ermittelt.¹ Nehmen wir nun an, dass dies die Durchschnittsgeschwindigkeit des Flusses auf seiner ganzen Laufstrecke vom Ursprunge bis Obergralla angibt, so folgt aus der Gleichung

$w = vt$ (Der Weg ist gleich dem Producte aus Geschwindigkeit und Zeit)

$$t = \frac{w}{v}$$

Die Weglänge bis Gralla setzt sich zusammen aus der Strecke Mur-Ursprung—Radetzkybrücke in Graz gleich 268·8 *km*² und dem Flusslaufe von der genannten Brücke bis Obergralla = 30 *km*; also im ganzen 298·8 *km* oder rund 300 *km*. Die Zeit, die das Flusswasser braucht, um diesen Weg zurückzulegen, erhält man durch Division von 300.000 durch 1, gleich 300.000 Sec. oder 3·4 Tage. Wir können bei dieser Zahl die Decimale umsomehr vernachlässigen, als die Berechnung nur für den extremen Fall eines Regenmaximums im Quellgebiete angestellt wurde.

Die Verspätung zwischen dem Regenfalle und seinem Abflusse wurde im Mittellaufe auf drei Tage oder $\frac{1}{10}$ Monat veranschlagt. Penck³ findet allerdings für die Elbe sechs Tage Verzögerung; wenn wir nur die Hälfte der Zeit beanspruchen, so dürfte dies im Hinblick auf das im Vergleiche zur Elbe viel kleinere Einzugsgebiet der Mur einerseits und ihr größeres Gefälle andererseits gerechtfertigt erscheinen. Es wurde daher von der Niederschlagssumme eines Monats $\frac{1}{10}$ abgezogen und dafür $\frac{1}{10}$ von der des vorhergehenden Monats hinzugenommen. Die so erhaltenen Niederschlagshöhen sind in Tab. XXI mit den Abflusshöhen zusammengestellt, außerdem werden daselbst ihre Differenzen, sowie ihr Verhältnis entsprechend dem Abflussfactor mitgetheilt. Die Differenz zwischen Niederschlag und Abfluss, die sonst der Verdunstungshöhe entspricht, hat einen sehr auffälligen Gang. Ihr Maximum erreicht sie zwar im Juli,

¹ Hohenburger, a. a. O., S. 18.

² Hohenburger, a. a. O., S. 8.

³ Penck, a. a. O., S. 60.

aber ihr Minimum fällt nicht in den Februar, wie man erwarten sollte, sondern in den Mai. Dementsprechend erreicht auch der Abflussfactor im Mai sein Maximum, während sein Minimum in den Juli fällt. Die Differenz zwischen Niederschlag und Abfluss ist in der That kein Äquivalent der bisher berechneten Verdunstungshöhen.¹ Es kommen ja auch in den einzelnen Monaten des Jahres nicht bloß die jeweils gefallenen Niederschlagsmengen gemindert um die Verdunstung zum Abflusse, sondern im Frühjahre auch die Wasser der Schneeschmelze, d. h. es findet eine Speisung des Flusses durch den Niederschlag früherer Monate, der aufgespeichert war, statt. Der Betrag dieser Speisung lässt sich nach Penck (S. 489) ermitteln durch einen Vergleich der Differenz zwischen Niederschlag und Abfluss der einzelnen Monate mit dem Betrage der beobachteten Verdunstung in demselben. Solche Verdunstungsbeobachtungen werden in den Ostalpen regelmäßig in Kremsmünster angestellt. Da Penck gezeigt hat (S. 489), dass zwar nicht die absoluten, so doch die relativen Zahlen für die Verdunstung über große Strecken hin annähernd gleich bleiben, wurden die betreffenden Werte, deren Mittheilung ich der Freundlichkeit des Herrn Directors der Sternwarte, P. Franz Schwab, verdanke, für diese Arbeit herangezogen; sie setzen die Tabelle XIX zusammen. Man erhält nämlich analog dem Verfahren zur Bestimmung der mittleren monatlichen Niederschlagshöhen die monatlichen Verdunstungshöhen durch die Multiplication dieser Procentzahlen mit der in Tabelle XVIII enthaltenen jährlichen Verdunstungshöhe (= 73.8 cm). Zieht man die derartig erhaltenen Verdunstungshöhen von dem in Tabelle XXI berechneten Unterschiede Niederschlag-Abfluss ab, so erhält man theils positive Werte, die einer Aufspeicherung, theils negative Werte, die einer Speisung entsprechen. Aus der Tabelle XXI geht hervor, dass im Murgebiete die Monate März bis Juni die Zeit der Speisung, der Rest des Jahres aber die Periode der Aufspeicherung darstellt. Am meisten wird im Juli aufgespeichert, während im Mai der Abfluss am stärksten von den Überschüssen voran-

¹ Penck, a. a. O., S. 88.

gegangener Tage genährt wird. Das Verhältnis zwischen Aufspeicherung und Speisung ist bei benachbarten Fluss-Systemen ein sehr ähnliches. Im Ennsgebiete sind die Monate der Speisung dieselben wie im Murlande, nur schließt sich ihnen dort noch der September mit einem kleinen Betrage an. Auch das Traungebiet hat das Maximum der Speisung im April und Mai.

Dieser jährliche Gang der Speisung und Aufspeicherung entspricht auch den Wasserstandsverhältnissen. Im Murgebiete haben wir den normalen Hochwasserstand im Mai, also zur Zeit der größten Speisung als Folge der Schneeschmelze im Gebirge. Diesem Maximum des Wasserstandes bei der Mur entspricht kein secundärer Hochstand, wie ein solcher sich bei Traun und Enns im September bemerkbar macht; es fehlt daher auch der dort feststellbare Betrag an Speisung im genannten Monate. Es gewähren die in Tab. XXII enthaltenen Daten über Aufspeicherung und Speisung einen Einblick in den Gang der Erscheinungen und einen Normalwert für deren Größe. Mindestens 23% des bei Obergralla abfließenden Wassers ist längere Zeit, sei es als Schnee, sei es als Grundwasser aufgespeichert gewesen. Wir können somit sagen: Von den im Murlande fallenden Niederschlagsmengen sind im ganzen 44% zum Abflusse gelangt, davon direct nur 26%, während 18% als Schnee oder Grundwasser eine Zeit lang aufgespeichert war; volle 56% fallen der Verdunstung anheim.

Denkt man sich den Einfluss der Aufspeicherung gänzlich ausgemerzt und alles Wasser, soweit es nicht verdunstet, abfließend, so erhält man (nach Penck, S. 492) den idealen Abfluss. Er ist für die Mur in Tabelle XXIII berechnet und im idealen Abflussfactor mit dem Niederschlage verglichen. Eine Gegenüberstellung unserer Tabelle XXIII mit der Tabelle XXII von Penck bringt uns auf eine interessante Verschiedenheit unseres alpenländischen und des böhmischen Einzugsgebietes. Während in letzterem die Moldau ohne Speisung bereits im April, die Moldau und Elbe bereits im Mai vollständig abflusslos wären und somit zu Fiumaren herabsänken, da sie einen Abflussfactor von 0 oder unter 0 aufweisen, würde die Mur diesem kritischen Stadium entgehen, weil sie auch im Mai noch immer 26% der Regenmenge zum Abflusse brächte.

Schluss.

Geben wir als Abschluss der vorliegenden Untersuchung eine kurze Übersicht über deren Ergebnisse. Die erste Frage, die uns beschäftigte, war die nach der durchschnittlichen Jahresmenge des Niederschlages im Murgebiete bis Obergralla. Dieselbe wurde zu 1301 *mm* für die gemäßigt feuchte Periode 1888—97 gefunden. Dieser Wert wurde hergeleitet nach dem Beispiele Pencks mit Hilfe einer Isohyetenkarte, deren Construction auf den Beobachtungen von 10 Normalstationen und 86 anderen Orten beruht, deren Daten erst für den zu untersuchenden Zeitraum mittels der Hannschen Formel reducirt werden mussten.

Indem wir uns die Frage vorlegten: „Wie vertheilt sich diese 1301 *mm* hohe Niederschlagsmenge auf Abfluss und Verdunstung?“ bestrebten wir uns zunächst, einen zahlenmäßigen Ausdruck für die Wasserabfuhr durch den Murfluss zu finden. Zu diesem Zwecke wurden zuerst die monatlichen Wasserstandsmittel für die Messtelle bei Obergralla durch umfangreiche Reduction und Interpolation berechnet und die ihnen entsprechenden Wassermengen graphisch durch die Wassermengencurve ausgewertet. Da die so erhaltenen Monatsmittel nur die secundliche Wasserführung anzeigten, so mussten sie mit der Secundenanzahl der Monate multiplicirt werden, um jene Menge des Murwassers zu finden, die durchschnittlich in jedem Monate das Querprofil bei Obergralla durchfloss. Diese Mengen auf die gesammte Einzugsfläche vertheilt, ergaben die monatlichen und im weiteren Verlaufe der Rechnung die mittleren Abflusshöhen der Mur in den einzelnen Jahren und auch jene für das ganze Jahrzehent. Der letztgenannte Wert stellt sich auf 573 *mm*.

Dadurch, dass wir, wie Penck lehrt, die ganze Wassermenge, die nicht abfließt, als der Verdunstung anheimgefallen betrachten, erhalten wir die Verdunstungshöhe im zehnjährigen Mittel mit 728 *mm*. Die drei hier zusammengestellten Decennialmittel für die Niederschlags-, Abfluss- und Verdunstungshöhe können infolge der großen Fehlerquellen nicht den Wert absoluter mathematischer Größen beanspruchen. Um sie von den ihnen anhaftenden Ungenauigkeiten möglichst zu

befreien, genügt es, sie nicht als absolute Zahlen zu betrachten, sondern sie miteinander in eine Beziehung zu bringen. Dies geschieht am zweckmäßigsten durch die Bildung der Abfluss- und Verdunstungsfactoren. Diese lehren uns: Von den Wassermengen, welche in den Jahren 1888 bis 1897 durchschnittlich im Einzugslande des Murflusses zum Niederschlage gebracht wurden, verließen nicht ganz die Hälfte, nämlich 44% das Land im Bette des Murflusses bei Obergralla, während 56% durch die Verdunstung dem Boden wieder entzogen wurden.

Dieses Verhältnis zwischen den drei Größen Niederschlag, Abfluss und Verdunstung bezieht sich aber nur auf die Jahresmittel; in den einzelnen Monaten treten wesentliche Verschiebungen ein. Denn wenn auch in den Monaten Februar, dann im geringeren Ausmaße im December und Jänner, wo es am wenigsten Niederschlag gibt, auch der Abfluss die kleinste Höhe aufweist, so decken sich doch die Maxima des Niederschlages und des Abflusses zeitlich durchaus nicht. Denn während das Einzugsgebiet der Mur im Juli am reichsten benetzt wird, bringt der Fluss selbst im Mai am meisten Wasser zur Abfuhr und zeigt dadurch, dass auch für ihn neben der Menge des unmittelbar niederfallenden Regens der Betrag der Speisung durch Grundwasser und Schneeschmelze von maßgebendem Einflusse ist. Wir sahen, dass von den 44% der Niederschlagsmenge, die im Murbette abfließen, direct nur 26% zum Abflusse gebracht wurden, während 18% als Schnee- oder Grundwasser eine Zeit lang aufgespeichert waren.

Noch auf einem anderen Wege, als durch Procentrechnung wurden die Beziehungen zwischen Abfluss und Niederschlag ermittelt, nämlich durch die Construction der Abflusscurve, deren Verlauf durch die Gleichung

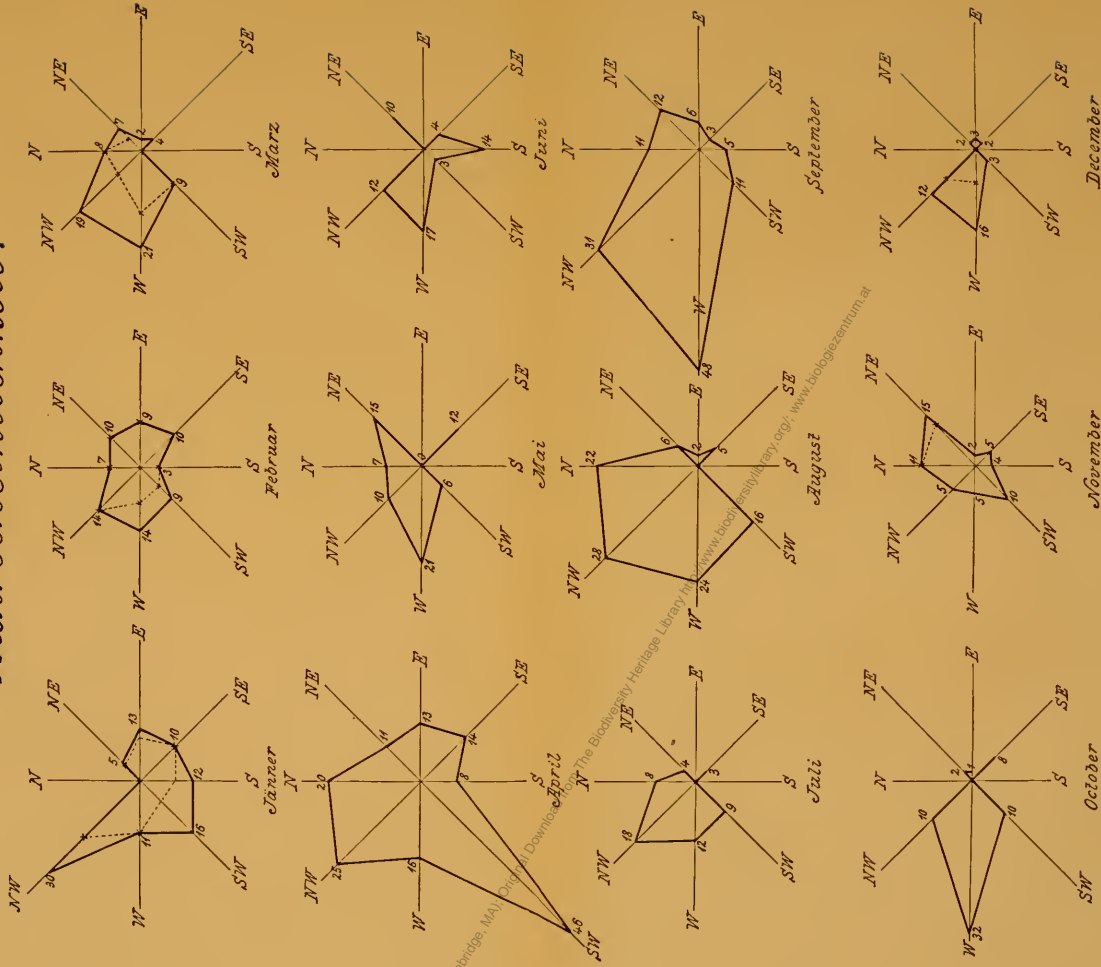
$$a = (n - 460) 0.68$$

gegeben ist. Die Zahl 460 = n_v , in Millimeter genommen, verräth uns, dass, wenn der Niederschlag in dem der Untersuchung zugrunde gelegten Gebiete auf ungefähr $\frac{1}{4}$ seines gegenwärtigen Durchschnittsbetrages herabginge, das Land vollkommen abflusslos wäre, da alles Niederschlagswasser sofort wieder verdunsten würde.

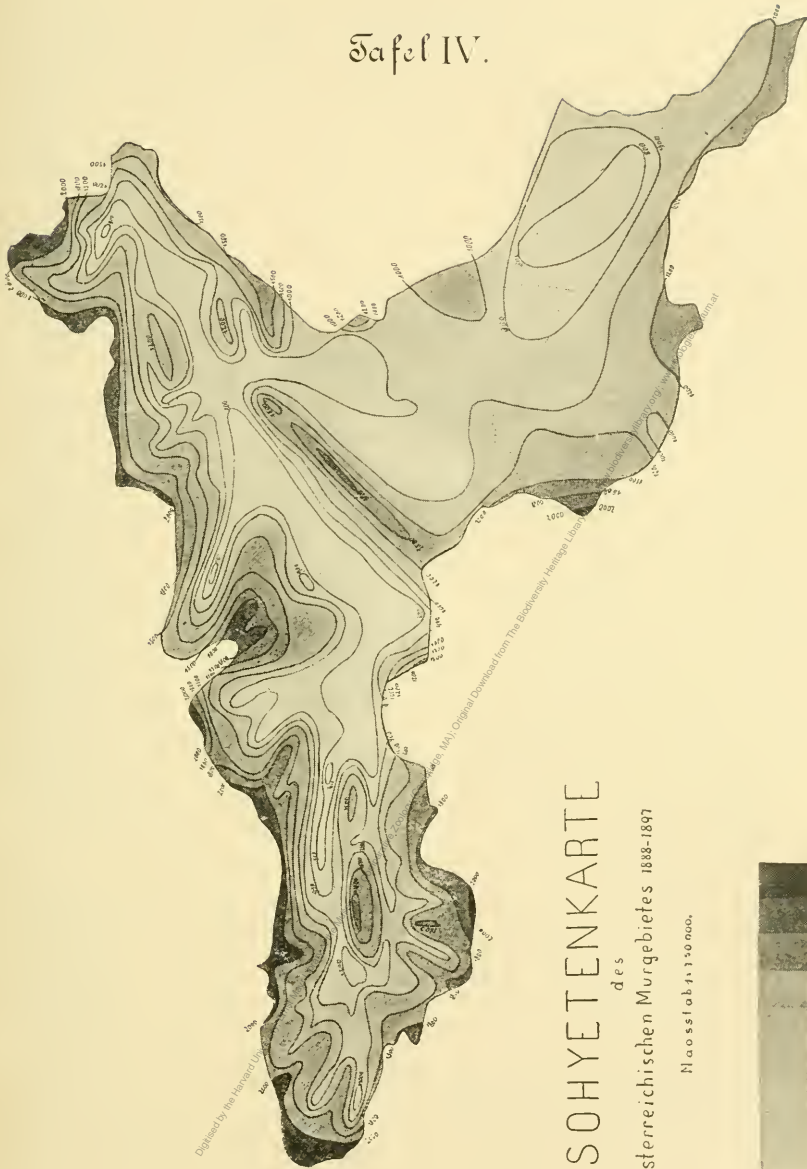
Wir wissen jetzt nicht nur, wie sich im Murgebiete Abfluss und Verdunstung in den Verbrauch des Niederschlagswassers theilen, sondern kennen auch für dieses Land den Grenzwert der Niederschlagshöhe, unter dem die Verdunstung alles absorbiert, ohne einen Abfluss zuzulassen. Diese Beziehungen zwischen Niederschlag, Abfluss und Verdunstung für ein in dieser Richtung noch nicht näher erforschtes Gebiet aufzufinden, war die Absicht, die bei der Abfassung dieser Untersuchung vorschwebte, und sie scheint durch deren Ergebnisse in befriedigender Weise erreicht zu sein. Das Bild vom Wasserhaushalte im Murgebiete, welches auf diese Weise erhalten wurde, gewinnt vielleicht noch an Klarheit durch eine tabellarische Übersicht der Endergebnisse dieser Arbeit, verglichen mit denen von Penck und Müllner.

	Höhe des Niederschl.	Höhe des Abflusses	Höhe der Verdunst.	Abfluss-factor	Verdunst.-Factor	Betr. d. Speisung	Höhe des Niederschl. b. d. Abflusslosigkeit
Mur	1301	573	728	44	56	18	460
Traun	1570	830	740	53	47	9	500
Enns	1450	690	760	48	52	10	630
Elbe	692	192	500	28	72	11	315
Mur (Hochensburger)	917	—	—	67.2	—	—	—

Windrosen der Niederschlags- Wahrscheinlichkeit.

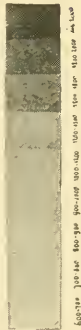


Tafel IV.



ISOHYETENKARTE
des
österreichischen Murgebietes 1888-1897

Maassstab 1:150 000.



Downloaded by the University of

Digitized by Google

Original Downloaded from The

University of

Michigan

Library

Digitized by Google

Original Downloaded from The

University of

Michigan

Library

Digitized by Google

Original Downloaded from The

University of

Michigan

Library

Digitized by Google

Original Downloaded from The

University of

Tabelle I. Verzeichnis der benützten Ombrometerstationen.

Nr.	Name der Station	Ordnung	Nieder- schlags- gebiet	See- höhe	Geographischer		Beobachtungs-	
					Länge- Grad	Breite- Grad	Zeit	Dauer in Mo- naten
1	Muhr	IV	Mur	1107	13°30	47° 6	1897, 1896 (4., 5., 7. — 12.), 1895 (7. — 10.)	24
2	Zederhaus . .	IV	„	1215	13°31	47° 9	1897, 1896 (7. — 12.)	18
3	St. Michael im Lungau . . .	III	„	1040	13°40	47° 6	1897, 1896, 1895 (7. — 12.)	30
4	Weißbriach . .	IV	„	1120	13°43	47° 11	1897, 1896, 1895 (7. — 12.)	30
5	Göriach . . .	IV	„	1210	13°47	47° 10	1897, 1896 (2. — 12.), 1895 (7. — 10.)	29
6	Tamsweg . . .	IV	„	1021	13°49	47° 8	1897, 1896, 1895, 1894, 1893, 1892, 1891, 1890 (1., 4. — 12.), 1889, 1888	118
7	Ramingstein .	III	„	1100	13°51	47° 5	1897 (1., 2., 8. — 10., 12.), 1896, 1895 (7 — 11.)	23
8	Turrach . . .	III	„	1260	13°53	46° 58	1897, 1896, 1895 (7. — 12.)	30
9	Predlitz . . .	IV	„	970	13°55	47° 4	1897, 1896, 1895 (7. — 12.)	30
10	Murau	IV	„	825	14° 10	47° 7	1897, 1896 (3. — 12.), 1895 (7. — 9.)	25
11	Krakaudorf . .	IV	„	1172	14° 1	47° 11	1897, 1896 (1. — 4., 6. — 12.) 1895 (7. — 10., 12.)	28
12	Seethal	IV	„	1210	13°57	47° 9	1897, 1896, 1895 (7. — 12.)	30
13	Ranten	IV	„	930	14° 5	47° 10	1897, 1896 (1. — 9., 12.), 1895 (10. — 12.)	23
14	St. Peter . . .	IV	„	815	14° 11	47° 11	1897, 1896, 1895 (7. — 11.)	29
15	Frojach	IV	„	750	14° 19	47° 8	1897, 1896, 1895 (7. — 12.)	30
16	St. Lambrecht .	III	„	1072	14° 18	47° 4	1897 (1., 3. — 5., 8. — 12.), 1896 (3. — 12.), 1895 (8. — 12.), 1891 (1. — 7.), 1890, 1889, 1888	65
17	Oberwölz . . .	III	„	850	14° 17	47° 12	1897, 1896, 1895 (8. — 12.)	29
18	Perchau	IV	„	1005	14° 28	47° 7	1897, 1896, 1895 (8. — 11.)	28
19	Unzmarkt . . .	IV	„	750	14° 27	47° 12	1897, 1896 (6., 7., 9. — 12.)	18
20	Judenburg . . .	II	„	734	14° 40	47° 10	vollständig von 1897 — 1888	120
21	St. Johann am Tauern	III	Pöls	1053	14° 28	47° 21	1897, 1896, 1895 (7. — 12.)	30
22	Pusterwald . .	IV	„	1072	14° 23	47° 19	1897, 1896, 1895 (7. — 12.)	30
23	St. Oswald in Obersteierm. .	IV	„	991	14° 31	47° 17	1897, 1896, 1895 (7. — 12.)	30

Tabelle I. (Fortsetzung.)

Nr.	Name der Station	Ordnung	Niederschlagsgebiet	Seehöhe	Geographischer		Beobachtungs-	
					Länge-Grad	Breite-Grad	Zeit	Dauer in Monaten
24	Sillweg	IV	Pöls	760	14° 42	47° 13	1891 (1.—8.), 1890, 1889, 1888	44
25	Fohnsdorf . .	IV	„	744	14° 41	47° 12	1897, 1896 (1., 3.—10., 12.), 1895, 1894, 1893, 1892, 1891 (9.—11.)	73
26	St. Wolfgang .	IV	Mur	1273	14° 38	47° 6	1897 (1.—4., 7.—9., 11.), 1896, 1895 (11., 12.)	22
27	Obdach	III	„	874	0° 42	0 4	1897, 1896, 1895 (7.—12.)	30
28	St. Georgen . .	IV	„	1036	0° 44	0 5	1897, 1896, 1895 (7.—12.)	30
29	Klein-Lobming	IV	„	762	0° 51	0 9	1897 (1., 3.—9., 11., 12.), 1896, 1895 (7.—12.)	23
30	Gaal	IV	„	891	0° 40	0° 16	1897, 1896, 1895 (7.—12.)	30
31	Schönberg . .	IV	„	759	0° 46	0° 14	1897, 1896, 1895 (12.)	25
32	Sekkau	II	„	842	0° 47	0° 17	1897, 1896, 1895, 1894, 1893, 1892, 1891, 1890 (7.—12.)	90
33	Kraubath . . .	III	„	588	0° 56	0° 18	vollständig von 1888—1897	120
34	Wald	III	Liesing	849	0° 40	0° 27	1897, 1896	24
35	Kallwang . . .	IV	„	735	0° 45	0° 26	1894 (2., 3.), 1893, 1891 (1.—6., 9.—12.), 1890, 1889, 1888 (4.—12.)	57
36	Scharsdorf . .	IV	„	774	0° 58	0° 25	1897, 1896, 1895 (8.—12.)	29
37	Hochalpe . . .	IV	Mur	1178	15° 11	0° 18	1897, 1896, 1895 (8.—12.)	29
38	Vordernberg .	IV	Vordernbergbach	819	15° 0	0° 30	1897, 1896, 1895 (7.—12.)	30
39	Leoben	II	Mur	532	15° 6	0° 23	vollständig von 1888—1897	120
40	Bruck	II	„	487	0° 16	0° 25	„	120
41	Lahnsattel . .	III	Stille Mürz	935	0° 30	0° 47	„	120
42	Frein	IV	„	865	0° 29	0° 45	1897, 1896, 1895 (7.—12.)	30
43	Altenberg . . .	IV	„	790	0° 39	0° 41	1894 (1.—4.), 1893, 1892, 1891, 1890, 1889, 1888	76
44	Mürzsteg . . .	IV	„	783	0° 30	0° 41	1897, 1896, 1895, 1894, 1893, 1892	72
45	Kapellen . . .	IV	„	704	0° 38	47° 39	1897, 1896, 1895 (7.—12.)	30
46	Spital am Semmering . . .	IV	Mürz	769	0° 45	0° 37	1897, 1896, 1895 (7.—11.)	29
47	Mürzzuschlag .	IV	„	672	0° 40	0° 26	1897, 1896, 1895, 1894, 1893, 1892	72
48	Veitsch	III	„	664	0° 30	0° 35	1897, 1896, 1895 (9.—12.)	23

Tabelle I. (Fortsetzung.)

Nr.	Name der Station	Ordnung	Nieder- schlags- gebiet	See- höhe	Geographischer		Beobachtungs-	
					Länge- Grad	Breite- Grad	Zeit	Dauer in Mo- naten
49	Kindberg . . .	IV	Mürz	555	15 ⁰ 27	47 ⁰ 30	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
50	Stanz	III	„	668	⁰ 30	⁰ 28	1897, 1896(6.—8., 10. bis 12.), 1895(10., 11.)	20
51	Turnau	IV	„	784	⁰ 20	⁰ 34	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
52	Aflenz	III	„	765	⁰ 17	⁰ 33	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
53	Bodenbauer . .	IV	„	877	⁰ 7	⁰ 35	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
54	Thörl	IV	„	640	⁰ 13	⁰ 31	1897, 1896, 1895, 1894 (11.)	37
55	Tragöß-Oberort	IV	„	780	⁰ 5	⁰ 32	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
56	St. Kathrein an der Lamming	III	„	653	⁰ 10	⁰ 28	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
57	Pernegg	IV	Mur	474	⁰ 21	⁰ 23	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
58	Frohleiten . .	IV	„	434	⁰ 20	⁰ 16	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
59	Neuhof	IV	„	688	⁰ 10	⁰ 14	1897, 1896, 1895(7.—12.) 1892, 1891, 1890, 1889, 1888	96
60	Waldstein . .	III	„	504	⁰ 16	⁰ 13	1897, 1896, 1895(1.—9., 12.), 1894, 1893, 1892, 1891, 1890, 1889, 1888	118
61	Semriach . . .	IV	„	707	⁰ 24	⁰ 13	1897, 1896(1.—5., 7., 8., 11., 12.), 1895(7.—12.)	27
62	Reun	IV	„	555	⁰ 17	⁰ 8	1897, 1896(1., 3., 5.—12.), 1895(7.—12.)	28
63	Niederschöckel	III	„	494	⁰ 30	⁰ 9	1897, 1896, 1895(7.—12.), 1893(1.—4.), 1892, 1891	58
64	Graz (Universi- tät)	I	„	365	⁰ 27	⁰ 4	1897, 1896, 1895(7.—12.), 1894, 1893, 1892(1.—6., 10.—12.), 1891, 1890 (7., 12.)	81
65	Hausmann- stätten . . .	IV	„	340	⁰ 31	46 ⁰ 59	1897(1.—5., 7.—9., 11., 12.), 1896, 1895(7.—12.)	28
66	Kainach . . .	IV	Kainach	542	15 ⁰ 6	47 ⁰ 9	1897, 1896, 1895(7.—9., 11., 12.)	29
67	Salla	III	„	865	14 ⁰ 58	⁰ 7	1897, 1896(5.—10.), 1895 (7.—11.)	23
68	Voitsberg . . .	IV	„	394	15 ⁰ 9	47 ⁰ 3	vollständig von 1888—1897	120
69	Hirschegg . .	IV	Teirit- sch- lach	896	14 ⁰ 58	47 ⁰ 1	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
70	Modriach . . .	IV	„	1003	15 ⁰ 4	46 ⁰ 58	1897, 1896, 1895(7.—11.)	29
71	Lankowitz . .	IV	„	525	15 ⁰ 4	47 ⁰ 4	1897, 1896(1.—9., 12.), 1895, 1894, 1893(1.—4., 6.—12.), 1892, 1891 (1.—5., 7., 8.)	76

Tabelle I. (Fortsetzung.)

Nr.	Name der Station	Ordnung	Nieder- schlags- gebiet	See- höhe	Geographischer		Beobachtungs-	
					Länge- Grad	Breite- Grad	Zeit	Dauer in Mo- naten
72	Ligist	IV	Kainach	392	15 ⁰ 12	47 ⁰ —	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
73	Geistthal . . .	IV	"	575	0 10	— ⁰ 10	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
74	St. Oswald . . .	IV	"	555	0 17	0 5	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
75	Hitzendorf . . .	IV	"	382	0 18	0 2	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
76	Pöls	IV	Mur	359	0 25	46 ⁰ 54	1890 (1.—3.), 1889 (1.—11.), 1888	26
77	Glashütten . . .	III	Schwarze Sulm	1275	0 4	0 49	1897, 1896 (10.—12.)	15
78	Gleinstätten . .	IV	Sulm	304	0 22	0 45	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
79	Eibiswald . . .	III	"	362	0 15	0 41	1897, 1896(5.—12.), 1895 (7.—12)	24
80	Kopreinig . . .	IV	"	396	0 19	0 43	1897, 1895 (8.—11.)	16
81	Maltschach . . .	III	"	320	0 25	0 40	1897, 1896, 1895	36
82	Oberhaag	IV	"	385	0 20	0 41	1889, 1888	24
83	Kitzeck	III	"	564	0 27	0 47	1897, 1896 (1., 3.—9. 12.), 1895 (9.—12.)	25
84	St. Nikolai im Sausal	IV	"	344	0 27	0 49	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
85	Deutsch-Lands- berg	III	Lassnitz	372	0 13	0 49	1897, 1896, 1895 (1.—3., 10.—12.), 1894, 1893 (11., 12.)	44
86	Stainz	IV	"	377	0 16	0 54	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
87	Leibnitz	IV	Sulm	275	0 33	0 47	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
88	Kirchbach . . .	IV	Schwarzau	346	0 40	0 51	1897, 1896 (4.—10., 12.), 1895 (7.—12.)	26
89	Wolfsberg . . .	IV	"	303	0 40	0 51	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
90	Weixelbaum . .	III	Mur	224	0 52	0 44	1897, 1896, 1895(8.—12.) 1894 (6.—11.)	35
91	Gleichenberg . .	II	"	317	0 55	0 53	vollständig von 1888—1897	120
92	Straden	IV	"	373	0 52	0 48	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
93	Radkersburg . .	II	"	206	0 59	0 41	vollständig von 1888—1897	120
94	Klöch	III	"	290	0 58	0 46	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
95	Luttenberg . . .	III	"	184	16 ⁰ 12	0 31	1897, 1896, 1895(7.—12.)	30
96	Zween	IV	"	175	0 13	0 33	1897, 1896 (6.—12.)	19

Tabelle II. Gruppierung der Niederschlags-Stationen nach ihrer Seehöhe.

	Seehöhe m		Seehöhe m		Seehöhe m
100—199 m					
Zween	175	St. Oswald . . .	555	Ober-Wölz . . .	850
Luttenberg . . .	184	Reun	555	Frein	865
Gesamtzahl . . .	2	Kainach	542	Salla	865
200—299 m					
Rackersburg . .	206	Kitzek	564	Obdach	874
Weixelbaum . .	224	Geistthal	575	Bodenbauer . . .	877
Leibnitz	275	Kraubath	588	Gaal	891
Klösch	290	Gesamtzahl . . .	10	Hirschegg	896
Gesamtzahl . . .	4	600—699 m		Gesamtzahl . . .	12
300—399 m					
Wolfsberg	303	Thörl	640	900—999 m	
Gleinstätten . .	304	Kathrein	653	Rauten	930
Gleichenberg . .	317	Voitsch	664	Lahnsattel	935
Maltschach . . .	320	Stanz	668	Predlitz	970
Hausmannstätten	340	Mürzzuschlag . .	672	St. Oswald	991
St. Nikolai i. S.	344	Neuhof	688	Gesamtzahl	4
Kirchbach	346	Gesamtzahl . . .	6	1000—1099 m	
Eibiswald	362	700—799 m		Modriach	1003
Graz	365	Kapellen	704	Perehau	1005
Pöls	359	Seinriach	707	Tamsweg	1021
Straden	373	Kallwang	735	St. Georgen	1036
Stainz	377	Judenburg	734	St. Michael	1040
D.-Landsberg . .	372	Föhnsdorf	744	St. Johann	1053
Hitzenorf	382	Projach	750	St. Lambrecht . . .	1072
Oberhaag	385	Schönberg	759	Pusterwald	1072
Ligist	392	Unzmarkt	750	Gesamtzahl	8
Voitsberg	394	Sillweg	760	1100—1199 m	
Kopreinig	396	Klein-Lobming . .	762	Ramingstein	1100
Gesamtzahl . . .	18	Afenz	765	Muhr	1107
400—499 m					
Frohnleiten . . .	434	Spital a. S. . . .	769	Weißbriach	1120
Pernegg	474	Seharsdorf	774	Krakaudorf	1172
Bruck	487	Tragöss	780	Hochalpen	1178
Niederschöckel	494	Mürzsteg	783	Gesamtzahl	5
Gesamtzahl . . .	4	Turnau	784	1200—1299 m	
500—599 m					
Waldstein	504	Altenberg	790	Göriach	1210
Lankowitz	525	Gesamtzahl . . .	17	Seethal	1210
Leoben	532	800—899 m		Zederhaus	1215
Kindberg	555	St. Peter	815	Turrach	1260
		Vordernberg . . .	819	St. Wolfgang	1273
		Murau	825	Glashütten	1275
		Sekkau	842	Gesamtzahl	
		Wald	849	(1200—1299) =	6

Tabelle III. Zehnjähriges Niederschlagsmittel aller Stationen

der interpolierten, wie der normalen (letztere mit * bezeichnet). Die Corrections-Station und die Corrections-Jahre stehen unter dem Stationsnamen in kleiner Schrift.

Zahl	Stationsname	Mittel 1888—97	Zahl	Stationsname	Mittel 1888—97
1	Muhr Tamsweg 1897	995	25	Fohnsdorf Judenburg 1892—95	1184
2	Zederhaus Tamsweg 1897	660	26	St. Wolfgang Judenburg 1896	815
3	St. Michael Tamsweg 1896—97	1038	27	Obdach Judenburg 1896—97	756
4	Weißbriach Tamsweg 1896—97	1060	28	St. Georgen Judenburg 1896—97	874
5	Görriach Tamsweg 1896—97	900	29	Klein-Lobming Kraubath 1896—97	1076
6*	Tamsweg	858*	30	Gaal Kraubath 1896—97	1053
7	Ramingstein Tamsweg 1896	944	31	Schönberg Judenburg 1896—97	890
8	Turrach Tamsweg 1896—97	1167	32	Seckau Kraubath 1896—97	852
9	Predlitz Tamsweg 1896—97	1012	33*	Kraubath	747*
10	Murau Judenburg 1896—97	916	34	Wald Leoben 1896—97	1208
11	Krakaudorf Judenburg 1897	714	35	Kallwang Leoben 1889—1890, 1893	626
12	Seethal Judenburg 1896—97	924	36	Scharsdorf Leoben 1896—97	959
13	Ranten Judenburg 1897	689	37	Hochalpe Leoben 1896—97	1321
14	St. Peter Judenburg 1896—97	714	38	Vorderberg Leoben 1896—97	1404
15	Frojach Judenburg 1896—97	790	39*	Leoben	755*
16	St. Lambrecht Judenburg 1896, 1888—90	1025	40*	Bruck a. M.	834*
17	Oberwölz Judenburg 1896—97	689	41*	Lahnsattel	1619*
18	Perchau Judenburg 1896—97	848	42	Frein Lahnsattel 1896—97	1279
19	Unzmarkt Judenburg 1897	773	43	Altenberg Lahnsattel 1888—93	1039
20*	Judenburg	840*	44	Mürzsteg Lahnsattel 1892, 1894—97	1036
21	St. Johann a. T. Judenburg 1896—97	815	45	Kapellen Lahnsattel 1896—97	712
22	Pustferwald Judenburg 1896—97	865	46	Spital a. Sem. Bruck a. M. 1896—97	967
23	St. Oswald Judenburg 1896—97	815	47	Mürzzuschlag Bruck a. M. 1892—97	826
24	Sillweg Judenburg 1896—97	1100	48	Veitsch Bruck a. M. 1896—97	959

Tabelle III. (Fortsetzung.)

Zahl	Stationsname	Mittel 1888—97	Zahl	Stationsname	Mittel 1888—97
49	Kindberg Bruck a. M. 1896—97	829	73	Geistthal Voitsberg 1896—97	916
50	Stanz ¹⁾ Bruck a. M. 1897	834	74	St. Oswald Voitsberg 1896—97	871
51	Turnau Bruck a. M. 1896—97	1009	75	Hitzendorf Voitsberg 1896—97	952
52	Aflenz Bruck 1888—90, 1896—97	951	76	Pöls Voitsberg 1888	843
53	Bodenbauer Bruck a. M. 1896—97	1635	77	Glashütten Voitsberg 1897	1370
54	Thörl Bruck a. M. 1895—97	842	78	Gleinstetten Voitsberg 1896—97	1116
55	Tragöss-Oberort Bruck a. M. 1896—97	1201	79	Eibiswald Voitsberg 1897	989
56	St. Kathrein Bruck a. M. 1896—97	892	80	Kopreinig Voitsberg 1897	1179
57	Pernegg Bruck a. M. 1896—97	867	81	Maltschach Voitsberg 1895—97	1270
58	Frohnleiten Waldstein 1896—97	807	82	Oberhaag Voitsberg 1888—89	1016
59	Neuhof Waldstein 1888—92, 1896—97	1047	83	Kitzek ³⁾ Voitsberg 1897	934
60*	Waldstein	858*	84	St. Nicolai i. S. Voitsberg 1896—97	979
61	Semriach Waldstein 1897	789	85	Deutschlandsberg Voitsberg 1894, 1896—97	1043
62	Reun Waldstein 1897	901	86	Stainz Voitsberg 1896—97	980
63	Niederschöckel Waldstein 1891—92, 1896—97	901	87	Leibnitz Voitsberg 1896—97	997
64	Graz III Waldstein u. Graz I, 1888—97	907	88	Körehbach Gleichenberg 1897	775
65	Hausmannstätten ²⁾ Waldstein 1896	1030	89	Wolfsberg Gleichenberg 1896—97	793
66	Kainach Voitsberg 1896—97	943	90	Weixelbaum Radkersburg 1896—97	703
67	Salla Voitsberg 1897	1170	91*	Gleichenberg	891*
68*	Voitsberg	907*	92	Straden Gleichenberg 1896—97	829
69	Hirsegg Voitsberg 1896—97	1097	93*	Radkersburg	963*
70	Modriach Voitsberg 1896—97	1088	94	Klöch Radkersburg 1896—97	924
71	Lankowitz Voitsberg 1895—97	952	95	Zween Radkersburg 1896—97	891
72	Ligist Voitsberg 1896—97	1025	96	Luttenberg Radkersburg 1896—97	1002

¹⁾ Stainz unsicher, weil bei dem einzigen Reduktionsjahre Jänner unsicher.

²⁾ Hausmannstätten unsicher, weil bei dem einzigen Reduktionsjahre Februar unsicher.

³⁾ October unsicher.

Tabelle IV. Die Niederschlagshöhen der einzelnen Jahre der Normalstationen in Millimetern und in Procenten des 10jährigen Mittels.

* Monate Februar und März interpoliert nach Laubrecht mit 6 und 95; † Monate October und November nach Neuhoif mit 60 und 14.

	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1888/92	1893/97	1888/97
Juden- burg	896 107	839 100	891 106	820 97	813 96	698 83	957 114	671 80	963 115	849 101	852 101	828 99	840 100
Kraun- bath	748 100	764 102	895 118	810 108	733 98	731 98	836 112	708 95	680 91	570 76	790 107	705 95	747 ₅ 100
Leoben	857 113	655 87	956 126	736 97	773 102	650 86	904 119	674 89	752 100	595 79	795 105	715 95	755 100
Bruck	888 94	741 88	982 118	847 102	909 109	673 80	907 109	853 102	812 97	729 87	873 105	795 95	834 100
Lahn- sattel	1708 105	1511 93	1749 108	1290 79	1706 105	1725 106	1387 85	1503 93	1879 117	1735 107	1595 98	1646 102	1619 100
Voits- berg	943 104	897 99	1006 110	871 96	989 109	701 77	1018 112	919 101	995 109	735 81	941 104	874 96	907 100
Gleichen- berg	796 89	903 101	1011 113	839 94	892 100	880 99	731 82	941 106	916 103	1008 113	888 99	895 100	891 100
Radkers- burg	1016 105	981 102	951 99	923 96	998 104	796 83	907 94	1124 117	999 104	932 97	974 101	952 99	963 100
Tams- weg	970 113	1313 153	1110* 129	831 96	841 98	579 67	747 87	645 75	921 107	628 73	1013 118	704 82	858 100
Wald- stein	888 103	805 94	886 108	872 102	972 113	628 73	1072 125	850† 99	881 103	729 85	885 103	832 97	858 100
Mittel	959 103	940 101	1044 112	894 95	963 103	806 86	947 101	889 95	980 106	919 98	960 103	895 97	934 100
$\frac{0}{10}$ mult. mit Norm. Wert 1300 ₇	1134	1314	1457	1236	1340	1119	1314	1236	1379	1275	1340	1262	1300 ₇

Tabelle V. 10jährige Monatsmittel des Niederschlages an den Normalstationen in Millimetern und Procenten des Jahresmittels ausgedrückt.

Station	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Novmb.	Decm.
Juden- burg	28·7 3·4	18·3 2·2	46·5 5·5	67·9 8·1	91·0 10·8	92·1 11·0	147·9 17·6	129·4 15·4	81·7 9·7	71·1 8·5	37·3 4·4	27·8 3·3
Krauthath	27·9 3·7	22·2 3·0	41·7 5·6	53·9 7·2	71·5 9·6	95·3 12·7	132·6 17·7	111·2 14·9	79·2 10·6	60·9 8·2	23·4 3·1	27·7 3·7
Leoben	28·5 3·8	24·7 3·3	50·2 6·6	66·9 8·9	79·2 10·5	90·6 12·0	116·4 15·4	108·5 14·4	74·2 9·8	63·7 8·4	33·6 4·5	18·7 2·5
Bruck	33·6 4·0	29·5 3·5	55·8 6·7	72·9 8·7	86·6 10·0	104·0 12·5	134·2 16·1	113·6 13·6	77·7 9·3	65·3 7·8	32·6 3·9	26·5 3·2
Lahn- sattel	129·6 8·0	135·3 8·4	150·9 9·3	115·1 7·1	134·1 8·3	206·9 12·8	218·7 13·5	168·4 10·4	141·7 8·8	94·9 5·9	63·6 3·9	82·1 5·1
Wald- stein	24·5 2·9	20·0 2·3	46·0 5·4	84·1 9·8	95·0 11·1	116·7 13·6	131·8 15·4	134·7 15·7	79·5 9·3	69·5 [†] 8·1	33·2 [†] 3·9	23·3 2·7
Voitsberg	29·1 3·2	21·6 2·4	45·8 5·0	85·7 9·4	99·8 11·0	99·2 10·9	137·2 15·1	125·9 13·9	91·6 10·1	91·0 10·0	50·5 5·6	29·8 3·3
Radkers- burg	42·0 4·4	27·7 2·9	52·4 5·4	81·4 8·5	122·1 12·7	110·2 11·7	138·5 14·4	120·5 12·5	86·8 9·0	88·6 9·2	55·2 5·7	37·7 3·9
Gleichen- berg	40·0 4·5	24·2 2·7	47·1 5·3	80·3 9·0	109·8 12·8	108·8 12·2	126·0 14·1	110·1 12·4	75·9 8·4	84·9 9·5	49·1 5·6	30·0 3·4
Tamsweg	27·0 3·1	29·7* 3·5	51·9* 6·0	54·7 6·4	101·9 11·9	87·4 10·2	161·3 1·8	130·5 15·2	79·5 9·3	82·9 9·7	36·3 4·2	28·0 3·3
Mittel aus allen 10 Stationen in % u. mm mit Hilfe d. mittl. Regenhöhe d. ganz. Gebietes	4·1 53·3	3·4 44·5	6·2 80·7	8·3 105·4	10·8 140·5	12·0 156·1	15·8 205·6	13·8 179·5	9·4 122·3	8·5 110·6	4·5 58·5	3·4 44·7

*) Unsicher, ergänzt 1890.

†) Unsicher, ergänzt 1895.

Tabelle VI. Tabellarische Zusammenstellung der in Procenten des 10jährigen Mittels ausgedrückten größten, kleinsten und mittleren Niederschlags-Mengen in den Normalstationen.

	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1888/97
Größte Niederschlagsmenge <i>a</i>	113	153	129	108	113	106	125	117	117	113	119
Kleinste Niederschlagsmenge <i>b</i>	89	87	99	79	96	67	82	75	91	76	84
Arithmetisches Mittel	101	120	114	94	109	86	103	96	104	94	101
Wahres Mittel . . .	103	101	112	95	103	86	101	95	106	98	100
Unterschied <i>a</i> — <i>b</i>	24	66	30	29	17	39	43	42	26	37	35

Tabelle VII zur Bestimmung der Niederschlagszunahme mit der Höhe.

Station	Seehöhe	Niederschlags- höhe	Zu- nahme für je 100 m	Station	Seehöhe	Niederschlags- höhe	Zu- nahme für je 100 m
Hochalpe . .	1178	1321	} 87·6	Bodenbauer .	877	1635	} 33·4
Leoben . . .	532	755		Thörl	640	842	
Unterschied	646	566		Unterschied	237	793	
Hochalpe . .	1178	1321	} 55·9	Leoben	532	755	} -119
Neuhof . . .	688	1047		Bruck	465	834	
Unterschied	490	274		Unterschied	67	-79	
Hochalpe . .	1178	1321	} 69·8	Salla	865	1170	} 64
Frohnleiten .	434	807		Lankowitz . .	525	952	
Unterschied	744	514		Unterschied	340	218	
Judenburg . .	734	840	} 63·5	Lankowitz . .	525	952	} 34·4
Kraubath . .	588	747		Voitsberg . .	394	907	
Unterschied	146	93		Unterschied	131	45	
Turraeh . . .	1167	1260	} 77·3	Glashütten . .	1275	1370	} 36·2
Tamsweg . . .	858	1021		Landsberg . .	372	1043	
Unterschied	309	239		Unterschied	903	327	
Lahnsattel . .	935	1619	} 486	Neuhof	688	1047	} 100
Frein	865	1279		Waldstein . .	504	858	
Unterschied	70	340		Unterschied	184	189	
Frein	865	1279	} 296	Straden	373	829	} 85
Mürzsteg . . .	783	1036		Weixelbaum . .	224	703	
Unterschied	82	243		Unterschied	149	126	
Mürzsteg . . .	783	1036	} 266				
Mürzzuschlag	704	826					
Unterschied	79	210					

Tabelle VIII. Windrosen der Niederschlagswahrscheinlichkeit.

Windrichtung	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb.	October	November	December
N	0	7	8	20	7	0	8	22	11	0	11	0
NE	5	10	7	11	15	10	4	6	12	2	15	2
E	13	9	2	13	0	0	0	2	6	1	2	3
SE	10	10	4	14	12	4	3	5	3	8	5	2
S	12	3	0	8	0	14	0	0	5	0	4	0
SW	16	9	9	46	6	3	9	16	11	10	10	3
W	11	14	21	16	21	17	12	24	48	32	5	16
NW	30	14	19	25	10	12	18	28	31	10	5	12

Tabelle XVIII. Beziehungen zwischen Niederschlag, Verdunstung und Abfluss im Murggebiete bis Obergalla.

Niederschlag	1340	1314	1457	1236	1340	1119	1314	1236	1379	1275	1301
Abfluss	748	563	532	598	724	401	461	522	651	533	573
Verdunstung	592	751	925	638	616	718	853	714	728	742	728
Abflussfactor %	55.8	42.8	36.5	48.4	54.0	35.8	35.1	42.2	47.2	41.8	44
Temperatur	-0.33	-0.1	+0.03	-0.2	-0.07	-0.2	+0.33	-0.1	+0.1	+0.66	-

Tabelle IX. Flächeninhalte der zwischen je zwei Isohyeten liegenden Antheile des Murgebietes oberhalb Obergralla.

Niederschlagshöhe in mm	Areal in km ²	% der Gesamtfläche	Niederschlagshöhe in mm	Areal in km ²	% der Gesamtfläche
600—700	25·—	0·3	1500—1800	1177·5	14·4
700—800	432·5	5·3	1800—2000	595·—	7·3
800—900	1175·—	14·5	2000 und darüber	390·—	4·8
900—1000	1920·—	23·5	Mittlere Regenhöhe	1300·72 mm	
1000—1200	1462·5	17·9	Entsprechende Wassermenge in km ³ /sec.	106.398·9	
1200—1500	1002·5	12·2			

Tabelle X. Vergleich der bisher vorgenommenen Regenmessungen für das Murgebiet.

Regenmengenbestimmungen im Murgebiete	Menge in Mill. m ³	für die Periode
Hochenerburger, ¹ (S. 4) Einzugsgebiet bis Wildon	7587·9	1877—1888
Trabert, ² (Summierung von Nr. 817—494 und 497—500) bis Wildon	7571·5	1886—1890
Bestimmung nach dieser Untersuchung bis Gralla	10634·0	1888—1897

Tabelle XII. Monatliche und jährl. Summen der Wasserstände zu Obergralla.³

	Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Octob.	Nov.	Deceb.	Jahr
1888	744	266	2489	3860	4804	4145	3984	2199	2360	3229	1240	1584	30.904
1889	296	107	934	2125	3229	2325	3724	3144	3065	1279	1430	1129	22.787
1890	134	277	434	1235	3554	1955	1844	2634	1585	3499	2399	764	20.314
1891	479	392	1349	960	4950	2415	2824	3714	2365	1079	520	55	21.102
1892	9	616	1264	3375	4739	4675	3754	1974	2635	839	415	-146	24.149
1893	586	- 33	779	1485	2264	2040	1279	1119	404	659	400	-141	10.841
1894	1004	1036	1224	2270	4326	2760	1929	2879	2030	3824	1380	584	25.184
1895	1029	852	1946	3655	4199	3500	2840	2374	825	599	585	89	22.493
1896	-327	-327	1930	1084	3319	4007	2264	3211	3435	3204	1348	425	23.573
1897	- 90	- 92	646	899	3374	2530	1813	2509	1121	359	-391	-899	11.806

¹ Hochenerburger, Darstellung der in der Periode 1874—1891 durchgeführten Arbeiten der Murregulierung in Steiermark. Wien 1894. S. 4.

² Trabert, Die enbischen Niederschlagsmengen im Donaugebiete (Donaustudien nach dem Plane und den Instructionen von Dr. Lorenz v. Liburnau. 2. Abth. Beilage zu Heft 8. Band XXXVI [1893] der Mitth. d. k. k. Geogr. Ges. in Wien).

³ Interpol.: 1888—93 nach Wildon — 40 Pegel in Wildon = 6 Obergralla.
 „ 1893—97 „ Lebring — 270 „ „ Lebring = 6 „

Tabelle XI. Vergleich der Wasserstände bei Weinzödl und der Niederschlags-
höhen zu Graz in der Periode 1861—1897.

Jahr	Mittlere Pegelhöhe <i>m</i>	5jähriges Mittel	$\frac{0}{0}$ d. 35jähr. Mittels	Niedersch. $\frac{0}{0}$ des 35. Mittels	Jahr	Mittlere Pegelhöhe <i>m</i>	5jähriges Mittel	$\frac{0}{0}$ d. 35jähr. Mittels	Niedersch. $\frac{0}{0}$ des 35. Mittels	
1861	0·47	—	142	—	1883	0·31	} 0·27	94	91	
1862	0·54	—	164	—	1884	0·29		88	104	
1863	0·53	} 0·47	161	75	1885	0·30		91	99	
1864	0·55		167	107	1886	0·25		76	84	
1865	0·29		88	53	1887	0·22		67	86	
1866	0·42		128	104	1888	0·43		130	107	
1867	0·56		169	84	1889	0·33		100	92	
1868	0·47	} 0·27	142	81	1890	0·32		=116 $\frac{0}{0}$ des Mit- tels 1888	97	102
1869	0·11		33	124	1891 ¹	0·32 ¹		-1897	97	102
1870	0·29		88	119	1892	0·43		130	127	
1871	0·25		76	76	1893	0·21	} 0·27 =85 $\frac{0}{0}$ des Mit- tels 1888 -1897	64	94	
1872	0·23		70	111	1894	0·24		73	120	
1873	0·31	94	76	1895	0·25	76		108		
1874	0·33	100	113	1896 ²	0·38 ²	115		121		
1875	0·31	94	92	1897	0·27	82		93		
1876	0·43	} 0·33	130	124	Periode 1863—97	35jähriges Mittel =	0·33	848 <i>mm</i>		
1877	0·27		82	92	Periode (1888—97) Das 10jähr. Mittel d. Pegel- höhe ist 96 $\frac{0}{0}$ Das 10jähr. Mittel d. Nieder- schlags ist 107 $\frac{0}{0}$					
1878	0·40		121	119						
1879	0·37		112	104						
1880	0·33		100	93						
1881	0·29	88	84							
1882	0·28	85	110	} des 35jähr. Mittelwert. 1863—97						

Tabelle XVII. Abweichung der Temperaturen vom 10jährigen Mittel.

	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel genau, abg.
Judenburg	5·9 -0·2	6·0 -0·1	5·6 -0·4	6·0 -0·1	6·1 0·0	5·9 -0·1	6·4 +0·3	6·1 0·0	6·1 0·0	6·7 +0·6	6·08, 6·1
Graz I.	7·5 -0·3	7·8 0·0	8·1 +0·3	7·5 -0·3	7·6 -0·2	7·7 -0·1	8·1 +0·3	7·7 -0·1	7·9 +0·1	8·4 +0·6	7·83, 7·8
Radkersburg	8·5 -0·5	8·9 -0·1	9·2 +0·2	8·8 -0·2	9·0 —	8·7 -0·3	9·5 +0·4	8·8 -0·2	9·2 +0·2	9·8 +0·8	9·04, 9·0
Mittel der Abweichung	-0·33	-0·1	+0·03	-0·2	-0·07	-0·2	+0·33	-0·1	+0·1	+0·66	

¹ Am 18. Mai 1891 war das obere Wehr nächst dem Pegel durchbrochen, deshalb trat eine bedeutende Senkung des Wasserspiegels ein, und es konnten die Wasserstandsbeobachtungen erst am 7. October wieder aufgenommen werden, nachdem der Wehrdurchbruch wieder geschlossen und der infolge der Brückenconstruction abgenommene Pegel mit dem Sehpunkt genau in der früheren Höhe wieder aufgestellt wurde. Der Wert fürs Jahr 1891 ist ersetzt durch das Mittel der zwei vorangegangenen und nachfolgenden Jahresmittel.

² Vom 19. bis 31. October wurden die Wasserstände interpoliert, weil durch das Aufsetzen von Brettern auf den Wehrpolstern eine künstliche Staung hervorgerufen wurde. Das Jahresmittel ist daher etwas unsicher. (Hydrogr. Dienst für 1896.)

Tabelle XIV. Reducierte Monatsmittel und Jahresmittel der Wasserstände zu Obergralla.

cm	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahres- mittel
1888	- 1'0	-15'8	+55'3	+103'6	129'9	113'1	103'5	45'9	53'6	79'1	16'3	26'1	+60'4 150% ₀
1889	-12'7	-18'4	+ 7'9	48'6	81'9	55'3	97'9	79'2	79'9	19'0	25'4	14'2	39'8
1890	-15'1	- 9'6	- 5'5	20'4	95'2	45'7	40'0	65'5	33'4	93'4	60'5	5'2	35'7
1891	- 1'2	- 2'6	+26'8	15'3	143'0	63'8	74'4	103'1	62'2	17'8	0'7	-14'9	40'7
1892	-13'6	+ 7'4	26'9	98'6	138'9	141'9	107'2	49'8	73'9	13'2	- 0'1	-18'6	52'1
1893	+ 7'8	-12'3	14'0	38'3	61'9	56'9	30'1	21'9	23'3	10'1	+ 2'2	-15'7	19'8 51% ₀
1894	-12'0	- 7'8	- 4'9	34'2	95'1	48'6	17'9	48'5	26'2	79'0	4'6	-25'6	25'3
1895	+ 3'6	+ 0'8	+33'2	92'2	105'9	87'1	62'0	47'0	- 2'1	-10'3	-10'1	-26'8	31'9
1896	-25'4	-26'1	+47'5	21'3	92'3	118'8	58'2	88'9	+99'7	88'6	+30'1	- 0'8	49'4
1897	- 2'0	- 3'3	+20'9	+29'9	108'9	84'3	58'5	80'9	37'4	11'6	-13'0	-29'0	32'1
Jahrb. Mittel	- 7'2	- 8'7	+22'2	+50'2	+105'3	+81'5	+65'0	+63'4	+48'8	+40'2	+11'7	- 8'6	+38'7 ₂

5jähriges Mittel (1888—1893) = 45'7 cm = 118%₀ 5jähriges Mittel (1893—1897) = 31'7 cm = 82%₀ des Decennalmittels.

Tabelle XV. Monats- und Jahresmittel der Wassermengen zu Obergralla in m³/sec.

cm	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahres- mittel
1888	70'0	53'5	164'9	287'5	398'8 ¹	321'9	289'0	145'6	161'6	221'3	93'8	109'4	193'1
1889	56'3	51'3	80'6	156'0	223'8	164'9	271'3	221'3	224'4	97'5	107'5	90'6	145'5
1890	54'6	61'3	65'6	99'4	263'8	145'0	133'8	188'1	121'3	260'0	176'3	77'5	137'2
1891	69'3	67'5	110'0	92'5	485'0 ¹	183'8	212'8	288'8	180'0	96'3	71'3	54'8	159'8
1892	55'0	80'0	110'5	272'5	446'3 ¹	433'8 ¹	306'3	153'8	210'0	88'8	71'1	51'2	191'6
1893	80'0	57'1	90'3	130'6	179'6	168'1	115'0	106'8	103'8	85'6	73'8	53'9	103'7
1894	57'5	61'9	65'0	123'8	262'5	156'0	95'6	155'2	109'7	221'1	76'9	45'0	119'2
1895	75'6	71'7	121'0	258'1	297'5	238'8	180'6	148'8	68'7	59'1	59'4	43'7	135'2
1896	45'7	44'4	149'3	100'6	258'9	345'0	168'1	222'5	275'0	222'1	115'6	70'5	168'1
1897	67'8	66'9	100'5	115'0	309'4	233'8	168'7	224'8	130'3	86'8	56'2	42'5	133'6
Jahrb. Mittel	63'1 ₈	61'5 ₆	105'7	163'6 ₆	312'5 ₆	241'1	194'1 ₂	185'7	158'4 ₂	143'8 ₆	90'2 ₅	63'9 ₁	148'7

¹ Unsichere Werte, da der Verlauf der Mengencurve bei so hohen Pegelständen schon sehr unsicher wird; eher zu klein als zu groß.

Tabelle XVI. Wasserführung der Mar in km^3 und jährliche Abflusshöhen.
(Dividirt durch 1880.)

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb.	October	Novemb.	Decemb.	Jahr (a)	Abfluss- höhe in $\text{cm} (b)$	$\frac{a}{b}$ (Größe d. Einzg.)
1888 Schaltj.	0.187 ₅	0.134 ₀	0.441 ₇	0.745 ₅	1.068 ₁	0.834 ₄	0.774 ₄	0.389 ₇	0.418 ₀	0.592 ₇	0.243 ₂	0.293 ₀	6.1222	74.8	63.3
1889	0.171 ₀	0.124 ₁	0.215 ₉	0.404 ₃	0.503 ₅	0.427 ₄	0.722 ₆	0.592 ₇	0.581 ₆	0.261 ₁	0.278 ₆	0.242 ₇	4.6055	56.3	
1890	0.140 ₂	0.148 ₃	0.175 ₇	0.257 ₆	0.706 ₃	0.375 ₈	0.358 ₄	0.503 ₃	0.314 ₄	0.696 ₄	0.457 ₀	0.207 ₆	4.3477	53.2	
1891	0.185 ₆	0.163 ₃	0.294 ₆	0.239 ₈	1.129 ₉	0.476 ₄	0.570 ₀	0.775 ₅	0.466 ₆	0.257 ₇	0.186 ₄	0.146 ₃	4.8908	59.8	72.4
1892 Schaltj.	0.147 ₃	0.290 ₁	0.296 ₀	0.706 ₃	1.119 ₅	1.117 ₆	0.820 ₄	0.411 ₉	0.544 ₃	0.237 ₈	0.184 ₃	0.137 ₁	5.9229	72.4	
1893	0.214 ₃	0.138 ₁	0.241 ₉	0.338 ₅	0.481 ₀	0.435 ₇	0.308 ₀	0.286 ₆	0.269 ₀	0.229 ₃	0.191 ₃	0.144 ₄	3.2775	40.1	46.1
1894	0.154 ₀	0.149 ₈	0.174 ₁	0.329 ₉	0.703 ₁	0.404 ₃	0.256 ₁	0.415 ₇	0.284 ₄	0.592 ₂	0.199 ₃	0.129 ₅	3.7744	46.1	
1895	0.202 ₅	0.173 ₅	0.324 ₁	0.669 ₀	0.706 ₃	0.619 ₀	0.482 ₇	0.398 ₅	0.176 ₅	0.158 ₃	0.154 ₀	0.117 ₁	4.2730	52.2	51.4
1896 Schaltj.	0.122 ₄	0.111 ₂	0.399 ₀	0.260 ₈	0.693 ₄	0.894 ₂	0.450 ₂	0.596 ₉	0.712 ₈	0.594 ₀	0.299 ₆	0.188 ₈	5.3241	65.1	
1897	0.181 ₆	0.161 ₉	0.269 ₂	0.298 ₁	0.828 ₇	0.606 ₀	0.451 ₆	0.602 ₁	0.337 ₇	0.232 ₅	0.145 ₇	0.113 ₈	4.3289	53.3	
Summe	1.6924	1.5046	2.8331	4.2405	8.1265	6.1908	5.1991	4.9698	4.1062	3.8531	2.3394	1.7118	¹⁰⁰ Mittel- 408670	57.33	
Reductionsfactor bei 31 Tagen = 2.678.400; bei 28 Tagen = 2.419.200; bei 30 Tagen = 2.592.000; bei 29 Tagen = 2.505.600.	0.16924	0.15046	0.28331	0.42405	0.81265	0.61908	0.51991	0.49698	0.41062	0.38531	0.23394	0.17118	0.40870	Mittel der Wasserführ. " Abflusshöhe	

Tabelle XIX. Verdunstungsmessungen von Krensmünster.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Summe
1888	47.3	31.3	93.0	114.6	238.5	212.8	178.6	172.9	83.7	78.9	47.6	29.6	1828.8
1889	21.3	47.2	75.6	136.9	219.0	210.5	193.4	159.0	100.3	80.5	28.1	15.8	1287.6
1890	39.9	32.7	95.8	130.4	213.3	148.9	168.0	146.6	103.3	103.3	37.0	21.6	1241.2
1891	26.5	30.0	95.7	75.9	134.8	142.2	96.7	119.8	119.1	47.8	18.6	41.5	948.6
1892	34.3	37.8	68.7	131.2	204.7	282.7	324.3	449.8	207.9	117.9	45.9	29.6	1934.8
1893	15.4	51.2	112.4	287.9	179.2	202.1	297.7	324.7	159.6	63.9	20.1	29.5	1743.7
1894	17.8	78.3	153.5	172.4	179.4	172.2	193.5	189.7	126.3	89.6	22.3	25.2	1420.2
1895	13.9	19.3	127.9	190.8	281.9	249.8	330.9	280.7	242.6	106.5	58.4	37.2	1939.9
1896	22.9	72.6	172.3	159.3	237.6	301.4	319.1	197.6	163.9	126.8	91.2	16.1	1880.8
1897	37.7	71.1	152.3	195.3	177.6	323.8	300.3	220.2	179.0	89.3	63.5	30.0	1840.1

In Procenten.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Summe
1888	3.6	2.4	7.0	8.6	17.9	16.0	13.4	13.0	6.3	5.9	3.5	2.2	99.8
1889	1.7	3.7	5.9	12.7	17.0	16.3	13.9	12.3	7.8	6.3	2.2	1.2	101.0
1890	3.2	2.6	7.7	10.5	17.2	11.9	13.5	11.8	8.4	8.3	2.9	1.7	100.5
1891	2.8	3.2	10.0	8.0	14.1	14.9	10.2	12.6	12.6	5.0	1.9	4.4	99.7
1892	1.8	1.9	3.6	6.8	10.6	14.6	16.7	23.2	10.7	6.1	2.4	1.5	99.9
1893	0.9	2.9	6.4	16.5	10.3	11.6	17.4	18.6	9.2	3.7	1.1	1.7	100.0
1894	1.2	5.5	10.8	12.1	12.6	11.8	13.6	13.3	8.9	6.3	1.6	1.7	99.4
1895	0.7	1.0	6.7	9.8	14.6	12.9	17.1	10.9	12.5	5.5	3.0	1.9	97.0
1896	1.2	3.9	9.2	8.5	12.7	16.0	16.7	10.5	8.7	6.2	4.8	0.8	99.2
1897	2.1	3.8	8.3	10.6	9.7	17.6	16.3	11.9	9.9	4.8	3.4	1.6	100.0
jojar. Mittel	1.9 ₂	3.0 ₉	7.5 ₆	10.4 ₁	13.6 ₇	14.3 ₆	14.8 ₃	13.8 ₁	9.5 ₀	5.8 ₁	2.6 ₈	1.8 ₇	99.5 ₃

Tablle XX. Monatsregensummen nach eigener Berechnung und der von Hann, bezw. Müllner.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septem-ber	October	Novem-ber	Decem-ber	Periode
Hann: St. Lambrecht .	44	33	55	65	99	132	131	151	99	87	77	87	68-78
" Tamsweg . . .	54	53	65	85	96	107	128	141	117	65	75	75	66-79
" Graz	43	33	54	65	119	131	141	141	108	86	76	76	37-45, 56-70
Mittel der 3 Orte . .	47	39	58	72	105	123	133	144	108	79	76	76	72
Eigene Werte nach Tabelle V	41	34	62	83	108	120	158	138	94	85	45	34	88-97
Unterschied	+06	+05	-04	-11	03	+03	-25	+02	+14	-06	+31	+28	
Müllner	48	45	62	58	83	128	136	145	84	76	65	70	81-90
Eigene Werte	41	34	62	83	108	120	158	138	94	85	45	34	88-97
Unterschied	+07	+11	00	-25	-25	+08	-22	+07	-10	-09	+20	+36	

Tablle XXI. Niederschlag, Abfluss und Verdunstung in den einzelnen Monaten.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septem-ber	October	Novem-ber	Decem-ber	
Niederschlag <i>mm</i> l . .	53.3	44.5	80.7	105.4	140.5	156.1	205.6	179.5	122.3	110.6	78.5	44.7	nach Tab. V.
reducirt	52.4	45.4	71.1	103.0	136.9	154.6	200.6	182.1	128.1	111.7	63.7	48.1	
Abfluss	20.7	18.4	34.6	51.8	99.3	75.7	63.6	60.7	50.2	47.1	28.6	20.9	.. XVI.
Differenz <i>a-b</i>	31.7	27.0	42.5	51.2	37.6	78.9	137.0	121.4	77.9	64.6	35.1	25.2	
Abflussfactor % . . .	39	41	45	50	73	48	32	33	39	42	45	46	

1 Reduction: Mittelwasserstand 38.7 (Tab. IX), für Wasserstand bis 0.45 über Niederwasser (Hochb. 18) bei Graz, Geschwind. = 0.9 *m* pro Sec., rund 1 *m* Länge der Mhr bis Radkersburg 268.8 (Hochb. S. 8), bis Gralla 30 *km* (Hydr.-Dienst) zusammen 298.8 *km* rund 300 *km* $t = \frac{1}{v} = 300.000 : 1 = 300.000$ Sec. = 3.4 Tag rund 3 Tage.

Tabelle XXII. Aufspeicherung und Speisung im Murgebiete.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septem- ber	October	Novem- ber	Decem- ber	Jahr
Niederschlag-Abfluss	32	27	43	51	38	79	137	121	78	65	35	25	738
Verdunstung	14	22	56	77	101	106	110	102	70	43	20	14	738
Aufspeicherung	18	5	—	—	—	—	27	19	8	22	15	11	125
Speisung	—	—	13	26	63	27	—	—	—	—	—	—	129

129 = Betrag der Speisung ist 23% der Abflussmenge = 573.

129 = Betrag der Speisung ist 18% der Regenmenge = 1301.

Tabelle XXIII. Idealer Abfluss und Abflussfactor.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septem- ber	October	Novem- ber	Decem- ber	Jahr
Niederschlag	52	45	77	103	137	155	101	182	128	112	64	46	n. Tab. XXI.
Verdunstung	14	22	56	77	101	106	110	102	70	43	20	14	" " XXII.
Idealer Abfluss	38	23	21	26	36	49	91	80	58	69	44	32	
Idealer Verdunstungs- factor	27	49	73	74	74	68	55	56	55	38	31	30	
Idealer Abflussfactor . .	73	51	27	26	26	32	45	44	45	62	69	70	