

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 46 (1954)
Heft: 5-7

Artikel: Die Niederschlags- und Abflussverhältnisse im Einzugsgebiet des Rheins oberhalb Basel
Autor: Walzer, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-921403>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

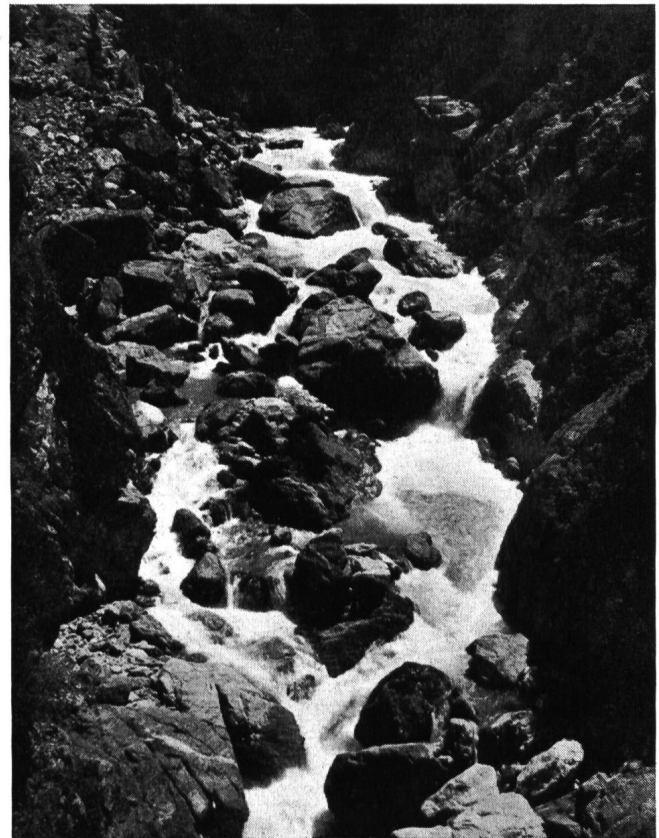
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

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



Der junge Rhein bei Disentis
(Photo A. Steiner, St. Moritz).

Die Niederschlags- und Abflußverhältnisse im Einzugsgebiet des Rheins oberhalb Basel

Von E. Walser, Ing. ETH, Sektionschef im Eidg. Amt für Wasserwirtschaft

DK 551.49 (494)

Das außerordentlich weitschichtige Thema kann im Rahmen eines Aufsatzes nur von einzelnen wenigen Gesichtspunkten aus betrachtet werden. Wir haben immerhin versucht, die nachfolgenden Angaben so auszuwählen, daß dadurch Wesentliches, gewissermaßen die Hauptlinien eines aus einiger Distanz betrachteten Bildes, dargestellt werden. Mit Ausnahme von Ziffer 3 sind deshalb nur die Verhältnisse, wie sie sich als Durchschnitt langjähriger Perioden ergeben, behandelt worden. Aber auch das derart eingeschränkte Thema konnte nicht erschöpfend bearbeitet werden. Wir haben eigentlich nur einige fundamentale Konstatierungen herausgegriffen und, einer das Ganze durchmessenden Gedankenfolge entsprechend, aneinandergereiht.

Die drei am Schlusse des Literaturverzeichnisses figurierenden Beispiele zeigen, daß man sich dem Problem auch von anderen Seiten her nähern kann, nämlich durch Einzeldarstellungen begrenzter Gebiete oder durch Bearbeitung ganz spezieller, durch die Praxis gestellter Fragen (9 bis 11)¹.

1. Im Zeitraum der Jahre 1901 bis 1940 fielen auf das Einzugsgebiet des Rheins oberhalb Basel durchschnittlich pro Jahr 51 000 Mio m³ Niederschlag (1 bis

3), was bei einer Gesamtfläche des Gebietes von 35 925 km² einer mittleren Niederschlagshöhe von 1420 mm entspricht. Die durchschnittliche Abflußmenge des Rheins bei Basel betrug für den gleichen Zeitraum 1075 m³/s (4), woraus sich eine mittlere Abflußhöhe von 944 mm oder 66,5 % der Niederschlagshöhe ergibt. Ausdehnung und hydrographische Gliederung des betrachteten Gebietes sind in Abb. 1 dargestellt; über die Höhenverhältnisse des *Gesamtgebietes* orientiert in Abb. 2 die kräftig ausgezogene Kurve, indem jeder Punkt der hypsographischen Kurve angibt, wieviel Prozent (Abszisse) der Totalfläche in Höhenlagen (5) oberhalb der ihm entsprechenden Kote (Ordinate) liegen.

2. Das Jahresregime der Rheinabflußmengen bei Basel zeigt ein ausgesprochenes Maximum im Sommer und ein Minimum im Winter (alpines Regime), wie aus Abb. 3 ersichtlich ist. Einem sehr ähnlichen Rhythmus sind auch die in derselben Abbildung dargestellten Niederschläge unterworfen. Dieses relative *Niederschlagsregime* ändert sich mit der Höhenlage nur wenig, während ja, wie aus der Niederschlagskarte (1) hervorgeht, die absolute Niederschlagsmenge mit zunehmender Meereshöhe wächst. Wir haben in Abb. 4 den prozentualen Anteil jedes Monats an der Jahressumme

¹ Die in () gesetzten Zahlen weisen auf die Ordnungsnummern des Literaturverzeichnisses am Schluß des Aufsatzes hin.

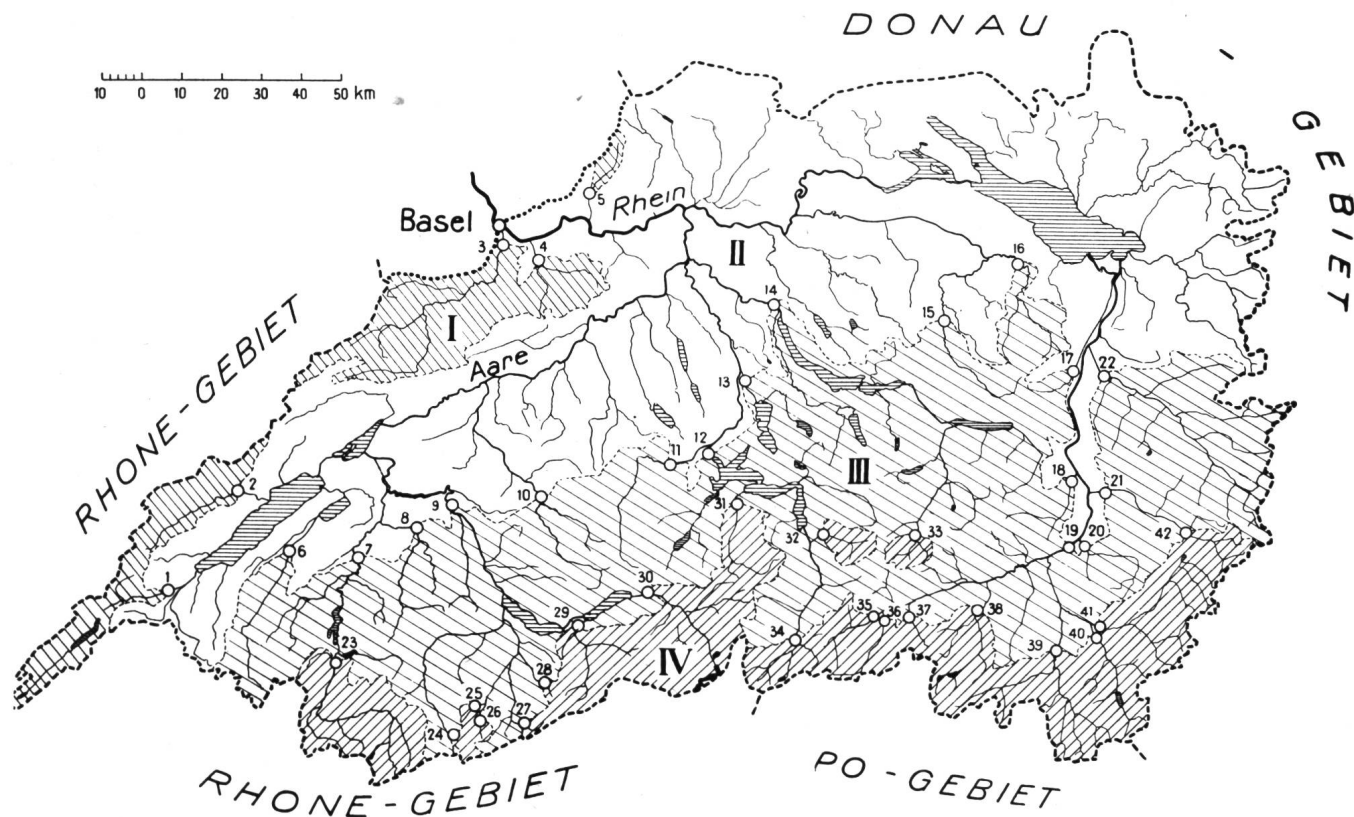


Abb. 1 Einzugsgebiet des Rheins oberhalb Basel, Gewässernetz.

Gebietszonen: I Jura, II Mittelland, III Voralpen, IV Hochalpen.

Wassermeßstationen (Gewässer/Ort): 1 Orbe/Orbe, 2 Areuse/Champ du Moulin, 3 Birs/Münchenstein, 4 Ergolz/Liestal, 5 Wehra/Wehr, 6 Broye/Payerne, 7 Sarine/Fribourg, 8 Sense/Thörishaus, 9 Aare/Bern, 10 Emme/Emmenmatt, 11 kleine Emme/Malters, 12 Reuß/Luzern, 13 Lorze/Frauenthal, 14 Limmat/Zürich Unterhard, 15 Thur/Bütschwil, 16 Sitter/Bernhardzell, 17 Werdenberger Binnenkanal/Salez, 18 Tamina/Ragaz, 19 Rhein/Felsberg, 20 Plessur/Chur, 21 Landquart/Felsenbach, 22 Ill/Gisingen, 23 Sarine/Broc, 24 Simme/Oberried Lenk, 25 Allenbach/Adelboden, 26 Engstligenbach/Engstligenalp, 27 Kander/Gasterental Staldi, 28 Gornerenbach/Kiental, 29 Lütshine/Gsteig, 30 Aare/Brienzwiler, 31 Engelberger Aa/Büren, 32 Schächenbach/Bürglen, 33 Linth/Tierfehd, 34 Reuß/Andermatt, 35 Vorderrhein/Disentis, 36 Medelserrhein/Disentis, 37 Somvixerhein/Acla Mulin, 38 Glenner/Peidenbad, 39 Hinterrhein/Adeer, 40 Julia/Tiefencastel, 41 Albula/Tiefencastel, 42 Landquart/Klosters Monbiel.

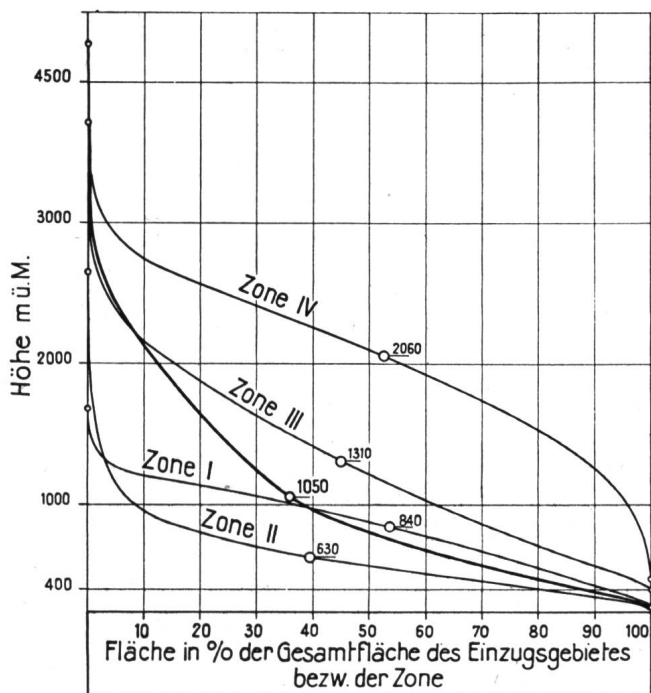


Abb. 2 Hypsographische Kurven betreffend das Einzugsgebiet des Rheins oberhalb Basel, Gesamtgebiet und die vier Zonen I bis IV.

dargestellt, und zwar für verschiedene Höhenzonen. Bis auf eine Höhe von 1200 m, also über eine Fläche, die gemäß der hypsographischen Kurve in Abb. 2 69 % des Gesamteinzugsgebietes ausmacht, sind die zahlreichen Regenmeßstationen ziemlich gleichmäßig verteilt, so daß die Kurven in Abb. 4 für die Gebiete unter 1200 m ohne weiteres als maßgebend angesehen werden dürfen; sie fallen eng zusammen. Zwischen 1200 und 2100 m überwiegen die in den Gebirgstälern, besonders Graubündens, gelegenen Stationen. Wir haben aber, um allfälligen Einwänden zu begegnen, noch eine besondere Kurve auf Grund von 9 ausgewählten, exponierten Stationen bestimmt (Gäbris, Rigi, Pilatus, Weißenstein usw.); auch diese fügt sich in das Gesamtbild ein. Einen etwas abweichenden Aspekt zeigt hingegen die Kurve für die zwei oberhalb 2100 m liegenden Stationen Säntis und Eigergletscher, ohne indessen ein grundsätzlich anderes Regime aufzuzeigen; die oberhalb 2100 m liegenden Flächen betragen 10,5 % des Einzugsgebietes.

3. Da auch der Wasserstand unserer Seen jahreszeitliche Schwankungen aufweist, dieselben somit zeitweise

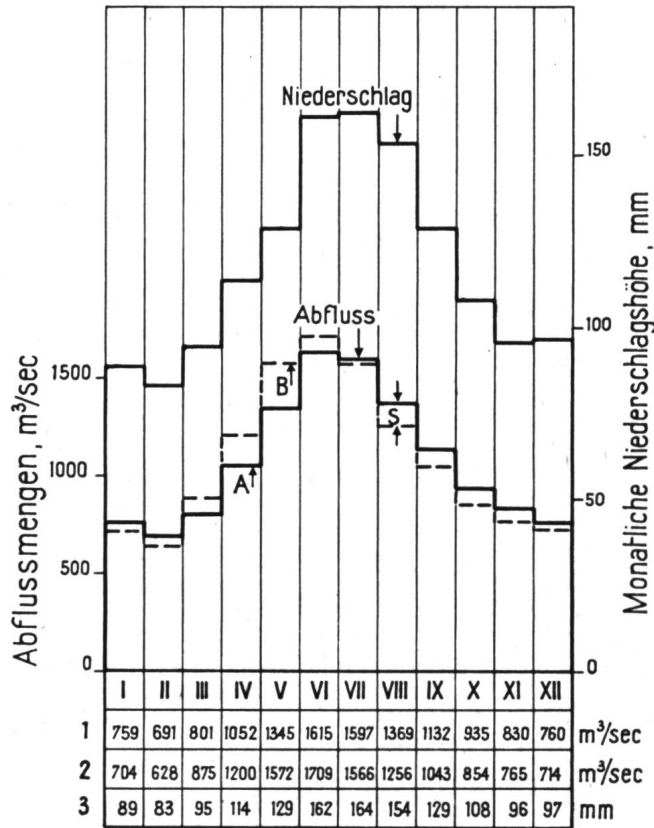


Abb. 3 Rheingebiet oberhalb Basel, Jahresreihe 1901 bis 1940. Mittlere monatliche Niederschlags- und Abflußmengen. Einfluß der Seen. Zum Zwecke der Vergleichbarkeit der einzelnen Monatswerte untereinander sind die effektiven Monatswerte des Niederschlages auf Einheitsmonate von 30,44 Tagen (365,24:12) umgerechnet worden; bei den pro Zeiteinheit angegebenen Abflußmengen ist diese Vergleichbarkeit ohnehin schon vorhanden. A = 1: in Basel tatsächlich aufgetretene Abflußmengen, S: Einfluß der Seen, B = 2: Abflußmengen in Basel, wenn keine Seen vorhanden wären. 3: Niederschlag.

einen Teil des ihnen zufließenden Wassers zurückhalten und erst in einer anderen Jahreszeit abgeben, ist das Abflußregime des Rheins in Basel nicht einfach die unmittelbare Summe der Abflußvorgänge aller Teilgebiete. Die letztere kann aber aus dem ersteren bestimmt werden, indem der Einfluß der natürlichen und künstlichen Seen eliminiert wird. Dies haben wir für die betrachtete Jahresreihe getan und konnten somit in Abb. 3 auch die berechneten mittleren Monatsabflußmengen darstellen, welche in Basel aufgetreten wären, wenn die Seen nicht existiert hätten. Damit ist aber die ausgleichende Wirkung, welche die Seen auf das Regime der flußabwärts von ihnen gelegenen Gewässer ausüben, nur zum Teil aufgezeigt. Die genannte Wirkung tritt um so augenfälliger in Erscheinung, je kurzfristiger die betrachteten Abflußvorgänge sind. So wären vor allem die Hochwasser jener Flußstrecken viel ausgeprägter, wenn die Seen nicht vorhanden wären. Die Hochwasserabflußmenge der Aare vor ihrer Einmündung in den Rhein wäre z. B. Ende Juni 1953 in diesem Fall nahezu doppelt so groß gewesen (6). Die Größtabflußmenge des Rheins vor der Einmündung in den Bodensee, wo das Einzugsgebiet 6122 km² umfaßt, betrug beim Hochwasser vom September 1927 2300 m³/s; unterhalb des Bo-

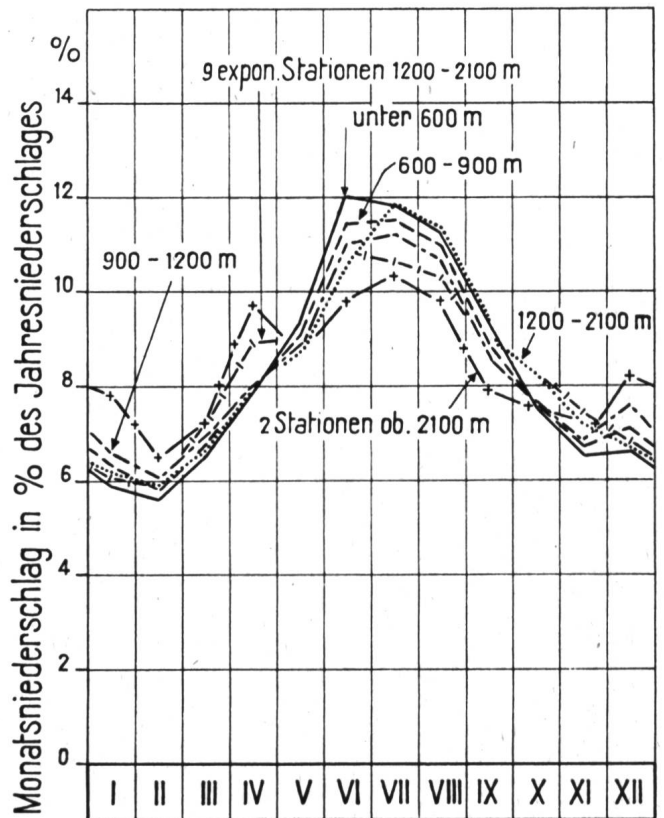


Abb. 4 Rheingebiet oberhalb Basel, Jahresreihe 1901—1940. Mittlerer Monatsniederschlag in Prozent des mittleren Jahresniederschlages. Arithmetische Mittel der Stationswerte, wie für Abb. 3 auf Einheitsmonate umgerechnet, folgender Höhenzonen: unter 600 m (217 Stationen), 600 bis 900 m (124 Stationen), 900 bis 1200 m (70 Stationen), 1200 bis 2100 m (43 Stationen) sowie von 9 ausgewählten, exponierten Stationen der Zone 1200 bis 2100 m und schließlich von 2 Stationen oberhalb 2100 m.

densees, obwohl dort das Einzugsgebiet 11 893 km² beträgt, ist damals die Abflußmenge nur auf 900 m³/s angestiegen (4).

4. Die in Abb. 3 gezeichnete mittlere Ganglinie der unter Elimination der Seenwirkung berechneten Abflußmengen ist anscheinend durch den mittleren Gang der Niederschläge bedingt. Welches der Zusammenhang zwischen beiden Vorgängen ist, läßt sich aber noch nicht ohne weiteres ablesen. Wir wissen nur, daß hierbei zahlreiche zeitlich variable Faktoren eine Rolle spielen: Verdunstung, vorübergehendes Zurückgehaltenwerden des Wassers im Boden, Schnee-, Firn- und Eisbildung. Unser Einzugsgebiet ist sehr vielgestaltig; die bisher betrachteten Werte stellen den Durchschnitt für das ganze Gebiet dar. Wenn wir aus dem letzteren verschiedene Teilgebiete herausgreifen, die in sich einen einheitlicheren Charakter aufweisen, aber untereinander verschieden sind, und wenn wir dann dieselben einander gegenüberstellen, so werden wir wahrscheinlich tiefere Einblicke in die Verhältnisse tun können. Die betrachteten Teilgebiete sollen wohl möglichst einheitlich sein, aber auch möglichst groß, damit die Konstatierungen über die Niederschläge auf zahlreiche Punkte gegründet werden können und örtliche Abnormitäten nur eine kleine Rolle

spielen. Da wir in unsere Betrachtungen auch die Abflußverhältnisse einbeziehen, müssen die Gebietsgrenzen so gewählt werden, daß sie mit den Einzugsgebietsgrenzen von hydrometrischen Stationen zusammenfallen, und zwar vor solchen, für welche eine genügend lange Jahresreihe von Abflußbeobachtungen vorliegt.

Demgemäß haben wir unser Gebiet unterteilt in folgende vier Zonen, welche auch aus Abb. 1 ersichtlich sind und für welche Abb. 2 die hypsographischen Kurven wiedergibt: Zone I: Gebiete aus dem Jura (einschließlich Schwarzwald), Zone II: zur Hauptsache das schweizerische Mittelland und dessen Fortsetzung nordöstlich des Bodensees umfassend, Zone III: mit überwiegend voralpinem bis alpinem Charakter und Zone IV: alpin und hochalpin (Vergletscherung 10 %).

5. Betrachten wir zunächst die Verhältnisse in der Zone II. Dieselbe umfaßt 47,5 % des gesamten Einzugsgebietes bis Basel; 88 % der Zonenfläche liegen tiefer als 900 m, 57 % tiefer als 600 m; die mittlere Höhe beträgt 630 m. Die Zone II stellt ein Differenzgebiet dar, das sich ergibt, wenn man vom totalen Einzugsgebiet des Rheins in Basel die Einzugsgebiete der Stationen 1 bis 5 (Jura) und 6 bis 22 (voralpin bis hochalpin) abzieht (Abb. 1). Demgemäß erhält man die aus der Zone II allein stammenden Abflußmengen, wenn man die an den Stationen 1 bis 22 beobachteten Werte von denjenigen für Basel subtrahiert. Diese Berechnung konnte für die Jahre seit 1921 durchgeführt werden.

Was die Niederschläge betrifft, so fällt vorerst ein Unterschied zwischen dem westlichen und dem östlichen Teil der Zone auf; die Differenz zwischen Sommer und Winter ist im letzteren bedeutend größer als im ersteren (Abb. 5). Da wir den Abflußmengenberechnungen die Jahresreihe 1921 bis 1952 zugrunde legten, mußten auch die auf Grund der Niederschlagskarte 1901 bis 1940 (1) berechneten Werte umgerechnet werden. Es geschah dies auf Grund von fünf ausgewählten, in der Zone verteilt liegenden Stationen, für welche die Werte beider Jahresreihen berechnet wurden (7) (Abb. 5). Die Reihe 1921 bis 1952 enthält die trockensten 40er Jahre; ihr durchschnittlicher Jahresniederschlag ist, immer für Zone II, mit 1110 mm kleiner als derjenige der Jahre 1901 bis 1940, welcher 1160 mm beträgt.

Die Verhältnisse von Niederschlag und Abfluß sind in Tabelle 1 dargestellt. Es sind zunächst durch die oben beschriebene Differenzbildung die aus der Zone II allein stammenden Abflußmengen berechnet worden. Sodann sind die Abflußmengen, die aus einer Inhaltsverminderung der in der Zone liegenden Seen resultieren, subtrahiert, bzw. die eine Auffüllung der Seen bewirkenden Mengen addiert worden. Die so erhaltenen Zahlen stellen die auf der Gebietsfläche zum Abfluß gelangten Mengen dar. Diese letzteren wurden in Abflußhöhen umgerechnet (Monatswerte untereinander vergleichbar, weil

Einheitsmonate wie in Abb. 3), welche schließlich mit den Niederschlagshöhen in Beziehung gebracht werden konnten.

Da unsere Zone II stellenweise in den Jura und, besonders in Österreich und Deutschland, in die Voralpen hinaufreicht (Abb. 2), vermag im Frühjahr die Schneeschmelze jener Gebietsteile unsere Zahlen noch zu beeinflussen. Im übrigen aber darf der in den drei letzten Zeilen der Tabelle 1 sichtbare Jahresgang von Niederschlag und Abfluß als charakteristisch für die unterhalb etwa 900 m liegenden Teile der Zone II, also für das schweizerische Mittelland und seine Fortsetzung nordöstlich des Bodensees, gelten.

6. Über die Schneeverhältnisse liegen aus dem österreichischen Teil des Rheingebietes systematische Beobachtungen vor (8). Dieselben betreffen: das Datum des ersten Schneefalls, des Tages, an welchem der Schnee zum ersten Mal liegen blieb, Beginn und Ende der dau-

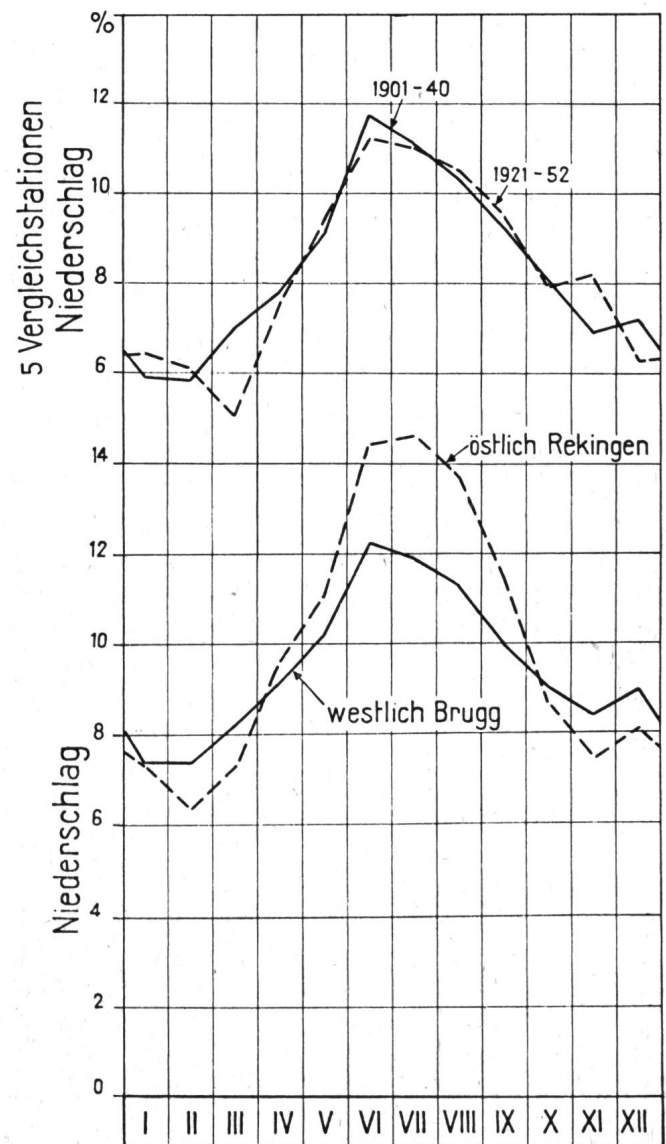


Abb. 5 Rheingebiet oberhalb Basel, Zone II, Mittelland. Durchschnittliche jährliche Verteilung der Niederschläge für zwei verschiedene Jahresreihen (oben) und für zwei verschiedene Teile der Zone (unten). Einheitsmonate wie in Abb. 3.

Tabelle 1

Rheingebiet oberhalb Basel. Teilzone II: *Mittelland*
Niederschlag und Abfluß im Durchschnitt der Jahresreihe 1921 bis 1952

| | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|---|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| Abflußmengen, Rhein Basel, gemessen, m ³ /s | 723 | 740 | 825 | 1006 | 1219 | 1530 | 1458 | 1264 | 1068 | 897 | 923 | 774 | 1036 |
| Abflußmengen, Summe der Stationen 1 bis 22, m ³ /s | 363 | 380 | 478 | 708 | 1042 | 1317 | 1159 | 937 | 738 | 562 | 559 | 398 | 721 |
| Differenz, effektive Abflußmenge aus Zone II, m ³ /s | 360 | 360 | 347 | 298 | 177 | 213 | 299 | 327 | 330 | 335 | 364 | 376 | 315 |
| Einfluß der Seen, m ³ /s | -37 | -25 | +57 | +95 | +143 | +96 | -54 | -66 | -71 | -51 | -42 | -45 | 0 |
| Abfluß aus der Gebietsfläche, m ³ /s | 323 | 335 | 404 | 393 | 320 | 309 | 245 | 261 | 259 | 284 | 322 | 331 | 315 |
| entsprechende Abflußhöhe, mm | 50 | 52 | 62 | 60 | 49 | 48 | 38 | 40 | 40 | 44 | 50 | 51 | 584 |
| Niederschlagshöhe, mm | 71 | 69 | 57 | 84 | 105 | 125 | 123 | 118 | 107 | 89 | 92 | 70 | 1110 |
| Abflußhöhe in % der Niederschlagshöhe | 70 | 75 | 109 | 71 | 47 | 38 | 31 | 34 | 37 | 49 | 54 | 73 | 53 |
| Monatsabfluß in % des Jahresabflusses | 8,6 | 8,9 | 10,6 | 10,3 | 8,4 | 8,2 | 6,5 | 6,9 | 6,8 | 7,5 | 8,5 | 8,8 | 100,0 |
| Monatsniederschlag in % des Jahresniederschlags | 6,4 | 6,2 | 5,1 | 7,6 | 9,5 | 11,3 | 11,1 | 10,6 | 9,6 | 8,0 | 8,3 | 6,3 | 100,0 |

erden Winter-Schneedecke und das Ende der letzten Schneebedeckung. Diese Angaben erlauben, wenn sie nach der Höhenlage der Beobachtungsstellen geordnet werden, sich etwa das in Abb. 6 aufgezeichnete Bild zu machen.

7. Was im folgenden über die Niederschläge in der Zone IV, *Hochgebirge*, gesagt wird, beruht auf den Beobachtungen an 23 innerhalb derselben gelegenen Stationen (1 und 7). Diese liegen in Höhen zwischen 980 und 2323 m; für die 30 % der Zonenfläche über 2400 m (rd. 1300 km² = 3,7 % des totalen Einzugsgebietes) dürfen somit diese Angaben nicht als ohne weiteres gül-

tig betrachtet werden. Es läßt sich auch feststellen, daß an den Stationen, die auf der hochalpinen Wasserscheide des Rheingebietes selbst oder unmittelbar südlich derselben liegen, ein Niederschlagsregime herrscht, das von dem in Abb. 4 dargestellten stark abweicht, indem die Unterschiede zwischen Sommer- und Winterniederschlag fast ganz verschwinden. Für den Hauptteil der Zone aber ist das Niederschlagsregime das in Abb. 7 dargestellte, wobei wir wieder unterscheiden können zwischen dem westlichen Teil (Einzugsgebiete der Stationen 23 bis 34, siehe Abb. 1) mit kleineren und dem östlichen Teil (Graubünden, Einzugsgebiete der Stationen 35 bis 42) mit größeren Unterschieden zwischen Sommer- und Winterniederschlag. Die Diagramme für die Jahresreihe 1945 bis 1952 in Abb. 7 zeigen, daß acht Jahre eine zu kurze Zeit sind, um das Charakteristische des Niederschlagsregimes feststellen zu können.

Wenn wir nun in Tabelle 2 auch für die Zone IV zunächst den Abfluß unter Eliminierung der See-Einflüsse und sodann die jährliche Verteilung von Niederschlag und Abfluß berechnen, dann tritt der Unterschied gegenüber dem Mittelland klar hervor. Im Hochgebirge beträgt der monatliche Abfluß im Sommer bis gegen 20 % des Jahresabflusses, während er im Winter bis auf 2 % zurückgeht; im Mittelland hingegen liegen die entsprechenden Werte bei 6 bis 8 % für den Sommer und 8 bis 9 % im Winter (Tabelle 1), obwohl hinsichtlich der relativen Verteilung der Niederschläge auf die ein-

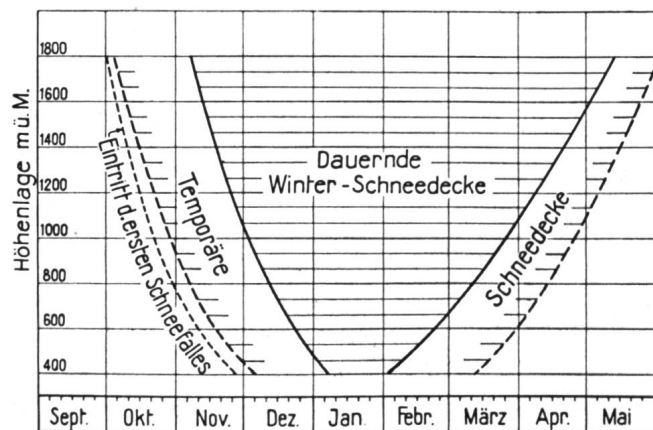


Abb. 6 Österreichisches Rheingebiet. Beginn und Ende der temporären und dauernden Schneebedeckung sowie Eintritt des ersten Schneefalles, in Funktion der Meereshöhe. Mittel von 20 bis 50 Jahren, für 17 Stationen (8).

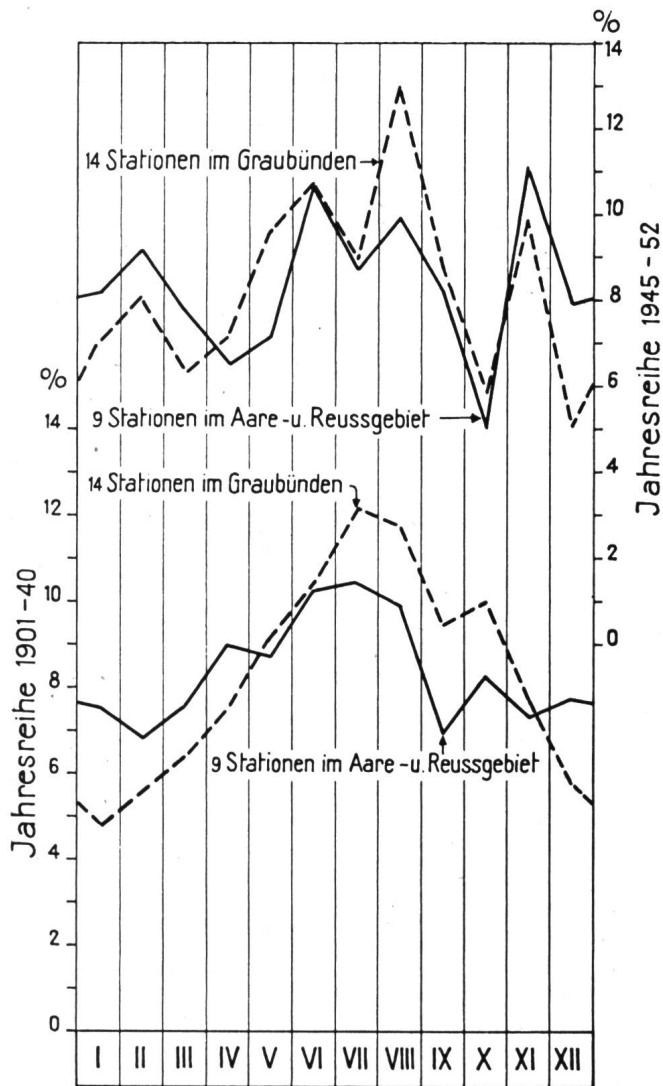


Abb. 7 Rheingebiet oberhalb Basel, Zone IV Hochgebirge. Durchschnittliche jährliche Verteilung der Niederschläge in zwei Zonenhälften (Aare- und Reussgebiet einerseits und Graubünden andererseits) für die Jahresreihen 1901 bis 1940 (unten) und 1945 bis 1952 (oben). Durchschnittliche Monatssummen in % der durchschnittlichen Jahressummen. Einheitsmonate wie in Abb. 3.

zelen Monate beide Zonen einander ähnlich sind. Die Verschiebung des Abfließens der im Winter in fester Form gefallenen Niederschläge auf den Sommer, wo sie sich dem Abfluß aus den Sommerniederschlägen überlagern, ist für Zone IV charakteristisch. Im Mittelland hingegen, wo eine über Monate sich erstreckende Abflußverschiebung durch Frost praktisch wegfällt, bewirkt die in der warmen Jahreszeit, der Vegetationsperiode, starke Verdunstung, daß der Abfluß dem gegen den Sommer hin erfolgenden Zunehmen der Niederschläge nicht zu folgen vermag, sondern im Gegenteil in den Monaten Juli bis September die kleinsten Werte aufweist.

8. Wir müssen aus Platzgründen darauf verzichten, die beiden anderen Zonen näher zu betrachten. Erwähnt sei nur, daß die Zone III, deren Fläche 35 % des Totalgebietes und deren mittlere Höhe 1310 m beträgt, auch hinsichtlich des Abflußregimes ein Zwischenglied darstellt zwischen Mittelland und Hochgebirge (Juniabfluß 13 %, Januarabfluß 5 % des Jahresabflusses) und daß in Zone I, Jura, große örtliche Unterschiede auftreten. So stimmt z. B. im Einzugsgebiet der Stationen Nr. 3 und 4 (Birs und Ergolz) die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge gut mit der in Abb. 4 dargestellten überein, während sie im Gebiet der Stationen Nr. 1, 2 und 5 ziemlich gleichmäßig ist.

9. Wir haben, wie für das Gesamtgebiet und die Zone II, auch für die Zone IV das Verhältnis zwischen mittlerer Jahresabflußmenge und mittlerer Jahresniederschlagsmenge berechnet. Die letztere wurde in der Weise ermittelt, daß zunächst durch Planimetrierung auf der Niederschlagskarte 1901 bis 1940 (1) der Wert für jene 40 Jahre bestimmt wurde; in demselben ist also die Zunahme der Niederschlagsmenge mit der Höhe berücksichtigt. Sodann wurde für 23 Vergleichsstationen die

Tabelle 2

Rheingebiet oberhalb Basel, Teilzone IV: Hochgebirge
Niederschlag und Abfluß im Durchschnitt der Jahresreihe 1945 bis 1952

| | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|---|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| Totalabfluß aus der Zone IV, m ³ /s | 59 | 58 | 88 | 181 | 332 | 454 | 392 | 329 | 236 | 113 | 107 | 72 | 202 |
| Einfluß der Seen, m ³ /s | —8 | —8 | —7 | —5 | +3 | +15 | +20 | +8 | —1 | —5 | —5 | —7 | 0 |
| Abfluß aus der Gebietsfläche, m ³ /s | 51 | 50 | 81 | 176 | 335 | 469 | 412 | 337 | 235 | 108 | 102 | 65 | 202 |
| Monatsabfluß in % des Jahresabflusses | 2,1 | 2,1 | 3,3 | 7,3 | 13,8 | 19,4 | 17,0 | 13,9 | 9,7 | 4,5 | 4,2 | 2,7 | 100,0 |
| Monatsniederschlag in % des Jahresniederschlags | 7,5 | 8,5 | 6,8 | 6,7 | 8,3 | 10,7 | 9,1 | 11,8 | 8,6 | 5,5 | 10,5 | 6,0 | 100,0 |

Tabelle 3

Rheingebiet oberhalb Basel. Mittlerer jährlicher Abfluß in % des mittleren jährlichen Niederschlags für zwei Teilzonen und das Totalgebiet

| Zone | Flächeninhalt km ² | mittlere Höhe m ü. M. | betrachtete Jahresreihe | mittlere Jahresnieder- schlagshöhe, mm | mittlere Jahresabflußhöhe | |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|---|---------------------------|--|
| | | | | | in mm | in % der mittlere Jahres-Nieder- schlagshöhe |
| II, Mittelland | 17 090 | 630 | 1921–1952 | 1110 | 584 | 53 |
| IV, Hochalpen | 4 437 | 2060 | 1945–1952 | 1720 | 1441 | 84 |
| Gesamtgebiet oberhalb Basel | 35 925 | 1050 | 1901–1940 | 1420 | 944 | 66,5 |

Jahressumme einerseits der Jahre 1901 bis 1940 und andererseits 1945 bis 1952 bestimmt und dann der planimetrierte Wert sinngemäß umgerechnet. In Tabelle 3 sind die Zahlen der drei Gebiete zusammengestellt.

10. Wenn nun etwa die Frage aufgeworfen würde: Wie kommen eigentlich die Juni-Abflußmengen des Rheins bei Basel zustande?, dann könnten wir zur Antwort folgende Überlegungen und Berechnungen anstellen: Gemäß Abb. 6 ist Ende Mai, wenn wir die österreichischen Beobachtungen auf das ganze Rheingebiet übertragen, bis auf eine Höhe von 1750 m aller Schnee geschmolzen. Abb. 2 sagt uns, daß etwa 82 % der Gesamtfläche unterhalb der Kote 1750 liegen, also rd. 29 400 km², und daß die mittlere Höhe dieses Teiles 800 m beträgt. Auf Grund der Angaben in Tabelle 3 kann die entsprechende Jahresabflußhöhe auf 750 mm geschätzt werden. Wählen wir mit Rücksicht auf Tabelle 1 (8,2 %) und auf das unter Ziffer 8 über das voralpine Gebiet (13 %) Gesagte den Anteil des Juni am Jahresabfluß mit 10,2 %, dann erhalten wir eine Juniabflußhöhe dieser 29 400 km² von 76,5 mm oder 855 m³/s.

Oberhalb der Kote 1750 m liegen nach Abb. 2 etwa 18 % oder rund 6530 km², die mittlere Höhe dieses Restgebietes beträgt 2300 m. Gemäß Tabelle 3 nehmen wir eine mittlere Jahresabflußhöhe von 1560 mm an, von denen auf den Monat Juni gemäß Tabelle 2 — die mittlere Höhe unseres Restgebietes übertrifft diejenige der Zone IV — 22 % entfallen, also 340 mm oder 850 m³/s. Die Summe des Abflusses aus beiden Gebietsteilen ergibt 1705 m³/s, stimmt also gut mit der in Abb. 3 dargestellten Zahl überein. Von den Juniabflußmengen des Restgebietes stammt schätzungsweise die Hälfte direkt aus Niederschlägen und Bodenreserven, die andere Hälfte stellt Schmelzwasser dar. Wir können also die gestellte Frage kurz wie folgt beantworten: Die im Monat Juni in Basel normalerweise auftretende Abflußmenge von 1615 m³/s wäre, wenn keine Seen vorhanden wären, noch um 94 m³/s größer. Von dieser Menge von

1709 m³/s sind schätzungsweise $855 + \frac{1}{2} \cdot 850 \text{ m}^3/\text{s} = 1280 \text{ m}^3/\text{s}$ oder 75 % direkt durch Niederschläge und flüssige Bodenreserven bedingt und $\frac{1}{2} \cdot 850 = 425 \text{ m}^3/\text{s}$ oder 25 % sind als Schmelzwasser von der Temperatur und der Sonnenstrahlung abhängig.

Literatur

- Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt: Die Niederschlagsmengen in der Schweiz 1901 bis 1940, von H. Uttinger, mit: Niederschlagskarte der Schweiz 1 : 500 000, hrg. vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband, Zürich, 1949.
- Hydrographischer Dienst in Österreich, Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft Nr. 26: Die Niederschlagsverhältnisse in Österreich im Zeitraum 1901 bis 1950, Teil I, hrg. vom Hydrographischen Zentralbüro, Wien, 1952.
- Reichsamt für Wetterdienst: Die mittlere Verteilung der Niederschläge im Deutschen Reich, Berlin, 1936.
- Eidg. Amt für Wasserwirtschaft: Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz. Erscheint jährlich seit 1917, in Bern (früher: Hauptergebnisse der schweizerischen hydrometrischen Beobachtungen).
- Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, bzw. demselben vorausgegangene Organisationen: Die Flächeninhalte der Einzugsgebiete. Rheingebiet bis zur Tamina 1896, Aaregebiete bis zum Bielersee 1910, Aaregebiet von den Quellen der Orbe bis zum Rhein 1920, Reußgebiet 1903, Limmatgebiet 1920.
- Eidg. Amt für Wasserwirtschaft: Das Hochwasser von Ende Juni 1953 in der Zentral- und Nordostschweiz. «Wasser- und Energiewirtschaft», Zürich, Nr. 10, 1953.
- Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt: Ergebnisse der täglichen Niederschlagsmessungen auf den meteorologischen und Regenmeß-Stationen in der Schweiz. Erscheint jährlich, in Zürich.
- Hydrographischer Dienst in Österreich, Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft Nr. 25: Die Schneeverhältnisse in Österreich im Zeitraum 1901 bis 1950, Teil I, hrg. vom Hydrographischen Zentralbüro, Wien, 1952.
- O. Lüschtg-Loetscher: Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges, II. Band, III. Teil, Forschungsgebiet Nr. 7, Davosersee: Zur Hydrologie der Landschaft Davos. Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, Hydrologie. Hrg. von der Geotechnischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gemeinsam mit dem Institut für Gewässerkunde der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich, 1944.
- Burger: Einfluß des Waldes auf den Stand der Gewässer, III. Mitteilung: Der Wasserhaushalt im Sperbel- und Rappengraben von 1927/28 bis 1941/42. Mitteilungen der schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, XXIII. Band, 1. Heft, Zürich, 1943.
- E. Hœck: La prévision du débit estival de quelques rivières suisses par la méthode de corrélation à plusieurs variables. Extrait du tome III de l'assemblée générale de Bruxelles 1951 de l'Assoc. Int. d'Hydrologie Scientifique.