Das Hochwasser in der Zentral- und Nordostschweiz Ende Juni 1953

Autor(en): **Walser, E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **45 (1953)**

Heft 10

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921658

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

dammhöhe erfolgte am Modell. Es wurde dabei vorausgesetzt, daß bei Einhaltung der Hochwasserbedingung Beuggen die Maschinenhausbaugruben hochwasserfrei zu halten sind, die übrigen Baugruben dagegen bei Hochwasser über 2500 m³/s überflutet werden.

Bei der Aufstellung des Bauprogramms, welches eine Bauzeit von etwa fünf Jahren vorsieht, muß dem Umstande Rechnung getragen werden, daß die bestehende Zentrale im Betrieb zu bleiben hat, bis deren Leistung durch Inbetriebnahme der zu Beginn des fünften Baujahres fertig erstellten ersten Hälfte der neuen Zentrale ersetzt wird.

Für die Herstellung des Betons ist die Gewinnung von Kies und Sand aus dem Niederterrassenschotter des 20 m hohen schweizerischen Rheinufers vorgesehen. Zur Prüfung des vorhandenen Materials nach Qualität und Quantität wurden drei rund 20 m tiefe Sondierschächte niedergebracht. Die Verhältnisse erwiesen sich als günstig.

Gefälle, Leistung und Energieproduktion (Abb. 7)

Das Bruttogefälle bei der Zentrale schwankt zwischen 9,70 m und 6,20 m. Bei einer Ausbauwassermenge von 1200 m³/s beträgt die installierte Leistung 76 200 kW und die theoretisch mögliche Energieproduktion 510 Mio kWh im Jahr, wovon 43 Prozent Winterenergie und 57 Prozent Sommerenergie sind. Unter Berücksichtigung des Energieverlustes von 75 Mio kWh durch den Einstau von Ryburg-Schwörstadt beträgt die Nettoproduktion von Neu-Rheinfelden 435 Mio kWh, so daß gegenüber der heutigen Anlage eine Jahresmehrproduktion von 272 Mio kWh erreicht wird.

Das Hochwasser in der Zentral- und Nordostschweiz Ende Juni 1953

Mitteilung des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft (dipl. Ing. *E. Walser*, Sektionschef)

DK 551.482.215.3 (494. 1/.3)

I.

Nach dem Abschwellen der winterlichen Hochwasser ging im Januar 1953 die Wasserführung der Flüsse auf der schweizerischen Alpennordseite stark zurück; sie lag in den Monaten Februar und März meistenorts unter dem Durchschnitt für diese Jahreszeit. Stärkere Niederschläge im Alpengebiet der Zentral- und Nordostschweiz bewirkten ein Anschwellen im Monat April; unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen, verbunden mit zeitweise extrem hohen Temperaturen bedingten die Abflußverhältnisse während des größten Teiles des Monats Mai.

Die in Abbildung 1 dargestellte, auch für andere Teile des betrachteten Gebietes charakteristische Abflußmengen-Ganglinie der Muota bei Ingenbohl zeigt, wie bei sonnigem Wetter das Schmelzwasser des Schnees abendliche Anschwellungen und generell eine Zunahme der Wasserführung verursachte, was in den Tagen mit bewölktem Himmel ausblieb. Gegen Ende des Monats Mai traten von Niederschlägen begleitete Gewitter auf, was sich auch um Mitte Juni wiederholte und vorübergehende, zum Teil schon recht bedeutende Anschwellungen mit sich brachte. In Tabelle 1 sind einige Angaben zusammengestellt, welche die Entwicklung der hydrographischen Situation bis zum 24. Juni generell charakterisieren; ihnen sind in der letzten Zeile die entsprechenden Werte der Hochwassertage gegenübergestellt.

II.

Nachdem schon am 24. Juni zum Teil bedeutende Niederschläge gefallen waren, kam es am 25. und 26. Juni im Gebiete der Zentral- und Nordostschweiz zu ganz ungewöhnlich ergiebigen und anhaltenden Regengüssen. Die Unterlagen für die im Folgenden angeführten Zahlen über Niederschläge, wie auch für die Abb. 2, verdanken wir der Schweizerischen Meteorologischen Zen-

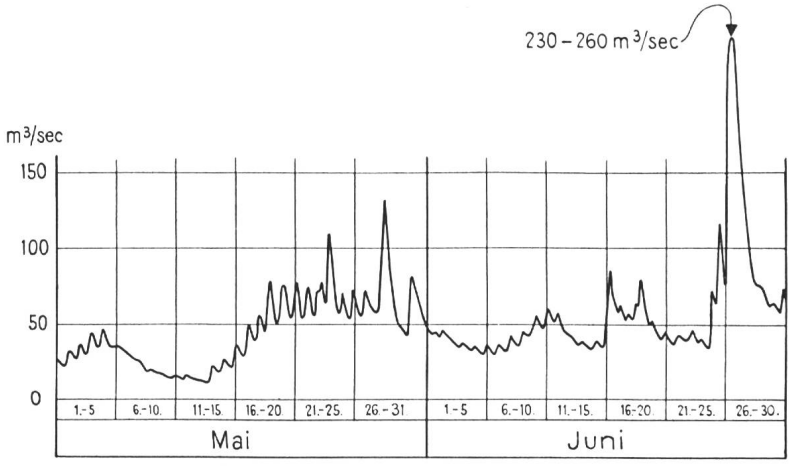


Abb. 1 Muota bei Ingenbohl, Ganglinie der Abflußmengen in den Monaten Mai und Juni 1953

Die allgemeine hydrographische Situation bis zum 24. Juni und vom 25. bis 30. Juni 1953 Tabelle 1

Zeitabschnitt	Wasserstände Mittel 1953 / m ü. M. (R. P. N. = 373,60 m) und Differenz (+ oder —) zum entsprechenden Monatsmittel der längern Beobachtungsperiode in m				Abflußmengen Mittel 1953 in m³/s und in % der entsprechenden langjährigen Monatsmittel									
	Bodensee		Walensee		Thur bei Andelfingen		Töß bei Neftenbach		Rhein bei Rheinfelden		Kleine Emme bei Malters		Lorze bei Frauenthal	
	m		m		m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%
1.—31. Januar	395,21	+ 0,10	418,46	— 0,07	18,9	49	4,72	63	796	109	4,62	50	8,65	156
1.—28. Febr.	394,89	— 0,13	418,35	— 0,11	26,3	66	5,85	67	629	91	5,25	52	5,52	96
1.—31. März	394,94	— 0,15	418,54	— 0,06	47,0	89	8,67	90	699	88	14,1	89	4,61	73
1.—30. April	395,44	+ 0,05	419,34	+ 0,23	65,8	105	8,15	95	1033	101	26,2	127	6,38	87
1.—31. Mai	395,79	— 0,08	419,91	+ 0,09	37,7	65	4,05	51	1085	86	17,8	96	6,13	79
1.—24. Juni	396,32	— 0,15	420,00	— 0,15	63,0	116	8,86	116	1525	99	23,1	123	9,05	112
25.—30. Juni	396,70	+ 0,22	421,42	+ 1,27	259	475	66,0	864	2668	174	78,6	418	17,6	218

tralanstalt in Zürich. Wir haben die Summen der in der Zeit vom 24. Juni 1953, 7.30 Uhr, bis zum 28. Juni 1953, 7.30 Uhr, auf das am stärksten betroffene Gebiet gefallenen Niederschläge berechnet und in Abb. 2 als Isohyetenkarte dargestellt. Es heben sich drei Gebiete hervor: am unteren Teil des Walensees, wo in Weesen in den genannten vier Tagen total 263 mm fielen, nördlich des oberen Zürichsees mit 258 mm beim Sanatorium von Wald und schließlich um den Pilatus mit 201 mm auf Pilatus Kulm.

Auf das gesamte Einzugsgebiet der Aare (genauer auf das flußaufwärts unserer Meßstation Stilli in die Aare entwässernde Einzugsgebiet, welches 17 625 km² umfaßt) fiel in den gleichen vier Tagen eine Wassermenge, die wir auf 1430 Mio m³ berechnet haben, was einer mittleren Niederschlagshöhe von 81 mm entspricht. Die Aare vor ihrer Einmündung in den Rhein würde bei mittlerer Wasserführung 30 Tage benötigen, um diese Wassermenge abzuführen. Als Durchschnitt der Juni-Summe des Niederschlages ergibt sich für eine langjährige Periode im genannten Gebiet der Betrag von 177 mm oder pro Tag 5,9 mm. In der Zeit vom 24. bis 28. Juni 1953 fiel also im Durchschnitt der vier Tage und über das ganze Einzugsgebiet der Aare gemittelt, mit 20,25 mm pro Tag, rund das 3½fache des normalen Tages-Niederschlages.

Faßt man kleinere Gebietsausschnitte und kürzere Zeitabschnitte ins Auge, so findet man in manchen Fällen bedeutend extremere Werte für die analog dem Vorstehenden berechneten Vergleichszahlen. Indessen nimmt mit abnehmender Gebietsgröße die Zahl der für die Ermittlung der Niederschlagsmenge zur Verfügung stehenden Beobachtungsstationen ab, und damit die Unsicherheit der Resultate zu. Außerdem darf nicht über-

Angaben über Niederschlagsmengen einiger Gebiete Tabelle 2

Gewässer:	Linth-Limmat	Aare	Thur
Einzugsgebiet flußaufwärts von	Zürich, Seeausfluß, unter Abzug des Walensees und dessen Einzugsgebietes	Stilli, also inkl. ganzes Reuß- und Limmatgebiet	Andelfingen
Flächeninhalt des Einzugsgebietes	768 km²	17 625 km²	1696 km²
Betrachteter Zeitabschnitt, von 07 h 30—07 h 30	24.—27. Juni 1953	24.—28. Juni 1953	24.—27. Juni 1953
Totalmenge des auf das Einzugsgebiet gefallenen Niederschlages	150 Mio m³	1430 Mio m³	180 Mio m³
Entsprechende Niederschlagshöhe	195 mm	81 mm	106 mm
Durchschnittliche Niederschlagshöhe pro Tag	65 mm	20 mm	35 mm
Zahl der Tage, die benötigt würden, um die totale gefallene Niederschlagsmenge bei mittlerer Wasserführung an der am Kopf der Kolonne angegebenen Stelle abfließen zu lassen	56 Tage [1]	30 Tage	45 Tage

[1] Unter Zugrundelegung der mittleren Abflußmenge beim Seeausfluß in Zürich nach Abzug der mittleren Seeausfiußmenge des Walensees. Die ganze mittlere Seeausflußmenge in Zürich würde die 150 Mio m³ in 20 Tagen wegschaffen.

sehen werden, daß bei Zeitabschnitten von nur wenigen Tagen die örtlichen Unterschiede der Niederschlagsmengen viel weniger ausgeglichen sind, als dies für längere Zeitabschnitte, z. B. von einem Jahr oder von einer Jahresreihe, der Fall ist; auch dieser Umstand setzt die Genauigkeit von Darstellungen, wie sie in Abb. 2 vorliegen, und von Berechnungen, die auf denselben beruhen, herab. Da diese Zahlen jedoch einen interessanten Einblick in die Verhältnisse vermitteln, möchten wir einige derselben den Lesern nicht vorenthalten, wenn wir sie auch mit dem Vorbehalt bringen müssen, daß sie nur ungefähre Anhaltspunkte darstellen und nicht Anspruch auf strenge Richtigkeit erheben können.

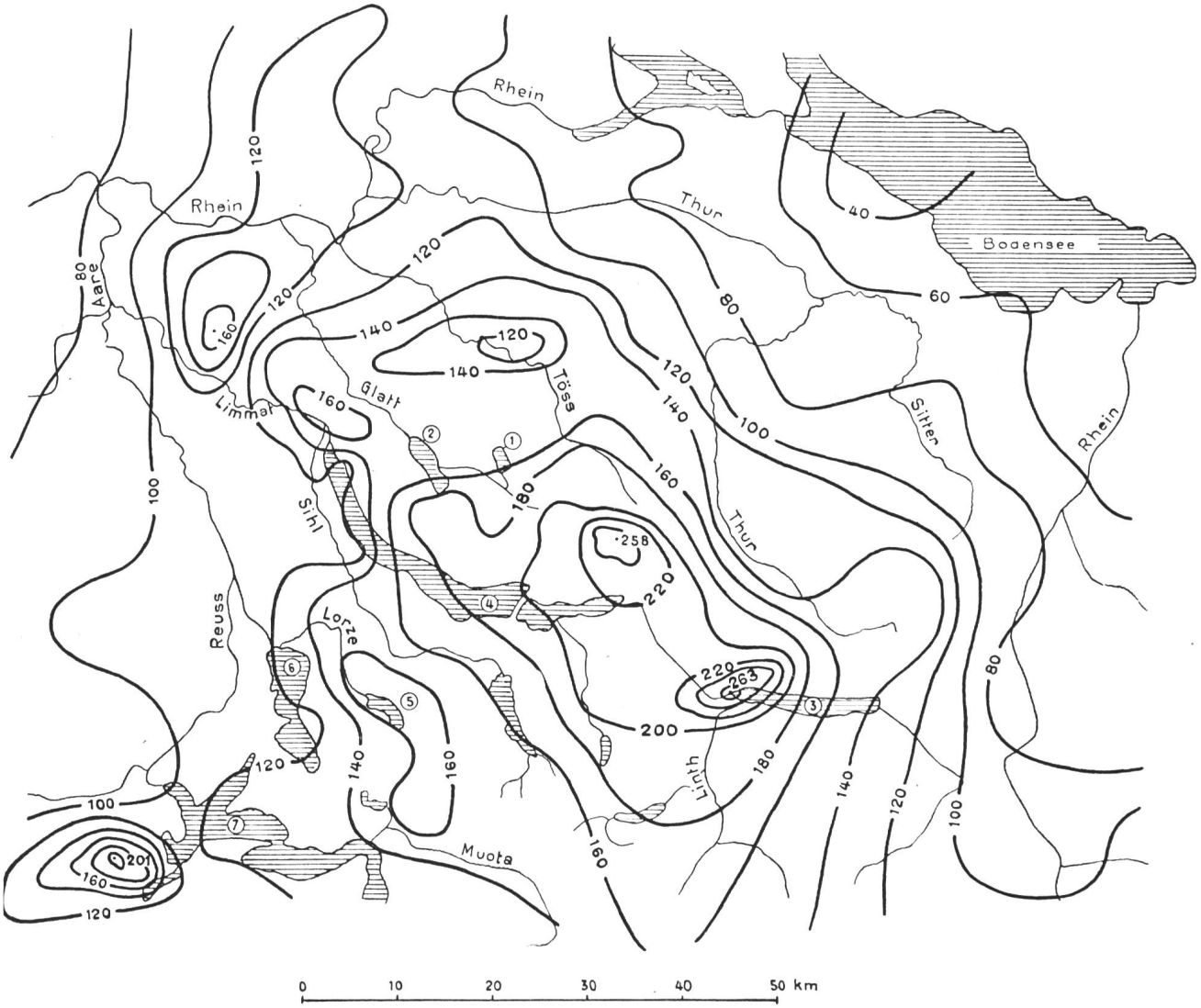
III.

Bevor wir die Auswirkungen, die diese Niederschläge auf das Gewässernetz hatten, betrachten, seien einige Bemerkungen über die hydrometrischen Erhebungen vorausgeschickt.

Von den hydrographischen Beobachtungsergebnissen interessieren vor allem zwei Größen: die Wasserstände und die Abflußmengen. Die Bestimmung der Abflußmenge erfolgt auf eine Art, die von der für die Bestimmung der Wasserstände anzuwendenden grundsätzlich verschieden ist.

Für die Bestimmung der Wasserstände ist es möglich, Anlagen so einzurichten, daß der Wasserstand an der gewünschten Stelle jederzeit abgelesen werden kann; zusätzlich angebrachte Registrierinstrumente und Fernmelder erleichtern oft die momentane oder nachträgliche Bestimmung eines Wasserstandes. Wenn wir von den Nivellementsfehlern der Pegelanschluß-Nivellements und den Beobachtungs- und Instrumentenfehlern absehen — die alle in engen Grenzen gehalten werden können — dann dürfen wir sagen, daß bei der Bestimmung der Wasserspiegelkoten eine sofortige und unzweifelhafte Angabe möglich ist.

Prinzipiell anders ist es bei den Abflußmengen. Es gibt keine praktisch realisierbare Methode, die ein direktes Ablesen der Abflußmenge eines Flusses erlauben würde. Im Gegensatz zu den Wasserständen oder zu anderen Größen wie z. B. der Niederschlagshöhe, ist die



Seen: 1 Pfäffikersee, 2 Greifensee, 3 Walensee, 4 Zürichsee, 5 Ägerisee, 6 Zugersee, 7 Vierwaldstättersee

Abb. 2 Niederschlagssummen für die Zeit vom 24. 6. 53, 07 h 30, bis zum 28. 6. 53, 07 h 30. Isohyetenkarte. Niederschlagshöhen in Millimetern

Abflußmenge eine nicht direkt beobachtbare Größe. Ihre momentane oder nachträgliche Bestimmung zu beliebigen Zeitpunkten kann nur auf indirekte Weise erfolgen, indem sie mit beobachtbaren Größen, z. B. Wasserständen, in Beziehung gebracht wird, so daß von den letzteren auf die Abflußmengen geschlossen werden kann. Dieses Verfahren setzt voraus, daß die Beziehung zwischen Abflußmenge und Wasserstand bekannt ist. Die Erfahrung lehrt, daß die genannte Beziehung sich mit der Zeit verändert. Sie wird in der Weise bestimmt, daß zu verschiedenen Zeiten bei verschiedener Wasserführung Wassermessungen ausgeführt und deren Resultate unter Beiziehung der korrespondierenden Wasserstände in ein Koordinatensystem Abflußmenge-Pegelstand eingetragen werden. Die gesuchte Beziehung wird dann dargestellt durch die die Messungspunkte verbindende Kurve; ändert die Beziehung, so ist die Kurve durch neue Messungen neu aufzustellen. Es ergibt sich hieraus zweierlei: 1. Die für einen bestimmten Zeitabschnitt gültige Kurve kann erst längere Zeit nachher festgelegt werden, nämlich erst dann, wenn genügend Meßresultate für die Beurteilung der Gültigkeit einer allfälligen älteren oder für das Aufstellen der neuen Kurve vorliegen. 2. Da die extrem große Wasserführung meist nur kurzfristig auftritt und zudem auf unseren Flüssen oft gefährliche Treibholzführung mit sich bringt, da deshalb die größten Abflußmengen vielfach nicht direkt gemessen werden können, muß für die Bestimmung der Höchstabflußmengen die Kurve fast immer mehr oder weniger weit extrapoliert werden.

Aus den genannten zwei Tatsachen folgt weiter: 1. Eine Angabe definitiver Werte der Abflußmengen im Zeitpunkt ihres Auftretens oder unmittelbar nachher ist nicht möglich. 2. Nachdem hingegen die während einem bestimmten, in Bezug auf die genannte Beziehung zusammenhängenden Zeitabschnitt ausgeführten Wassermessungen ausgearbeitet sind, können für den durch Messungen belegten Bereich der Wasserführung zuverlässige Angaben gemacht werden (definitive Werte). Die Angaben über Höchstabflußmengen sind indessen oft auch dann noch mit den unvermeidlichen, von der Extrapolation herrührenden Unsicherheiten belastet. Diese Angabe der definitiven Werte kann jedes Mal nur für einen bereits zurückliegenden Zeitabschnitt gemacht werden; d. h. die Aufstellung der definitiven Werte folgt dem Geschehen in der Natur etappenweise mit einem Zeitabstand von mehreren Wochen oder Monaten nach. Dies liegt in der Natur der Sache und ist weitgehend unabhängig vom Wollen oder Können des Hydrographen.

Da bei den Benützern unserer hydrographischen Ergebnisse nun aber begreiflicherweise das Bedürfnis nach möglichst rascher Orientierung besteht und wir uns in unserer Tätigkeit vom Bestreben nach möglichst nutzbringenden Leistungen leiten lassen, sehen wir uns oft veranlaßt, unmittelbar nach dem Auftreten schon vorläufige Mitteilungen über Abflußmengen herauszugeben. Solche Angaben sind alsdann noch nicht durch die zugehörigen Meßresultate belegt und deshalb unsicher; sie werden von uns immer ausdrücklich als provisorisch bezeichnet, sie sind streng von den später erscheinenden definitiven Werten zu unterscheiden. Es ist nach diesen Ausführungen verständlich, daß die definitiven oft von den provisorischen Werten abweichen.

Wenn also im Nachfolgenden einzelne Abflußmengenangaben sich von den unmittelbar nach dem Hochwasser bekannt gewordenen, von uns damals als provisorisch bezeichneten Zahlen, unterscheiden, so liegt der Grund hiefür darin, daß es sich hier nun um die endgültigen, auf Grund der Messungsergebnisse bestimmten Werte handelt.

Es geht aus dem Gesagten hervor, daß die Vornahme möglichst vieler Wassermessungen eminent wichtig für die Vertrauenswürdigkeit eines hydrographischen Dienstes ist, und daß besondere Anstrengungen in dieser Hinsicht in Hochwasserzeiten unternommen werden müssen, um die Kurven möglichst hoch hinauf mit Messungen belegen zu können. Der hydrographische Dienst des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft hat, ohne Personalvermehrung, die jährliche Anzahl der ausgeführten Wassermessungen von 583 im Jahre 1947 auf 863 im Jahre 1952 gesteigert; die Leistung im Jahre 1952 ergibt pro Arbeitstag einen Durchschnitt von 3,1 Messungen. Während der Hochwassertage des Juni 1953 und der zwei darauffolgenden Wochen wurden insgesamt 96 Wassermessungen ausgeführt; am 26. Juni allein deren 11, am 27. Juni deren 9, am 30. Juni deren 12.

IV.

Die ungewöhnlichen Niederschläge bewirkten ein Anschwellen der Gewässer, wie es an vielen Orten seit 1910 nicht mehr beobachtet worden war; an einzelnen Stationen wurden sogar die Werte von 1910 übertroffen.

Der Pfäffiker- und der Greifensee erreichten ihren höchsten, seit Beginn der Beobachtungen (Jahr 1900) verzeichneten Stand. Auch für die Abflußmenge der Reuß bei Mühlau wurde, seit im Jahre 1906 mit den Messungen begonnen worden war, nie ein so großer Wert wie der am 27. Juni 1953 aufgetretene, festgestellt, während in Mellingen, in der mit 1904 beginnenden Beobachtungsdauer, der höchste aufgetretene Wert der Abflußmenge der Reuß zweimal beobachtet wurde, nämlich im Juni 1910 und im Juni 1953. Auch an zahlreichen anderen Stationen wurden höchste je registrierte Werte erreicht; da aber an den betreffenden Stellen unsere Beobachtungen erst nach 1910 begonnen haben, ist in diesen Fällen ein Vergleich mit dem Hochwasser von 1910 nicht möglich. So meldeten auch Anwohner der unteren Töß, daß ihres Erachtens der Wasserstand dieses Jahres denjenigen von 1910 überschritten habe.

Aus Abb. 3 sind der Gang des Wasserspiegels und die Zu- und Abflußverhältnisse des nicht regulierten Walensees ersichtlich. Im Jahre 1868 hat der Seespiegel den gleichen Stand erreicht wie dieses Jahr; diese Kote wurde seither nur zweimal, nämlich 1876 und 1910, überschritten; das nächstkleinere Hochwasser trat im Jahre 1897 auf (siehe auch Tabelle 3).

Die in Abb. 4 wiedergegebene Ganglinie des Pegelstandes der kleinen Emme bei Malters zeigt, wie dem eigentlichen Hochwasser schon zahlreiche Anschwellungen vorausgingen, deren letzte nicht mehr zum vollständigen Abschwellen kamen, bevor jeweilen wieder eine neue einsetzte. Die den ausgeführten Wassermessungen entsprechenden Zeitpunkte sind hervorgehoben; sie lassen das Bestreben erkennen, bei möglichst verschiedenen Wasserständen zu messen. Die höchste Messung, am 26. Juni 1953, um 14 Uhr, hatte wegen starker Treibholzführung schon große Schwierigkeiten bereitet; von einem Versuch, die große Spitze während der Nacht zu messen, mußte abgesehen werden.

V.

Die einfache Angabe von Abflußmengen oder Wasserspiegelkoten vermittelt noch keinen anschaulichen Begriff von der Bedeutung, die einem bestimmten Hochwasservorkommen im größeren hydrographischen Rahmen beizumessen ist. Schon der Vergleich mit den früher beobachteten Höchstwerten ist aufschlußreicher (Tabelle 3), liefert aber noch keinen einheitlichen Maßstab für Vergleiche zwischen verschiedenen Stationen.

Wir haben für eine größere Zahl von Stationen, die in unserem Hochwassergebiet oder dessen Randzonen liegen, festgestellt, wie oft während der bisherigen Beobachtungen der anläßlich des Juni-Hochwassers 1953 beobachtete Höchstwert der Abflußmenge oder des Wasserstandes erreicht oder überschritten wurde. Aus dieser Anzahl und der seit Beginn der Beobachtungen an der betreffenden Station verflossenen Zeit ließ sich der durchschnittliche zeitliche Abstand zwischen zwei Hochwasservorkommen, die an jener Station gleiche oder größere Werte ergaben, wie dasjenige vom Juni 1953, berechnen. Dieser durchschnittliche zeitliche Abstand stellt ein Maß dar für die Bedeutung des Hochwassers an jener Stelle; die für die verschiedenen Stationen gefundenen Werte lassen sich nun miteinander verglei-

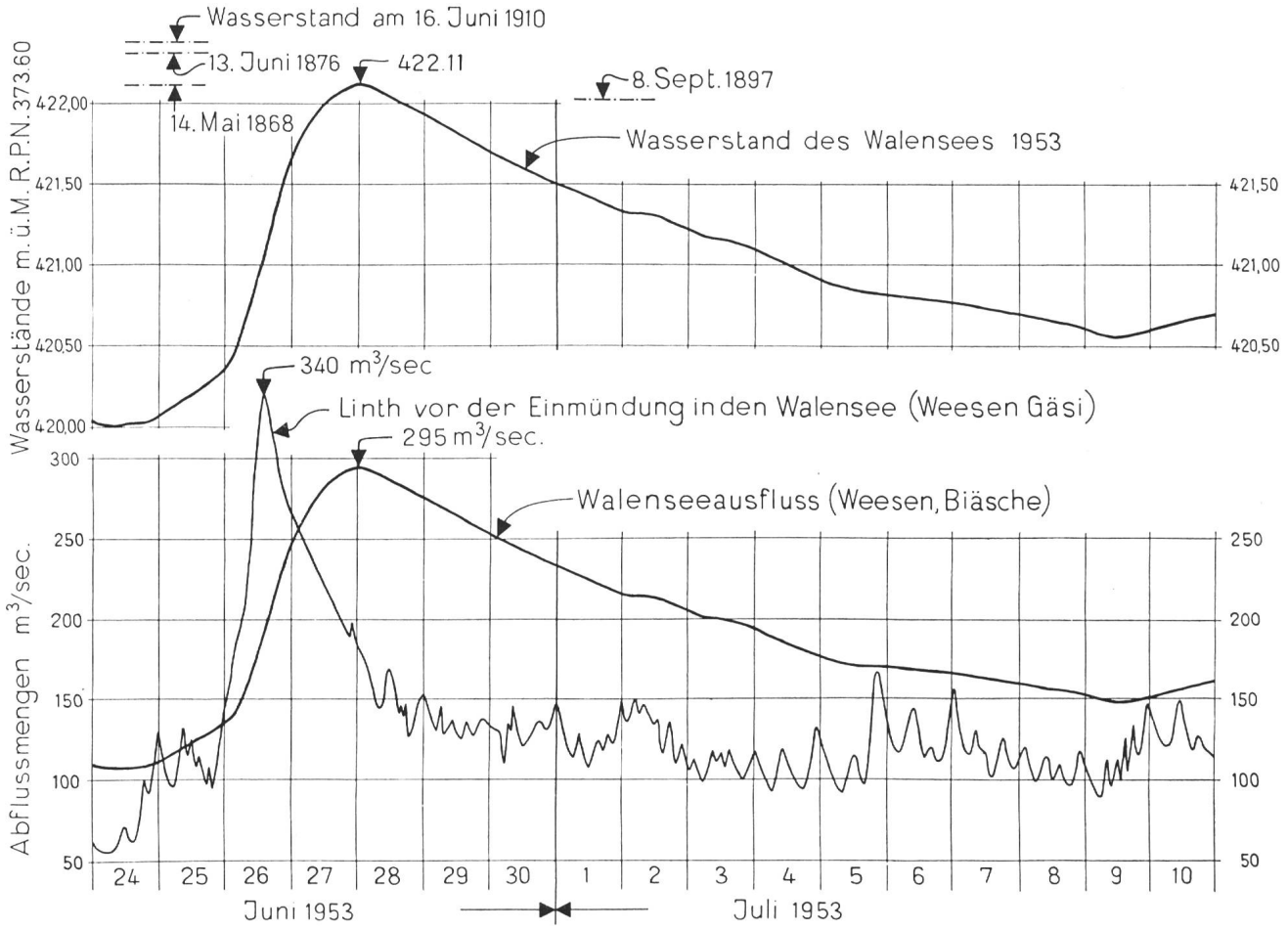


Abb. 3 Ganglinien des Walenseestandes, der Abflußmenge der Linth vor dem Walensee und der Ausflußmenge aus dem Walensee für die Zeit vom 24. 6. bis zum 10. 7. 1953

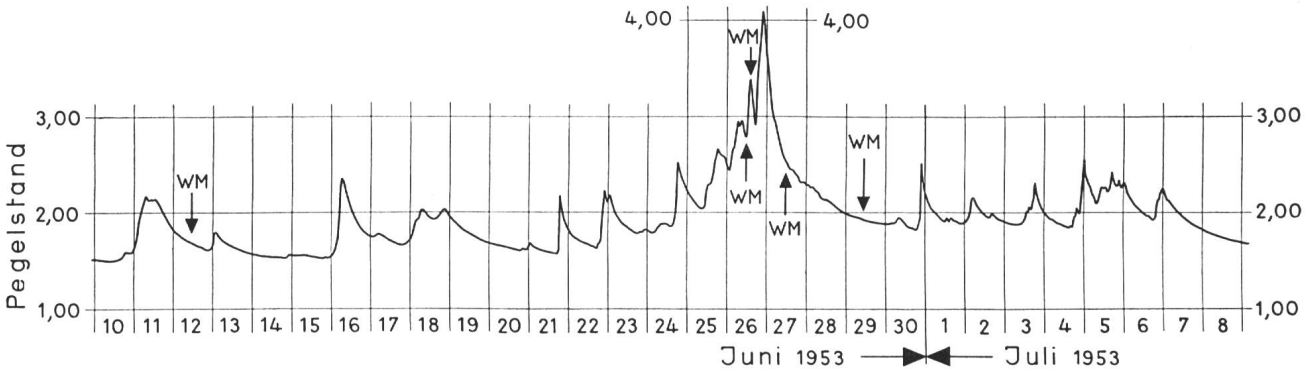


Abb. 4 Kleine Emme bei Malters. Ganglinie des Pegelstandes für die Zeit vom 10. 6. bis 8. 7. 1953.
WM = Wassermessungen

Höchstwerte der Wasserstände und Abflußmengen

Tabelle 3

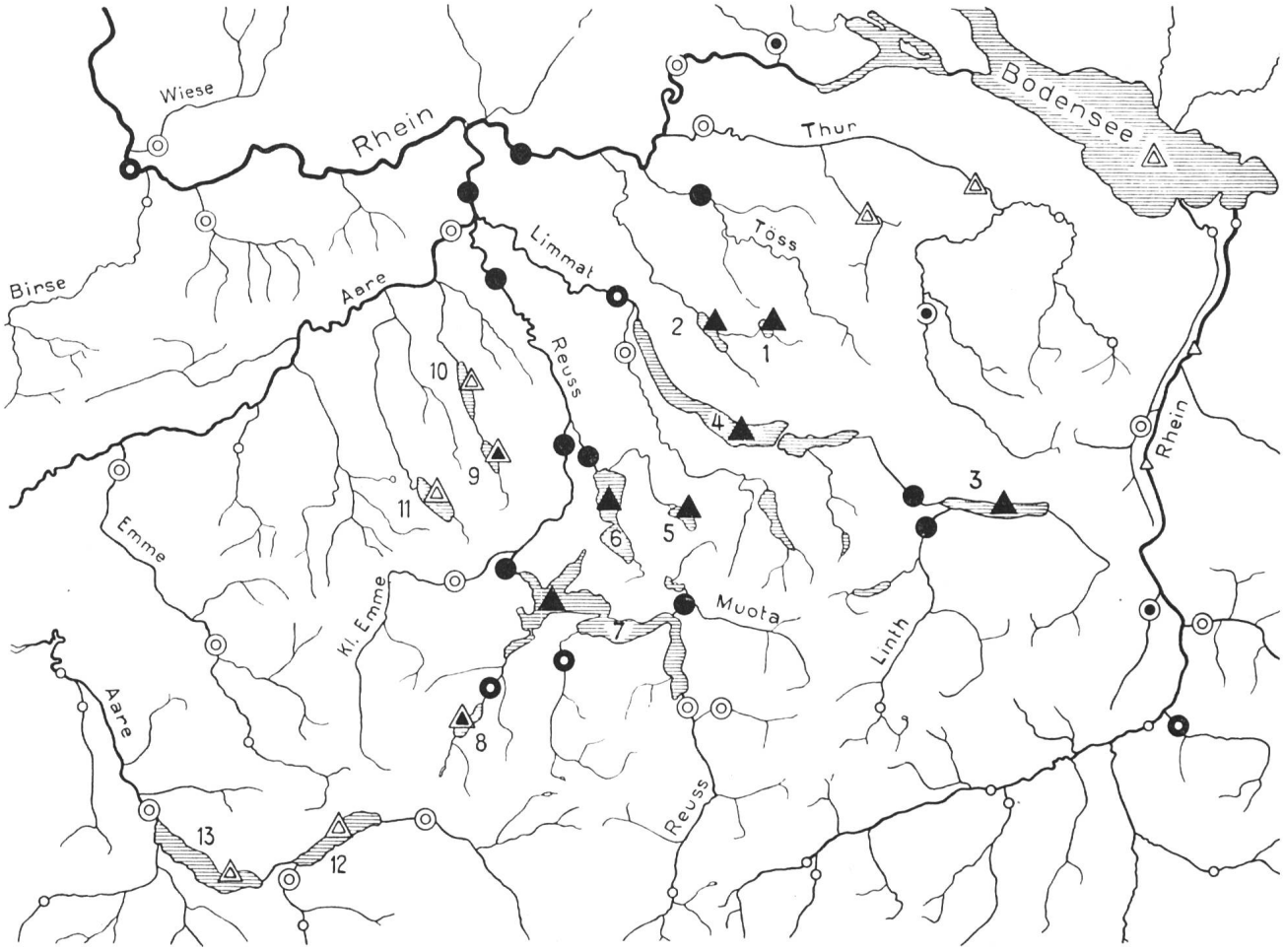
Gewässer	Station	Beginn der systematischen Beobachtungen	Höchstwert Juni 1953			Frühere Höchstwerte		
			Tag	Zeit h	Wasserstand m ü. M. (R. P. N. = 373,6 m) oder Abflußmenge m³/s	Jahr	Datum	Wasserstand m ü. M. (R. P. N. = 373,6 m) oder Abflußmenge m³/s
Plessur	Chur	April 1930	26.	14	80—90 m³/s	1951	27. Mai	60—75 m³/s
Töß	Neftenbach	Aug. 1915 [2]	26.	12.30	270 m³/s	1930	14. Mai	200 m³/s
Pfäffikersee	Pfäffikon	Jan. 1900	28.	07	537,93 m ü. M.	1932	10./12. Juli	537,88 m ü. M.
Greifensee	Greifensee	Jan. 1900	27.	23	436,66 m ü. M.	1932	12./16. Juli	436,29 m ü. M.
Rhein	Rekingen	Juni 1901 [3]	26.	21	1580 m³/s	1910	16. Juni	2250 m³/s
						1926	20. Juni	1530 m³/s
Muota	Ingenbohl *	April 1900 [4]	26.	21	230—260 m³/s	1935	29. Okt.	180—230 m³/s
						1947	11. Nov.	190—220 m³/s
Engelberger Aa	Büren	Jan. 1916	26.	20	110—130 m³/s	1935	29. Okt.	110—130 m³/s
						1937	2. Aug.	100—120 m³/s
Sarner Aa	Sarnen	Jan. 1907	27.	16	51 m³/s	1910	16. Juni	56 m³/s
						1944	25. Nov.	50—55 m³/s
						1935	30. Okt.	48—52 m³/s
Vierwaldstättersee	—	Jan. 1874	30. 6.—2. 7.		434,79 m ü. M.	1910	16./17. Juni	435,25 m ü. M.
						1877	25. Juni	434,84 m ü. M.
						1937	17. Juni	434,71 m ü. M.
Reuß	Luzern	Mai 1922	26.	23	390 m³/s	1935	4. Juli	380 m³/s
Reuß	Mühlau	April 1907 [5]	27.	05	640 m³/s	1951	16. Juli	570—600 m³/s
						1910	15. Juni	590 m³/s
Ägerisee	Unterägeri	Juni 1880	27.	-	724,63 m ü. M.	1881	4. Sept.	724,91 m ü. M.
						1934	10. Sept.	724,79 m ü. M.
						1910	16. Juni	724,59 m ü. M.
Zugersee	—	Aug. 1866	4.—6. Juli		414,21 m ü. M.	1897	21. Sept.	414,33 m ü. M.
						1930	19./20. Mai	414,24 m ü. M.
						1932	24./27. Juli	414,20 m ü. M.
Lorze	Frauenthal	Jan. 1913	26.	21	24 m³/s	1952	2. Dez.	22 m³/s
Reuß	Mellingen	Aug. 1866 [6]	27.	09	650 m³/s	1910	15. Juni	650 m³/s
						1951	16. Juli	590—620 m³/s
Linth	Weesen, Gäsi	Jan. 1908 [7]	26.	13	340 m³/s	1910	15. Juni	380 m³/s
						1922	15. Juli	300 m³/s
Walensee	—	Jan. 1866	28.	02	422,11 m ü. M.	1876	13. Juni	422,31 m ü. M.
						1910	16. Juni	422,38 m ü. M.
						1868	14. Mai	422,11 m ü. M.
						1897	8. Sept.	422,02 m ü. M.
Walensee-Ausfluß	Weesen, Biäsche	Jan. 1907	28.	02	295 m³/s	1910	16. Juni	346 m³/s
						1912	14. Mai	237 m³/s
Zürichsee (Unterer See)	—	1810	28.—29. Juni		406,91 m ü. M.	1817	8. Juli	407,76 m ü. M.
						1821	18. Aug.	407,48 m ü. M.
						1824	6. Nov.	407,51 m ü. M.
						1876	15. Juni	407,48 m ü. M.
						1890	3. Sept.	406,99 m ü. M.
						1897	9./10. Sept.	407,01 m ü. M.
						1910	17. Juni	407,23 m ü. M.
						1918	24. Dez.	406,84 m ü. M.
Limmat	Zürich, Unterhard	März 1905	26.	11	560 m³/s	1910	15. Juni	657 m³/s
						1930	14. Mai	471 m³/s
Aare	Stilli	Aug. 1866 [8]	27.	08	2000 m³/s	1910	15. Juni	2110 m³/s
						1930	15. Mai	1960 m³/s
Rhein	Basel	März 1808	27.	06	3800 m³/s	1817	6. Juli	4700—4900 m³/s
						1819	21. Dez.	3925 m³/s
						1824	Aug. u. Nov.	3900—4000 m³/s
						1831	5. Sept.	3890 m³/s
						1851	2. Aug.	3900 m³/s
						1852	18. Sept.	5600—5700 m³/s
						1876	13. Juni	5700 m³/s
						1881	3. Sept.	5280 m³/s
						1882	28. Dez.	4500—4700 m³/s
						1910	16. Juni	4300 m³/s
						1918	24. Dez.	3860 m³/s
						1880	28. Okt.	3700—3800 m³/s

[2] Abflußmengen bestimmt seit Januar 1921. [3] 1901—1919 beobachtet in Kaiserstuhl, Abflußmengen seit 1904. [4] Abflußmengen bestimmt seit Januar 1916. [5] Abflußmengen bestimmt seit Januar 1915, 1906—1914 in Gisikon. [6] Abflußmengen bestimmt seit Januar 1904. [7] 1908—1913 nach Mollis berechnet. [8] 1866—1934 beobachtet in Döttingen, Abflußmengen seit 1904 bestimmt, 1904—1934 in Döttingen.
* In Ingenbohl konnten dieses Jahr Wassermessungen bei so hohen Ständen wie nie zuvor ausgeführt werden. Dies erlaubt, den Charakter der Beziehung Abflußmenge/Pegelstand für den hohen Bereich besser zu erkennen als früher und veranlaßte uns, einzelne der in den bisherigen hydrographischen Jahrbüchern angegebenen Höchstwerte zu korrigieren.

chen. Nach Maßgabe des errechneten Zeitabstandes haben wir die betrachteten Stationen in fünf Gruppen eingeteilt; das Ergebnis ist in Abb. 5 dargestellt.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit dieser Methode ist das Vorhandensein einer genügend langen Beobachtungsreihe, aber auch die Homogenität derselben, d. h. bei Stationen, die z. B. durch Kraftwerkbauten eine fühlbare Änderung des Hochwasserregimes erfahren haben, darf nur die Periode des neuen Regimes herangezogen werden. Gleichfalls mit Rücksicht auf die Homogenität ist bei Stationen, deren Beobachtungsreihe ins letzte Jahrhundert zurückreicht, nur die Zeit seit 1900 berücksichtigt worden. Andererseits haben wir für Abb. 5, mit Ausnahme der Klassen größerer Häufigkeit, im Prinzip nur Stationen verwendet, die eine Beobachtungsdauer von mindestens 25 Jahren aufweisen. Trotzdem bei manchen der betrachteten Stationen eine noch längere homogene Beobachtungszeit erwünscht gewesen wäre, erlaubt Abb. 5 doch ziemlich gut, die Zonen verschieden intensiver Ausbildung des Hochwassers 1953 zu erkennen; sie regt auch zu einem Vergleich mit der in Abb. 2 dargestellten Verteilung der Niederschläge an.

Für die Stationen, bei denen der durchschnittliche Zeitabstand von ähnlichen oder größeren Hochwassern wie das vom Jahre 1953, größer ist als 15 Jahre, sind in Tabelle 3 Angaben über die Höchstabflußmenge bzw. den höchsten Wasserstand zusammengestellt. Zum Vergleich sind außerdem die früher seit Beginn der systematischen Beobachtungen bzw. der Abflußmengenbestimmung festgestellten Werte, welche diejenigen von



Werte von 1953 erreicht oder überschritten (im Durchschnitt der Beobachtungszeit)

Abflußmengen	*Wasserstände*	*Abflußmengen*	*Wasserstände*
● seltener als alle 24 Jahre	▲	◎ alle 2 — 7 Jahre einmal	△
○ alle 16 — 24 Jahre einmal	▲	○ in allen nicht besonders trockenen Jahren	△
◉ alle 8 — 15 Jahre einmal	▲		

Seen: 1 Pfäffikersee, 2 Greifensee, 3 Walensee, 4 Zürichsee, 5 Ägerisee, 6 Zugersee, 7 Vierwaldstättersee, 8 Sarnersee, 9 Baldeggersee, 10 Hallwilersee, 11 Sempachersee, 12 Brienzersee, 13 Thunersee

Abb. 5 Karte des Hochwassergebietes. Hydrographische Beobachtungsobjekte, gruppiert nach der Häufigkeit des Auftretens oder Überschreitens der 1953 beobachteten Werte

1953 erreichen oder übersteigen, aufgeführt, sowie bei jeder Station auch noch derjenige, der den Wert von 1953 nicht erreicht hat, ihm aber am nächsten kommt.

VI.

Die Kenntnis der Abflußmengen und Seestände erlaubt nun auch, an die Frage heranzutreten, was mit den Wassermengen geschehen sei, die gemäß den unter II gemachten Angaben als Niederschlag gefallen sind. Auch diesen Berechnungen gegenüber ist Vorsicht am Platze, erstens wegen der schon erwähnten Unsicherheit über die für ein Gebiet berechnete Niederschlagsmenge, zweitens, weil man es oft mit der Differenz zweier Größen (Niederschlags- und Abflußmenge) zu tun hat, von denen mindestens eine nicht sicher ist. Je kleiner nun die betrachtete Differenz gegenüber den Größen ist, aus denen sie gebildet wurde, um so größer ist die prozentuale Unsicherheit des Resultates. Trotz diesen Vorbehalten haben wir in Tabelle 4 einige diesbezügliche Zahlen wiedergegeben, und zwar haben wir für einige Gebiete die Aufteilung der Niederschlagsmenge in die folgenden Anteile berechnet: 1. die Menge, die während der Hochwassertage unmittelbar abfloß, die Hochwasserführung der aus dem Gebiet herausführenden Flüsse bewirkend; 2. die Menge, welche durch die im Hochwassergebiet liegenden Seen während der Hochwassertage zurückgehalten wurde, die Anschwellungen der letzteren verursachend; und 3. die Menge, die während der Hochwassertage noch gar nicht ins Gewässernetz gelangte, sondern zunächst vom Boden zurückgehalten wurde.

Angenäherte Aufteilung der in einigen Gebieten gefallenen Niederschlagsmengen Tabelle 4

Gewässer:	Linth-Limmat			Aare			Thur		
Einzugsgebiet flußaufwärts von	Zürich, Seeausfluß, unter Abzug des Walensees und dessen Einzugsgebietes			Stilli, also inkl. ganzes Reuß- und Limmatgebiet			Andelfingen		
Flächeninhalt des Einzugsgebietes	768 km² (ohne Zürichsee = 683 km²)			17 625 km²			1696 km²		
	Mio m³	%	entspr. Niederschl. oder Abfluß-höhe mm	Mio m³	%	entspr. Niederschl. oder Abfluß-höhe mm	Mio m³	%	entspr. Niederschl. oder Abfluß-höhe mm
Totalmenge des auf das Einzugsgebiet gefallenen Niederschlages	*150*	*100*	*195*	*1430*	*100*	*81*	*180*	*100*	*106*
Als Hochwasser aus dem Gebiet abgeflossen	37,2 [9]	25		337	24		109	61	
In den Seen zunächst zurückgehalten	75,4	50		368	26		0	0	
Vom Boden zunächst zurückgehalten	37,4	25	55	725	50	41	71	39	
Summe wie oben	150	100		1430	100		180	100	42

[9] Seeausfluß unter Abzug des Zuflusses aus dem Walensee.

VII.

Man kann nun noch die Frage aufwerfen: Wie ist das Hochwasser vom Juni 1953 in seiner gesamten Erscheinung etwa zu beurteilen im Verhältnis zu anderen, in der gleichen Gegend aufgetretenen und in der Erinnerung älterer Personen noch lebendigen Hochwasservorkommen? Wir haben zur Beantwortung dieser Frage einen Vergleich angestellt mit den Hochwassern vom Juni 1910, vom Dezember 1918, vom Juni 1926 und vom November 1944. Die ungefähre Abgrenzung der zu betrachtenden Gegend ergibt sich aus Abb. 5.

Das Hochwasser von 1910 übertraf an Ausdehnung dasjenige von 1953, indem damals auch das Sitter- und Thurgebiet und das St. Galler Rheintal heimgesucht wurden; auch die Aare bei Brugg brachte eine bedeutendere Abflußmenge als dieses Jahr. Daß im Jahre 1910 die Abflußmengen und Wasserstände auch an vielen Orten des diesjährigen Hochwassergebietes die heurigen übertrafen, geht aus Tabelle 3 hervor, die Ausnahmen sind im Abschnitt IV erwähnt.

Im Dezember 1918 brachten die Aare oberhalb Brugg und die Thur die Hauptanteile für eine Abflußmenge des Rheins, die zahlenmäßig nur ein Geringes größer war als diejenige von 1953. Das Hochwasser vom Juni 1926 zeichnete sich vor allem durch einen hohen Stand des Bodensees und somit durch eine große Abflußmenge des Rheines bis zur Aaremündung aus; größere Anschwellungen traten damals auch an der Sarner Aa und an der Limmat auf. Im November 1944 lag das Schwergewicht des Hochwassers im Gebiete der Aare oberhalb Brugg; das uns im heutigen Zusammenhang interessierende Gebiet wurde außer am unteren Aarelauf nur noch an der Sarner Aa und an der kleinen Emme betroffen.

Zusammenfassend kommt man zum Schlusse, daß das Hochwasser vom Juni 1953 in seiner Gesamt-Bedeutung für das von ihm heimgesuchte Gebiet nicht an dasjenige von 1910 heranreicht, aber alle anderen in diesem Jahrhundert aufgetretenen Hochwasser übertrifft.