

Zeitschrift:	Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber:	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band:	44 (1952)
Heft:	9
 Artikel:	Die Hochwasser vom August und November 1951 am Alpensüdfuss der Schweiz
Autor:	Thams, J.C.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-921789

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 23.02.2026

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



Der über die Ufer getretene Lago Maggiore bei Ascona im November 1951
(Photo J. C. Thams, Locarno-Monti)

Die Hochwasser vom August und November 1951 am Alpensüdfuß der Schweiz

Von J. C. Thams.

(Osservatorio Ticinese della Centrale Meteorologica Svizzera, Locarno-Monti.)

DK 551.577 (494.5)

1. Einleitung

Der Alpensüdfuß wurde im vergangenen Jahre dreimal von großen Niederschlägen heimgesucht, die bedeutende Schäden verursachten. Es begann mit den außergewöhnlichen Schneefällen im Januar und Februar, die zu den tragischen Lawinenkatastrophen von Airolo und Frasco führten. Die Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei des Eidg. Departementes des Innern hat kürzlich eine gut dokumentierte Darstellung des Lawinewinters 1950/51 veröffentlicht, auf die wir hier nachdrücklich aufmerksam machen möchten¹, enthält sie doch nicht nur alles Wissenwerte jenes schicksalhaften Winters, sondern auch eine Fülle von Anregungen und Vorschlägen zum Problem der Lawinenbekämpfung. Nach den großen Schneefällen zu Jahresbeginn folgten dann die Hochwasser vom August und November, die Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind.

Bevor wir jedoch auf diese Hochwasser im einzelnen eingehen, seien hier zum besseren Verständnis der Katastrophen die Niederschlagsverhältnisse des ganzen Jahres 1951 am Alpensüdfuß besprochen.

In Tabelle 1 sind für eine Reihe von Stationen am Alpensüdfuß die Monats- und Jahressummen der Niederschlagsmengen in Millimetern sowie die Abweichungen vom Normalwert aufgeführt. Bei allen Stationen liegt die Jahressumme nicht nur weit über dem Durchschnittswert, sie stellt auch in der überwiegenden Anzahl der Fälle das Maximum der letzten fünfzig Jahre dar. Be-

trachtet man die Niederschlagsmengen aller Stationen am Alpensüdfuß für die einzelnen Monate, so fällt auf, daß eigentlich nur in den Monaten Juli, September und Dezember durchwegs größere Niederschlagsdefizite auftreten, die anderen Monate weisen meist viel zu große Mengen auf. Das gilt besonders für die Monate Januar, Februar, August und November, deren Niederschläge ganz exzeptionell sind. So wurde im Februar an einigen Stationen mehr als das Fünffache der normalen Menge gemessen; das ist für diese Stationen das Maximum seit Bestehen des Beobachtungsnetzes. Diese großen Mengen, die meist als Schnee niedergingen, bildeten in den Bergen einen ungeheuren Wasservorrat und hielten die Flüsse lange Zeit auf einer beträchtlichen Höhe (siehe Tabelle 2). Im August waren es vor allem Niederschläge gewittriger Natur, auf wenige Tage konzentriert, welche die Flussläufe mächtig anschwellen ließen. Ganz ungewöhnliche Verhältnisse traten dann wieder im November auf. Die Überschüsse sind beträchtlich und erreichen fast die 500-mm-Grenze. Sie verursachten die große Überschwemmungskatastrophe in der Poebene, über die der italienische Hydrologische Dienst des «Ministero dei Lavori Pubblici» ausführlich berichtet hat².

¹ Eidg. Departement des Innern, Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei, Veröffentlichung über Verbauungen Nr. 6 «Der Lawinenwinter 1950/51», Bern 1951.

² La piena del Po del novembre 1951, Firenze, Gennaio 1952.

Tabelle 1 Monats- und Jahressummen der Niederschlagsmengen in mm und Abweichungen vom Normalwert an einigen Stationen am Alpensüdfuß im Jahr 1951

Station		Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
<i>Airolo</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	189	281	122	149	175	176	51	309	40	177	667	15	2351
		122	202	—5	4	11	36	—105	143	—134	—38	498	—100	634
<i>Biasca</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	181	350	153	176	191	169	101	436	68	176	584	16	2601
		129	285	41	45	24	19	—74	239	—104	—27	436	—77	936
<i>Locarno-Muralto</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	178	384	149	210	201	243	116	398	98	233	616	28	2854
		126	311	16	47	—12	51	—95	183	—88	23	468	—66	964
<i>Mesocco</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	184	352	131	147	138	164	113	234	73	112	395	36	2079
		134	283	20	23	—14	10	—61	59	—68	—55	274	—52	553
<i>Olivone</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	185	270	141	150	153	177	95	221	41	157	456	22	2068
		134	205	34	27	5	42	—62	64	—103	—4	325	—66	601
<i>Cevio</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	193	419	138	214	347	261	74	352	50	266	581	18	2913
		137	345	4	52	162	111	—94	184	—133	40	417	—88	1137
<i>Bosco-Gurin</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	181	—	146	190	331	297	87	394	57	276	567	11	2537**
		115	—	—7	7	134	135	—80	214	—129	58	400	—102	658**
<i>Fusio</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	198	318	145	215	275	185	114	282	56	185	536	11	2520
		140	247	21	56	96	26	—53	111	—121	—17	387	—92	801
<i>Mosogno</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	161	459	148	189	398	382	173	342	65	247	652	21	3237
		107	385	9	11	182	191	—36	127	—180	—3	470	—77	1186
<i>Lugano</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	145	293	155	140	168	252	83	266	128	206	518	34	2388
		92	226	27	—25	—37	67	—105	76	—30	19	383	—54	639
<i>Ponte Tresa</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	157	289	153	128	193	246	124	194	153	275	620	27	2559
		99	215	11	—55	—32	52	—49	14	—25	66	468	—67	697
<i>Mezzana</i>	Niederschlagsmenge 1951 Abweichung vom Normalwert 1901—40	185	282	169	91	174	242	160	149	111	361	622	45	2591
		119	202	41	—89	—56	88	17	—9	—45	172	460	—69	831

* Wegen zu großen Schneefalles konnte keine Messung vorgenommen werden

** Ohne Februar-Menge

Tabelle 2 Prozentuale Abweichungen der Abflußmengen im Jahre 1951 vom langjährigen Mittelwert für die Flüsse Tessin, Bavora, Maggia und Tresa

Fluß	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Tessin ¹	18	84	56	50	49	80	43	79	—28	—37	148	34	48
Bavora ²	17	81	27	24	25	69	50	87	—12	—21	185	21	47
Maggia ³	25	64	30	41	59	99	75	92	—28	—35	196	38	62
Tresa ⁴	53	269	164	58	23	40	31	43	15	5	241	97	81

¹ langjährige Mittelwerte der Periode 1918—1951² langjährige Mittelwerte der Periode 1929—1951³ langjährige Mittelwerte der Periode 1929—1951⁴ langjährige Mittelwerte der Periode 1923—1951

2. Die Hochwasser im August 1951

a) Die Niederschlagsmengen

Eine gute Übersicht über die Niederschlagsverhältnisse am Alpensüdfuß gibt die Abbildung 1. Die erste Zahl bedeutet jeweils die Monatsmenge in Millimetern im August 1951, die zweite das langjährige Monatsmittel und die dritte die Regenmengen, die am 8. und 9. August 1951 gemessen wurden.

Man erkennt hier deutlich, wie ungewöhnlich groß die monatlichen Überschüsse waren. Die einzige Aus-

nahme macht die im südlichsten Zipfel gelegene Station Mezzana.

Ganz außergewöhnlich groß sind die am 8. und 9. August gefallenen Regenmengen. Doch traten hier regional beträchtliche Unterschiede auf. Während im Südzipfel nur 3—63 mm zu verzeichnen waren, brachten es Biasca und San Bernardino auf je 293 mm. Die größten Niederschläge sind auf ein relativ schmales Band von ungefähr 20 km Breite konzentriert, das sich vom Centovalli und Lago Maggiore bis nach San Bernardino er-

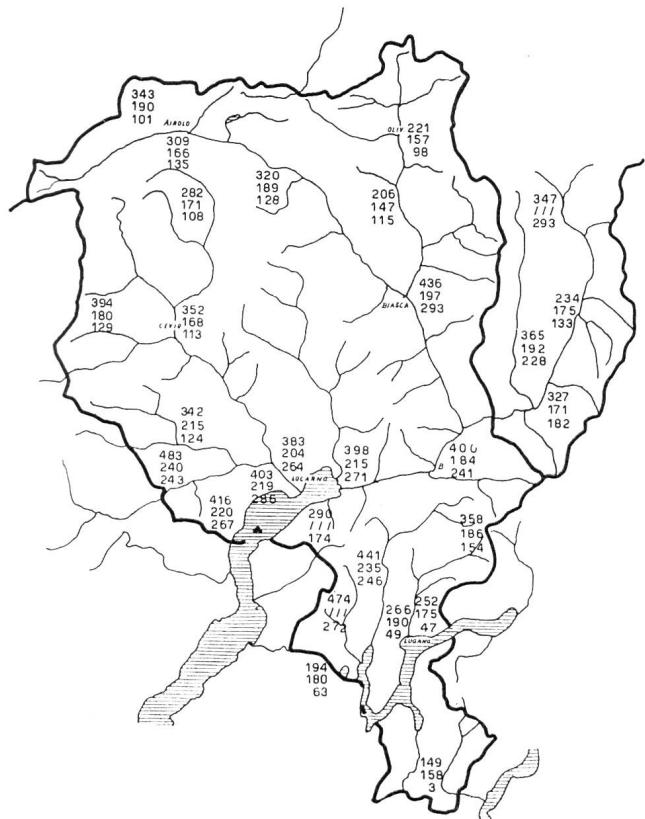


Abb. 1 Die Niederschlagsverhältnisse am Alpensüdfuß im August 1951
Erste Zahl = Niederschlagsmenge in mm im August 1951
Zweite Zahl = Langjähriges Monatsmittel (1901—40)
Dritte Zahl = Menge vom 8. und 9. August 1951

streckt. In diesem Gebiet überschreiten die am 8. und 9. August gefallenen Regenmengen sogar die langjährigen Monatssummen. So betrug die Regenmenge an diesen zwei Tagen beispielsweise in Ascona 286 mm (langjähriges Monatsmittel 219), in Biasca 293 (langjähriges Monatsmittel 197). Wie außergewöhnlich diese Regen waren, sieht man auch deutlich aus der Registrierung des Pluviographen in Locarno-Monti; der größte Teil fiel innerhalb von 24 Stunden. Am 8. August registrierte der Pluviograph in Monti allein in der Zeit von 16—23 Uhr mehr als 120 mm.

Das Maximum der Niederschlagsmenge trat jedoch bei den einzelnen Stationen durchaus nicht am gleichen Tage auf. Während beispielsweise an den Stationen San Gottardo, Airolo, Lago di Tremorgio, Fusio, Cevio, Bosco-Gurin, Mosogno und Camedo die größte Menge am Morgen des 8. August gemessen wurde, wurden an den Stationen Biasca, Mesocco, San Bernardino, Braggio, Grono, Bellinzona, Vira-Gambarogno, Locarno, San Antonino, Ascona, Brissago, Lugano, Crana di Torricella und Ponte Tresa die größten Mengen einen Tag später festgestellt. Leider gibt es in unserem Lande viel zu wenig Stationen, die mit einem Pluviographen ausgerüstet sind. Solche Registrierungen würden sehr interessante Aufschlüsse über den zeitlichen Verlauf der Abflußmengen geben und viele Merkwürdigkeiten erklären können. Auf jeden Fall können durch diese zeitlich verschiedene

Verteilung der Regenmengen in einem Einzugsgebiet in den unteren Teilen der Flußläufe sehr hohe oder auch sehr ausgeglichene Pegelstände resultieren.

Sehr große Niederschläge fielen im August auch im Bergell, Puschlav und im Oberengadin. In Vicosoprano und Soglio erreichte die Monatssumme 313 mm (normal 170), beziehungsweise 298 mm (normal 163), Brusio im Puschlav meldete 162 mm (normal 105) und Bernina Hospiz 240 mm (normal 135), St. Moritz 144 mm (normal 112). In Vicosoprano wurden am 8. August nahezu 120 mm gemessen.

b) Die Wetterlage am 8. und 9. August

Es kann sich hier nicht darum handeln, eine genaue synoptische Analyse der Wetterlage zu geben; diese gehört in eine Fachzeitschrift. Doch sei hier in großen Zügen untersucht, wie sich die Großwetterlage gestaltete und wie sie sich auf den Alpensüdfuß auswirkte.

Am 7. August findet sich eine Depression mit Zentrum über Ostengland, ein flaches Tiefdruckgebiet zwischen Südostspanien und der afrikanischen Küste. Um 7 Uhr zog sich eine Störungslinie (Kaltfront) den Westalpen entlang und führte bereits kurz vor Mitternacht zu einem starken Gewitter mit einem ebenso kräftigen Regenschauer auf der Alpensüdseite. Die Gewitter hielten dann praktisch während der ganzen Nacht und des nachfolgenden Tages an. Die englische Depression wirkte sich für die aus dem Atlantik kommenden Störungen als zyklonales Steuerungszentrum aus. Am Morgen des 8. August finden wir eine zweite Depression über der Bretagne und eine dritte, deren Zentrum sich etwa auf der westlichen Poebene befand (Abbildung 2). Besonders diese war für das Gebiet des Alpensüdfusses

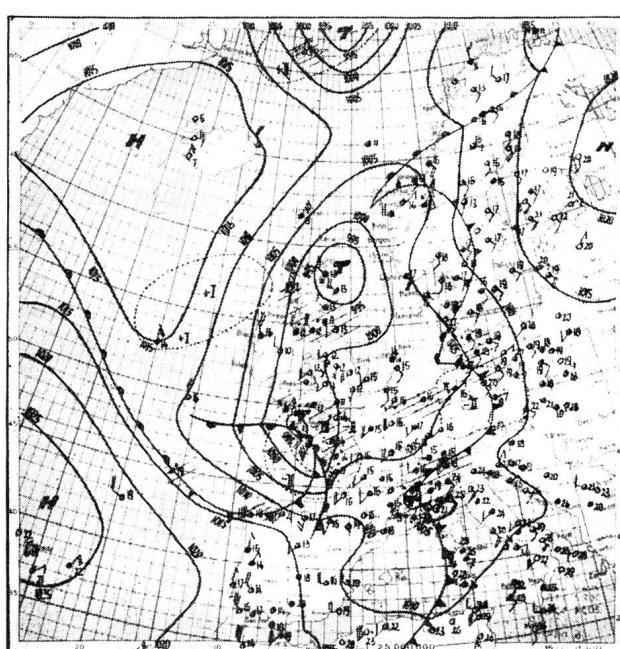


Abb. 2 Die Wetterlage am 8. August 1951 7 h MEZ
(Wetterkarte der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich)



Abb. 3 Die Maggia-Brücke bei Ponte Brolla wurde aus ihren Widerlagern gehoben und von der reißenden Maggia fortgerissen. Im Hintergrund erkennt man die Brückenpfeiler (Photo E. Steinemann, Locarno)



Abb. 4 Bei Rizzino wurde durch das Hochwasser der Damm der Eisenbahnlinie Bellinzona—Locarno unterspült (Photo E. Steinemann, Locarno)

von großer Wetterwirksamkeit. In der Höhe herrschten starke südliche Winde, die sehr warme und feuchte Luftmassen tropischen Ursprungs gegen die Alpen transportierten, während über Spanien von Nordwesten immer wieder Kaltluftmassen in die heiße Tropikallluft des Mittelmeerbeckens einbrachen und in die gleiche Richtung wie die Warmluft gedrängt wurden.

Die Luftmassengrenze, die am Morgen des 8. August etwa von San Remo über Alessandria nach Locarno verlief, verschob sich nur langsam gegen Osten. Man gewann den Eindruck, daß sie lange Zeit um diese Linie hin- und herpendelte. Am Nachmittag nahm die Südstömung eher noch zu (in Arosa wurde am nachfolgenden Morgen Saharastaub festgestellt!); eine neue Depression hatte Nordwestfrankreich erreicht und zog

später nach Belgien. Eine zu ihr gehörende Kaltfront überquerte am Morgen des 9. August den Tessin und löste neue Gewitter und Regen aus. Auch trat eine sehr merkliche Abkühlung ein.

Wie bei den großen Schneefällen am Anfang des Jahres 1951, waren es im August auch wieder Luftmassen tropischen Ursprungs, die, am Alpensüdfuß gestaut, wahre Regenfluten auslösten.

c) Die Abflußmengen

Daß diese in so kurzer Zeit niedergegangenen Regenmengen die Flüsse mächtig anschwellen ließen, versteht sich von selber. Das Ausmaß der Katastrophen wurde aber wesentlich durch die Tatsache bestimmt, daß die Wasserführung der Flüsse in den vorhergehenden Monaten schon weit über dem langjährigen Mittelwert lag. Die Tabelle 2 enthält die prozentualen Abweichungen von den langjährigen Abflußmitteln und zeigt vor allem auch den Einfluß der großen Schneefälle am Anfang des Jahres 1951. Welche Rolle bei den Hochwassern des August die zeitlich so verschiedene Verteilung der Hauptregenmengen in den Einzugsgebieten auf die Wasserführung gespielt hat, haben wir weiter oben bereits angedeutet.

Von folgenden Flüssen stehen uns Messungen der Abflußmengen zur Verfügung: dem Ticino mit der Station Bellinzona, der Bavona und der Maggia bei Bignasco und schließlich der Tresa bei Ponte Tresa.

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, lagen bei den Flüssen Ticino, Bavona und Maggia bis zu den niederschlagsreichen Tagen des 8. und 9. August die Abflußmengen bereits erheblich über dem langjährigen Monatswert. Ganz gewaltig sind bei den drei zuerst genannten Flüssen die Anstiege vom 7. auf den 8. August. In Übereinstimmung mit den viel kleineren Regenmengen im Südtessin zeigt die Tresa keine wesentliche Zunahme in diesen kritischen Tagen.

Von großem Interesse sind auch noch die in den Augusttagen erreichten Maxima (Spitzen) der Abflußmengen:

Ticino	1300—1500	m^3/s ,
Bavona	145—175	m^3/s ,
Maggia	420—490	m^3/s .

Wenn auch die niedergegangenen Regenmengen sehr groß waren, so ließen sie die oberitalienischen Seen doch

Tabelle 3

Mittlere tägliche Abflußmengen in m^3/s vom 1. bis 16. August
der Flüsse Tessin, Bavona, Maggia und Tresa

Fluß/Station	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	Langjähr. Mittelwert
Tessin/Bellinzona	120	111	107	109	137	111	102	808	657	263	213	160	137	139	120	111	85.9
Bavona/Bignasco	18.2	15.7	13.3	16.1	23.2	14.1	14.1	67.3	28.3	19.0	13.8	11.5	10.6	11.7	11.1	10.8	9.19
Maggia/Bignasco	19.2	17.2	15.7	18.2	25.7	16.0	15.7	120	31.5	21.4	16.7	14.0	12.6	13.7	12.2	11.8	10.6
Tresa/Ponte Tresa	22.0	21.3	20.7	20.1	19.9	19.3	18.9	22.3	31.4	33.5	37.1	37.7	37.4	36.5	35.9	35.6	20.0

nicht über die Ufer treten, so daß hier keine Schäden auftraten. Die großen Verheerungen wurden in den Flußgebieten selber angerichtet.

d) Die Schäden

Die Hochwasserkatastrophe vom 8. und 9. August 1951 gehört ohne Zweifel zu den größten, die je den Alpen-südfuß und auch gewisse Teile des Engadins heimgesucht haben. Es würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, wollten wir auf die Zerstörungen und Unglücksfälle, die leider auch Todesopfer forderten, im einzelnen eingehen. In der Presse ist seinerzeit darüber ausführlich berichtet worden; eine Hiobsbotschaft folgte der anderen. In gewissen Teilen des Kantons war die Wassernot so groß, daß Militär aufgeboten werden mußte.

Wie wir an Hand unserer meteorologischen Angaben gesehen haben, gingen in kurzer Zeit wahre Regenfluten nieder. Sonst harmlose Bäche schwollen zu reißenden Strömen an. Durch die Gewalt der Wasser wurden Brückenpfeiler unterspült und ganze Brücken aus den Widerlagern gehoben und fortgeschwemmt; die Flüsse traten über die Ufer und Dämme wurden durchbrochen. Geradezu verheerend wirkten die zahlreichen Rüfen (Castasegna). Sehr oft müssen sich bei den Wildbächen durch Geschiebe und entwurzelte Bäume natürliche Staumäme gebildet haben, die dann durch den immer mehr zunehmenden Wasserdruck nachgaben und das ganze Geschiebe, bestehend aus Erdmassen, Geröll, Felsen und Holz in die Tiefe rissen. Meistens wird dann auch die Humusschicht bis auf den nackten Felsen weggespült.

Durch die großen Verheerungen wurde die Gotthardlinie zeitweise unterbrochen, ebenso die Linien der Nebenbahnen; Telephonlinien und Aquädukte wurden zerstört und das Misoxer- und Calancatal waren zeitweise überhaupt von der Umwelt abgeschnitten. Sehr große Schäden entstanden auch im Oberengadin, als der Inn über die Ufer trat und von den Wildbächen enorme Massen von Geschiebe zu Tal geführt wurden. Besonders arg wütete auch das kleine Flüßchen Magliasina im Malcantone.

Nach vorsichtigen Schätzungen haben die Hochwasser im Tessin Schäden für etwa 11 Mio Fr., in Graubünden für rund 8 Mio Fr. verursacht. Doch dürften die Schäden in Wirklichkeit noch höher sein.

Für den Kanton Tessin teilen sich die Schäden von 11 Mio Fr. etwa folgendermaßen auf:

1. Uferverbauungen (Arginature) Fr. 6 800 000.—
2. Straßen (Strade) Fr. 1 619 628.—
3. Forstliche Arbeiten (Opere forestali) . . Fr. 800 000.—
4. Gemeinde- und Genossenschaftsarbeiten
(Opere comunali e consortili) Fr. 717 000.—
5. Arbeiten von Privaten (Opere dei privati) Fr. 578 000.—
6. Privatbahnen (Ferrovie secondarie) . . Fr. 500 000.—

In diesen Summen sind nicht die Ausgaben eingeschlossen, welche durch Reparaturen verursacht wurden, die sofort nach der Hochwasserkatastrophe vorgenommen werden mußten; auch sind jene vielen Schäden kleineren



Abb. 5 Der Bach Boggera, der zum reißenden Strom wurde, hat bei der Station Osogna-Cresciano die Gotthardlinie mit großen Mengen Geschiebes überdeckt (Photo Marino, Bellinzona)



Abb. 6 Das Geschiebe bedeckt meterhoch die Geleise bei der Station Osogna-Cresciano (Photo Marino, Bellinzona)



Abb. 7 Die eingestürzte Brücke der Kantonsstraße bei Taverne (Photo Marino, Bellinzona)

Umfanges nicht aufgenommen worden, die aber letzten Endes eine erhebliche Summe ausmachen.

Die Schäden im Kanton Graubünden beziehen sich auf folgende Posten:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Straßen und Brücken | Fr. 1 305 000.— |
| 2. Fluß- und Wildbachverbauungen | Fr. 5 245 000.— |
| 3. Gemeldete Schäden von Privaten | Fr. 732 000.— |
| 4. Rhätische Bahn | Fr. 386 000.— |

Ganz namhafte Schäden hat auch die Gotthardbahn erlitten, die bereits durch die Lawinenniedergänge am Anfang des Jahres so sehr in Mitleidenschaft gezogen worden war. Das Total der an den Bahnanlagen entstandenen Schäden beläuft sich auf rund 1,3 Mio Fr., darin sind nicht die Kosten eingeschlossen, die durch die umfangreichen Verkehrsumleitungen notwendig wurden und die nahezu 100 000 Franken ausmachen. Selbstverständlich werden durch solche Schäden auch oft neue Anlagen notwendig (Wildbachverbauungen usw.), deren Kostenaufwand man noch nicht kennt, die aber sehr kostspielig sein können.

Die hier angegebenen Schäden geben uns darum nur ein ungefähres Bild der Wirkungen des Unwetters vom 8. und 9. August 1951.

3. Die Hochwasser im November 1951

a) Die Niederschlagsmengen im November 1951

Die außergewöhnlich ergiebigen Niederschläge im November konzentrieren sich, wenn man von den

kleinen Mengen absieht, auf rund zehn Tage. Die Regenfluten folgten sich in zwei kräftigen Schüben. Der erste Schub begann am frühen Morgen des 6. November und dauerte praktisch bis am 12. vormittags, der zweite setzte kurz nach Mitternacht des 18. ein und endete gegen Mitternacht des 21. November. In jeder dieser Perioden fiel weit mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel des ganzen Monats. In den Abbildungen 8 und 9 sind die Regenmengen des ganzen Gebietes eingezeichnet, während in der Abbildung 10 die Summenkurven der Niederschlagsmengen in Locarno-Monti wiedergegeben sind.

Betrachten wir zunächst die erste Periode. Die größten Mengen gingen im südwestlichen-westlichen Teil des Kantons nieder, und hier ist es das Gebiet des Ghiridonemassivs, in dem es ungewöhnlich stark regnete; Brissago meldete 534 mm, Camedo 604 mm, doch ist letztere Messung mit einiger Vorsicht zu betrachten. Die oberen Täler erhielten weit weniger Niederschlag. Geraudezu erstaunlich sind immer wieder die großen Mengenunterschiede an dicht beieinanderliegenden Orten. Wir betrachten hier nur die zuverlässigen Stationen. So hat beispielsweise Brissago rund 200 mm mehr Niederschlag erhalten als Ascona, und zwischen Locarno-Muralto und Vira am gegenüberliegenden Seeufer (Entfernung etwa 5 km) beträgt der Unterschied rund 100 mm. Daß große Unterschiede bei gewittrigen Niederschlägen auftreten, ist längst bekannt; bei diesen lang-

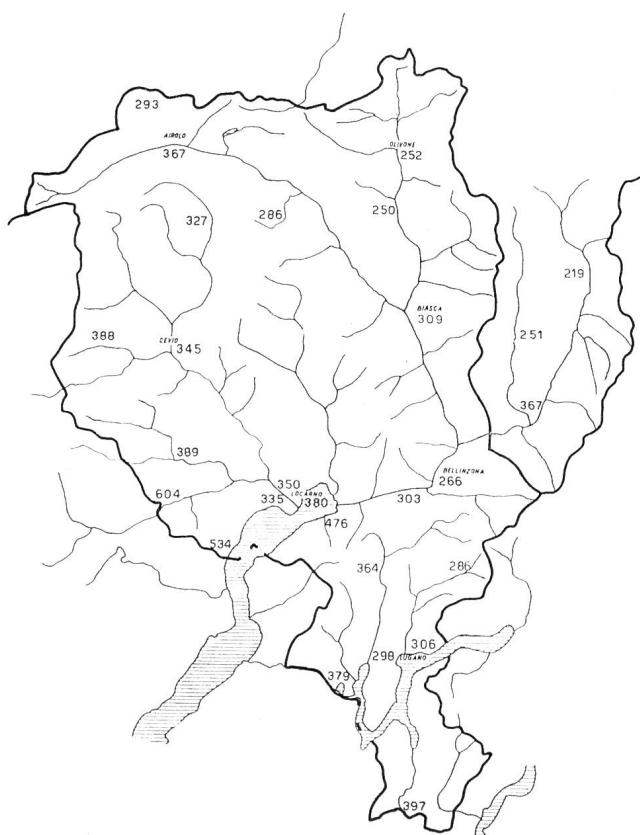


Abb. 8 Die Niederschlagsmengen in mm auf der Alpensüdseite vom 6. bis 12. November 1951

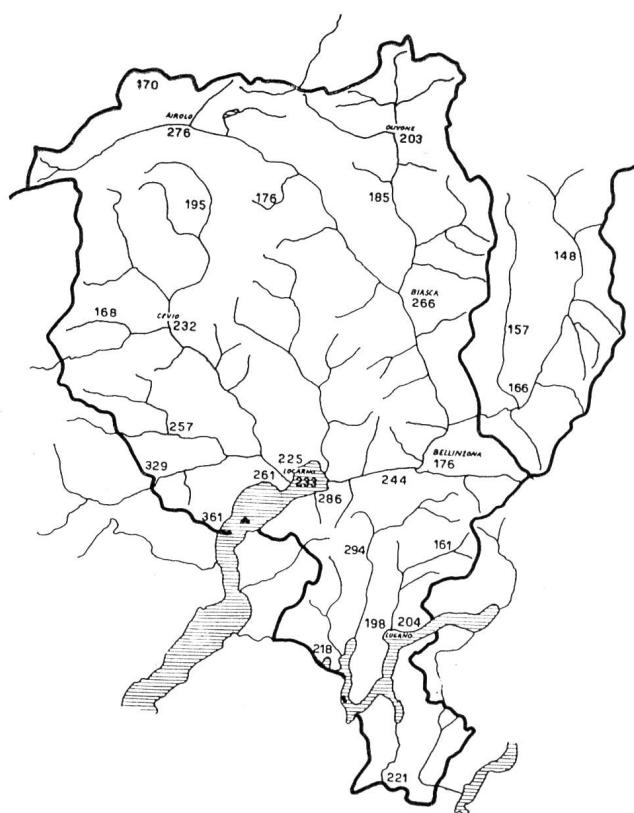


Abb. 9 Die Niederschlagsmengen in mm auf der Alpensüdseite vom 18. bis 21. November 1951

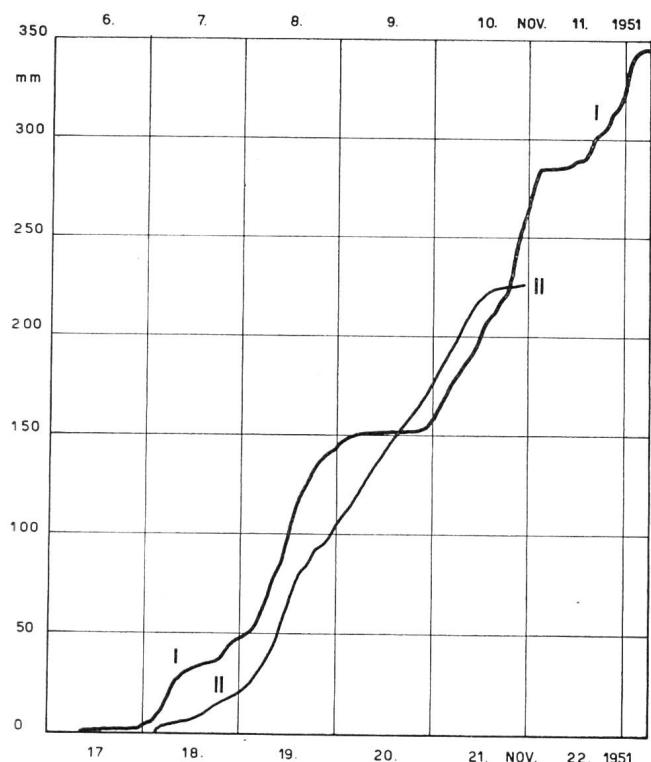


Abb. 10 Die Summenkurven der Niederschlagsmengen der beiden Regenperioden (I und II) im November 1951 nach Registrierungen am Osservatorio Ticinese in Locarno-Monti

andauernden Regenfluten sind es wohl in erster Linie orographische Gegebenheiten, welche so verschiedene Intensitäten hervorrufen. Die große Dauer der Regenperioden ist ja für das Niederschlagsregime am Alpensüdfuß überhaupt charakteristisch (vgl. Chr. Thams, «Ergebnisse zehnjähriger Niederschlagsregistrierungen in Locarno-Monti, Wasser- und Energiewirtschaft», Nr. 3, 4/5, 1948). Der Niederschlag, der in Locarno-Monti am Abend des 7. November einsetzte, hörte erst wieder am 9. vormittags auf, begann dann wieder gegen Abend und endete am Vormittag des 11. November. Die erste Periode ununterbrochenen Regens dauerte 37, die zweite 32 Stunden.

Auch der zweite Schub im November war höchst bemerkenswert, wenn auch nicht so große Mengen erreicht wurden. Die Niederschlagsverteilung ist übrigens ganz ähnlich (siehe Abbildung 9). Geradezu unwahrscheinlich mutet die lange Dauer an: der Regen begann bald nach Mitternacht des 18. November und hielt bis am Nachmittag des 21. an, das sind rund 85 Stunden (siehe Abbildung 10).

Hier mögen auch noch ein paar Extremwerte angeführt werden über die Regenmengen, die innerhalb 24 Stunden an einigen Stationen niedergingen.

In der ersten Novemberperiode überschritten von 27 Stationen im Tessin zwölf die Regenmenge von 100 mm. So wurden in Vira-Gambarogno am 11. November, morgens 7.30 Uhr, 197, in Camedo 183, in Brissago 165 und in Airolo 122 mm gemessen. In der

zweiten Periode waren es nur noch sieben Stationen, allen voran Camedo und Brissago mit 146 beziehungsweise 132 mm, gefolgt von Airolo mit 130 und Vira-Gambarogno mit 125 mm.

Aber auch in den beiden östlich gelegenen Tälern, dem Bergell und dem Puschlav, gingen im November wahre Regenfluten nieder. Vicosoprano meldet eine Monatssumme von 404, Soglio 330, Bernina Hospiz 332, Cavaglia gar 390 und Brusio 224 mm. Das Bergell und das Puschlav führen bekanntlich ihre Wasser in den Comersee und von dort in den Po.

b) Die Wetterlage bei den großen Regenschüben im November 1951

Blättert man die Wetterkarten des November durch, so sieht man, wie groß die Aktivität der Störungszentren während des ganzen Monats war. Von Süden her wurden feuchtwarme Luftmassen gegen den Alpenkamm transportiert, während von Westen her Kaltluftmassen vorstießen und die Zyklonen im Mittelmeerraum mit immer neuer Energie versorgten. Während am Alpensüdfuß sintflutartige Stauregen niedergingen, herrschte auf der Alpennordseite häufig warmes und trockenes Föhnlwetter. Bei diesen Wetterlagen liegt auf der Südseite dem Alpenkamm entlang meist ein Hochdruckkeil, während sich die große Depression auf dem Ozean südwestlich Irlands oder nordwestlich Spaniens befindet. Diese großen Depressionszentren steuern die Störungen ins Mittelmeergebiet, und ausgiebige Niederschläge setzen dann ein, wenn sich über dem Golf von Genua eine sekundäre Zyklone bildet.

So war es auch in den beiden Regenperioden im November. In den Tagen vom 6.—11. November wehten in einem breiten Gebiet, das sich von Marokko und Tunesien bis nach England und Südnorwegen erstreckte, südliche Winde und stauten feuchtwarme Luftmassen am Alpenkamm. Am 10. November wurden auf dem Jungfraujoch Windgeschwindigkeiten von mehr als 100 Stundenkilometer gemessen. In der gleichen Periode traf diese sich nach Norden bewegende Luftmasse mit kalter Atlantikluft zusammen, die von Nordwesten in das westliche Mittelmeer eingebrochen war; dadurch bildete sich längs der Frontalzone eine ganze Reihe von Störungen, welche, in Verbindung mit dem Staueffekt, die großen Niederschläge verursachten.

In der zweiten Regenperiode finden wir ganz ähnliche Verhältnisse. Schon am 17. November wehten über den Alpen wieder Winde aus dem Südsektor. Am 18. drang kalte Luft aus dem nördlichen Atlantik über die Iberische Halbinsel und Frankreich ein. Diese Kaltluft hatte bereits am Morgen des 19. November ungefähr die Linie Südnorwegen—Dänemark—Basel—Marseille—Südportugal erreicht. Sie blieb jedoch wegen der immer mehr zunehmenden Südströmung in Alpenhähe fast sta-

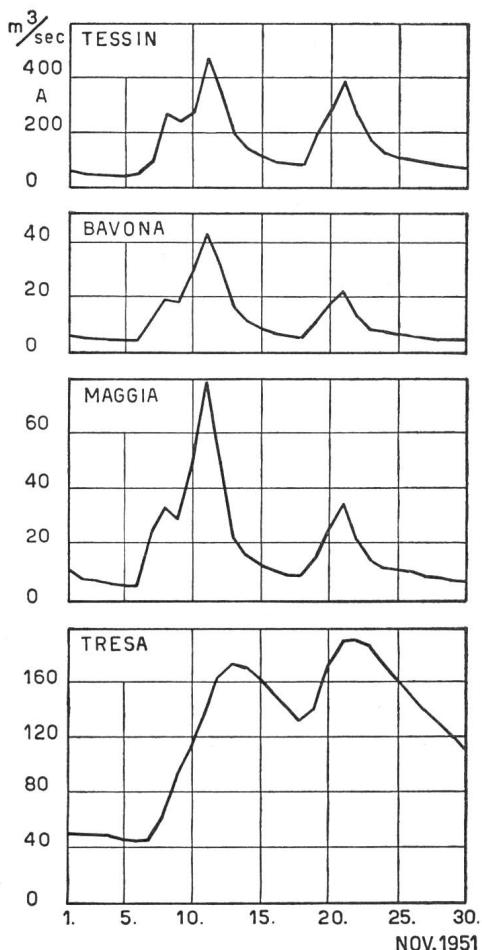


Abb. 11 Die mittleren täglichen Abflüsse (m^3/s) des Tessins, der Bavona, der Maggia und der Tresa im November 1951
Die langjährigen Mittelwerte dieser Flüsse belaufen sich im November auf:

Tessin (Meßstelle Bellinzona): $63,3 \text{ m}^3/\text{s}$
Bavona (Meßstelle Bignasco): $4,18 \text{ m}^3/\text{s}$
Maggia (Meßstelle Bignasco): $6,41 \text{ m}^3/\text{s}$
Tresa (Meßstelle Ponte Tresa): $36,3 \text{ m}^3/\text{s}$

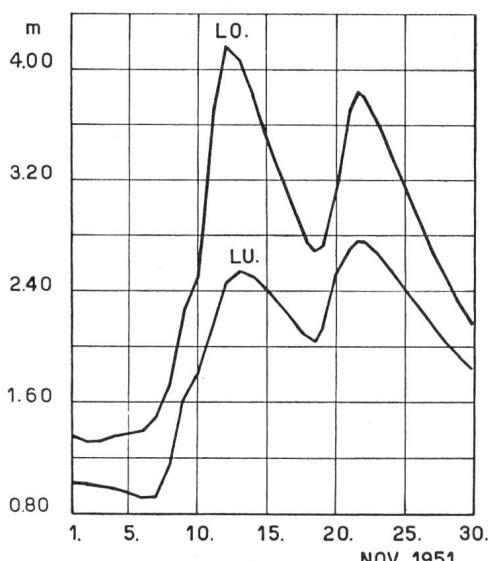


Abb. 12 Der Verlauf der Seestände des Lago Maggiore (Meßstelle Locarno) und des Luganersees (Meßstelle Ponte Tresa) im November 1951

tionär. Im Gebiet von Gibraltar bildete sich eine Depression, die dann vom 20. auf den 21. bis in den Golf von Genua vordrang. Erst am 22. trat infolge eines massiven Kälteeinbruchs über Frankreich und der Schweiz eine Wetterverbesserung ein. Der Druckgradient über den Alpen war von Norden nach Süden gerichtet und brachte bei kräftigem Nordföhn endlich heiteres Wetter.

c) Die Abflußmengen und der Stand der Seen

Die Abflußmengen des Tessins, der Bavona, der Maggia und der Tresa sind in der Abbildung 11 dargestellt. Die beiden Regenperioden spiegeln sich in den Diagrammen sehr gut wider. Bei den zuerst genannten Flüssen erfolgt mit nur einer kleinen Unterbrechung (am 9. November) ein ziemlich steiler Anstieg vom 6. bis zum Maximum am 11. November, der besonders bei der Maggia sehr groß ist. Die fünf niederschlagsfreien Tage, die zwischen den beiden Perioden liegen, lassen die Abflußmengen dieser drei Flüsse wieder rasch zurückgehen; ein zweites Maximum wird dann am 21. November erreicht: beim Tessin ist es noch sehr hoch, bei der Bavona und Maggia jedoch wesentlich kleiner als das primäre.

Das Bild der Abflußmengen der Tresa ist wesentlich verschieden. Das erste Maximum tritt erst am 14. November ein, das zweite, das zudem noch höher liegt, am 21. Auch klingt die Abflußmenge nach dem Aufhören des Regens nur langsam ab.

Hier mögen noch einige Extremwerte der Durchflußmengen (Spitzenwerte) für den November angegeben werden: Tessin $620\text{--}720 \text{ m}^3/\text{s}$; Bavona $55\text{--}62 \text{ m}^3/\text{s}$; Maggia $110\text{--}130 \text{ m}^3/\text{s}$; Tresa $195 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die langandauernden und sehr ergiebigen Regenfälle im November haben bekanntlich in der Poebene zu einer Überschwemmungskatastrophe von einem ungeheuren Ausmaß geführt. Auch die oberitalienischen Seen traten über die Ufer.

In den Registrierungen der Seestände vom Lago Maggiore und Lago di Lugano (siehe Abbildung 12) treten nicht nur die zwei Regenperioden, sondern auch der zeitliche Verlauf der Abflußmengen der Flüsse in Erscheinung. Sehr bemerkenswert ist die Übereinstimmung in der Form der Kurven der Abflußmengen und der Seestände. Beim Lago Maggiore wurde das erste Maximum am 12. November, das zweite, etwas kleinere am 22. November erreicht; beim Luganersee ist das zweite Maximum des Seestandes wie auch jenes der Abflußmenge größer als das erste.

d) Die Schäden

Auch die Hochwasser vom November 1951 haben Gemeinden und Privaten etwelche Schäden gebracht; doch stehen sie in keinem Vergleich zu jenen im August, ganz zu schweigen von den katastrophalen Schäden

im Mündungsgebiet des Po. Unseres Wissens übersteigen die Schäden im Kanton Tessin nicht wesentlich jene, die man normalerweise erwartet, wenn die Seen über die Ufer treten.

4. Schlußbetrachtungen

Das Jahr 1951 hat uns gezeigt, daß der Niederschlag zu den meteorologischen Elementen gehört, die immer wieder Überraschungen bringen. Die in weiten Kreisen verbreitete Ansicht, es sei im Laufe des Jahres nicht mehr viel Niederschlag zu erwarten, wenn die normalen Summen bereits erheblich überschritten seien, hat sich wieder einmal als völlig unbegründet erwiesen. Etwas Ähnliches haben wir übrigens bei der raschen Aufeinanderfolge von vier heißen Sommern erlebt.

Die exzessiv großen Niederschläge im Jahre 1951 vermögen also keinerlei Garantie zu geben, daß nicht in Kürze wieder große Regenfluten auftreten. Was hingegen mehr denn je not tut, ist eine genaue wissenschaftliche Analyse der synoptisch-meteorologischen Bedingungen, die zu diesen großen Niederschlägen führen. Das ist allerdings mit dem heutigen Beobachtungsmaterial nicht möglich. Zwar kennen wir die großräumigen meteorologischen Verhältnisse dank des Ausbaues des internationalen meteorologischen Netzes ziemlich gut,

für uns entscheidend ist aber das Studium der Einwirkung der großräumigen Wetterlage auf den Wetterlauf unseres engeren Gebietes. Wir haben bereits auf die großen Unterschiede in den Niederschlagsmengen an eng benachbarten Stationen hingewiesen und auf das zeitlich so verschiedene Auftreten der Maxima. Nur der Ausbau von Stationen auf der Alpensüdseite, ausgerüstet mit modernen Registrierinstrumenten, könnte uns das nötige Material liefern. Auch eine enge Zusammenarbeit mit dem hydrologischen Dienst könnte sich als sehr fruchtbar erweisen.

Leider liegt zu einer umfassenden Darstellung der Hochwasser im Jahre 1951 noch nicht alles Material bearbeitet vor. Auch die hier angegebenen Niederschlagsmengen sind noch nicht eingehend geprüft worden; doch dürften kaum große Änderungen zu erwarten sein.

Es ist uns ein Bedürfnis, folgenden Stellen für die Überlassung von Material bestens zu danken: dem *Dipartimento delle Pubbliche Costruzioni* des Kantons Tessin, dem *Bau- und Forstdepartement Graubünden* und der *Direktion des Kreises II der SBB in Luzern* für die Zusammenstellung der Schäden vom August 1951, dem *Eidg. Amt für Wasserwirtschaft in Bern* für die Überlassung der hydrologischen Beobachtungen (Abflußmengen, Stand der Seen).

La crue de la Borgne le 4 août 1952

Communication du Service fédéral des eaux
Par M. E. Walser, ing. dipl., chef de section

Dans l'après-midi du 4 août 1952, la Borgne, un affluent de rive gauche du Rhône, qui se jette dans le fleuve 2,5 km en amont de Sion, subit une crue d'une intensité dépassant celle des plus hautes eaux observées jusqu'alors. Cette crue provoqua des dégâts importants mais ne fit heureusement pas de victimes. Elle fut causée par la rupture de poches des glaciers alimentant la Borgne de Ferrière (fig. 1—3) et l'irruption dans la vallée des masses d'eau que ces poches contenaient.

Un ingénieur de la S.A. Grande-Dixence, M. Riva, stationné aux Haudères, nous a communiqué ce qui suit au sujet des circonstances dans lesquelles cette rupture se produisit:

«Une première catastrophe avait eu lieu les 22 et 23 août 1943. Elle avait eu pour origine la séparation des glaciers de Ferrière et du Mt. Miné, qui autrefois convergeaient en un seul front. Depuis lors, les eaux du glacier de Ferrière devaient se frayer un chemin à travers deux parties distinctes avant d'arriver au portail proprement dit du glacier du Mt. Miné situé plus en aval:

La première partie était formée d'un petit lac à la cote 2000 env., d'une longueur de 350 m et d'une largeur variant entre 50 et 80 m, qui formait un bassin de

décantation naturel pour les eaux provenant du glacier de Ferrière.

Sur la deuxième partie, ces eaux devaient s'infiltrer entre un lambeau du glacier de Ferrière et le côté droit du glacier du Mt. Miné, pour rejoindre le torrent sous-glaciaire du glacier du Mt. Miné environ 200 m en amont du portail situé à 1955 m s.m. environ.

La cause principale de l'effondrement d'une partie du glacier du Mt. Miné, qui par la suite forma la poche, est due à ce que les lits des deux torrents, l'un sous-glaciaire du Mt. Miné et l'autre en surface (Ferrière) étaient superposés.

Il en résulta tout d'abord une purge du lac qui se débarassa de son sable, puis un effondrement plus conséquent qui provoqua l'obstruction partielle du lit du torrent par un bouchon de blocs de glace environ 100 m en amont du portail.

La rupture de ce bouchon provoqua la catastrophe du 4 août 1952.»

Le Service fédéral des eaux exploite une station de jaugeage sur la Borgne à La Luette depuis 1925. En outre, à fin 1949, deux nouvelles stations furent mises en service aux Haudères, l'une sur la Borgne de Fer-

DK 551.48: 551.311.1 (494.44)