

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 40 (1948)
Heft: 4-5

Artikel: Ergebnisse zehnjähriger Niederschlagsregistrierungen in Locarno-Monti [Schluss]
Autor: Thams, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-921610>

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: 02.02.2025

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

Bau- und Energiegestehungskosten

Mit Preisbasis 1. März 1947 wurden die Baukosten wie folgt veranschlagt:

	Mio Fr.
a) Bauliche Anlagen samt Entschädigungen und Grunderwerb	60,270
b) Elektromechanische Anlagen	14,975
c) Unkosten	10,610
d) Unvorhergesehenes	8,645
Total	94,500

Die Jahreskosten betragen 6,36 Mio Fr. und die Gestehungskosten nach Abzug von Pflichtstromlieferungen von jährlich 6 Mio kWh im Mittel 2,19 Rp./kWh. Bei Bewertung der Sommerenergie mit 1 Rp./kWh kommt die Winterenergie auf 3,79 Rp./kWh zu stehen.

Am 13. Februar 1948 hat der Grosse Rat des Kantons Aargau die Detailberatung der Konzessionsänderungen für das beschlossene Kraftwerk Wildegg-Brugg durchgeführt. Die stetige Wassermenge für den alten Aarelauf wurde auf 10 m³/s im Sommer und auf 5 m³/s im Winter festgesetzt. Viel zu reden gab der Schadenersatz bei eventuell durch den Kraftwerkbau verursachten Nachteilen für die Schwefelquelle in Bad Schinznach. Die Konzessionärin wurde verpflichtet, für alle mit dem Bau in Zusammenhang stehenden Schäden Ersatz zu leisten. Für die Ausführung des Kraftwerkes wurden folgende Fristen bestimmt: ein Jahr für den Beginn der Bauarbeiten und fünf Jahre für die Vollendung. Ein Antrag der einstimmigen Kommission, den einmaligen Beitrag der Konzessionärin für die Gewinnung von Kulturland von 300 000 Franken auf 500 000 Franken zu erhöhen, wurde gutgeheissen. In der Schlussabstimmung stimmte der Rat fast einhellig der Konzessionsübertragung an die NOK mit den vorgenommenen Konzessionsänderungen zu.

Ergebnisse zehnjähriger Niederschlagsregistrierungen in Locarno-Monti

Von Chr. Thams (Osservatorio Ticinese della Centrale meteorologica Svizzera) Schluss

2. Die Anzahl der Niederschlagstage

Aus den gewöhnlichen täglichen Messungen des Pluviometers lässt sich ohne weiteres die Anzahl der Niederschlagstage bestimmen. Sie bildet bei der Darstellung des Niederschlagsregimes ein wichtiges Element und wird daher in allen Klimatabellen aufgeführt. Durch die kontinuierliche Registrierung des Niederschlages gewinnt man jedoch noch ein weiteres Bestimmungsstück, das ist die Gesamtdauer des Niederschlages an einem Niederschlagstag. In der Tabelle 9 haben wir die Niederschlagstage, die sich in der zehnjährigen Periode auf 1172 belaufen, nach der Niederschlagsdauer geordnet. In den Monatsspalten sind die absoluten Zahlen angegeben, während beim Jahr auch noch die Verteilung in Prozenten der Gesamtzahl ermittelt wurde.

Auffallend klein ist die Anzahl der Niederschlagstage mit einer Niederschlagsdauer bis zu zwei Stunden. Sie umfasst nicht einmal ein Drittel aller Tage. Die Anzahl der Tage zeigt mit zunehmender Gesamtdauer des Niederschlages von zwei Stunden an aufwärts nur eine relativ langsame Abnahme. In dem Intervall von 2—3 Stunden finden wir 8,5 %, in jenem von 9—10 Stunden noch 3 %, und das Intervall 22—24 Stunden umfasst 4,4 % aller Tage. Im übrigen ist aus dieser Tabelle ersichtlich, dass die Niederschlagstage mit grosser Gesamtdauer in den Frühlings-, Herbst- und Wintermonaten häufiger als im Sommer vorkommen, und dass im Sommer Niederschlagstage von kurzer Dauer überwiegen, ein Resultat, welches nach der Statistik der Dauer der Niederschläge erwartet werden musste.

Hier mögen auch noch kurz die mittlere Dauer, die mittlere Niederschlagsmenge, die Anzahl der Niederschlagsstunden und der Niederschlagsfälle an einem Niederschlagstag erwähnt sein (Tabelle 10).

Die mittlere Dauer zeigt einen ganz ausgeprägten Jahresgang: hohe Werte im Frühling, Herbst und Winter, tiefe im Sommer. So wenig dieser Jahresgang nach den bisherigen Feststellungen überraschen muss, so sehr muss uns doch die Grösse der Amplitude in Erstaunen setzen; im Dezember finden wir den höchsten Wert mit 10,5, im August den tiefsten mit 3,5 Stunden. Der Jahresgang der Niederschlagsstunden hat einen ähnlichen Verlauf. Die Elemente Niederschlagsmenge und Niederschlagsfälle haben jedoch die grössten Werte im Sommer, die kleinsten im Winter. Die Anzahl der Niederschlagsfälle nimmt natürlich zu, je mehr wir uns den Regenperioden und den sommerlichen Verhältnissen nähern.

3. Die Anzahl der Niederschlagsstunden

Von grossem Interesse, namentlich auch in bioklimatischer Hinsicht ist die Frage nach der Anzahl der Niederschlagsstunden, und zwar unabhängig von der Dauer des Niederschlages im einzelnen Stundenintervall. Die Gesamtsumme in unserer zehnjährigen Periode und ihre Verteilung auf die einzelnen Monate sind aus folgender Tabelle 11 ersichtlich. Sie enthält auch die Dauer und Menge des Niederschlages pro Niederschlagsstunde.

Die Anzahl der Niederschlagsstunden weist zwei Maxima auf, die in den Monaten Mai und Oktober, also in den Hauptniederschlagsperioden auftreten; Minima finden wir im Februar und im Juni. Die Dauer des Niederschlages pro Niederschlagsstunde ist wegen den langandauernden Regen sehr hoch. Im März finden wir den höchsten Wert (0,90 Stunden), im August den tiefsten (0,65 Stunden). Die Niederschlagsmenge pro Niederschlagsstunde ist grossen Schwankungen unterworfen, variiert sie doch von 0,77 mm im Februar bis 3,24 mm im Juli.

Anzahl der Niederschlagstage nach der Gesamtdauer des Niederschlages geordnet. (Summen 1936—1945) Tabelle 9

Dauer	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	%
1 bis 15 min	1	—	—	3	7	4	6	8	4	3	2	2	40	3,4
16 bis 30 min	7	1	3	4	6	6	11	8	4	2	1	2	55	4,7
31 bis 45 min	1	2	2	4	7	10	3	6	8	2	1	2	48	4,1
46 bis 60 min	3	2	1	2	8	1	7	5	4	5	5	1	44	3,8
1 bis 60 min	12	5	6	13	28	21	27	27	20	12	9	7	187	16,0
61 bis 90 min	4	2	2	2	10	14	13	10	11	8	5	3	84	7,2
91 bis 120 min	5	4	4	4	4	11	13	12	7	3	5	3	75	6,4
1 h 1 min bis 2 h	9	6	6	6	14	25	26	22	18	11	10	6	159	13,6
2 h 1 min bis 3 h	3	6	4	10	14	10	14	17	8	6	5	3	100	8,5
3 h 1 min bis 4 h	2	4	5	6	8	9	9	7	7	8	5	4	74	6,3
4 h 1 min bis 5 h	5	4	3	1	10	7	6	6	8	5	7	4	66	5,6
5 h 1 min bis 6 h	4	5	10	10	8	5	9	11	5	4	2	3	76	6,5
6 h 1 min bis 7 h	4	3	2	2	5	2	4	2	8	9	8	—	49	4,2
7 h 1 min bis 8 h	6	3	3	4	7	4	5	3	6	5	4	5	55	4,7
8 h 1 min bis 9 h	2	3	2	5	3	7	4	3	4	5	4	6	48	4,1
9 h 1 min bis 10 h	3	3	2	4	3	4	3	—	7	5	3	1	38	3,2
10 h 1 min bis 11 h	3	1	—	2	5	3	4	2	3	4	3	3	33	2,8
11 h 1 min bis 12 h	1	1	—	1	5	3	4	1	—	1	2	2	21	1,8
12 h 1 min bis 14 h	5	5	3	4	9	2	2	2	3	2	4	7	48	4,1
14 h 1 min bis 16 h	2	6	5	8	4	4	1	1	3	5	3	4	46	3,9
16 h 1 min bis 18 h	6	2	2	6	11	3	2	2	5	7	6	4	56	4,8
18 h 1 min bis 20 h	1	—	5	1	5	2	1	—	1	8	1	4	29	2,5
20 h 1 min bis 22 h	1	1	3	3	3	2	1	—	4	7	6	4	35	3,0
22 h 1 min bis 24 h	5	4	7	10	6	—	—	—	4	4	4	8	52	4,4
1 min bis 24 h	74	62	68	96	148	113	122	106	114	108	86	75	1172	100,0

Mittlere Dauer, Anzahl der Niederschlagsstunden, Niederschlagsmenge und Anzahl der Niederschlagsfälle pro Niederschlagstag Tabelle 10

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Dauer in Stunden	8,0	8,1	9,7	9,1	7,4	5,2	4,3	3,5	6,5	8,9	8,5	10,5	7,2
Anzahl der Niederschlagsstunden ¹	9,2	9,3	10,7	10,8	9,5	7,2	6,4	5,4	8,4	10,7	9,8	11,8	8,9
Niederschlagsmenge in mm	7,2	7,2	13,4	14,4	15,9	13,3	20,7	13,2	16,7	17,4	10,6	9,9	14,1
Anzahl d. Niederschlagsfälle	1,6	1,4	1,4	2,2	2,5	2,3	2,7	2,4	2,5	2,3	1,7	1,6	2,1

¹ Über die Definition der «Niederschlagsstunden» siehe weiter unten!

Die Niederschlagsstunden. Tabelle 11

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Anzahl der Niederschlagsstunden 1936—1945	683	577	730	1036	1402	810	782	571	961	1157	846	855	10440
Anzahl in % der Gesamtsumme	6,5	5,5	7,0	9,9	13,4	7,8	7,5	5,5	9,2	11,1	8,1	8,5	100
Dauer pro Niederschlagsstunde in Stunden	0,87	0,87	0,90	0,84	0,78	0,72	0,67	0,65	0,77	0,83	0,86	0,89	0,81
Menge pro Niederschlagsstunde in mm	0,78	0,77	1,25	1,34	1,67	1,85	3,24	2,44	1,98	1,62	1,07	0,84	1,58

4. Die tägliche Periode des Niederschlages

Mit der Untersuchung über die Anzahl der Niederschlagsstunden kommen wir zu den Fragen der täglichen Periode (Abb. 2).

Ordnet man die Anzahl der Niederschlagsstunden (unabhängig von der Dauer des Niederschlages in dem einzelnen Stundenintervall) des gesamten zehnjährigen Materials nach der Tageszeit, so bekommt man eine Tabelle der Häufigkeit des Auftretens von Niederschlag. In der Tabelle 12 sind die Werte nach der Jahreszeit geordnet. Sie sind in Prozenten der jeweiligen Summe angegeben. Die ursprünglichen Werte wurden nach der Formel $(a+2b+c)/4$ geglättet. Der Tagesgang ist mit Ausnahme des Winters gut erkennbar: Maximale Werte in der Nacht, minimale um die Tagesmitte. Am stärksten ist dieser Gang im Sommer ausgeprägt.

Eine weitere Frage, die sich an die eben erörterte unmittelbar anschliesst, betrifft die mittlere Niederschlagsdauer in einem Stundenintervall mit Niederschlag (Niederschlagsstunde) im Laufe des Tages. Da der Tagesgang dieser Anteilwerte nicht sonderlich stark ausgeprägt ist, verzichten wir hier auf die Wiedergabe der Zahlenwerte. Relativ hohe Werte treten in der Nacht, tiefe vorzugsweise am Tage auf. Im Sommer ist der Tagesgang am markantesten, im Frühling ist er nur schwach ausgebildet; im

Sommer und Winter beträgt die Schwankung ca. 0,10, im Herbst und Frühling nur 0,06. Der Tagesgang im Jahresmittel ist in Abb. 2 dargestellt. Der Tagesgang der pro Niederschlagsstunde gefallenen Niederschlagsmenge zeigt auch bei den ausgeglichenen Werten der Tabelle 13 noch manche Inhomogenitäten einer kurzen Reihe. Doch sind mit Ausnahme des Winters, wo das Maximum um die Mittagszeit eintritt, zwei Maxima zu verzeichnen; das eine findet sich in den Vormittagsstunden, das andere am späten Nachmittag, während das Minimum meist auf die Zeit nach Mittag fällt.

Die tägliche Periode der Niederschlagsmenge, der Niederschlagsdauer und der Niederschlagsintensität haben wir in einer Tabelle (Tabelle 14) zusammengefasst, auch hier getrennt nach den vier Jahreszeiten. Diese Werte der Menge und der Dauer stellen die Summen der Jahre 1936—1945 dar. Für die Jahreszusammenstellung haben wir die Originalwerte und die nach der Glättungsformel $(a+2b+c)/4$ berechneten Werte angegeben. Bei den Werten der vier Jahreszeiten handelt es sich ausschliesslich um ausgeglichene Werte. Die Niederschlagsintensitäten sind nach den ausgeglichenen Werten berechnet worden.

Der Tagesgang der Niederschlagsmenge ist im Jahre sehr einfach: hohe Werte in den Abend-, Nacht- und Morgenstunden, tiefe Werte um Mittag. Im Frühjahr fin-

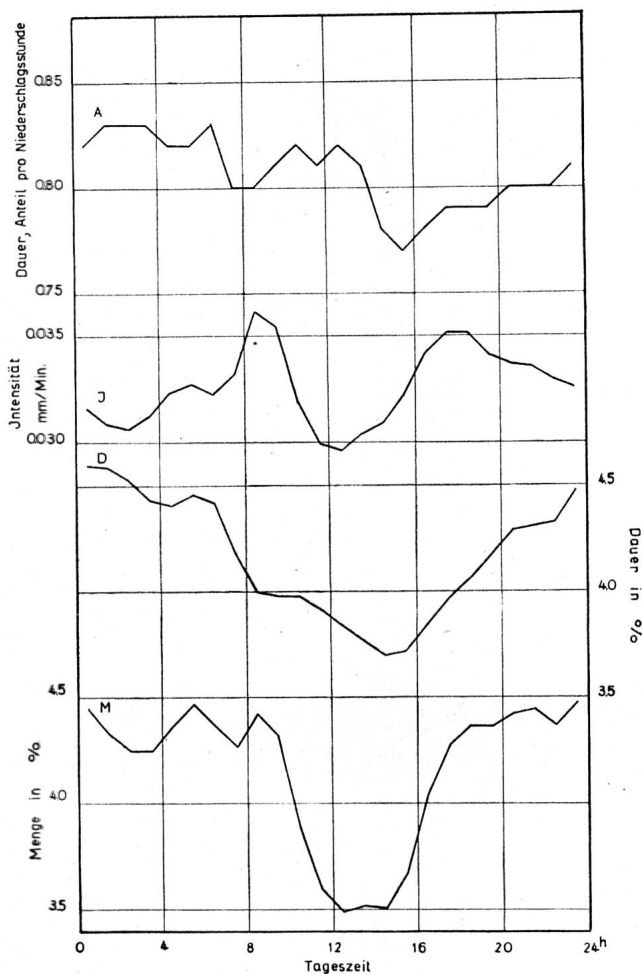


Abb. 2 Die Tagesperiode des Niederschlages (Jahreswerte): Menge in Prozenten der Gesamtmenge (M); Dauer in Prozenten der Gesamtdauer (D); Intensität mm/min (I); der von Niederschlag erfüllte Teil einer Niederschlagsstunde (A).

Prozentuale Häufigkeit der Niederschlagsstunden nach der Tageszeit geordnet (ausgeglichen nach $[a + 2b + c]/4$)

Tabelle 12

Tageszeit	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
0— 1	4,6	4,7	4,4	4,4	4,6
1— 2	4,6	4,6	4,3	4,3	4,5
2— 3	4,6	4,4	4,2	4,2	4,4
3— 4	4,6	4,1	4,2	4,3	4,3
4— 5	4,5	4,1	4,3	4,4	4,3
5— 6	4,4	4,3	4,3	4,6	4,4
6— 7	4,3	4,4	4,2	4,4	4,3
7— 8	4,2	4,1	4,2	4,3	4,3
8— 9	4,0	3,7	4,2	4,1	3,9
9—10	4,0	3,4	4,2	4,0	4,0
10—11	4,1	3,4	4,0	4,1	3,9
11—12	4,0	3,4	3,9	4,2	3,9
12—13	3,8	3,4	3,8	4,2	3,8
13—14	3,6	3,5	3,8	4,2	3,8
14—15	3,8	3,6	3,8	4,2	3,9
15—16	3,8	3,8	3,8	4,1	3,9
16—17	4,0	4,0	3,9	4,0	4,0
17—18	4,1	4,3	4,0	3,8	4,0
18—19	4,1	4,7	4,0	3,8	4,1
19—20	4,1	4,9	4,2	4,0	4,3
20—21	4,2	4,9	4,3	4,0	4,3
21—22	4,2	4,8	4,4	4,0	4,5
22—23	4,2	4,7	4,5	4,1	4,3
23—24	4,4	4,6	4,6	4,2	4,5
0—24	100	100	100	100	100
Schwankung	1,0	1,5	0,8	0,8	0,8

Tageszeit	Frühling (ausgeglichen = a)			Sommer (a)			Herbst (a)			Winter (a)			Jahr				
	Menge (Summe 1936 bis 1945) mm	Dauer (Summe 1936 bis 1945)	Intensität mm/min	Menge (Summe 1936 bis 1945) mm	Dauer (Summe 1936 bis 1945)	Intensität mm/min	Menge (Summe 1936 bis 1945) mm	Dauer (Summe 1936 bis 1945)	Intensität mm/min	Menge (Summe 1936 bis 1945) mm	Dauer (Summe 1936 bis 1945)	Intensität mm/min	Menge (Summe 1936 bis 1945) mm	Menge (Summe 1936 bis 1945) aus- geglichen	Dauer (Summe 1936 bis 1945)	Dauer (Summe 1936 bis 1945) aus- geglichen	Intensität mm/min
0—1	226,8	122,1	0,0310	246,0	73,2	0,0561	188,1	109,4	0,0286	73,1	82,9	0,0147	716,9	734,0	391,2	387,6	0,0316
1—2	232,6	125,4	0,0309	223,4	70,2	0,0530	185,6	107,6	0,0288	72,2	83,3	0,0144	717,9	713,7	384,4	386,5	0,0308
2—3	229,3	125,3	0,0305	215,8	66,5	0,0541	185,7	106,6	0,0290	68,9	83,1	0,0138	702,2	699,7	386,1	381,5	0,0306
3—4	229,0	123,6	0,0309	218,3	62,5	0,0582	186,2	105,1	0,0295	66,0	82,5	0,0133	676,5	699,5	369,3	373,7	0,0312
4—5	229,1	120,5	0,0317	210,1	61,3	0,0571	213,3	106,3	0,0334	67,4	83,2	0,0135	742,8	719,9	370,2	371,3	0,0323
5—6	215,1	117,2	0,0306	203,0	65,1	0,0520	248,5	107,1	0,0387	69,5	86,2	0,0134	717,7	736,0	375,4	375,6	0,0327
6—7	196,1	115,0	0,0284	207,0	66,7	0,0517	250,0	104,3	0,0400	67,0	86,3	0,0129	765,9	720,1	381,4	372,3	0,0322
7—8	183,6	111,3	0,0275	228,8	60,3	0,0632	226,1	101,2	0,0372	65,1	80,4	0,0135	631,1	703,4	351,2	353,2	0,0332
8—9	178,2	107,4	0,0276	258,8	54,4	0,0792	222,6	100,5	0,0369	70,6	75,1	0,0157	785,6	730,2	329,0	337,4	0,0361
9—10	174,3	106,4	0,0273	240,3	53,7	0,0746	220,4	99,8	0,0368	77,4	75,7	0,0170	718,4	711,9	340,3	335,6	0,0354
10—11	163,4	106,0	0,0257	207,2	53,1	0,0650	189,0	97,2	0,0324	81,1	79,0	0,0171	625,1	640,7	332,6	335,2	0,0318
11—12	155,6	102,6	0,0253	191,9	51,9	0,0617	162,6	94,8	0,0286	83,1	81,2	0,0170	594,1	593,1	335,5	330,5	0,0299
12—13	160,7	97,5	0,0275	168,8	52,3	0,0538	164,0	92,7	0,0295	82,3	81,4	0,0169	559,2	575,7	318,5	323,9	0,0296
13—14	171,2	95,7	0,0298	161,5	53,0	0,0507	169,0	90,6	0,0311	78,0	78,4	0,0166	590,4	579,7	323,0	317,8	0,0304
14—15	173,4	96,1	0,0301	166,6	52,0	0,0534	165,6	89,3	0,0309	73,3	74,8	0,0163	578,8	578,9	306,7	312,2	0,0309
15—16	173,0	97,3	0,0296	182,7	52,2	0,0583	178,4	90,1	0,0330	71,5	73,8	0,0162	567,7	605,5	312,2	313,4	0,0322
16—17	176,3	101,8	0,0289	219,6	56,1	0,0652	200,7	92,7	0,0361	70,7	73,8	0,0160	707,9	667,4	322,4	324,4	0,0342
17—18	176,3	105,0	0,0280	252,9	61,5	0,0685	207,0	94,8	0,0364	69,3	73,5	0,0157	685,9	705,4	340,7	334,8	0,0351
18—19	180,9	104,0	0,0290	275,1	66,3	0,0692	195,1	97,4	0,0334	68,7	74,2	0,0154	741,7	719,7	335,2	341,9	0,0351
19—20	198,3	104,0	0,0318	270,2	69,7	0,0647	183,7	103,4	0,0296	68,1	74,8	0,0152	709,6	720,3	356,4	351,8	0,0341
20—21	209,7	107,8	0,0324	267,0	70,1	0,0635	185,9	109,0	0,0284	68,1	74,6	0,0152	720,1	730,7	359,2	361,4	0,0337
21—22	202,2	110,2	0,0306	279,2	69,4	0,0671	181,6	109,4	0,0277	69,8	74,4	0,0156	772,9	732,7	371,1	363,4	0,0336
22—23	196,0	110,1	0,0297	270,8	70,2	0,0643	183,4	109,1	0,0280	71,6	75,5	0,0158	665,0	721,8	352,5	364,9	0,0330
23—24	209,5	114,9	0,0304	260,9	72,6	0,0599	194,4	110,8	0,0293	73,0	79,4	0,0153	784,5	737,7	383,6	377,7	0,0326
0—24	4646,6	2627,2	0,0294	5425,9	1484,3	0,0609	4687,0	2429,2	0,0322	1725,8	1887,5	0,0152	16 477,9	16 477,7	8428,1	8428,0	0,0326

Niederschlagsmenge in Millimetern
pro Niederschlagsstunde
ausgeglichen nach $(a + 2b + c)/4$.

Tabelle 13

Tageszeit	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
0—1	1,56	2,42	1,42	0,78	1,56
1—2	1,58	2,24	1,46	0,78	1,53
2—3	1,56	2,30	1,48	0,76	1,53
3—4	1,58	2,46	1,48	0,72	1,55
4—5	1,63	2,37	1,66	0,71	1,59
5—6	1,56	2,18	1,96	0,72	1,62
6—7	1,44	2,20	2,02	0,70	1,60
7—8	1,38	2,64	1,82	0,70	1,61
8—9	1,39	3,31	1,78	0,80	1,74
9—10	1,36	3,24	1,76	0,90	1,73
10—11	1,27	2,79	1,55	0,93	1,56
11—12	1,24	2,58	1,39	0,92	1,46
12—13	1,38	2,30	1,43	0,91	1,45
13—14	1,49	2,14	1,48	0,87	1,47
14—15	1,47	2,10	1,47	0,82	1,45
15—16	1,42	2,18	1,57	0,81	1,49
16—17	1,40	2,51	1,72	0,83	1,61
17—18	1,37	2,70	1,75	0,85	1,67
18—19	1,41	2,70	1,62	0,83	1,66
19—20	1,54	2,56	1,47	0,79	1,62
20—21	1,58	2,53	1,44	0,79	1,61
21—22	1,50	2,66	1,39	0,81	1,61
22—23	1,45	2,66	1,38	0,82	1,58
23—24	1,50	2,60	1,44	0,80	1,58
Mittel	1,46	2,52	1,58	0,81	1,58
Schwankung	0,34	1,21	0,64	0,23	0,29

det sich ein ähnlicher Typus. Die Unterschiede zwischen Maximum und Minimum sind allerdings viel grösser. Auch sind die Maximalwerte vornehmlich auf die Nachtstunden beschränkt. Im Sommer und Herbst zeigen auch die ausgeglichenen Werte noch einen sehr unruhigen Verlauf. Charakteristisch ist aber auch hier das Minimum um die Tagesmitte. Im Sommer finden wir neben dem nächtlichen Maximum ein zweites um 8 h, während das grösste Maximum im Herbst auf etwa 6 h fällt. Ganz anders sind die winterlichen Verhältnisse. Hier liegt das Maximum ganz eindeutig am Mittag, die tiefen Werte treffen wir in den Abend-, Nacht- und Morgenstunden an. Die Tagesperiode der winterlichen Niederschlagsmenge hat also einen umgekehrten Verlauf.

Die Niederschlagsdauer hat eine starke Tagesperiode, läuft im ganzen gesehen aber der Menge parallel. Bei der relativ kurzen Beobachtungsperiode von zehn Jahren treten natürlich immer noch Inhomogenitäten auf. Das Jahr, der Frühling, Sommer und Herbst zeigen einen einfachen Verlauf der Kurve: Maximum in der Nacht, Minimum am Tage. Im Winter finden wir allerdings die tiefsten Werte erst nach 14 h. Zwei Maxima um 6 und 12 h sind durch ein tiefes Minimum getrennt, dessen Realität vielleicht zufälliger Natur ist. Bekanntlich können einzelne Niederschläge extremen Charakters den Tagesgang einer zehnjährigen Periode noch ganz empfindlich beeinflussen.

(Über die tägliche Periode der Niederschlagsintensität und der Niederschlagswahrscheinlichkeit siehe folgende Seiten.)

5. Die Intensität der Niederschläge

Bevor wir uns mit dem täglichen Gang der Niederschlagsintensität befassen, wie er aus Tabelle 14 ersichtlich ist, seien hier zunächst einige Angaben über die Intensität überhaupt gemacht. Die Intensität der dichten Niederschläge (Platzregen) werden wir später behandeln. Hier sei zunächst auf die Intensität der Niederschlagsfälle eingegangen; wir könnten sie auch geschlossene Niederschläge nennen, während die Platzregen ja meist nur Teile eines Regenfalles sind. Die Intensität der einzelnen Niederschläge schwankt in weiten Grenzen von 0,001 mm/min bis 0,872 mm/min (Oktober 1942). Man könnte geneigt sein, von vorneherein anzunehmen, dass auch bei den geschlossenen Niederschlägen eine Beziehung zwischen Dauer und Intensität vorhanden ist, und zwar in dem Sinne, je länger die Dauer, um so kleiner die Intensität. Eine solche Beziehung besteht nun nach unseren Untersuchungen offenbar nicht. Ordnet man die Intensitäten nach der Dauer des einzelnen Niederschlages, so kommt man zu Resultaten, wie sie in der Tabelle 15 aufgeführt sind. Diese Zusammenstellung zeigt, dass die Intensität zwar Schwankungen unterworfen ist, dass aber keine systematische Abnahme mit der Dauer des Niederschlages zu erkennen ist. So wie es viele kurze Niederschläge von kleiner Intensität gibt, so gibt es auch lange von grosser Stärke, namentlich in unserer Niederschlagsregion.

Mittlere Dauer und Intensität der Niederschläge

Tabelle 15

Mittlere Dauer in Minuten	Intensität mm/min	Mittlere Dauer in Minuten	Intensität mm/min
12,2	0,028	294,9	0,028
31,0	0,032	422,3	0,033
50,8	0,034	534,1	0,034
76,0	0,038	658,2	0,042
105,3	0,035	770,0	0,035
147,8	0,037	961,4	0,027
210,9	0,045	1222,0	0,030

Sehr aufschlussreich ist auch die Häufigkeit der mittleren Intensitäten im Jahre und in den einzelnen Monaten, wie sie Tabelle 16 zeigt. Es handelt sich hier um die Intensitäten der 2507 Niederschläge in zehn Jahren; wir geben hier die absoluten Werte an. Nur für das Jahr haben wir auch die prozentuale Verteilung aufgeführt. Demnach hat der grösste Teil der Niederschläge, nämlich mehr als 80 %, eine Intensität, die nicht über 0,050 mm pro Minute hinausgeht. Mehr als ein Drittel hat nur eine Intensität von 0—0,010 mm/min. Über 0,101 mm/min finden wir etwa 6 %.

Die Verteilung im Laufe des Jahres zeigt für die kleinen Intensitäten das Maximum im Mai, bzw. Juni, während wir es für die grossen ausschliesslich im Juli antreffen. Aus dieser Tabelle ist auch ersichtlich, dass Niederschläge von grosser Intensität vornehmlich in den Sommermonaten vorkommen. Der Jahresgang der mitt-

Häufigkeit der mittleren Intensitäten der Niederschläge 1936—1945 (Summen 1936—1945)

Tabelle 16

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	%
0—0,010	73	54	41	87	114	58	53	54	95	91	80	74	874	34,9
0,011—0,020	22	25	22	50	91	51	59	58	67	51	21	28	545	21,7
0,021—0,030	11	3	15	33	53	34	32	36	39	40	18	7	321	12,8
0,031—0,040	2	3	8	15	30	30	34	23	17	19	13	2	196	7,8
0,041—0,050	4	1	7	9	20	25	22	15	18	10	7	4	142	5,7
0—0,050	112	86	93	194	308	198	200	186	236	211	139	115	2078	82,9
0,051—0,100	3	2	1	12	43	45	65	38	30	26	6	3	274	10,9
0,101—0,150	1	—	—	1	8	15	27	8	10	4	—	—	74	2,9
0,151—0,200	—	—	—	—	5	7	13	8	4	1	—	—	38	1,5
0,201—0,250	—	—	—	—	—	1	8	3	—	1	—	—	13	0,5
0,251—0,300	—	—	—	—	2	—	6	3	5	1	—	—	17	0,7
0,301—0,400	—	—	—	—	—	—	4	2	1	—	—	—	7	0,3
0,401—0,500	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	4	0,2
0,501—0,600	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0,04
> 0,601	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	0,04

leren monatlichen Intensität (Tabelle 17) erreicht im Juli das Maximum, im Februar das Minimum. Die Amplitude ist beträchtlich, der Juliwert übertrifft den Februarwert um mehr als das Fünffache.

Jahresgang der mittleren Intensitäten (mm/min)

Tabelle 17

I	II	III	IV	V	VI	VII
0,0150	0,0146	0,0231	0,0264	0,0357	0,0427	0,0800
VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	
0,0627	0,0430	0,0326	0,0207	0,0158	0,0326	

Bei der Tagesperiode der Niederschlagsintensität handelt es sich — wie wir bereits erwähnten — um ausgeglichene Werte (Tabelle 14). Die Jahreswerte zeigen zwei Maxima etwa um 9 h und um 18 h. Das Minimum tritt auch hier wiederum zur Mittagszeit ein (Abb. 2). Dieser Tagesgang findet sich auch im Frühling, Sommer und Herbst, wenn auch die Maxima zeitlich teilweise eine Verschiebung erfahren, so vor allem im Frühling. Auch sind die Unterschiede zwischen Höchst- und Tiefstwert zum Teil ausgeprägter. Die winterlichen Verhältnisse sind auch hier, wie wir das schon bei der Menge und Dauer gesehen haben, völlig andere. Das Minimum liegt in den frühen Morgenstunden, das Maximum etwa um 10 h; dann nehmen die Intensitäten wieder langsam ab.

6. Die Niederschlagswahrscheinlichkeit

Die absolute Niederschlagswahrscheinlichkeit ist bekanntlich der Quotient aus der Dauer des Niederschlages und der gesamten Zeit. Ihre Grösse ergibt sich aus der Tabelle 18.

• Der Jahresgang ist sehr stark ausgeprägt. Die Maxima fallen auf die Monate Mai und Oktober, das sind die Hauptniederschlagsperioden. Das Minimum im August ist sehr tief. Auf die tabellarische Wiedergabe des Tages-

anges der Niederschlagswahrscheinlichkeit können wir hier verzichten, da die Verteilung der Niederschlagsstunden bereits das Wesentliche zeigt. Das Minimum liegt zu allen Jahreszeiten in den frühen Nachmittagsstunden, während wir mit Ausnahme des Winters hohe Werte vornehmlich in der Nacht antreffen. Der Sommer weist prozentual die grösste, der Winter die kleinste Schwankung der Niederschlagswahrscheinlichkeit auf.

Die Niederschlagswahrscheinlichkeit

Tabelle 18

I	II	III	IV	V	VI	VII
0,080	0,075	0,088	0,121	0,148	0,081	0,071
VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	
0,050	0,102	0,129	0,102	0,106	0,096	

7. Die absolute Niederschlagswahrscheinlichkeit und die Köppensche Stichprobenmethode

W. Köppen hat eine Methode angegeben, mit deren Hilfe man auch ohne Registrierung die Gesamtdauer des Niederschlages berechnen kann. Voraussetzung ist, dass zu jedem Beobachtungstermin vermerkt wird, ob es geregnet hat oder nicht. Bezeichnet r die Zahl der Beobachtungstermine, an denen Niederschlag gefallen ist, n die Zahl aller Beobachtungstermine in dem gewählten Zeitabschnitt, so ist $r/n = w$ die absolute Niederschlagswahrscheinlichkeit, $wN = D$ ist dann die wahrscheinliche Gesamtdauer des Niederschlages in Stunden, wobei N die Gesamtzahl der Stunden in dem betreffenden Zeitabschnitt bedeutet. Bezeichnen wir des weiteren mit d die Zahl der Niederschlagstage und mit h die Niederschlagshöhe in mm, so lassen sich noch folgende Werte berechnen: $D/d = wN/d$, die durchschnittliche Dauer des Niederschlages an einem Niederschlagstag in Stunden und $h/D = hn/rN$, die mittlere Niederschlagshöhe während einer Stunde Niederschlag, also die Intensität.

⁴ Gelegentlich auch als mittlere Niederschlagshöhe in einer Niederschlagsstunde bezeichnet (5). Dieser Ausdruck sollte aber im Hinblick auf die frühere Definition der «Niederschlagsstunde» bzw. «Regenstunde» vermieden werden.

Absolute Niederschlagswahrscheinlichkeit (w), Gesamtdauer des Niederschlages in Stunden (D), durchschnittliche Dauer pro Niederschlagstag (D/d) und mittlere Niederschlagshöhe während einer Stunde Niederschlag (h/D) nach Registrierungen und nach der Köppenschen Stichprobenmethode Tabelle 19

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Locarno-Monti 1936 bis 1945 (nach Registr.)	w	0,080	0,075	0,088	0,121	0,148	0,081	0,071	0,050	0,102	0,129	0,102	0,106	0,096
	D	59,3	50,6	65,7	87,2	109,7	58,6	52,7	37,0	73,7	96,1	73,1	78,9	842,8
	D/d	8,0	8,1	9,7	9,1	7,4	5,2	4,3	3,5	6,5	8,9	8,5	10,5	7,2
	h/D	0,90	0,88	1,39	1,58	2,14	2,56	4,79	3,76	2,58	1,95	1,24	0,95	1,96
Locarno-Monti 1936 bis 1945 (nach Köppen)	w	0,096	0,094	0,099	0,149	0,142	0,086	0,070	0,049	0,114	0,149	0,100	0,112	0,105
	D	71,4	63,8	73,7	107,3	105,6	61,9	52,1	36,5	82,1	110,9	72,0	83,3	920,6
	D/d	9,6	10,6	11,0	10,5	7,6	5,8	4,4	4,0	7,1	10,7	9,1	11,1	8,1
	h/D	0,84	0,75	1,34	1,47	2,25	2,64	5,14	3,89	2,46	1,76	1,31	0,92	1,89
Locarno-Muralto 1901 bis 1940 (nach Köppen)	w	0,077	0,096	0,135	0,148	0,141	0,089	0,054	0,055	0,106	0,145	0,151	0,117	0,109
	D	57,3	65,1	100,4	106,6	104,9	64,1	40,2	40,9	76,3	107,9	108,7	87,0	955,5
	D/d	10,0	11,0	10,0	8,9	7,7	5,0	3,5	4,0	7,5	10,0	10,9	10,0	7,9
	h/D	0,91	1,12	1,32	1,53	2,03	3,00	5,25	5,25	2,44	1,95	1,36	1,08	1,98
Lugano 1901 bis 1940 (nach Köppen)	w	0,074	0,084	0,120	0,138	0,132	0,088	0,058	0,056	0,081	0,134	0,136	0,114	0,101
	D	55,0	57,0	89,3	99,4	98,2	63,4	43,2	41,7	58,3	99,7	97,9	84,8	885,4
	D/d	9,5	9,3	8,7	7,8	6,8	4,9	4,0	4,4	5,8	9,0	10,0	10,5	7,3
	h/D	0,96	1,18	1,43	1,66	2,09	2,92	4,36	4,56	2,71	1,88	1,38	1,04	1,98

Tabelle 19 gibt für Locarno-Monti einen Vergleich der nach den Registrierungen und nach der Methode von Köppen gefundenen Werte. Beiläufig sei bemerkt, dass jene Termine, an denen «Regentropfen» bzw. «einzelne Schneeflocken» notiert worden waren, nicht mitgezählt wurden. Würde man diese mitberücksichtigen, so bekäme man gegenüber der Registrierung viel zu hohe Werte. Die Anzahl der Termine mit der Notierung «Regentropfen» bzw. «einzelne Schneeflocken» macht für Locarno-Monti 22 % aller Termine mit Niederschlag aus. Die Ausscheidung dieser Termine ist an und für sich nicht selbstverständlich, da die notierten Regentropfen sehr wohl folgenden oder schon erfolgten stärkeren Regen angehören könnten. Allerdings wird wohl nur der äusserst aufmerksame Beobachter an den gewöhnlichen meteorologischen Stationen Regentropfen bzw. Schneeflocken notieren.

Die Übereinstimmung der Köppenschen Werte mit denen der Registrierung ist im ganzen betrachtet recht befriedigend. In der Regel erhält man nach der Stichprobenmethode etwas grössere Werte, da bei der Registrierung schwache Niederschläge oft nicht zur Aufzeichnung gelangen. Dass die Gesamtdauer des Niederschlages (D) für Locarno-Monti bedeutendere Abweichungen zeigt, kann teilweise auch durch das unvollständige Registriermaterial erklärt werden. Wir haben nach der Methode von Köppen auch noch für die Stationen Locarno-Muralto und Lugano, die ja ein ähnliches Niederschlagsregime wie Locarno-Monti haben, die entsprechenden Werte berechnet, hier für die Periode 1901–1940. Auch diese Grössen stimmen mit denen von Monti recht gut überein. Ohne Zweifel ist die Stichprobenmethode ein ebenso brauchbares wie empfehlenswertes Mittel, unsere Kenntnisse eines Niederschlagsregimes zu bereichern.

8. Dichte Regen (Platzregen)

Grosse Regen in kurzer Zeit pflegen wir als Platzregen zu bezeichnen. Die Definition des «Platzregens» ist in der Literatur sehr verschieden, worüber man ausführlich in der bemerkenswerten Arbeit von G. Wussow «Untere Grenzwerte dichter Regenfälle» (6) nachlesen mag. Auf Grund der eingehenden Diskussion der verschiedenen De-

initionen hat G. Wussow eine neue Beziehung zwischen Regenhöhe und Regendauer aufgestellt. Er gibt in einer Kurve untere Grenzwerte an, in der die Regenhöhe h für alle Punkte der Kurve in einem bestimmten Verhältnis zur Regendauer t steht. Diese Kurve stellt eine Ellipse dar, deren grosse Halbachse $q = 1440$, d. h. 24 Stunden mal 60 Minuten, und deren kleine Halbachse $b = 60$ beträgt. Aus der Entwicklung der Scheitellgleichung dieser Ellipse ergibt sich dann für die Regenhöhe

$$h = \frac{1}{24} \sqrt{t(2880 - t)} \quad \text{oder} \quad h = \sqrt{5t - \frac{1}{576} t^2}.$$

Für dichte Regenfälle von kurzer Dauer kann man, ohne grosse Fehler zu begehen, $h = \sqrt{5t}$ setzen. Die Formeln für die Mindestintensität i lauten demgemäss:

$$i = \frac{1}{24} \sqrt{2880 - t}, \quad \text{bzw. für kurzdauernde dichte Regen} \quad i = \sqrt{\frac{5}{t}}.$$

In der Abb. 3 sind die Grenzwertbeziehungen zwischen h und t graphisch dargestellt. Alle Regenfälle, die über diesen Grenzwerten liegen, sind dichte Regenfälle. Übersteigt nun die Höhe eines Regenfalles das $1\frac{1}{2}$ fache des unteren Grenzwertes, so handelt es sich nach G. Wussow um einen sehr dichten Regen; wird jedoch das Doppelte dieser Mindestgrenze überschritten, so spricht er von aussergewöhnlich dichten Regenfällen, die als höhere Gewalt angesehen werden müssen. Zur Auszählung der dichten Regenfälle wurden die Registrierungen von Locarno-Monti von 1935–1945 benutzt, im ganzen also elf Jahre. Die Aufstellung des Pluviographen erfolgte zwar

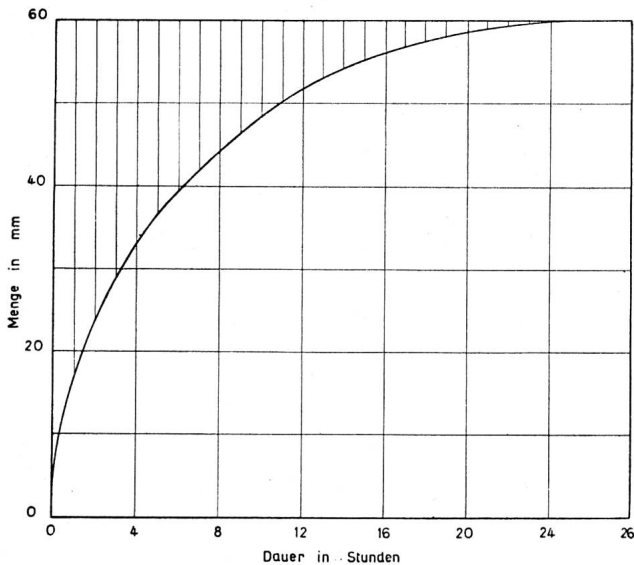


Abb. 3 Kurve der unteren Grenzwerte dichter Niederschläge. Nach G. Wussow.

erst im Mai 1935, da aber im April dichte Regen nur selten sind, hielten wir es für angebracht, auch das Jahr 1935 in unsere Betrachtungen einzubeziehen.

Bevor wir zur Darstellung und Diskussion unseres Materials übergehen, sei hier noch auf eine kleine Fehlerquelle hingewiesen, die sich bei der Zeitbestimmung und der Dauer der Platzregen unangenehm bemerkbar macht. Bekanntlich entleert sich der *Hellmannsche* Pluviograph automatisch, wenn eine Menge von 10 mm erreicht wird. Die sogenannte Entleerungslinie sollte praktisch parallel den Ordinaten sein, da die Entleerungsdauer nur etwa 8 Sekunden beträgt. Leider verläuft der Entleerungsstrich nicht immer senkrecht, bei einigen Pluviographen etwas schräg nach vorn, bei anderen schräg nach hinten. Diese Erscheinung ist noch nicht befriedigend geklärt, zumal die Zeitdifferenzen von variabler Grösse sind. Doch dürften in den meisten Fällen Justierfehler und zu grosser Spielraum in den mechanischen Teilen die Hauptursachen sein. Die Registriertrommel sitzt auf einer 19 cm langen Stange. Kleine Unebenheiten in der Grundplatte, auf welche die Stange aufgesetzt ist, bewirken schon, dass die Schreibfeder sich nicht völlig parallel zu den Ordinaten bewegt. Auch lässt die technische Ausführung des Schwimmersystems manches zu wünschen übrig. Wir haben von der Anbringung einer Korrektur abgesehen, da diese nicht nur sehr umständlich, sondern in Anbetracht der Genauigkeit des Pluviographen überhaupt auch nicht lohnend wäre. Nicht nur müsste man dabei die Anzahl der Entleerungen berücksichtigen, sondern auch die jeweilige Standhöhe des Schwimmers bei Beginn und Ende eines Regenfalles. Von praktischer Bedeutung ist dieser Fehler auch nur bei sehr kurzen Niederschlägen.

In der Tabelle 20 bringen wir zunächst eine Aufstellung sämtlicher dichter Regen in den erwähnten elf Jahren. Die letzte Kolonne enthält unter «F» das Verhältnis der wirklich gemessenen Regenhöhe zu der des Grenzwertes. Insgesamt wurden in Locarno-Monti 130 dichte Regen⁵ festgestellt. Das ist eine respektable Anzahl, ist sie doch fast drei- bis fünfmal grösser als die von Zürich und Basel (7, 8). Von den 130 Platzregen müssen in Lo-

⁵ Dichte Regen, die eine Dauer von mehr als 24 Stunden haben, sind hier nicht aufgenommen worden. Nach der *Wussowschen* Kurve müsste nämlich jeder Landregen, dessen Menge > 60 mm und dessen Dauer > 24 Stunden ist, als Platzregen klassifiziert werden. Es mag jedoch interessieren, dass die Anzahl dieser «Platzregen» von 1935–1945 in Locarno-Monti immerhin 25 betrug.

carno 18 % als sehr dichte und 11 % als aussergewöhnlich dichte bezeichnet werden. Der Anteil, den die dichten Regen an der gesamten Niederschlagsmenge haben, ist in Locarno sehr gross, beträgt er doch 20 % gegenüber kaum 4 % in Zürich und Basel. Tabelle 21 zeigt die Verteilung der Platzregen auf die einzelnen Monate für Locarno-Monti und zwar in Prozenten der gesamten Anzahl.

Verzeichnis aller dichten Regen (Platzregen) in Locarno-Monti

(Ausgewertet nach der Kurve von G. Wussow)

Tabelle 20

Jahr	Monat	Tag	Beginn h min	Dauer h min	Regen- höhe mm	Intensität mm/min	F		
1935	V.	15.16.	15 40	10 04	53,2	0,09	1,09		
		VI.	3.	6 54	11 14	51,3	0,08	1,01	
			12.	2 07	52	18,1	0,35	1,12	
			15.	14 51	39	18,4	0,47	1,31	
	VII.	1.	22 21	40	22,0	0,55	1,56		
			14.	19 14	23	12,0	0,52	1,12	
			20.	8 02	16	9,3	0,58	1,03	
				15 50	17	10,7	0,63	1,15	
	VIII.	12.	21 50	1 00	18,1	0,30	1,06		
			28.	13 00	5 07	50,1	0,16	1,35	
		IX.	24.	6 02	2 34	37,5	0,24	1,39	
		X.	4.	14 43	8 22	104,0	0,21	2,29	
	XI.	17.	6 40	14 30	70,2	0,08	1,27		
	XII.	28.29.	20 00	19 31	64,8	0,06	1,10		
1936	V.	15.	1 45	35	16,3	0,47	1,23		
			30.31.	12 56	12 02	53,6	0,07	1,03	
		VI.	3.4.	18 50	10 17	58,4	0,09	1,18	
	VII.	1.2.	15 22	9 38	70,6	0,12	1,47		
			2.	3 07	4 06	51,5	0,21	1,53	
			9.	9 51	48	20,8	0,43	1,34	
			11.	5 59	33	13,2	0,40	1,03	
			28.	20 23	25	19,0	0,76	1,70	
				21 32	47	32,3	0,69	2,11	
		IX.	17.	0 51	11 23	52,1	0,08	1,02	
	1937	V.	11.12.	22 58	7 00	58,2	0,14	1,38	
				31.	19 59	11	8,2	0,75	1,09
VII.		5.	22 29	46	15,3	0,33	1,01		
			9.	1 39	11	8,8	0,80	1,17	
			15.	18 10	32	14,0	0,44	1,11	
				20 38	1 53	31,0	0,27	1,33	
		16.	12 26	1 10	28,5	0,41	1,55		
	VIII.	20.	13 30	12	8,3	0,69	1,06		
1938	VI.	1.2.	22 47	2 34	35,3	0,23	1,31		
	VII.	1.	16 21	39	26,5	0,68	1,89		
			2.	7 46	2 20	86,3	0,62	3,35	
				16 18	45	36,2	0,80	2,41	
		16.	9 58	16	10,9	0,68	1,21		
	VIII.	21.	2 32	3 11	57,6	0,30	1,95		
		X.	3.	14 46	1 26	33,9	0,39	1,65	
	XI.	21.	8 00	13 00	54,3	0,07	1,02		
1939	IV.	5.6.	23 07	23 38	93,6	0,07	1,56		
			24.	22 19	45	15,1	0,34	1,01	
	VI.	25.	14 40	7 53	51,8	0,11	1,17		
				6 02	2 08	36,4	0,28	1,47	
				18 07	15	19,0	1,27	2,19	
	VII.	1.	18 57	10	8,6	0,86	1,21		
				21 11	30	16,3	0,54	1,34	
				14.	21 11	37	16,8	0,45	1,23
				15.	13 36	6	5,7	0,95	1,04
				12 12	44	18,0	0,41	1,22	
				14 00	17	14,8	0,87	1,59	
				22.	10 56	1 27	37,7	0,43	1,84
		VIII.	5.	11 03	9	7,5	0,83	1,10	
					13 50	1 02	41,0	0,66	2,34
					12 27	1 10	19,6	0,28	1,07
	IX.	20.21.	23 47	15	11,5	0,77	1,32		
		X.	6.	15 34	3 26	38,8	0,19	1,26	
	XI.	4.	7 44	14 16	54,8	0,06	1,00		

Jahr	Monat	Tag	Beginn h min	Dauer h min	Regen- höhe mm	Intensität mm/min	F
1940	VII.	4.	8 22	1 28	22,8	0,26	1,11
		7.	0 14	23	12,3	0,53	1,15
			2 52	3 56	48,1	0,20	1,46
		8.	14 57	6 55	77,8	0,19	1,85
		11.	21 50	10	9,7	0,97	1,37
	16.	6 23	3 44	105,9	0,47	3,30	
	VIII.	10.	11 31	30	16,9	0,56	1,38
	IX.	9.	16 52	6 08	41,8	0,11	1,05
	X.	11.	18 53	14	8,6	0,61	1,02
	1941	IV.	5.	5 00	17 34	65,2	0,06
18.19.			16 47	17 01	118,6	0,12	2,06
V.		24.	23 53	7 07	51,7	0,12	1,22
		5.	3 58	34	14,5	0,43	1,12
VI.		26.	1 58	14	10,9	0,78	1,30
		16.	3 42	3 18	34,0	0,17	1,12
VII.		12.	16 48	22	12,7	0,58	1,21
		17.	3 39	1 06	20,3	0,31	1,13
VIII.		24.	18 00	1 08	62,2	0,91	3,42
		1942	V.	29	20 45	17	12,1
12.	1 46			12	12,6	1,05	1,62
VI.	17 21		16	13,9	0,87	1,54	
	2.		21 52	28	12,2	0,44	1,03
VII.	11.		23 22	48	26,5	0,55	1,71
	VIII.		3.	10 18	1 32	30,4	0,33
			14 10	1 31	21,4	0,24	1,02
			17 21	1 34	33,8	0,36	1,59
			21 17	39	17,7	0,45	1,26
			21 35	3 04	30,6	0,17	1,05
IX.	26.	3 53	27	13,0	0,48	1,12	
	X.	31.	1 42	17	12,9	0,76	1,39
			15 51	1 06	22,5	0,34	1,25
1943	V.	24.	17 55	2 05	37,4	0,30	1,53
		VII.	6	21 24	36	16,3	0,45
	20.		17 42	38	14,6	0,38	1,06
	IX.	21.	8 42	1 38	27,1	0,28	1,24
		14.	5 12	1 20	39,3	0,49	1,99
	20.	18.	5 19	11	10,9	0,99	1,45
		20.	6 04	32	40,1	1,25	3,18
			7 54	1 58	56,2	0,48	2,36
			16 52	5 14	40,4	0,13	1,08
			4 07	2 30	52,3	0,35	1,97
1944	VII.	3.	14 32	49	18,5	0,38	1,18
			16 57	53	20,5	0,39	1,26
	4.	1 33	54	17,1	0,32	1,04	
		20.21.	23 43	1 04	23,7	0,37	1,36
	21.22.	20 02	4 48	44,2	0,15	1,23	
		27.	8 29	28	32,0	1,14	2,71
	30.	2 38	9	7,0	0,78	1,03	
		6 42	27	12,1	0,45	1,04	
	VIII.	31.	10 43	24	12,2	0,51	1,11
		IX.	1.	12 32	21	15,4	0,73
2.	17 13		34	16,9	0,50	1,30	
		20 29	30	15,0	0,50	1,23	
		23 22	47	16,3	0,35	1,06	
X.	6.	20 32	44	15,0	0,34	1,01	
	1945	IV.	27.28.	23 00	7 57	45,9	0,10
V.			21.	21 19	18	14,7	0,82
		22.	1 47	50	18,7	0,37	1,18
3 43		1 29	46,4	0,52	2,23		
		19 09	1 03	28,3	0,45	1,62	
VIII.		8.	3 35	35	16,8	0,48	1,27
		9.	1 29	9	7,7	0,86	1,13
3 39		2 37	48,6	0,31	1,79		
		19.	2 09	18	10,8	0,60	1,14
			4 06	34	15,1	0,44	1,16
		5 42	34	17,3	0,51	1,33	
		7 09	2 11	47,6	0,36	1,90	
IX.	9.	0 07	7 23	63,3	0,14	1,47	
	19.	6 17	50	19,0	0,38	1,20	
		7 17	51	27,9	0,55	1,74	
X.	24.25.	23 05	5 05	48,8	0,16	1,32	
	29.	5 39	16 08	114,0	0,12	2,01	

Verteilung der Platzregen auf die Monate (in Prozenten der gesamten Anzahl) Tabelle 21

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Locarno-Monti	2,3	9,2	8,5	36,9	18,5	14,6	6,9	2,3	0,8

Die Verteilung ergibt kein symmetrisches Bild, doch liegt das Maximum deutlich im Juli. Charakteristisch ist der steile Anstieg vom Juni auf den Juli und die Ausdehnung der dichten Regen bis über den Herbst hinaus. Wie bereits ein flüchtiger Blick auf die Tabelle 20 zeigt, haben wir es in Locarno mit dichten Regen von ungewöhnlich langer Dauer zu tun, kurze Platzregen unter 5 Minuten kommen überhaupt nicht vor (siehe Abb. 4). In der Nordschweiz sind diese mit einem recht grossen Prozentsatz vertreten. Tabelle 22 gibt die Häufigkeit dichter Regen nach der Dauer geordnet für Locarno wieder.

Häufigkeit der dichten Regen in Locarno-Monti, nach der Dauer geordnet Tabelle 22

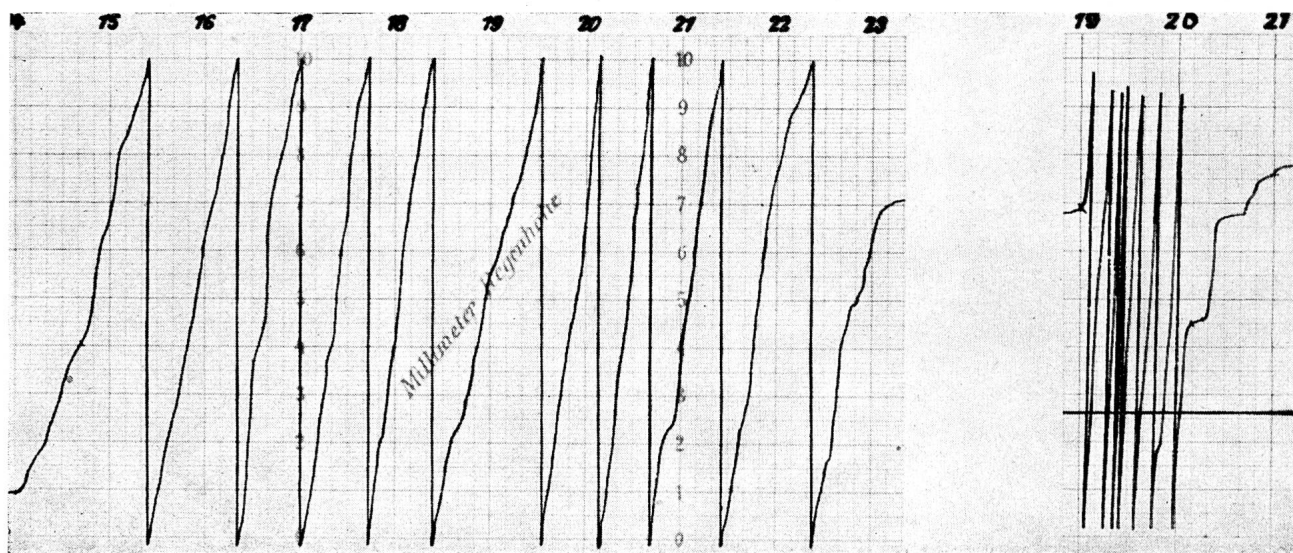
Dauer	Minuten			Stunden						
	0-20	21-40	41-60	1-1 1/2	1 1/2-2	2-4	4-8	8-12	12-18	18-24
Anzahl	24	29	17	13	6	14	12	6	7	2
%	18,5	22,3	13,1	10,0	4,6	10,8	9,2	4,6	5,4	1,5

Am häufigsten sind die Regen mit einer Dauer von 21—40 Minuten; die dichten Regenfälle, die mehr als eine Stunde anhalten, betragen 46 %. Sie sind ungleich häufiger als beispielsweise in Zürich und Basel. Sie zeigen wohl am deutlichsten das so ganz anders geartete Niederschlagsregime am Südfuss unserer Alpen. In Locarno-Monti tritt natürlich auch die bekannte Erscheinung auf, dass allgemein die Häufigkeit mit der Dauer abnimmt. Die Häufigkeit der Platzregen von bestimmter Dauer in den verschiedenen Monaten ist in der Tabelle 23 aufgeführt.

Häufigkeit der dichten Regen von bestimmter Dauer in den verschiedenen Monaten für Locarno-Monti Tabelle 23

Dauer	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
0 bis 20 min	—	3	3	10	4	2	2	—	—	24
21 bis 40 min	—	1	2	14	7	5	—	—	—	29
41 bis 60 min	—	1	2	9	1	3	1	—	—	17
61 bis 90 min	—	1	—	4	4	2	2	—	—	13
91 min bis 2 h	—	—	—	2	3	1	—	—	—	6
2 h 1 min bis 4 h	—	1	1	5	4	2	1	—	—	14
4 h 1 min bis 8 h	1	2	1	3	1	3	1	—	—	12
8 h 1 min bis 12 h	—	1	2	1	—	1	1	—	—	6
12 h 1 min bis 18 h	1	2	—	—	—	—	1	3	—	7
18 h 1 min bis 24 h	1	—	—	—	—	—	—	—	1	2
0 h bis 24 h	3	12	11	48	24	19	9	3	1	130

Wir haben davon abgesehen, die prozentuale Verteilung zu errechnen, wir geben hier daher nur die absoluten Werte. Wenn auch wegen der Kürze der Registrierperiode noch manche Inhomogenitäten vorhanden sind, so zeigt



a)

b)

Abb. 4 Originalregistrierung dichter Regenfälle in Locarno-Monti.

a) 4. Oktober 1935. Dauer: 8 Std. 22 Min. Menge: 104,0 mm. Intensität: 0,21 mm/min.
 b) 24. August 1941. Dauer: 1 Std. 08 Min. Menge: 62,2 mm. Intensität: 0,91 mm/min.

sich doch deutlich, dass dichte Regen von sehr langer Dauer eher im Frühjahr und Herbst als im Sommer auftreten.

Die Intensität der dichten Regenfälle unterliegt grossen Schwankungen. Sie bewegt sich für Locarno in den Grenzen von 0,06 bis 1,27 mm pro Minute, für Zürich beispielsweise von 0,07 bis 3,20! Sehr auffallend ist die Tatsache, dass in Locarno Regenintensitäten über 1 mm pro Minute recht selten sind und in den elf Jahren nur viermal beobachtet wurden, während in Zürich die Intensitäten über 1 mm/min immerhin fast 35 % aller Messungen ausmachen. Allerdings handelt es sich in Zürich meist um sehr kurze Platzregen, die — wie wir bereits erwähnten — in Locarno nicht vorkommen. Eine mittlere Intensität aller Platzregen zu errechnen, hat insofern keinen Sinn, als die Intensität bekanntlich von der Dauer abhängt. Je grösser die Dauer, um so kleiner ist im allgemeinen auch die Intensität.

In der Abb. 5 ist auf Grund des Materials von Locarno-Monti der Zusammenhang zwischen Intensität und Dauer graphisch dargestellt. Dabei möchten wir bemerken, dass wir für die Zeitintervalle 1 h — 1 h 30 min und 2 h — 3 h je einen Wert unberücksichtigt gelassen haben, da es sich hier um ganz exzeptionelle Platzregen handelte. Im ersten Falle betrug die Intensität 0,914 gegenüber einem Mittelwert von 0,409, im zweiten Falle von 0,616 gegenüber 0,296 mm/min. Auch *H. Uttinger* behandelt in der bereits erwähnten Arbeit (7) die Beziehungen zwischen Intensität und Dauer des Regens. Trotz der Verschiedenheit des Niederschlagsregimes südlich und nördlich der Alpen decken sich die Kurven Intensität/Dauer in dem vergleichbaren Zeitintervall recht gut. *H. Uttinger* betrachtet auf Grund der viel kürzeren Dauer der Platzregen in Zürich nur das Intervall von 0—60 Minuten, das unsrige dehnt sich bis zu 24 Stunden aus, wobei freilich bemerkt werden muss, dass diese Punkte der Kurve natürlich nicht so gut belegt sind wie die von kurzer Dauer.

Von gewissem Interesse, namentlich für bioklimatische Problemstellungen, ist ferner noch die Verteilung der

Platzregen auf die Tagesstunde. Das einfachste Verfahren besteht darin, dass man die Anzahl der Platzregen in den betreffenden Tagesstunden angibt. Man muss jedoch für Locarno-Monti eine andere Methode anwenden, da Platzregen mit einer Dauer von mehr als einer Stunde sehr häufig vorkommen. Wir stellen zu diesem Zweck nicht die Frage, wie gross ist die Anzahl der Platzregen, sondern, wann hat es dicht geregnet? Da Platzregen von weniger als 5 Minuten Dauer in Locarno nicht vorkommen, wurde ein dichter Regen, der beispielsweise von 10 h 07 bis 11 h 04 dauerte, nur einmal gezählt, dauerte ein solcher aber von 10 h 07 bis 11 h 10, so wurde er zweimal gezählt.

Vergleichen wir nun die beiden Methoden für dichte Regen bis zu 60 Minuten Dauer, so bekommen wir folgendes Bild.

Verteilung der dichten Regen auf die Tagesstunde in Prozenten der Gesamtzahl. (Regen bis 60 Minuten Dauer)
 Tabelle 24

Tagesstunde	0—4	4—8	8—12	12—16	16—20	20—24
A	18,6	14,3	10,0	11,4	17,1	28,6
B	20,4	16,1	10,8	10,8	17,2	24,7

In der Kolonne A ist nach üblicher Methode die Anzahl der Platzregen angegeben, in der Kolonne B die Anzahl der Stunden, an denen es dicht geregnet hat; beide Reihen stellen Prozentzahlen der Gesamtzahl dar. Es ergibt sich ein ganz ähnliches Bild der Verteilung, wenn auch die Prozentzahlen nicht miteinander übereinstimmen können. Platzregen bis zu 60 Minuten Dauer sind demnach in der Nacht weitaus am häufigsten. Bearbeitet man nun das gesamte Material nach dieser Methode, so bekommt man eine Häufigkeitsverteilung, wie sie in der Abb. 6 dargestellt ist. Man erkennt deutlich zwei Maxima; das eine liegt in den frühen Morgenstunden, das andere in den Abendstunden, das Minimum fällt ziemlich

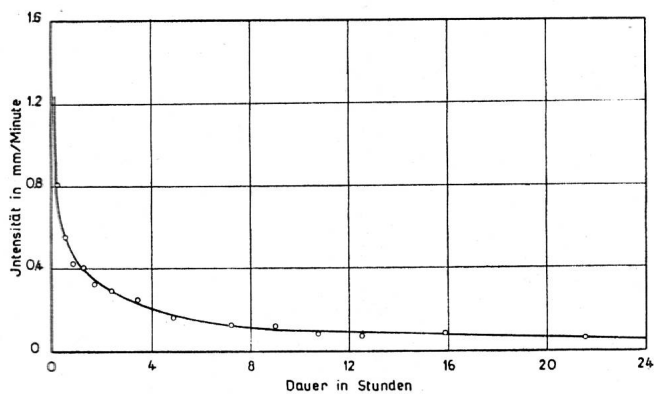


Abb. 5 Der Zusammenhang zwischen Dauer und Intensität dichter Niederschläge.

genau auf den Mittag. Von einer weiteren Unterteilung des Materials, beispielsweise nach Jahreszeiten, haben wir in Anbetracht der kurzen Registrierdauer abgesehen.

IV. Schlussbetrachtungen

Das Ziel, das wir uns mit der vorliegenden Arbeit gesetzt haben, bestand in erster Linie in der Mitteilung der Grössen, die für das Niederschlagsregime in Locarno charakteristisch sind. Ein eingehender Vergleich mit den Werten anderer Stationen, vor allem auf der Alpennordseite, soll in einer besonderen Arbeit durchgeführt werden. Dieser Vergleich wird die ganz exzeptionellen Niederschlagsverhältnisse am Alpensüdfuss am besten zum Ausdruck bringen. R. Billwiller (9) hat schon bei der Bearbeitung der meteorologischen Beobachtungen der Alpensüdseite für das «Klima der Schweiz» nachdrücklich auf diesen Umstand hingewiesen. Er spricht mit Recht von «eigentlichen Regenfluten» am Südfuss der Alpen.

Die Frage, welche nicht nur für den Klimatologen, sondern vor allem auch für den Prognostiker von höchstem praktischem Interesse ist, ist die nach der Ursache dieser enormen Niederschläge. Wohl wissen wir, dass die besonderen orographischen Verhältnisse eine bedeutende Rolle spielen, und dass die langandauernden Niederschläge vorwiegend bei sogenannten Staulagen eintreten, auch ist bei den Platzregen, jedenfalls in grossen Zügen, ein Zusammenhang mit der Gewitterhäufigkeit unverkennbar; was wir jedoch noch nicht kennen, das ist der Mechanismus dieser Vorgänge. Er kann nur geklärt werden, wenn man die einzelnen Wetterlagen genau analysiert. Wir betrachten es als eine unserer nächsten Aufgaben, diese sehr komplizierten Verhältnisse einmal eingehend zu untersuchen.

Mitteilungen aus den Verbänden

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Auszug aus dem Protokoll der Sitzungen des Vorstandes
Sitzung vom 17. Februar 1948

Der Vorstand behandelt einen Bericht des Sekretariates zur Motion Hess für ein schweizerisches Energiewirtschaftsgesetz und beschliesst, in eine Eingabe an den Bundesrat im Benehmen mit anderen interessierten Verbänden dazu Stellung zu beziehen.

Der Hauptversammlung wird der Vorschlag zu einer Erhöhung der Mitgliederbeiträge zugehen.

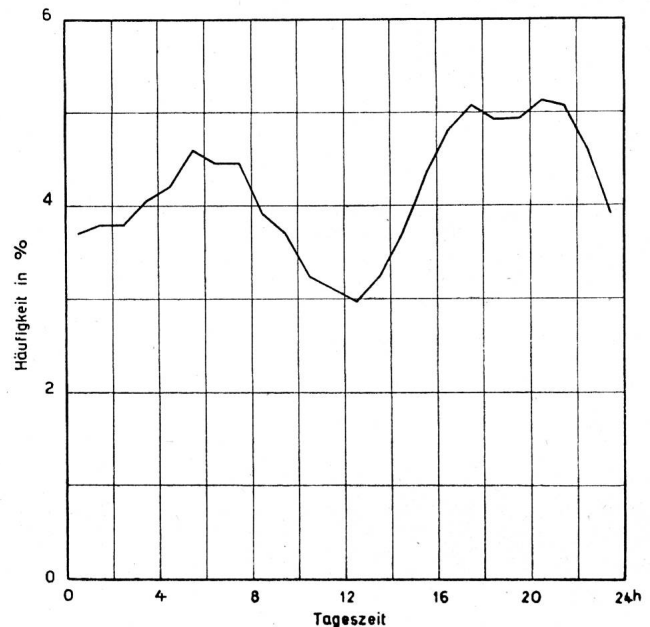


Abb. 6 Die Tagesperiode dichter Niederschläge (Jahreswerte).

Literaturverzeichnis

- (1) H. Christ, Das Pflanzenleben der Schweiz, Zürich 1879, S. 32.
- (2) H. Uttinger, Die Niederschlagsverhältnisse der Südschweiz, Annalen der MZA, 1945.
- (3) G. Hellmann, Ergebnisse zehnjähriger Registrierungen des Regenfalls in Norddeutschland, Veröffentlichungen des Königl. Preussischen Meteorologischen Instituts, Bd. IV, Nr. 6, Berlin 1912.
- (4) A. Riggerbach, Ergebnisse siebenjähriger Niederschlags-Registrierungen in Basel, Zürich 1897.
- (5) V. Conrad, Die klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüssen, Handbuch der Klimatologie von W. Köppen und R. Geiger, Bd. I, Teil B, S. 478—480, Berlin 1936.
- (6) G. Wussow, Untere Grenzwerte dichter Regenfälle, Meteorolog. Zeitschrift, 57, 1922, S. 173.
- (7) H. Uttinger, Starke Regenfälle von kurzer Dauer in Zürich 1901—1930, Annalen der MZA, 1930.
- (8) M. Bider und Chr. Thams, Platzregen nord- und südwärts der Alpen, Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellsch. Zürich 1946.
- (9) Jul. Maurer, Rob. Billwiller jr. und Clem. Hess, Das Klima der Schweiz, Bd. I, S. 249, 1909.

Sitzung vom 21. April 1948

Der Jahresbericht mit der Rechnung pro 1947 sowie das Budget pro 1948 werden zur Vorlage an den Ausschuss festgelegt.

Die Vorlage zu einer Eingabe an den Bundesrat gegen die Motion Hess wird beraten.

Die Ausschusssitzung wird am 4. Juni 1948 in Göschenen stattfinden. Zur Behandlung gelangt neben den ordentlichen Traktanden die Vorlage der Bewertungskommission.