

Nr. 194

Hans W. Courvoisier

**Statistik der
24-stündigen Starkniederschläge
in der Schweiz 1901 -1996**

© Schweizerische Meteorologische Anstalt

3.0. Juni 1998

Bestellungen an:
Stab und Dienste, Koordination und Information

Schweizerische Meteorologische Anstalt
Institut suisse de météorologie
Istituto svizzero di meteorologia
Swiss Meteorological Institute
Institut svizzer da meteorologia

Krähbühlstrasse 58
Postfach
CH-8044 Zürich

Telefon 01/256 91 11
Telefax 01/256 92 78
E-Mail mv@sma.ch

Nr. 194

Hans W. Courvoisier

**Statistik der
24-stündigen Starkniederschläge
in der Schweiz 1901 -1996**

Zusammenfassung

Das Charakteristikum der Statistik der Starkniederschläge in der Schweiz 1901-1996 ist die signifikante Häufigkeitszunahme im letzten Viertel dieses Jahrhunderts. Die Zunahme betrifft auf der Alpennordseite und in den inneren Alpen die Niederschläge ≥ 70 mm/Tag, auf der Alpensüdseite (Sopraceneri) diejenigen ≥ 100 und 150 mm/Tag.

Es werden die Häufigkeiten der Starkniederschläge in der Schweiz pro Jahr und pro Jahrzehnt sowie der Jahresgang auf der Alpensüdseite dargestellt. Ferner werden die Starkniederschläge mit dem Jahresmittel des Niederschlags, den grössten Tagesmengen und mit den Hochwassern früherer Jahrhunderte verglichen. Das letzte Viertel dieses Jahrhunderts ist ausser durch die Zunahme der Starkniederschläge auch durch zahlreiche Trockenperioden auf der Alpensüdseite gekennzeichnet. Zum Schluss werden Erklärungsmöglichkeiten für die Zunahme der Starkniederschläge diskutiert.

Résumé

La statistique des fortes précipitations en Suisse 1901-1996 est caractérisée par une augmentation significative de la fréquence dans le dernier quart de ce siècle. Au nord des Alpes et dans les vallées alpines intérieures, l'augmentation concerne les précipitations de ≥ 70 mm/jour, au sud des Alpes (Sopraceneri) celles de ≥ 100 et 150 mm/jour.

On présente les fréquences des fortes précipitations en Suisse, par an et par décennie ainsi que la variation annuelle au sud des Alpes. En outre on compare les fortes précipitations avec la moyenne annuelle de précipitations, les valeurs journalières maximum et avec les crues des siècles précédents. Le dernier quart de ce siècle est caractérisé non seulement par l'augmentation des fortes précipitations, mais aussi par de nombreuses sécheresses au sud des Alpes. Pour finir on discute des possibilités d'explication pour l'augmentation des fortes précipitations.

Riassunto

La statistica degli eventi di precipitazioni intense verificatisi in Svizzera tra il 1901 e il 1996 mostra un aumento significativo negli ultimi 25 anni. Per le Alpi e il Nord sono stati considerati gli eventi di almeno 70 mm/giorno, per il Sud (Sopraceneri) quelli di almeno 100 risp. 150 mm/giorno.

Il presente lavoro comprende anche una rappresentazione della frequenza annuale e decennale degli eventi di precipitazioni intense registrati in Svizzera, come pure l'andamento annuale di questi fenomeni al Sud delle Alpi. Le precipitazioni intense vengono inoltre messe in relazione con i quantitativi medi annui, i massimi giornalieri come pure con alluvioni dei secoli precedenti. L'ultimo quarto di questo secolo mostra, oltre a un numero maggiore di eventi con precipitazioni intense, anche un'aumentata frequenza dei periodi di siccità al Sud delle Alpi. Una possibile spiegazione per questi fenomeni conclude la ricerca.

Summary

The statistics of heavy precipitations in Switzerland 1901-1996 are characterized by a significant increase of frequency in the last quarter of this century. On the north side of the Alps and in the interior alpine valleys the increase concerns the precipitations ≥ 70 mm/day, on the south side of the Alps (Sopraceneri) those ≥ 100 and 150 mm/day.

The frequencies of the heavy precipitations in Switzerland are presented per year and per decade as well as the annual variation on the south side of the Alps. Further the heavy precipitations are compared with the annual means of precipitation, the maximum daily totals and with the floods of earlier centuries. The last quarter of this century is characterized not only by the increase of the heavy precipitations, but also by numerous droughts on the south side of the Alps. Finally possible explanations for the increase of the heavy precipitations are discussed.

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Zusammenfassung	
2. Einleitung	4
3. Häufigkeiten der Starkniederschläge 1901-1996	5
4. Jahresgang der Starkniederschläge ≥ 70 mm/Tag auf der Alpensüdseite (Tessin und Bündner Südtäler) 1901-1996	11
5. Vergleich der Starkniederschläge mit dem Jahresmittel des Niederschlags und den grössten Tagesmengen	13
6. Starkniederschläge und Hochwasser	14
7. Die Trockenperioden auf der Alpensüdseite 1976-1997	15
8. Erklärungsmöglichkeiten für die signifikante Zunahme der Starkniederschläge seit 1976	17
9. Literatur	20

Einleitung

Nach der Untersuchung über die Starkniederschläge 1901-1980 auf der Alpennordseite und in den inneren Alpen der Schweiz (1) war es nicht beabsichtigt, die Starkniederschläge in diesem Jahrhundert nochmals zu bearbeiten.

Der Grund zu einer weiteren Arbeit über 24-stündige Starkniederschläge ist folgender: die Häufigkeit der Starkniederschläge auf der Alpennordseite und in den inneren Alpen hat in den letzten 21 Jahren markant zugenommen; als Folge davon ist eine aussergewöhnlich grosse Zahl von Hochwasserkatastrophen in diesem Zeitraum aufgetreten. Den Schwerpunkt der Publikation von 1981 (1) bildete die synoptische Entstehung und die Prognose von Starkniederschlägen, während es sich hier um eine rein klimatologisch-statistische Untersuchung handelt. Ferner wird hier zusätzlich auch eine Häufigkeitsstatistik der 24-stündigen Starkniederschläge auf der Alpensüdseite erstellt, die in (1) noch nicht enthalten war.

Es sei an dieser Stelle auf das umfangreiche Werk "Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes, Schweizer Mittelland und Jura" (2) hingewiesen; es beinhaltet statistische Extremwertanalysen und dient der Hydrologie, insbesondere dem Hochwasserschutz. Aufgrund der hiesigen Untersuchung über die Starkniederschläge 1901-1996 empfiehlt es sich, wegen der Zunahme der Starkniederschläge seit 1976 von kürzeren Wiederkehrperioden auszugehen.

Zur Definition eines Starkniederschlages von ≥ 70 mm/Tag, ≥ 500 km² Fläche (1, S.4) sei hier wiederholt, dass es sich beim 70 mm-Schwellenwert um einen Kompromiss zwischen 50 und 100 mm handelt. Bei 50 mm wäre das Kriterium des Aussergewöhnlichen und des Schadenverursachens für den Alpennordhang und die Alpensüdseite nicht erfüllt, der 100 mm-Schwellenwert wäre wegen seiner Seltenheit auf der Alpennordseite

und in den inneren Alpen (er wurde teilweise nie erreicht) sowohl synoptisch wie klimatologisch-statistisch ungeeignet.

Was die Mindestfläche eines Starkniederschlages von 500 km^2 betrifft, so soll damit die Erfassung von Lokalgewittern vermieden werden (andersartige Entstehung als grösserräumige Starkregen).

Aus arbeitstechnischen Gründen wird für die Alpensüdseite ein Starkniederschlag als Niederschlag $\geq 70 \text{ mm/Tag}$ an mindestens 3 Stationen definiert. Dabei werden nur langjährige Stationen verwendet.

Häufigkeiten der Starkniederschläge 1901-1996

1) Alpennordseite und innere Alpen

Die Gesamthäufigkeiten der Starkniederschläge 1901-1996 betragen auf der Alpennordseite und in den inneren Alpen 191 Fälle, das sind 2.0 Fälle pro Jahr. Wenn man die einzelnen Dezennien betrachtet (Abb.1), so ist das Charakteristikum der steile Anstieg seit den siebziger Jahren. Die Anzahl Fälle pro Jahr hat von 1901-75 bis 1976-96 von 1.5 auf 3.6 bzw. um 137% zugenommen. Der genaue Beginn des Anstiegs war die zweite Jahreshälfte 1976, und zwar unmittelbar nach einer 7-monatigen Periode ausgeprägter Trockenheit (3). Seither hat dieser Boom 21 Jahre angehalten. In Abb.1 sind deshalb neben der Dezenniengrafik noch die Perioden 1976-85 und 1986-95 angegeben; sie zeigen noch markanter die Häufigkeitsunterschiede gegenüber früher. Zum Häufigkeitsanstieg haben vor allem die Jahre 1987 und 1991 mit je 7 Fällen und die Jahre 1976, 1981 und 1993 mit je 6 Fällen beigetragen. Auch 1996 traten wieder 6 Fälle auf. In den Jahren 1901-75 gab es dagegen einzig das Jahr 1928 mit 6 Fällen! In den letzten 21 Jahren gab es allerdings auch 11 Jahre mit nur 1-3 Fällen pro Jahr, wie dies 1901-75 die Regel war.

Tab.1

Jährliche Anzahl Starkniederschläge (≥ 70 mm/Tag)

N: Alpennordseite und innere Alpen

S: Alpensüdseite

	N	S		N	S		N	S		N	S
1901	3	7	1931	2	7	1961	1	4	1991	7	12
02	1	6	32	0	10	62	1	3	92	1	7
03	1	9	33	2	7	63	2	12	93	6	16
04	0	5	34	2	8	64	2	5	94	2	8
05	1	6	35	3	12	65	3	10	95	3	8
06	3	3	36	0	5	66	1	9	96	6	14
07	1	9	37	0	6	67	0	5	<u>Summe 25 65</u>		
08	3	8	38	1	8	68	4	10	<u>(6 Jahre)</u>		
09	0	5	39	2	15	69	0	5			
10	3	5	40	2	8	70	2	5			
<u>Summe 16 63</u>			<u>Summe 14 86</u>			<u>Summe 16 68</u>					
1911	2	8	1941	0	4	1971	2	6			
12	1	4	42	1	11	72	1	4			
13	0	5	43	0	4	73	2	6			
14	3	8	44	1	3	74	0	5			
15	0	4	45	1	8	75	1	6			
16	0	9	46	1	4	76	6	11			
17	2	12	47	2	9	77	4	14			
18	3	9	48	2	5	78	2	8			
19	1	4	49	0	2	79	4	11			
20	1	12	50	2	5	80	2	6			
<u>Summe 13 75</u>			<u>Summe 10 55</u>			<u>Summe 24 77</u>					
1921	1	4	1951	4	16	1981	6	13			
22	1	10	52	0	7	82	4	6			
23	1	4	53	3	9	83	4	8			
24	2	8	54	4	8	84	3	6			
25	4	7	55	1	4	85	1	5			
26	4	12	56	0	10	86	1	11			
27	2	9	57	2	9	87	7	14			
28	6	9	58	3	9	88	2	9			
29	0	4	59	1	7	89	3	5			
30	0	7	60	1	14	90	2	7			
<u>Summe 21 74</u>			<u>Summe 19 93</u>			<u>Summe 33 84</u>					

Anzahl Fälle

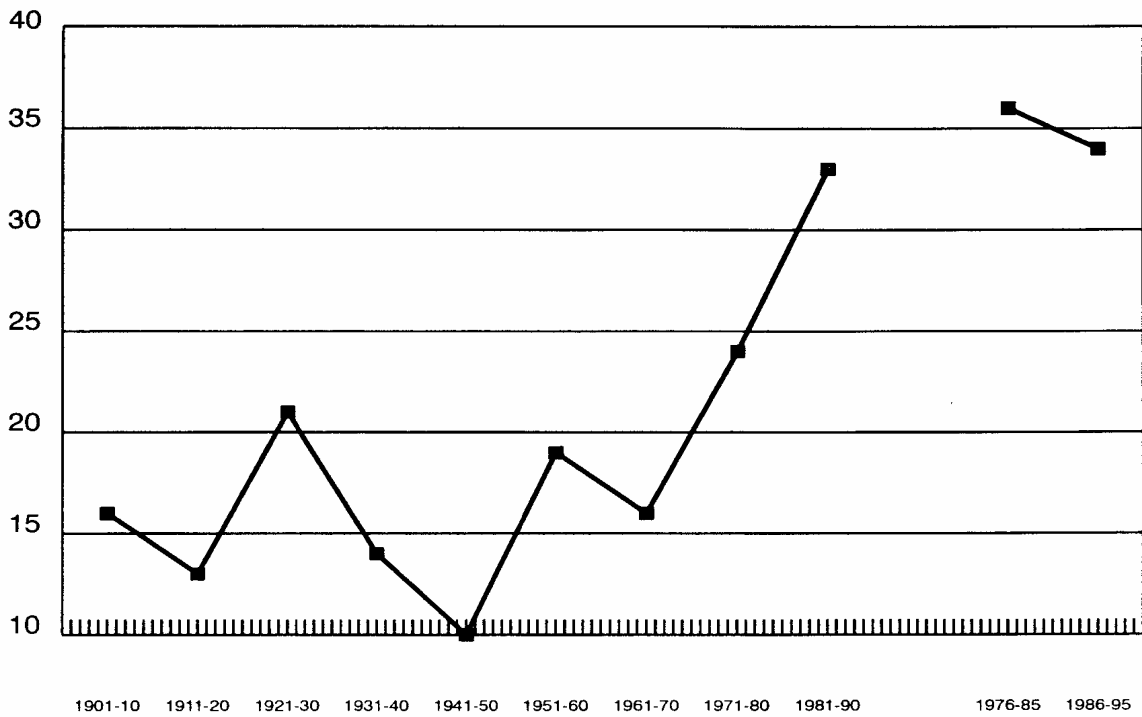


Abb.1 Jahrzehnt-Häufigkeiten der Starkniederschläge (≥ 70 mm/Tag) auf der Alpennordseite und in den inneren Alpen

Anzahl Fälle

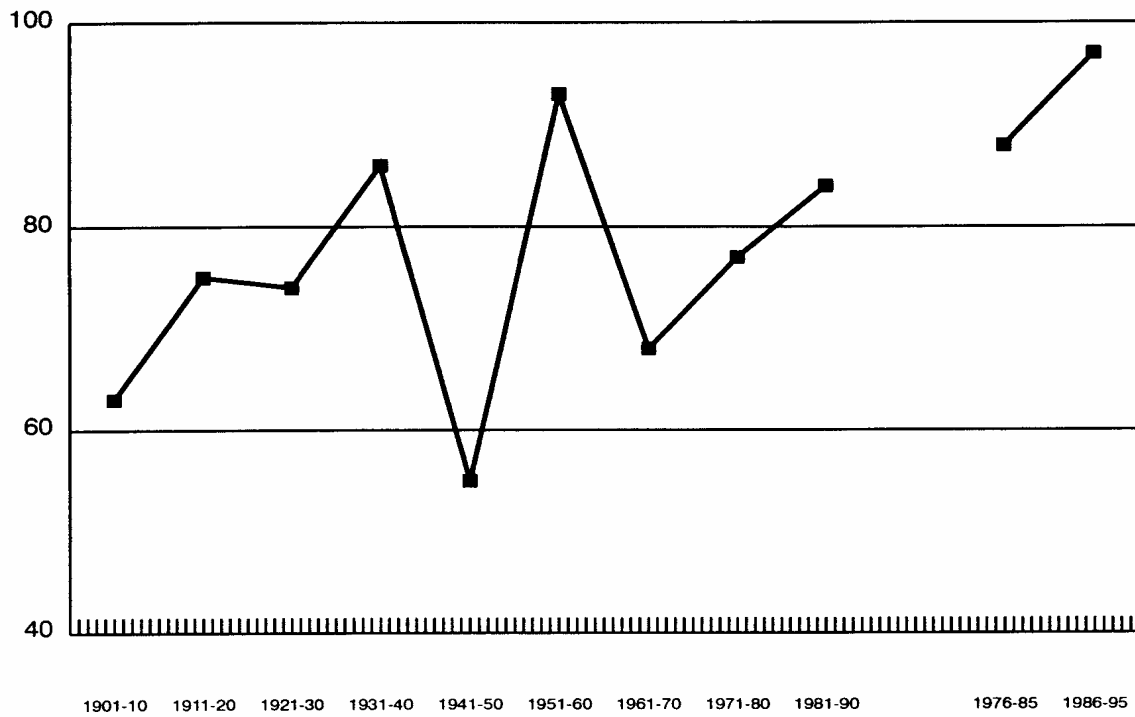


Abb.2 Jahrzehnt-Häufigkeiten der Starkniederschläge (≥ 70 mm/Tag) auf der Alpensüdseite

Die statistische Signifikanzanalyse der Dezennienhäufigkeiten für die Alpennordseite und die inneren Alpen ergibt:

Periode mit geringer Starkniederschlagshäufigkeit:

Mittelwert pro Dezennium (1901-80): 17 Fälle

Schwankungsbreite (1901-80): 10-24 Fälle

Standardabweichung: $s = 4.5$

Periode mit grosser Starkniederschlagshäufigkeit:

Dezenniumshäufigkeit 1981-90: 33 Fälle;

die 33 Fälle bedeuten eine signifikante Abweichung vom Mittelwert 1901-80 (Abweichung $3.6s$, Signifikanzniveau 99%).

Die 36 Fälle der Periode 1976-85 und die 34 Fälle der Periode 1986-95 bedeuten ebenfalls eine signifikante Zunahme gegenüber dem Mittelwert 1901-80.

2) Alpensüdseite

Im Unterschied zur Alpennordseite und den inneren Alpen hat die Häufigkeit der Starkniederschläge ≥ 70 mm/Tag auf der Alpensüdseite in den letzten 21 Jahren nur mässig (nicht signifikant) zugenommen. Während auf der Alpennordseite und in den inneren Alpen die Anzahl Fälle pro Jahr von 1901-75 bis 1976-96 von 1.5 auf 3.6 bzw. um 137% zugenommen hat, ist sie auf der Alpensüdseite in den entsprechenden Zeiträumen von 7.2 auf 9.5 bzw. nur um 32% angestiegen. Die Dezenniumshäufigkeit 1981-90 liegt mit 84 Fällen innerhalb der Schwankungsbreite 1901-80 (Abb.2); sie wurde in den fünfziger Jahren mit 93 Fällen und in den dreissiger Jahren mit 86 Fällen übertroffen. Wenn man die Perioden 1976-85 und 1986-95 betrachtet, so liegt die 1. Periode mit 88 Fällen innerhalb der Schwankungsbreite 1901-80, die 2. Periode mit 97 Fällen wenig oberhalb der bisher höchsten Zahl von 93 Fällen.

Für die Alpensüdseite ergibt die statistische Signifikanzanalyse folgendes:

Periode 1901-80:

Mittelwert pro Dezennium: 74 Fälle

Schwankungsbreite: 55-93 Fälle

Standardabweichung: $s = 12.1$

Periode 1981-90:

Dezenniumshäufigkeit: 84 Fälle;

die 84 Fälle bedeuten eine nicht signifikante Abweichung vom Mittelwert 1901-80 (Abweichung 0.8s, Signifikanzniveau 99%)

Anders verhält es sich, wenn man einen höheren Schwellenwert für einen Starkniederschlag auf der Alpensüdseite verwendet, was wegen der dort klimatologisch grösseren Niederschlagsmengen sinnvoll erscheint. Für die Schwellenwerte 100 und 150 mm/Tag zeigen Stationen im Sopraceneri einen signifikanten Anstieg in der Periode 1976-95 gegenüber früheren 20-Jahresperioden:

Tab.2

Locarno (1901-34 Muralto, 1935-95 Monti):

	≥ 100 mm/Tag	≥ 150 mm/Tag
1901-20	21 Fälle	0 Fälle
1921-40	22 Fälle	2 Fälle
1941-60	22 Fälle	5 Fälle
1961-80	22 Fälle	6 Fälle
<hr/>		
1976-95	36 Fälle	12 Fälle

(Zunahme signifikant; Zunahme signifikant;
Signifikanzniveau 99%)

Cevio (Maggiatal):

Airolo:

Mesocco (GR):

	≥ 150 mm/Tag	≥ 100 mm/Tag	≥ 100 mm/Tag
1901-20	3 Fälle	8 Fälle	1 Fall
1921-40	7 Fälle	15 Fälle	2 Fälle
1941-60	4 Fälle	14 Fälle	4 Fälle
1961-80	7 Fälle	11 Fälle	4 Fälle
<hr/>			
1976-95	14 Fälle	22 Fälle	9 Fälle

(Zunahmen an den 3 Stationen signifikant;
Signifikanzniveau 99%)

In Lugano und Soglio dagegen ist dies nicht der Fall: Lugano hatte schon in 3 früheren Perioden mehr Fälle, Soglio 1921-40 gleich viele Fälle (≥ 100 mm/Tag) wie 1976-95.

Tab.3

Lugano:		Soglio (Bergell):	
	≥ 100 mm/Tag		≥ 100 mm/Tag
1901-20	10 Fälle		1 Fall
1921-40	11 Fälle		6 Fälle
1941-60	9 Fälle		5 Fälle
1961-80	5 Fälle		3 Fälle
1976-95	8 Fälle		6 Fälle
	(keine Zunahme)		(Zunahme nicht signifikant; Signifikanzniveau 99%)

Das Ergebnis der Häufigkeitsstatistik sei hier zusammenfassend dargestellt:

Signifikante Zunahme der Starkniederschläge seit 1976 gegenüber 1901-75:

≥ 70 mm/Tag auf der Alpennordseite und in den inneren Alpen;
 ≥ 100 mm/Tag und 150 mm/Tag im Sopraceneri und Misox

Nicht signifikante (bzw. keine) Zunahme der Starkniederschläge seit 1976 gegenüber 1901-75:

≥ 70 mm/Tag auf der Alpensüdseite;
 ≥ 100 mm/Tag im Sottoceneri und Bergell

Jahresgang der Starkniederschläge ≥ 70 mm/Tag auf der Alpensüdseite (Tessin und Bündner Südtäler) 1901-1996

Es sei zunächst bemerkt, dass der Jahresgang der Starkniederschläge auf der Alpennordseite und in den inneren Alpen bereits in (1, S.9) dargestellt wurde. Für die Alpensüdseite sind die Monatshäufigkeiten der Starkniederschläge in Tab.4 dargestellt. Der Jahresgang dieser Starkniederschläge zeigt im wesentlichen eine Parallelität zum Jahresgang der Temperatur und des Wasserdampfgehaltes der Troposphäre (Mai bis Oktober ca. 75%, November bis April ca. 25% der Starkniederschläge).

Tab.4

Monatliche Anzahl Starkniederschläge (≥ 70 mm/Tag) auf der
Alpensüdseite, 1901-1996

Januar	10 Fälle	Juli	76 Fälle
Februar	8 Fälle	August	110 Fälle
März	26 Fälle	September	135 Fälle
April	56 Fälle	Oktober	102 Fälle
Mai	64 Fälle	November	60 Fälle
Juni	74 Fälle	Dezember	19 Fälle

Total 1901-1996: 740 Fälle

Das Häufigkeitsmaximum in den Monaten August bis Oktober (47% aller Starkniederschläge) könnte man so erklären: im August ist die Temperatur des Mittelmeeres am höchsten und damit auch der Wasserdampfgehalt im Advektionsgebiet bei diesen Wetterlagen am grössten; dazu ist auch noch der vertikale Temperaturgradient gross (Instabilitätseffekt). Im September und Oktober sind es vor allem die Südstaulagen, die in dieser Jahreszeit, zusammen mit dem Frühling, am häufigsten auftreten. Dass der Frühling trotz häufiger Südstaulagen weniger Starkregen als der September und der Oktober aufweist, ist wahrscheinlich auf das kühlere Mittelmeer und damit das geringere Wasserdampfangebot im Frühling zurückzuführen.

Der September, der Monat mit der grössten Häufigkeit von Starkniederschlägen auf der Alpensüdseite, ist auch der Monat, der an 12 von 26 langjährigen Stationen auf der Alpensüdseite das absolute Tagesmaximum hatte, davon in 9 Fällen zwischen 1983 und 1991.

Traten Änderungen im Jahresgang der Starkniederschläge auf der Alpensüdseite zwischen den Zeiträumen 1901-75 und 1976-96 auf? Teilt man das Jahr in das Halbjahr mit der grössten Häufigkeit (Mai bis Oktober) und dasjenige mit der kleinsten Häufigkeit (November bis April) ein, so erhält man folgendes:

Prozentsatz Starkniederschläge (≥ 70 mm/Tag) auf der Alpensüdseite (in Klammern Alpennordseite und innere Alpen):

	<u>1901-75</u>	<u>1976-96</u>
Mai bis Oktober	76.5% (72.2%)	73.9% (73.7%)
November bis April	23.5% (27.8%)	26.1% (26.3%)

Auf beiden Seiten der Alpen ist also seit 1976 keine wesentliche Änderung im Jahresgang der Starkniederschläge eingetreten. Hauptsaison ist weiterhin Mai bis Oktober mit ca. 75% aller Fälle, und dies bemerkenswerterweise in den witterungsklimatologisch sehr verschiedenartigen Gebieten der Schweiz.

Vergleich der Starkniederschläge mit dem Jahresmittel des Niederschlags und den grössten Tagesmengen

Im Gegensatz zur Zunahme der Starkniederschläge zeigen die Jahresmittel des Niederschlags für den Zeitraum 1976-96 gegenüber denjenigen von 1901-60 keinen wesentlichen Anstieg. Die durchschnittliche Zunahme in der Schweiz beträgt 7%.

Was die grössten Tagesmengen betrifft, so traten diese in der ganzen Schweiz in den Jahren 1976-95 häufiger als in den anderen 20-Jahresperioden dieses Jahrhunderts auf. Im Tessin wurden dabei 1976-95 die früheren grössten Tagesmengen teilweise beträchtlich übertroffen.

Beispiele:

	<u>nach 1976</u>	<u>vor 1976</u>
Vira	290 mm (26.9.91)	197 mm (10.11.51)
Locarno-Monti	318 mm (26.9.91)	268 mm (9.9.65)
Camedo	414 mm (10.9.83)	340 mm (9.9.65)
Mosogno	412 mm (10.9.83)	359 mm (24.9.24)

Auf der Alpennordseite und in den inneren Alpen war zwar die Anzahl der grössten Tagesmengen 1976-95 grösser als in den früheren 20-Jahresperioden dieses Jahrhunderts, jedoch waren die Werte nur vereinzelt wesentlich höher als früher.

Dagegen ist für die Alpennordseite, die inneren Alpen sowie die Alpenpässe folgendes bemerkenswert: vom Beginn der offiziellen Niederschlagsmessungen an (1864) bis zum Jahr 1910 traten an einigen Stationen Tagesmengen auf, welche die Mengen von 1911-1996 weit übertrafen.

Beispiele:

	<u>1864-1910</u>	<u>1911-1996</u>
St. Gallen	250 mm (1.9.1881)	117 mm (7.8.1978)
Zürich (SMA)	172 mm (11.6.1876)	103 mm (21.9.1968)
Einsiedeln	176 mm (19.6.1871)	125 mm (7.8.1978)
Horgen	192 mm (20.5.1906)	133 mm (10.8.1984)
San Bernardino-Pass	254 mm (28.9.1868)	191 mm (21.10.1928)
Bernina-Hospiz	238 mm (7.9.1873)	163 mm (16.9.1960)

Starkniederschläge und Hochwasser

Leider war die Stationsdichte von 1864 bis 1900 noch nicht gross genug, um die Starkniederschläge in gleicher Weise wie in dieser Arbeit zu erfassen. Es fragt sich, inwieweit Hochwasserstatistiken (Schadenereignisse) aus früheren Jahrhunderten fehlende Niederschlagsmessungen ersetzen können. Hochwasser müssen nicht immer auf Starkniederschläge zurückzuführen sein. Schmelzwasser, in Verbindung mit mässigen Niederschlägen, können ebenfalls Hochwasser verursachen. Ferner ist zu beachten, dass die Häufigkeit von Hochwassern durch menschliche Aktivitäten (Flusskorrekturen, Rückhaltebecken, Aenderungen in der land- und forstwirtschaftlichen Kultivierung sowie der Besiedlung) beeinflusst werden kann. Es ist aber anzunehmen, dass im grossen ganzen die Häufigkeiten von Hochwassern, zumindest der schweren und katastrophalen, und Starkniederschlägen ähnlich sind und damit eine Abschätzung früherer Starkniederschläge möglich ist.

Wie Abb.3 aus dem Urner Reusstal zeigt, gab es in den einzelnen Jahrhunderten beträchtliche Schwankungen in der Häufigkeit der schweren und katastrophalen Schadenereignisse, und daraus ist auch auf grössere Schwankungen der Starkniederschlagshäufigkeit zu schliessen.

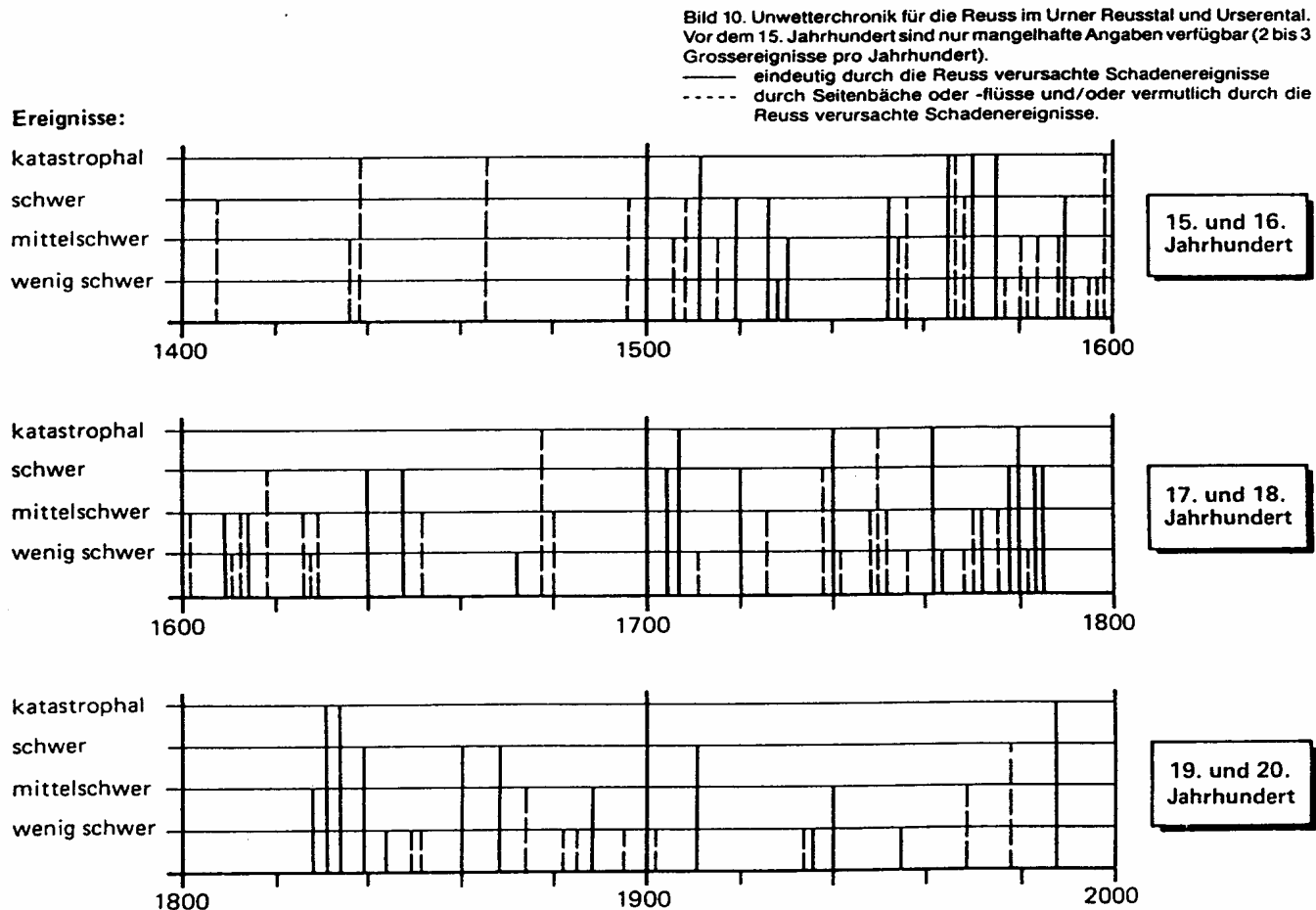
Beispielsweise von 1901-1975, also in der Zeit mit geringer Häufigkeit der Starkniederschläge, gab es nur ein schweres Ereignis, während 200 Jahre vorher, also von 1701-1775 4 katastrophale und 3 schwere Ereignisse auftraten.

Die Trockenperioden auf der Alpensüdseite 1976-1997

Neben der signifikanten Zunahme der Starkniederschläge seit 1976 (Alpennordseite und innere Alpen ≥ 70 mm/Tag, Sopraceneri ≥ 100 und 150 mm/Tag) zeichnen sich die letzten 21 Jahre aber auch durch eine grosse Zahl von langen Trockenperioden bzw. (fast-) Trockenperioden auf der Alpensüdseite aus.

Abb.3

(aus J. Zeller, G. Röthlisberger: Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 1987; Wasser, Energie, Luft, 1988, 1/2)



Das letzte Viertel dieses Jahrhunderts begann mit einer einmaligen Dürreperiode, wie sie seit 1870 nicht mehr vorgekommen ist (3). Sie betraf die ganze Schweiz und dauerte von Dezember 1975 bis Anfang Juli 1976. Das Tessin hatte in den Monaten März, Mai und Juni 1976 Niederschlagssummen von weniger als 25% der Norm.

Darauf folgten zahlreiche weitere lange (fast-) Trockenperioden (geordnet nach der Länge):

Tab.5

Trockenperioden

<u>Herbst, Winter, Frühling bis April</u>		<u>Niederschlagssumme</u>
		<u>Locarno-Monti</u>
1.)	93 Tage (23.1.-25.4.97)	5.9 mm
2.)	81 " (8.12.92-26.2.93)	2.2 "
3.)	78 " (6.12.88-21.2.89)	2.0 "
4.)	53 " (27.11.80-18.1.81)	7.3 "
5.)	50 " (19.10.-7.12.78)	6.8 "
6.)	50 " (21.1.-11.3.81)	3.1 "
7.)	48 " (26.9.-12.11.86)	7.0 "
8.)	47 " (27.10.-12.12.81)	4.5 "
9.)	47 " (24.11.86-9.1.87)	6.1 "
10.)	46 " (4.3.-18.4.95)	6.5 "
11.)	43 " (2.1.-13.2.82)	5.3 "
12.)	43 " (16.9.-28.10.85)	0.1 "
13.)	41 " (1.2.-12.3.80)	2.7 "
14.)	41 " (15.2.-27.3.90)	5.6 "
15.)	40 " (6.11.-15.12.89)	2.0 "
16.)	38 " (25.8.-1.10.78)	5.5 "
17.)	38 " (14.2.-22.3.92)	0 "
<u>Sommer</u>		
18.)	31 Tage (6.7.-5.8.90)	3.7 mm

Erklärungsmöglichkeiten für die signifikante Zunahme der Starkniederschläge seit 1976

Wie im Abschnitt "Starkniederschläge und Hochwasser" dargelegt, gab es in den vergangenen Jahrhunderten grössere Schwankungen in der Häufigkeit von Hochwassern und wahrscheinlich auch von Starkniederschlägen.

Eine Erklärung für die signifikante Zunahme der Starkniederschläge wäre daher, dass es sich dabei wiederum - wie schon in früheren Zeiten - um eine Änderung im "Häufigkeitsregime" der Starkniederschläge handelt. Man könnte dies auch so ausdrücken, in den ersten Dreiviertel dieses Jahrhunderts sei die mittlere langzeitliche klimatologische Häufigkeit noch nicht erreicht worden, und die letzten 21 Jahre hätten einen Ausgleich zu diesem "Manko" gebracht.

Eine zweite Erklärung wäre, dass ein Zusammenhang zwischen der Zunahme der Starkniederschläge und der Klimaerwärmung besteht. In den aus den Klimamodellen für die nächsten Jahrzehnte abgeleiteten Szenarien gibt es ein Szenario mit der Aussage: Zunahme extremer regionaler Wetterereignisse wie Starkniederschläge, Dürre- und Hitzeperioden, als Folge der Erwärmung. Man könnte auch sagen, nach diesem Modellszenario würden extreme und völlig entgegengesetzte Wetter- und Witterungslagen häufiger.

Das Klimacharakteristikum der Alpensüdseite seit Mitte der siebziger Jahre ist ein Wechsel zwischen Regenfluten und Ueberschwemmungen einerseits, und Dürre und Waldbränden andererseits. Dies passt gut zum obigen Szenario, das allerdings ein Zukunftsszenario ist. Es stellt sich daher die Frage, wieso dieses südalpine Klimacharakteristikum und die nordalpine signifikante Zunahme der Starkniederschläge bereits im letzten Viertel dieses Jahrhunderts aufgetreten ist. Ueberblickt man die Klimaentwicklung seit Mitte der siebziger Jahre, so ist bereits ein Teil der für die Zukunft vorausgesagten Erwärmung eingetreten.

Innerhalb der langzeitlichen Erwärmung in diesem Jahrhundert (global seit etwa 1910, in der Schweiz seit etwa 1895) gab es global seit ungefähr 1978, in der Schweiz seit etwa 1982 eine kräftige Erwärmung, die im Zehnjahresmittel 1986-95 ihren vorläufigen Höhepunkt erreichte, mit einer Temperatur, wie sie global seit mindestens 1860, in Basel seit mindestens 1760, nach Pfister (4) wahrscheinlich sogar seit 1530 nie erreicht wurde.

In den ersten Erwärmungsphasen dieses Jahrhunderts (global 1910-42, in der Schweiz 1912-26 und 1941-52) nahm die Häufigkeit der Starkniederschläge nicht wesentlich zu. In diesen Perioden zeichnet sich einzig das Jahr 1951 durch 4 Starkniederschläge mit Katastrophenfolgen aus (Lawinen im Januar am Alpennordhang und in den inneren Alpen sowie im Februar auf der Alpensüdseite, Hochwasser im August und November auf der Alpensüdseite). Da diese Häufung von Starkniederschlägen sich nur auf ein Jahr beschränkt, wird ein Zusammenhang mit der Klimaerwärmung für unwahrscheinlich gehalten.

Die neuste Erwärmungsphase (global seit 1978, Schweiz seit 1982), die zu einer einmaligen Temperaturhöhe geführt hat, könnte die Ursache für den Boom der Starkniederschläge sein, wobei man von einer Ueberschreitung einer "Schwellentemperatur" sprechen könnte. Die typischen zyklonalen Wetterlagen für grösserflächige Starkniederschläge bringen neuerdings wegen der Klimaerwärmung wasserdampfreichere Luft mit sich, woraus intensivere Regenfälle bzw. eine Tendenz zu tropischen Verhältnissen resultieren. Dazu kommt, dass wärmere Luft eine höhere Schneefallgrenze als kältere Luft hat und damit der abflusswirksame Niederschlag (Regen) bis aus Alpenkammhöhen stammt (z.B. Reusshochwasser am 23./24.8.1987).

Das Resultat dieser Untersuchung, d.h. die signifikante Zunahme der Starkniederschläge seit 21 Jahren, ist nicht für andere Gebiete Europas repräsentativ. Ein Vergleich mit anderen europäischen Gebieten setzt voraus, dass aus diesen Gebieten

ebenfalls langjährige Statistiken über Starkniederschläge vorliegen.

Zum Schluss möchte ich noch eine Bemerkung zum spektakulären Oderhochwasser vom Juli 1997 machen. Das letzte Hochwasser von vergleichbarem Ausmass ereignete sich 1930. Man kann also nicht von einer Zunahme der Oderhochwasser bzw. der sie verursachenden Starkniederschläge in den letzten Jahrzehnten sprechen. Es fehlt hier das Kriterium der langjährigen, oftmaligen Wiederholung des Ereignisses. In diesem Einzelereignis - statistisch ausgedrückt "Ausreisser" - sehe ich keinen Zusammenhang mit der Klimaerwärmung.

Herrn H. Bantle möchte ich für die Zurverfügungstellung von Niederschlagsdaten einiger Stationen der Alpensüdseite bestens danken.

Literatur

- (1) COURVOISIER, H.W.: Starkniederschläge in der Schweiz in Abhängigkeit vom Druck-, Temperatur- und Feuchtefeld. Veröffentlichungen der Schweiz. Meteorologischen Anstalt, Nr.42, 1981
- (2) ZELLER, J., : Starkniederschläge des Schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes, Schweizer Mittelland und Jura. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Band 1-9, Birmensdorf, 1976-1992
- (3) COURVOISIER, H.W., : Die Dürre 1976 und ihre Auswirkungen. Arbeitsberichte der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, Nr.73, 1977
- (4) PFISTER, C. : Klimageschichte der Schweiz 1525 - 1860, Band 1, Academia helvetica, Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart, 1984

Adresse des Verfassers:

Dr. H.W. Courvoisier
Schüracherstrasse 12
CH-8700 Küsnacht