

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Band: 91 (1999)
Heft: 5-6

Artikel: Seltene Starkniederschläge : jüngere Stationsauswertungen im Vergleich mit den schweizerischen Starkniederschlagskarten
Autor: Forster, Felix / Baumgartner, Walter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940049>

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: 18.10.2024

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

Seltene Starkniederschläge: jüngere Stationsauswertungen im Vergleich mit den schweizerischen Starkniederschlagskarten

Felix Forster, Walter Baumgartner

Abstract

The actual Hydrological Atlas of Switzerland contains two maps of intense rainfall. As a result, practitioners wonder which one should be used. The first map was produced in 1992 and the second in 1997, both based on the same data set. With the help of 13 precipitation gauging stations and data till 1997 the linear extrapolation of the rainfall intensity for short rainfall duration (<1 h) is tested and it is shown that between 25 min and 5 days, the intensity-duration-frequency curve can be quite well represented by a straight line in a log-log scale. For the majority of the examined gauging stations, the data of the last 20 years result in higher intensities for the different rainfall durations than for the period of the original data set. The intensity-duration-frequency curves, taking into account also the data of the last twenty years are compared with those resulting from the two maps in the Hydrological Atlas. For the examined gauging stations, the resulting rainfall intensities from the 1997 map are too low for short durations when considering the latest data. A rough comparison with 96 measuring stations in 13 Swiss regions seems to confirm these results. A recommendation is presented on how the practitioner should determine extreme rainfall intensity in small catchments in Switzerland.

Résumé

Les cartes de précipitations d'intensité extrême sont un outil très important pour le praticien qui s'occupe des mesures contre les crues. Le fait qu'il existe deux cartes de ce genre dans l'Atlas Hydrologique de la Suisse a produit d'incertitude et mené à de nombreuses questions. L'une des deux cartes a été publiée en 1992 et l'autre en 1997, les deux sont basées sur les mêmes données. Avec l'aide de 13 stations pluviométriques qui mesurent aussi les pluies de durées de 10 min et de 1 heure et des données jusqu'à 1997, nous avons testé l'extrapolation linéaire de l'intensité de pluie pour de courtes durées (<1 heure). L'enquête a montré qu'entre la durée de pluie de 25 min et celle de 5 jours, la courbe intensité-durée-fréquence peut être représentée par une droite sur échelle doublement logarithmique. Pour la majorité des stations analysées les données de précipitations des 20 dernières années causent des intensités plus grandes que celles des données originales. De plus, les diagrammes d'intensités tenant compte des données des 20 dernières années sont comparés avec ceux qui résultent des deux cartes de l'Atlas Hydrologique. Pour les stations examinées, les intensités résultants de la carte de 1997 sont trop faibles pour les intensités de courtes durées. Pour les stations analysées la carte de 1992 fournit des valeurs d'intensité plus fiables. Une comparaison grossière de 96 stations en 13 régions suisses semble confirmer ces résultats. On trouve en fin d'article des recommandations pour le praticien sur l'évaluation de l'intensité de pluie déterminante dans des petits bassins versants.

1. Einleitung

In kleinen Einzugsgebieten (<5 km²) werden extreme Hochwasserspitzen meist durch kurze Starkniederschläge verursacht. Mit Hilfe der im Hydrologischen Atlas der Schweiz (1992, 1997) publizierten Starkniederschlagskarten lassen sich für beliebige Standorte der Schweiz Punktregen unterschiedlicher Wiederkehrperiode und Dauer schätzen. Die Grundlage für diese Karten bilden die in Zeller et al. (1976–1983) und Röthlisberger et al. (1991, 1992) zusammengestellten Auswertungen.

Der Hydrologische Atlas der Schweiz (1992, 1997) enthält zwei verschiedene Starkniederschlagskarten, das 1992 publizierte, alte Kartenblatt 2.4 und das neue Blatt 2.4² von 1997. Die beiden Karten unterscheiden sich durch die verwendete Interpolationsmethode. Ein oft gehörter Kritikpunkt an der alten Karte betraf einzelne zu stark ausgeprägte lokale Maxima. Beim dort angewandten Interpolationsverfahren sind alle Messstationen qualitativ gleichwertig behandelt, und sie werden für eine weitere Umgebung als repräsentativ angesehen. Der neuen Karte liegt der absolut identische Datensatz zugrunde. Bei der Interpolation wurde aber die Datenunsicherheit berücksichtigt (z.B. Länge der Messreihe usw.). Kürzeren Messperioden wird in der neuen Karte ein kleineres Gewicht beigemessen.

Die vorliegende Arbeit soll dem Praktiker die Anwendung der existierenden Starkniederschlagskarten aufgrund von Untersuchungen an 13 ausgewählten Niederschlagsstationen erleichtern. Eine ausführliche Darstellung der gemachten Untersuchungen ist in Forster und Baumgartner (1999) erschienen. Die vorliegende Publikation fasst diese Untersuchungen zusammen und versucht folgende Fragen zu beantworten:

- Wie sind die kurzzeitigen Niederschlagsintensitäten (<1 h) aus dem doppelt logarithmisch dargestellten Intensitätsdiagramm zu ermitteln?
- Wie lassen sich die jüngsten Niederschlagsdaten der letzten rund 20 Jahre mit der ursprünglichen Auswertung in Zeller et al. (1976–1983) vergleichen?
- Wie sind die beiden vorhandenen Starkniederschlagskarten im Hinblick auf die Festlegung von Bemessungsniederschlägen zu verwenden?

2. Datenmaterial und Auswertemethoden

Bei den untersuchten Niederschlagsstationen handelt es sich um sieben ausgewählte SMA-Stationen (Basel-Binningen, Davos-Platz, Lausanne, Locarno-Monti, Lugano, Sion und Zürich) und sechs Messstationen (Sperbel-, Rappengraben, Melera, Rotenbach, Erlen- und Vogelbach), die von der Abteilung Wasser-, Erd- und Felsbewegungen der WSL betreut werden bzw. wurden. Für die untersuchten Stationen sind mindestens 10-min-, 1-h-, 1-Tages- und 5-Tages-Werte verfügbar und für einzelne Stationen auch noch 20-min- bzw. 2-Tages-Werte. Mit Ausnahme der Stationen Erlen- und Vogelbach liegen die Messdauern zwischen etwa 30 und 100 Jahren.

Für die 13 Stationen sind die in Zeller et al. (1976–1983) ausgewerteten Messreihen durch die jüngsten Daten bis 1997 ergänzt worden.

Die Serien der jährlichen Höchstwerte sind analog der Bearbeitung in Zeller et al. (1976–1983) mit der 1. oder 2. Extremalverteilung nach Gumbel ausgewertet. Der Auswertung der kurzen Messreihen liegen partielle Serien zugrunde. Die angewendeten Verfahren sind in Geiger et al. (1991) ausführlich beschrieben.

3. Resultate und deren Diskussion

3.1 Bestimmung der Niederschlagsintensität für kurze Niederschlagsdauern

Für die Erarbeitung der Starkniederschlagskarten sind die Daten von 503 Niederschlagsstationen verwendet worden. Für etwa 90 % dieser Stationen standen nur 1-Tages-Werte und daraus abgeleitete Niederschlagswerte für längere Niederschlagsdauern (2 und 5 Tage) zur Verfügung. Eine wichtige Frage ist deshalb, ob daraus im doppelt logarithmisch dargestellten Niederschlags-Intensitätsdiagramm die Intensitäten für kurze Niederschlagsdauern (10 min, 1 h) mit Hilfe einer Geraden extrapoliert werden können. Bei der Hochwasserberechnung in kleinen Einzugsgebieten betragen die massgebenden Niederschlagsdauern meist weniger als 1 h.

3.1.1 Das Intensitätsdiagramm als Ausgleichsgerade

Für die in der vorliegenden Untersuchung ausgewählten 13 Niederschlagsstationen werden das 2,33- und das 100-jährliche Niederschlags-Intensitätsdiagramm bestimmt. Als Ausgangsdaten dienen die Niederschlagswerte für 1 h, 1 Tag und 5 Tage sowie für einzelne Stationen auch die 2-Tages-Werte. Die Bestimmung des Intensitätsdiagrammes erfolgt durch die Festlegung einer Ausgleichsgeraden im doppelt logarithmischen Diagramm. Die zur Verfügung stehenden Bestimmungspunkte liegen für die untersuchten Stationen gemäss einer visuellen Beurteilung recht nahe dieser Geraden (Bild 1). Zur Überprüfung wurden die 10-min- und falls vorhanden auch die 20-min-Werte in die Darstellung eingetragen, obwohl sie für die Bestimmung der Ausgleichsgeraden nicht berücksichtigt werden.

Für vier Stationen liegt der 100-jährliche 10-min-Wert praktisch auf der Ausgleichsgeraden und für Sion sogar darüber. Bei den übrigen acht Stationen liegt der 10-min-Wert unterhalb der Geraden, d.h. für diese Stationen ist beim 10-min-Wert eine Abminderung gegenüber dem linearen Verhalten festzustellen. Bemerkenswert ist auch

die Tatsache, dass die gemessenen maximalen 10-min-Werte im Gegensatz zu den übrigen ausgewerteten Niederschlagsdauern nur in einem Fall den aus den Messdaten extrapolierten 100-jährlichen Wert übersteigen. Die 20-min-Werte liegen nur für sieben Stationen vor. Sie liegen bei diesen Stationen meist recht nahe bei der Ausgleichsgeraden.

Die 2,33-jährlichen 10-min-Werte der 13 Stationen liegen, von einer Ausnahme abgesehen, ebenfalls auf der Ausgleichsgeraden.

3.1.2 Das aus den 1- und 5-Tages-Werten abgeleitete Intensitätsdiagramm

Die Zuverlässigkeit der aus den Starkniederschlagskarten abgeleiteten kurzzeitigen Niederschlagsintensitäten soll auch noch aus einer etwas anderen Optik beurteilt werden. In Zeller et al. (1976–1983) sind die kurzzeitigen Niederschlagsintensitäten für den Grossteil von Stationen nur aus den Niederschlagsdaten mit einer Messdauer ≥ 1 Tag extrapoliert worden. Für die in dieser Arbeit untersuchten Stationen ist nun das aus den 1- und 5-Tages-Werten (z.T. zusätzlich auch 2-Tages-Werte) abgeleitete Intensitätsdiagramm mit jenem, das dazu noch die 1-h-Werte berücksichtigt, verglichen worden.

Für die vier südlich der Alpen gelegenen Stationen ergeben sich aus der Extrapolation der 100-jährlichen 1- und 5-Tages-Werte deutlich höhere Intensitätswerte für die kurzzeitigen Niederschläge (Bild 2) als mit zusätzlicher Zuhilfenahme der 1-h-Werte. Für die nördlich der Alpen gelegenen Stationen sieht die Situation etwas anders aus: Für Davos verhält sich das aus den 1- und 5-Tages-Werten abgeleitete Intensitätsdiagramm ähnlich wie dasjenige, welches zusätzlich noch den 1-h-Wert berücksichtigt (Bild 2). Im Falle von fünf Stationen liegen die Intensitäten unter Einbezug des 1-h-Wertes bei der Regression für die kurzzeitigen Niederschläge höher (Bild 2). Eine Ausnahme bilden dabei die beiden Datenreihen aus dem Alptal. Hier resultieren aus der Extrapolation der 100-jährlichen 1-, 2- und 5-Tages-Werte die grösseren Werte als bei der Mitberücksichtigung der 1-h-

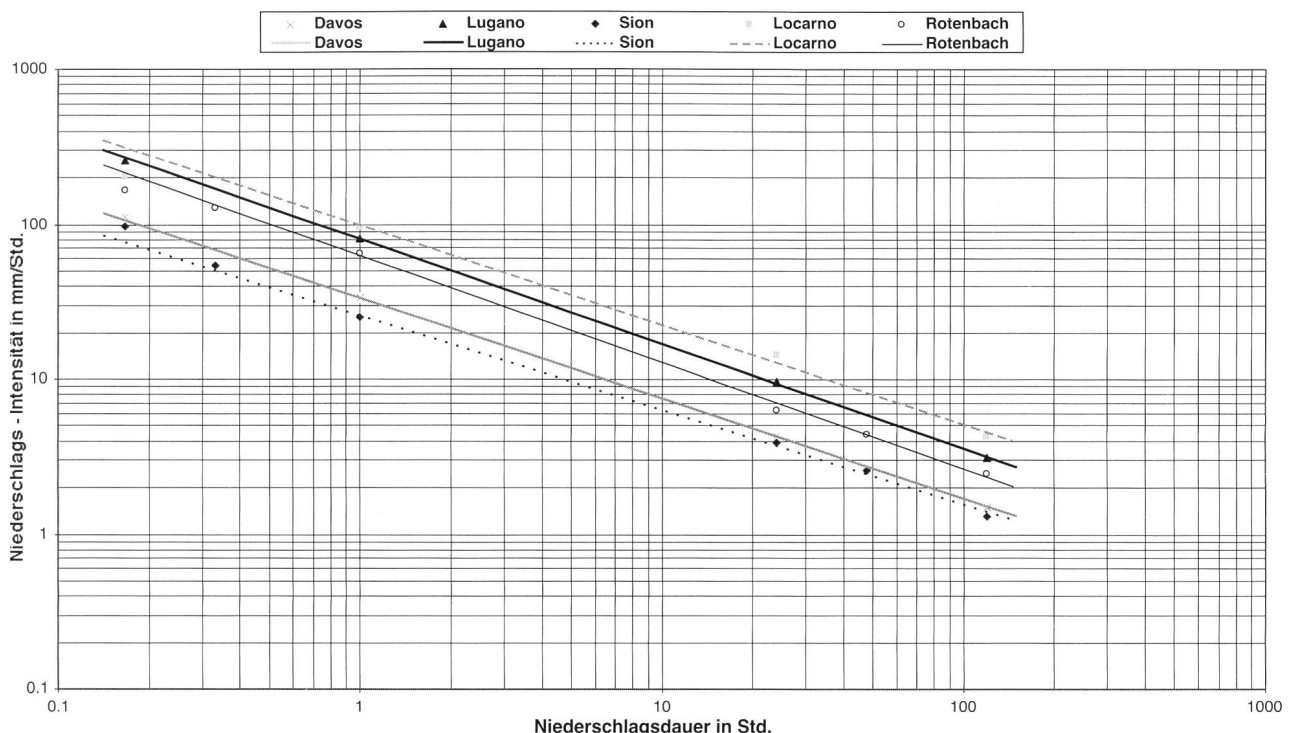


Bild 1. Das 100-jährliche Niederschlags-Intensitätsdiagramm als Ausgleichsgerade für verschiedene Stationen unter Berücksichtigung des 1-h-, 1-Tages- und 5-Tages-Wertes (ohne 10- und 20-min-Wert).

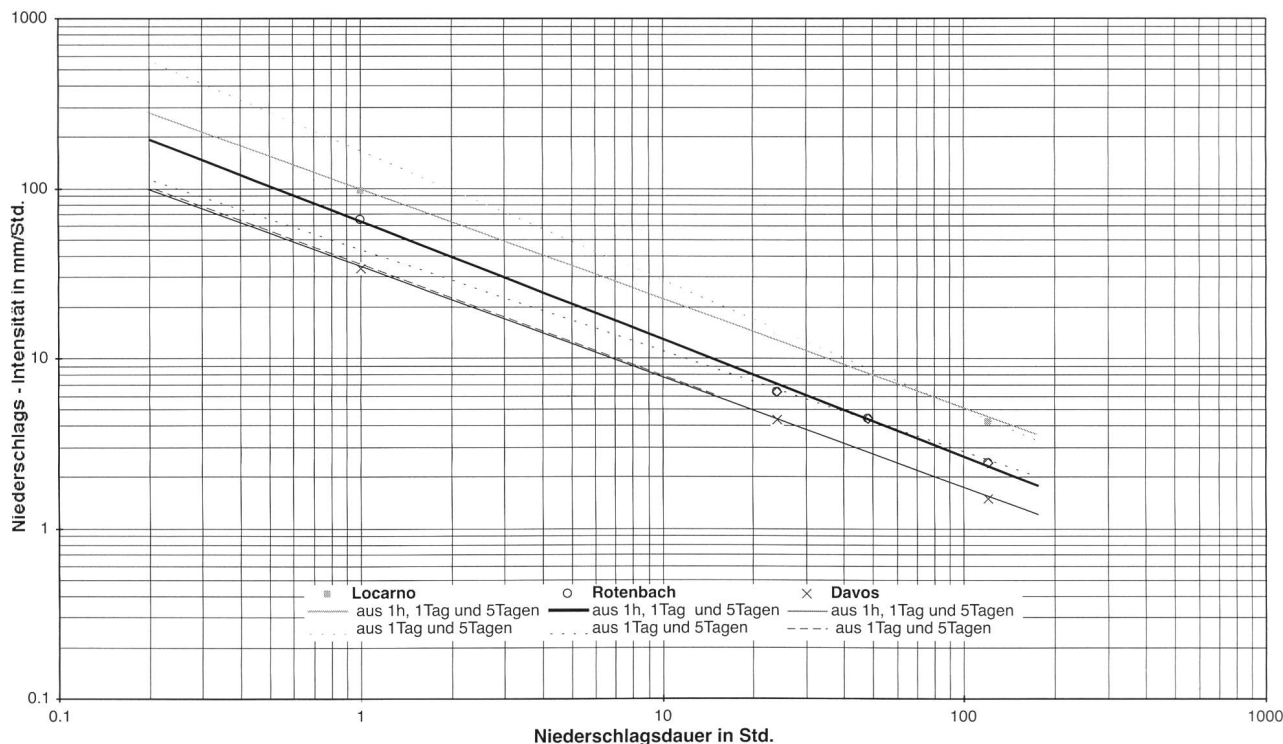


Bild 2. Vergleich des 100jährigen Niederschlags-Intensitätsdiagrammes auf der Basis des 1- und 5-Tages-Wertes mit jenem auf der Basis des 1-h-, 1-Tages- und 5-Tages-Wertes für drei Stationen.

Werte. Dies dürfte mit den kurzen Datenreihen für kurzzeitige Niederschlagsdauern zusammenhängen.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse kann gefolgert werden, dass das linear extrapolierte Intensitätsdiagramm, das auf den 1- und 5-Tages-Werten basiert, für Niederschlagsdauern bis knapp unter 30 min, zumindest für die nördlich der Alpen gelege-

nen Stationen keineswegs generell zu hohe Werte liefert. Der VSA-Bericht (1994) sowie die Arbeiten von *Koutsoyianis et al. (1998)* und *Meylan (1995)* stützen diese Beurteilung. Für die im Tessin gelegenen Stationen gilt diese Aussage nicht. Bei jenen Stationen fällt auf, dass sie im Vergleich zu den 1-h-Werten recht grosse 1- und auch 5-Tages-Werte aufweisen. Sie sind etwa doppelt so gross wie

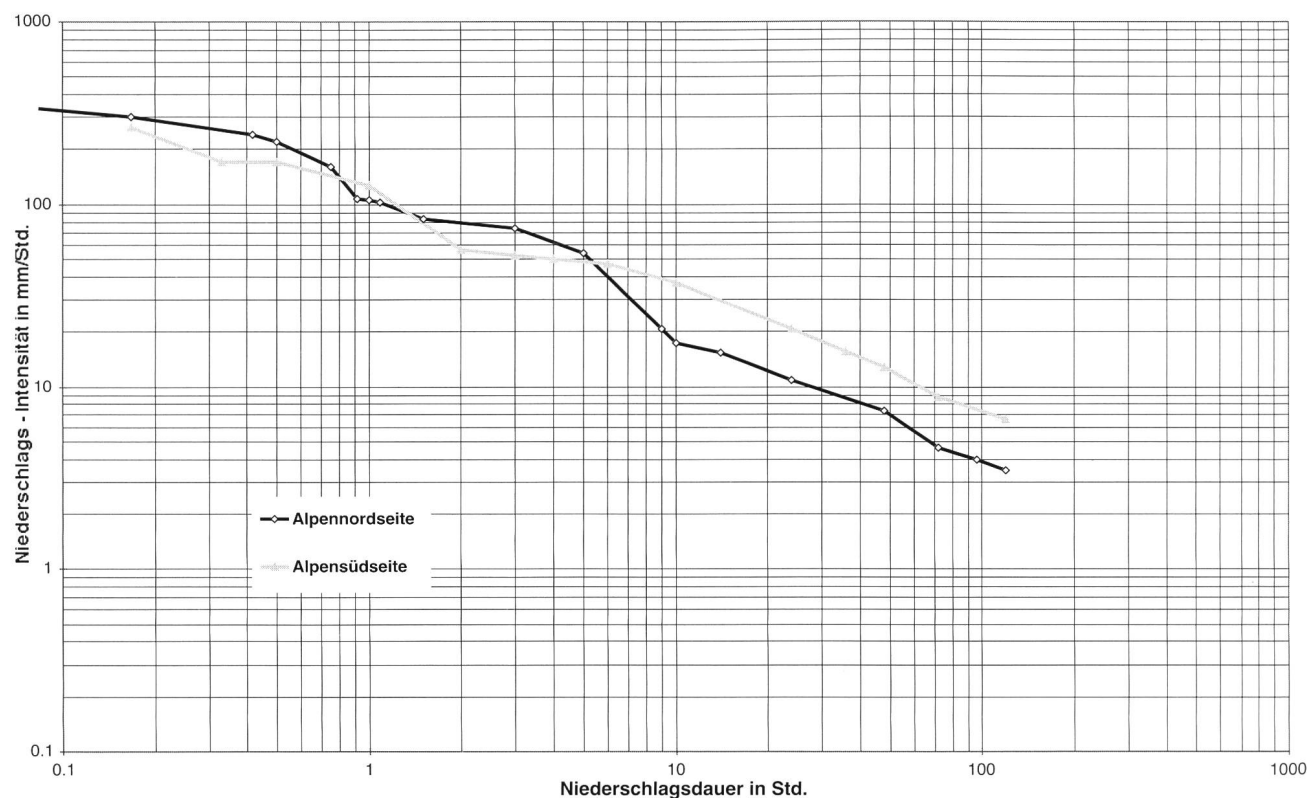


Bild 3. Regionale Hüllkurven der in Abhängigkeit der verschiedenen Niederschlagsdauern maximal gemessenen Niederschlagsintensitäten der Alpennord- und der Alpensüdseite (aktualisierte Daten aus *Geiger et al., 1991*).

die entsprechenden Werte der nicht im Tessin gelegenen Stationen.

Es ist deshalb anzunehmen, dass die im Tessin aufgrund der 1- und 5-Tages-Werte extrapolierten Intensitäten für kurzzeitige Niederschläge zu hoch ausfallen.

3.1.3 Vergleich mit dem aus den Niederschlagsrekorden gebildeten Intensitätsdiagramm

Ein Vergleich mit dem Intensitätsdiagramm, welches anhand der bisher gemessenen Niederschlagsrekorde für die Alpennord- und für die Alpensüdseite erstellt wurde, zeigt interessante Parallelen (Bild 3). Das oben für die Alpennord- und Alpensüdseite beschriebene Verhalten des aus dem 1- und 5-Tages-Wert abgeleiteten Intensitätsdiagrammes lässt sich auch im jeweiligen Rekord-Intensitätsdiagramm wiedererkennen. Dies könnte ein Indiz dafür sein, dass die aus den 13 Stationen gewonnenen Ergebnisse in bezug auf die lineare Extrapolation der Intensitätsdiagramme für kurze Niederschlagsdauern generell auf die Alpennord- und die Alpensüdseite übertragen werden können. Die relativ tiefen Werte für kurzzeitige Niederschläge auf der Alpensüdseite können allerdings auch mit der im Vergleich zur Alpennordseite kleinen Anzahl von Niederschlagsstationen mit kurzen Messdauern und der gesamt eher kurzen Messreihenlänge zusammenhängen.

Die eingetragenen Rekordwerte basieren auf den Daten aus Geiger et al. (1991), welche um verschiedene neuere Werte ergänzt wurden.

3.1.4 Beantwortung der ersten Frage

Die Auswertung von 13 ausgewählten Stationen zeigt, dass die Niederschlagsintensitäten für Niederschlagsdauern zwischen 25 min und 5 Tagen linear extrapoliert werden dürfen und im Vergleich zu den entsprechenden Werten, welche aus den Messwerten abgeleitet sind, sehr plausible Werte ergeben. Die Zulässigkeit der Extrapolation muss in jedem Fall mit Hilfe der Karte 2.4 im Hydrologischen Atlas (1992) überprüft werden. Für die Alpensüdseite ergibt sich eine Überschätzung der kurzzeitigen Niederschlagsintensitäten, wenn die Extrapolation lediglich auf den Niederschlagsdaten ≥ 1 Tag basiert. Für Bemessungsaufgaben auf der Alpensüdseite sind deshalb möglichst Stationen mit Messdaten für Niederschlagsdauern ≤ 1 h miteinzubeziehen.

3.2 Einfluss der um rund 20 Jahre verlängerten Messreihe auf das Intensitätsdiagramm

Im folgenden Abschnitt soll die Frage beurteilt werden, wie sich die Niederschläge, die sich seit der Auswertung von Zeller et al. (1976–1983) ereignet haben, auf die Frequenz- bzw. Intensitätsdiagramme ausgewirkt haben.

Dazu werden einerseits die aufgrund der verlängerten Messreihen erstellten Frequenz- und Intensitätsdiagramme mit jenen in Zeller et al. (1976–1983) verglichen und andererseits werden für zehn der bearbeiteten Stationen die jeweils zehn intensivsten Niederschläge pro Niederschlagsdauer untersucht.

3.2.1 Vergleich der Frequenzdiagramme

Für zehn der 13 Stationen sind die aus dem Frequenzdiagramm der verlängerten Messreihen abgeleiteten 100jährigen Niederschlagsintensitäten (1 h, 1 Tag, 5 Tage) mit den entsprechenden Werten in Zeller et al. (1976–1983) verglichen worden und in Tabelle 1 dargestellt. Für die restlichen drei Stationen sind entweder die Datenreihen zu kurz bzw. die kurzzeitigen Niederschläge für die letzten 25 Jahre nicht mehr gemessen. Aus der Tabelle 1 ergibt sich, dass mit Ausnahme von Basel, Davos und Lugano die 100jährigen

Tabelle 1. Vergleich der 100jährigen, aus dem Frequenzdiagramm abgeleiteten Niederschlagswerte (1 h, 1 Tag, 5 Tage) der ursprünglichen Auswertung in Zeller et al. (1976–1983) mit den entsprechenden Werten aus den verlängerten Messreihen.

Station	1 h [mm]		1 Tag [mm]		5 Tage [mm]	
	aus Zeller et al.	verlängerte Messreihe	aus Zeller et al.	verlängerte Messreihe	aus Zeller et al.	verlängerte Messreihe
Basel	53	53	80	84	123	120
Davos	34	35	110	108	190	192
Lausanne	57	65	103	113	154	168
Locarno-Monti	73	96	315	346	472	504
Lugano	90	80	234	233	369	372
Sion	20	25	87	94	144	156
Zürich	59	78	120	132	200	199
Rotenbach	60	66	131	158	282	312
Sperbelgraben	57	—	117	120	169	204
Rappengraben	51	—	114	120	200	216

Niederschlagsintensitäten mindestens für zwei, meistens aber für alle drei der untersuchten Niederschlagsdauern der um rund 20 Jahre verlängerten Messreihe seit 1983 deutlich zugenommen haben.

3.2.2 Vergleich der Intensitätsdiagramme

Für acht der 13 Stationen ist das aufgrund der verlängerten Messreihe resultierende neue 100jährige Intensitätsdiagramm mit dem entsprechenden Diagramm in Zeller et al. (1976–1983) verglichen worden. Für die restlichen fünf Stationen sind entweder die Datenreihen zu kurz bzw. die kurzzeitigen Niederschläge für die letzten 25 Jahre nicht mehr gemessen, so dass der angestrebte Vergleich nicht sinnvoll oder nicht möglich ist. Für drei der acht Stationen zeichnet sich keine klare Veränderung gegenüber dem 100jährigen Intensitätsdiagramm in Zeller et al. (1976–1983) ab. Bei fünf Stationen deutet das neue Intensitätsdiagramm auf tendenziell erhöhte Niederschläge hin, wobei sich dies etwas stärker auf die kurzzeitigen Niederschläge auswirkt.

3.2.3 Beurteilung der zehn grössten Ereignisse

Für die Mehrzahl der untersuchten Stationen haben die grossen Niederschlagswerte der kurzzeitigen Niederschläge (10 min bzw. 1 h) überproportional zugenommen. Unter den zehn grössten kurzzeitigen Niederschlagswerten sind jene der letzten rund 20 Jahre anteilmässig übervertreten. Dasselbe gilt bei den beurteilten Stationen auch für die längeren Niederschlagsdauern (1 Tag bzw. 5 Tage). Auch dort haben die grossen Niederschlagswerte überproportional zugenommen.

3.2.4 Beantwortung der zweiten Frage

Auch wenn der Einfluss der letzten rund 20 Jahre auf die Intensitätsdiagramme nicht für alle 13 Stationen untersucht werden konnte, zeigt sich für die acht komplett auswertbaren Stationen dennoch eine klar erkennbare Tendenz. Bei fünf der acht untersuchten Stationen bewirken die Niederschläge der letzten rund 20 Jahre erhöhte Niederschlagsintensitäten v.a. bei kurzen Niederschlägen. Bei drei der acht untersuchten Stationen verändert sich das Intensitätsdiagramm durch die jüngsten Niederschlagsdaten kaum.

3.3 Die beiden Starkniederschlagskarten im Vergleich

3.3.1 Vergleich der Intensitätsdiagramme der 13 ausgewählten Stationen mit jenen aus den beiden Starkniederschlagskarten

Für jede der 13 ausgewählten Stationen werden die aus den beiden Starkniederschlagskarten abgeleiteten Niederschlags-Intensitätsdiagramme jenem gegenübergestellt, dessen Grundlage die bis zum Jahre 1997 verlängerte bzw. die längste zur Verfügung stehende Niederschlagsmessreihe ist.

Tabelle 2. Prozentualer Vergleich der 100jährigen Niederschlagsintensitäten aus der verlängerten bzw. längsten zur Verfügung stehenden Messreihe (= 100%) mit den entsprechenden Werten aus den zwei Starkniederschlagskarten (alt und neu) für verschiedene Niederschlagsdauern.

Station	1 h [%]		1 Tag [%]		5 Tage [%]	
	alte K.	neue K.	alte K.	neue K.	alte K.	neue K.
Basel	90	80	100	100	101	106
Davos	100	100	90	99	81	97
Lausanne	99	83	100	96	100	100
Locarno	80	72	105	92	115	100
Lugano	102	94	101	99	100	100
Sion	77	100	110	110	141	121
Zürich	100	75	100	95	100	102
Rotenbach	79	72	79	69	79	67
Sperbelgraben	79	74	93	92	96	96
Rappengraben	91	87	95	93	95	95
Melera	104	104	100	93	85	62
Erlenbach	110	89	111	97	112	100
Vogelbach	114	99	119	105	123	116

Mit abnehmender Niederschlagsdauer wächst der Anteil der Stationen, für welche die Intensitätsdiagramme, die auf den Starkniederschlagskarten basieren, zu kleine Intensitäten ergeben im Vergleich zu jenen aus den verlängerten Messreihen (Tabelle 2).

Für die hier ausgewerteten 13 Messstationen zeigt sich bei den 100jährigen 1-h- und 1-Tages-Werten, dass die neue Starkniederschlagskarte nur jeweils bei einer Station den grösseren Wert aufweist (Tabelle 2). Die aus der neuen Karte abgeleiteten 100jährigen Niederschlagsintensitäten für kurzzeitige Niederschläge (≤ 1 h) sind deutlich zu klein, diejenigen aus der alten Karte aber keineswegs zu hoch. Beim 1-h-Niederschlag unterschätzt nämlich die neue Karte den 100jährigen Niederschlag in 70% der Fälle, und die alte Karte unterschätzt den entsprechenden Wert in knapp 50% (Tabelle 2). Für die 100jährigen 1-Tages-Werte resultieren aus der neuen Karte im Vergleich zu den Messdaten eher knappe Werte, wohingegen die aus der alten Karte abgeleiteten Werte im Durchschnitt recht zuverlässig sind. Die 100jährigen 5-Tages-Werte bilden beide Karten recht gut ab.

3.3.2 Versuch einer Regionalisierung

Um den Vergleich der beiden Starkniederschlagskarten auf eine etwas breitere Basis zu stellen, wird die Schweiz in 13 Regionen eingeteilt. Dazu werden einzelne der schweizerischen Hauptlandschaftstypen nach Gutersohn (1958–1969) zweckmässig in westliche, zentrale und östliche Elemente unterteilt. In diesen Regionen sind 96 Stationen ausgewählt worden. Für jede dieser Stationen wird je die 100jährige 1-h- und 1-Tages-Niederschlagsintensität aus beiden Starkniederschlagskarten bestimmt und der entsprechende regionale Mittelwert berechnet. Auf diese Art lassen sich die Daten der beiden Starkniederschlagskarten regional grob miteinander vergleichen.

Für alle 13 Regionen ist sowohl der mittlere 100jährige 1-h- als auch der 1-Tages-Niederschlag der neuen Karte kleiner als der entsprechende Wert der alten Karte. Die Abweichungen fallen sowohl für die 1-h- und die 1-Tages-Werte als auch für die Regionen unterschiedlich aus, wobei die 1-h-Werte der neuen Karte prozentual stets mehr von der alten Karte abweichen als die 1-Tages-Werte.

Die regionale Auswertung bestätigt die aufgrund der 13 Stationen gemachten Aussagen über die im Vergleich zur alten Karte generell tiefer liegenden 1-h-Werte der neuen Karte und zeigt die gleiche Tendenz für die 1-Tages-Werte auf. Die regionalen Unterschiede der beiden Karten sind insbesondere bei den kurzzeitigen Niederschlagsintensitäten z.T. erheblich.

3.3.3 Beantwortung der dritten Frage

Die beiden Starkniederschlagskarten unterschätzen tendenziell die 100jährigen kurzzeitigen Niederschläge (1 h). Mit zunehmender Niederschlagsdauer (5 Tage) werden die 100jährigen Niederschläge durch beide Karten gleich zuverlässig abgebildet. Die Festlegung von Bemessungsniederschlägen sollte auf derjenigen Starkniederschlagskarte basieren, welche die grösseren Intensitäten liefert.

4. Schlussfolgerungen für die Praxis

Grundsätzlich ist es heikel, aufgrund der kleinen Anzahl von ausgewerteten Stationen Empfehlungen zur Anwendung der Niederschlagskarten zu geben. Die knappe Untersuchung in bezug auf das unterschiedliche regionale Verhalten lässt keine regional differenzierte Abstufung zu. Dennoch sollen die hier gewonnenen Resultate für den praktisch tätigen Ingenieur umgesetzt werden. Die vorliegenden Untersuchungen lassen folgende praktischen Schlussfolgerungen zu:

- Die Niederschlagsintensitäten für Regendauern ≥ 25 min können aus dem linear extrapolierten Intensitätsdiagramm abgeleitet werden. Dabei muss die Zulässigkeit der Extrapolation mit der entsprechenden Kartendarstellung auf dem Blatt 2.4 im Hydrologischen Atlas der Schweiz (1992) überprüft werden.
- Das massgebende Niederschlags-Intensitätsdiagramm für den gesuchten Standort ist auf derjenigen Starkniederschlagskarte zu basieren, welche die grösseren Intensitäten liefert.
- Als oberer Grenzwert für Bemessungsniederschläge für Wiederkehrdauern ≤ 300 Jahre dient dasjenige Intensitätsdiagramm, welches die maximalen auf der Alpen- nord- bzw. Alpensüdseite gemessenen Niederschlagsintensitäten für die verschiedenen Regendauern enthält (Bild 3). Dies gilt für alle Standorte in der Schweiz. Auf diese Art können die maximalen Intensitäten nach oben realistisch begrenzt werden.

Generell sind bei Anwendungen der Starkniederschlagskarten die resultierenden Niederschlagsintensitäten mit den Auswertungen der nächstgelegenen Stationen in den blauen Starkniederschlagsbänden nach Zeller et al. (1976–1983) zu vergleichen und allenfalls anzupassen.

Auf der Alpensüdseite ist die Verwendung von einer möglichst nahe gelegenen, vergleichbaren Messstation absolut unerlässlich. Diese sollte Messdaten für Niederschlagsdauern ≤ 1 h aufweisen. Im Moment sind im Tessin folgende Stationen mit längeren 1-h-Messreihen vorhanden: Camedo, Copera, Frasco, Locarno, Lodrino, Lugano, Melera und Olivone.

Mit diesen Vorschlägen kann die momentane Situation sicher etwas entschärft werden, aber befriedigend ist sie noch keineswegs. Mittel- bis längerfristig ist die Erarbeitung einer neuen Bemessungsgrundlage anzustreben, welche die neu verfügbaren Daten mitberücksichtigt.

5. Zusammenfassung

Die Anwendung der Starkniederschlagskarten ist für den im Hochwasserschutz tätigen Ingenieur von zentraler Bedeutung. Die Tatsache, dass im Hydrologischen Atlas der Schweiz (1992, 1997) zwei solche Karten zur Verfügung stehen, hat in der Praxis wiederholt zu Fragen geführt und Unsicherheit hervorgerufen.

Mit Hilfe von 13 Niederschlagsmessstationen, deren Messdaten auch 10-min- und 1-h-Werte umfassen, wurde die Extrapolierbarkeit von Niederschlagsintensitäten für kurze Niederschlagsdauern (< 1 Stunde) beurteilt. Dabei

zeigte sich, dass sich die Intensitäten für Niederschlagsdauern zwischen 25 min und 5 Tagen im doppelt logarithmisch dargestellten Intensitätsdiagramm als Gerade darstellen lassen. Die Extrapolation von kurzzeitigen Niederschlagsintensitäten, basierend auf den 1- und 5-Tages-Werten, ergibt auf der Alpennordseite keineswegs zu hohe Intensitäten. Für die Alpensüdseite hingegen besteht die Gefahr einer Überschätzung der kurzzeitigen Niederschlagsintensitäten, wenn vom 1- und 5-Tages-Wert ausgegangen wird.

Der Einfluss der seit der Bearbeitung der Starkniederschlagskarten gemessenen jüngsten Niederschläge auf die ursprüngliche extremwertstatistische Auswertung nach Zeller et al. (1976–1983) konnte für acht Messstationen untersucht werden. In fünf Fällen ergaben sich erhöhte Intensitäten, v.a. bei kurzen Niederschlägen. Bei den übrigen drei Stationen veränderte sich das Intensitätsdiagramm kaum, so dass gesamthaft für die beurteilten Stationen von grösseren kurzzeitigen Niederschlägen während der vergangenen rund 20 Jahre gesprochen werden kann.

Im weiteren wurden für die 13 Stationen die aus der verlängerten bzw. der längsten zur Verfügung stehenden Messreihe berechneten Niederschlags-Intensitätsdiagramme mit jenen verglichen, die aus den beiden Starkniederschlagskarten ableitbar sind. Dabei zeigte sich, dass die aus der neuen Karte resultierenden Niederschlagsintensitäten für kurzzeitige Niederschläge mehrheitlich zu tief ausfallen. Für die Mehrheit der untersuchten Stationen liefert die alte Starkniederschlagskarte die zuverlässigere Niederschlagsintensität. Durch einen groben regionalen Vergleich mit 96 Niederschlagsstationen wird dieses Resultat bestätigt und gleichzeitig geographisch breiter abgestützt.

Die gewonnenen Resultate wurden für den praktisch tätigen Ingenieur umgesetzt, indem die Untersuchung mit einem Vorschlag zur Bestimmung der massgebenden Niederschlagsintensität in kleinen Einzugsgebieten abschliesst.

Mittel- bis längerfristig ist die Erarbeitung einer neuen Bemessungsgrundlage anzustreben.

Literatur

Forster, F., und Baumgartner, W., 1999: Bestimmung seltener Starkniederschläge kurzer Dauer – Fallbeispiele im Vergleich mit den schweizerischen Starkniederschlagskarten. Schweiz. Zeitschr. Forstwesen, 150. Jg., Nr. 6 (im Druck).

Geiger, H., Zeller, J., Röthlisberger, G., 1991: Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes: Grundlagen, Band 7. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.

Gutersohn, H., 1958–1969: Geographie der Schweiz in drei Bänden. Bern, Kümmerly & Frey.

Hydrologischer Atlas der Schweiz, 1992: Blatt 2.4: Extreme Punktregen unterschiedlicher Dauer und Wiederkehrperioden 1901–1970. Landeshydrologie und Geologie, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

Hydrologischer Atlas der Schweiz, 1997: Blatt 2.4²: Extreme Punktregen unterschiedlicher Dauer und Wiederkehrperioden 1901–1970. Landeshydrologie und Geologie, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

Koutsoyiannis, D., Kozonis, D., Manetas, A., 1998: A mathematical framework for studying rainfall intensity-duration-frequency relationships. Journal of Hydrology, 206, 118–135.

Meylan, P., 1995: Elaboration statistique des données de pluie. GWA 3/95, 219–223.

Röthlisberger, G., Geiger, H., Zeller, J., 1991 und 1992: Starkniederschläge im Schweizer Mittelland und Jura. Intensitäten und Häufigkeiten. Bände 8 und 9; Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.

VSA (Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute), 1994: Schlussbericht der VSA-Kommission «Regendaten für die Siedlungsentwässerung» zu Projekt 1: Erarbeitung der Methode zur Aufbereitung von Regendaten. Zürich, 214 S.

Zeller, J., Geiger, H., & Röthlisberger, G., 1976–1983: Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes. Intensitäten und Häufigkeiten; ausgewertete Periode 1901–1970; Bände 1–6; Birmensdorf: Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.

Dank

Ein spezieller Dank gebührt Gerhard Röthlisberger von der WSL, der uns mit seinem reichen Erfahrungsschatz im Umgang mit Niederschlagsdaten massgeblich unterstützte. Bei Rolf Bart bedanken wir uns für die zahlreichen anregenden und befruchtenden Gespräche, mit denen er uns immer wieder mit den Problemen der Praxis vertraut machte.

Adresse der Verfasser: Felix Forster, Walter Baumgartner, Abteilung Wasser-, Erd- und Felsbewegungen, WSL, CH-8903 Birmensdorf.

Erfahrung und 2. Etappe der Emme-Birne

Ruedi Mosimann

Das Einzugsgebiet und die Emmekorrektion

Die Emme entwässert ein Einzugsgebiet von 1156 km². Das Tannhorn in den Voralpen mit 2221 m ü.M. ist der höchste Punkt, die Höhe beim Zusammenfluss mit der Aare beträgt noch 430 m ü.M. Ungefähr 80 km legt die Emme von der Quelle auf der Lombachalp bis in die Aare im Kanton Solothurn zurück. Ihre grössten Zuflüsse sind die Ilfis bei Emmenmatt, die Grüne bei Ramsei und der Biglebach bei Hasle b.B.

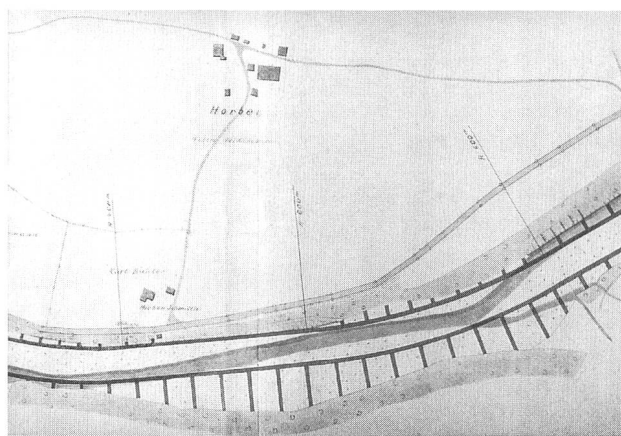


Bild 1. Korrekptionsplan, Ausschnitt Horben von Eggwil bis Schüpbach.

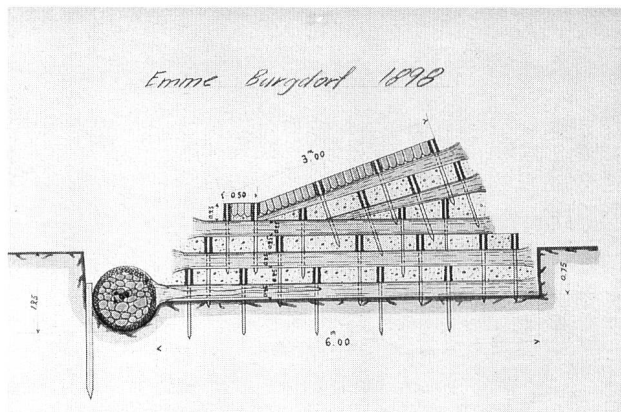


Bild 2. Längsverbauung im Raume Burgdorf.