

# Schweizer Hochwasserrekorde

Autor(en): **Scherrer, Simon / Kienzler, Peter / Mez, Moritz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **110 (2018)**

Heft 4

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-941599>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

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

## Zusammenfassung

Die grössten in der Schweiz beobachteten Hochwasserabflüsse wurden zusammengestellt und ausgewertet. Das öffentlich verfügbare Verzeichnis beinhaltet Hochwasserabflüsse, die an Abflusspegeln gemessen oder nach grossen Hochwassern an geeigneten Stellen hydraulisch abgeschätzt wurden. Das Verzeichnis mit über 4000 Werten ist geeignet, Hochwasserabschätzungen an Bächen und Flüssen zu plausibilisieren.

## 1. Einleitung

In der Schweiz gibt es eine lange Tradition von Pegel- und Abflussmessungen. Beispielsweise wurden am Rhein bei Basel schon im Jahre 1808 Pegelstände registriert. 1974 hatte das damalige Amt für Strassen und Flussbau ein erstes Verzeichnis der «grössten bis zum Jahre 1969 beobachteten Abflussmengen von schweizerischen Gewässern» (ASF, 1974) zusammengestellt und auch ausgewertet. Dieses Verzeichnis zeigt, wie gross beobachtete Abflüsse in verschiedensten Einzugsgebieten (EZG) der Schweiz waren und liess Vergleiche innerhalb und ausserhalb der betreffenden EZG zu. Damals lagen vielerorts erst kurze Messreihen vor und in vielen Gegenden gab es noch keine Messungen. Heute betreibt das BAFU ca. 200 und die Kantone rund 370 Abflussmessstellen an Bächen und Flüssen. Das BAFU hat die Vielzahl an Messungen und die grossen Hochwasser der Vergangenheit (2005, 2007) zum Anlass genommen, die Zusammenstellung von 1974 zu aktualisieren (Scherrer AG, 2017).

Wozu dient ein solches Verzeichnis? Bei der Erstellung der Gefahrenkarten und bei der Planung von Hochwasser-schutzprojekten sind die Grösse seltener Hochwasserabflüsse (HQ<sub>x</sub>: HQ<sub>30</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>300</sub> und EHQ) eine wichtige Grundlage. Je besser diese Kenntnisse sind, desto geringer sind die Unsicherheiten bei der

Gefahren- und Risikobeurteilung und bei der Planung von Massnahmen. Nicht selten gibt es bei der Festlegung der erforderlichen HQ<sub>x</sub> Diskussionen, gerade in Gebieten, wo keine Abflussmessungen verfügbar sind. Ein Grund dafür ist, dass die Abschätzung seltener Hochwasserabflüsse mit Standardschätzverfahren unsicher ist. In manchen Gebieten liefern diese Verfahren unrealistische HQ<sub>x</sub>, die nach eingehender Prüfung im betreffenden Gebiet kaum plausibel sind.

Das neu verfügbare Verzeichnis grosser Hochwasserabflüsse, das sich auf 1660 Stellen im schweizerischen Gewässernetz bezieht, ist ein Hilfsmittel, mit dem abgeschätzte HQ<sub>x</sub> plausibilisiert werden können. Neben Messungen sind auch Spitzenabflüsse verzeichnet, die nachträglich hydraulisch rekonstruiert wurden. Vergleichende Auswertungen über den spezifischen Abfluss (m<sup>3</sup>/s\*km<sup>2</sup>) zeigen dem Bearbeitenden, wo die abgeschätzten HQ<sub>x</sub> im Vergleich zu Beobachtungen im betreffenden oder in benachbarten EZG liegen. Die grafischen Auswertungen zeigen interessante Muster zwischen den Regionen. Es wird auch an einem Beispiel gezeigt, wie eine Plausibilisierung abgeschätzter HQ<sub>x</sub> aussehen könnte.

## 2. Untersuchte Quellen

Sämtliche kantonale und Bundesfachstellen, die Abfluss messen, wurden kontaktiert. Jeweils die drei grössten gemessenen Hochwasserabflüsse pro Station wurden erfasst. Weiter wurden die kantonalen Wasserbaufachstellen nach Hochwasserereignissen angefragt, die hydraulisch rekonstruiert wurden. Von den Talsperren flossen keine Beobachtungen ein. Als Resultat liegt nun eine Tabelle mit ca. 4200 Hochwasserabflüssen vor – das Verzeichnis aus dem Jahr 1974 umfasste ca. 1400 Werte. Knapp ein Drittel der Werte (31.6 %) stammt aus ASF (1974), 16.7 % von der Hydrometrie des BAFU (1965 – heute als Ergänzung des ASF-Ordners) und 22.9 % sind Messwerte der Kantone. Auch die di-

gital verfügbaren StorMe-Daten der Kantone und des BAFU wurden in das neue Hochwasserverzeichnis aufgenommen (6.7 %). Zusätzlich wurde der umfangreiche Fundus historischer, rekonstruierter Hochwasserabflüsse der Scherrer AG (13.4 %) berücksichtigt sowie weitere Hochwasserabflüsse verfügbarer Studien und Publikationen (8.7 %). Viele dieser Studien entstanden als Grundlage für die Erstellung der Naturgefahrenkarten.

Die Tabelle beinhaltet neben Gewässername, Ort, Koordinaten, EZG-Fläche, maximale und minimale Höhe des Gebiets, Beobachtungsdatum, Abflussspitze, Quelle der Beobachtung (z. B. Messung, Beobachtung [wie HW-Marken, Fotos, Filme, schriftliche Aufzeichnung, usw.], Beobachtungsperiode, Berichte, Bemerkungen) und kann online über die Webseite des BAFU abgerufen werden (siehe BAFU, 2018). Zusätzlich ist eine kartografische Darstellung der grössten Hochwasserwerte auf [www.map.geo.admin.ch](http://www.map.geo.admin.ch) geplant, wo sie individuell dargestellt und abgefragt werden können.

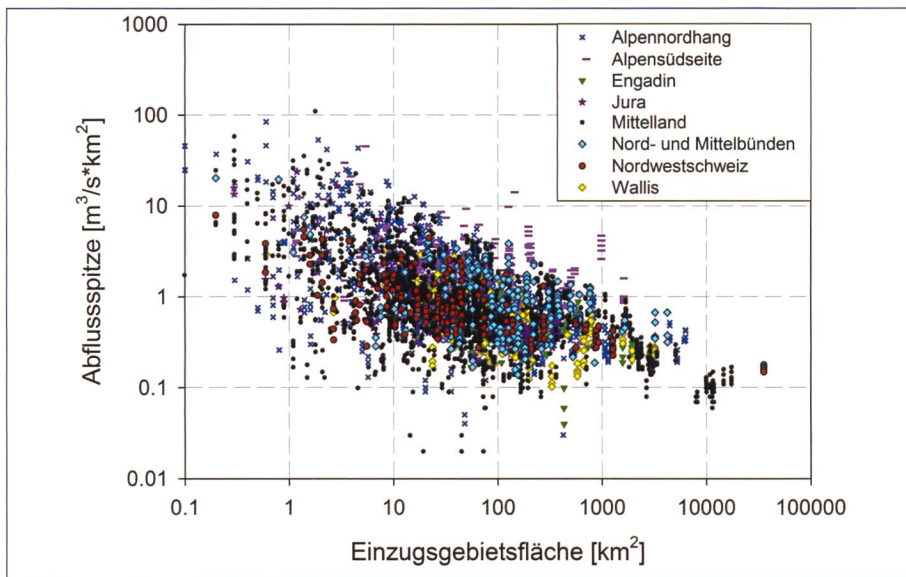
## 3. Regionale Vergleiche

Das Verzeichnis ermöglicht verschiedene Arten von Auswertungen, wenn man die Daten räumlich sortiert. Besonders geeignet für vergleichende Darstellungen ist der spezifische Abfluss (m<sup>3</sup>/s\*km<sup>2</sup>). Eigenheiten der Regionen können so bezüglich Hochwasserentstehung identifiziert werden und Gebiete mit sehr grossen Abflüssen von weniger reaktiven Gebieten unterschieden werden.

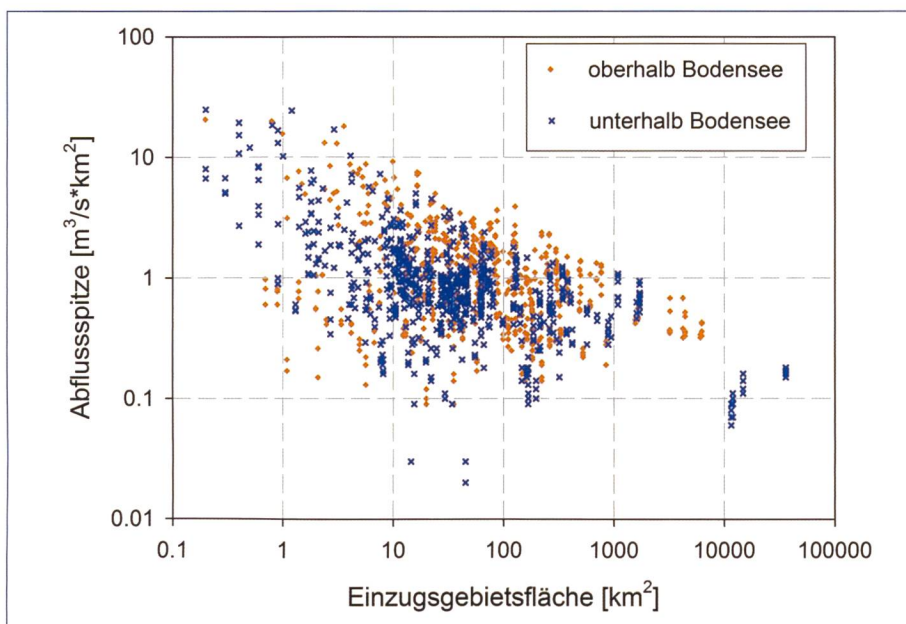
### 3.1 Räumliche Muster

Bild 1 zeigt einen Überblick sämtlicher beobachteter Hochwasserabflüsse, sortiert nach Niederschlagsregionen. Im Bereich der EZG von 10 – mehrere 100 km<sup>2</sup> Grösse hat es am meisten Werte, die Zahl der Beobachtungen nimmt bei EZG < 10 km<sup>2</sup> stark ab, und bei EZG < 1 km<sup>2</sup> ist die Zahl sehr klein. Die spezifischen Abflüsse nehmen generell mit zunehmender Gebietsgrösse

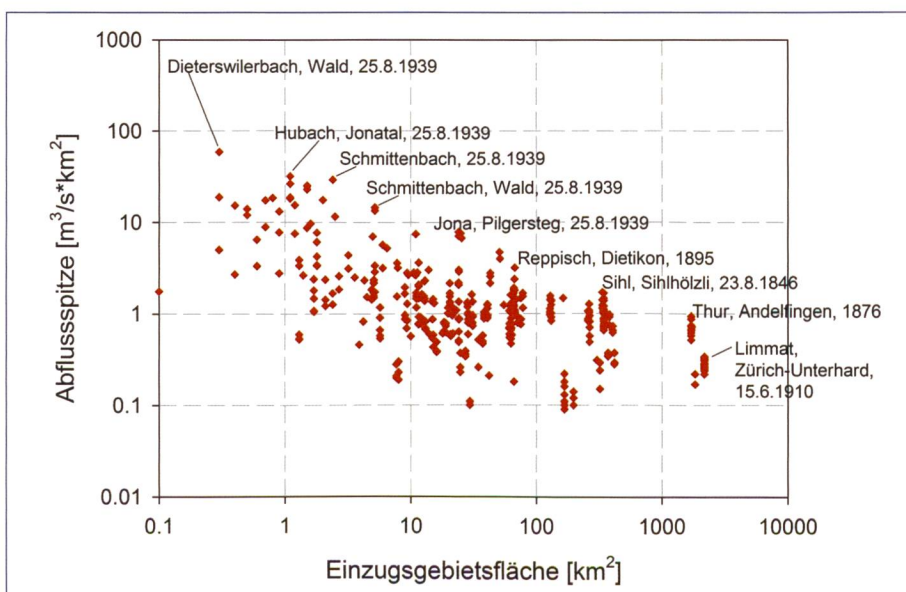




**Bild 1. Vergleich der Hochwasserabflüsse in der Schweiz, sortiert nach Niederschlagsregionen.**



**Bild 2. Hochwasserabflüsse im Rhein-Einzugsgebiet oberhalb und unterhalb des Bodensees.**



**Bild 3. Hochwasserabflüsse im Kanton Zürich.**

ab, die Streuung zwischen den Gebieten ist aber enorm (2–3 Größenordnungen). Bei EZG > 100 km<sup>2</sup> treten die grössten Abflüsse auf der Alpen-Südseite auf, so beim Ticino in Bellinzona (1517 km<sup>2</sup>), bei der Maggia in Locarno (927 km<sup>2</sup>) und bei der Verzasca in Lavertezzo (185 km<sup>2</sup>). In diesem Fall können die grossen Abflüsse mit wesentlich grösseren und intensiveren Niederschlägen des Tessins als in der Restschweiz erklärt werden. Eine weitere Erklärung liegt in der stärkeren Abflussreaktion der Tessiner EZG aufgrund der Geologie und Topografie. Im Vergleich dazu und auch zu EZG in der Nordschweiz weist das Wallis eher kleine Werte auf.

Entsprechend wurden auch Darstellungen für die Haupt-EZG (Rhein, Aare, Rhone) erstellt (Scherrer AG, 2018). Grosse EZG lassen sich auch untergliedern, wie z. B. der Rhein oberhalb und unterhalb des Bodensees (Bild 2). Es zeigen sich in den mittleren und grösseren EZG in den Alpen und Voralpen grössere spezifische Abflüsse als im Unterlauf des Rheins im Mittelland und Jura. Bei den kleinsten EZG (< 10 km<sup>2</sup>) ist dieser Unterschied jedoch nicht mehr vorhanden.

Die Daten lassen sich weiter nach Kantonen sortieren. Diese Darstellungen sind für Fachkräfte, die in den betreffenden Gebieten tätig sind, interessant. Als Beispiel ist der Kanton Zürich dargestellt (Bild 3). Die grössten Hochwasser sind mit Gewässernamen und Datum des Ereignisses versehen. Bei den grösseren Gebieten erscheinen die Limmat mit dem Hochwasser von 1910, die Thur mit dem Hochwasser 1876, die Sihl mit dem Hochwasser 1846, die Reppisch mit dem Hochwasser 1895. Eine Serie mit kleineren EZG im Oberlauf der Jona (Pilgersteg) stellt das Hochwasser vom 25.8.1939 dar. Diese Werte liegen im gesamtschweizerischen Vergleich sehr hoch (vgl. Bild 1).

Die Jona und das obere Tösstal wurden 1939 von einem extremen Niederschlag getroffen (Tagesniederschlag: 186 mm, davon 98 mm in 55 Min., Scherrer AG, 2009). Weil es sich um einen der grössten je in der Schweiz gemessenen Niederschlag handelt, ist eine statistische Einordnung kaum möglich. Historische Untersuchungen an der Jona über die letzten 160 Jahre ergaben, dass in dieser Zeitspanne keine auch nur annähernd vergleichbaren Abflüsse beobachtet wurden und es sich daher um ein sehr seltenes Ereignis handeln dürfte.

Vor allem bei den kleinen EZG sind Hochwasserabflüsse im Verzeichnis enthalten, die zweifelhaft sind. Gerade die mit



Abstand höchsten Werte sind z. T. hydrologisch kaum plausibel. Leider liegen aber meist nicht genügend Informationen vor, um diese Werte nachträglich zu prüfen.

Von den Kantonen liegen unterschiedlich viele Abflusswerte vor (Bild 4). Viele Werte stammen aus den Kantonen AG, BL/BS, BE, GR, LU, SG, TI und ZH. Für eine bessere Vergleichbarkeit sind die Wertebereiche grau eingefärbt. In den Kantonen BE, LU, OW, SZ, TI und ZH sind etliche hohe spezifische Abflüsse von  $> 10 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$  bekannt. Solche Abflüsse liegen in anderen alpinen Kantonen nicht vor.

Die Untergliederung des Kantons Bern in Alpennordhang und Jura zeigt markante Unterschiede. Im Berner Jura hat es etliche eher kleine Abflüsse und nur wenige grosse Abflüsse. Nicht nur Teile des Kt. BE liegen in der Landschaft Jura, sondern auch Teile der Kt. AG, BL, SO, NE, VD, SH und natürlich JU. Aus dem Baselbieter und Aargauer Jura sind aber etliche grosse Abflüsse bekannt. Dies bedeutet, dass bei einer rein naturräumlichen Charakterisierung der Abflussspitzen Vorsicht geboten ist. Es muss immer auch noch das einzelne Einzugsgebiet betrachtet werden.

Wo liegen die Schweizer Werte im internationalen Vergleich? In Bild 5 sind Werte aus Frankreich (blaue Kreuze) dargestellt und einige wenige aus Italien (gelbe Rauten). Die extremen Werte der Jona und Seitenbäche (Kt. ZH) sind mit roten Sternen hervorgehoben. Zum Vergleich sind die Weltrekorde aus WMO (2009) rosa eingetragen, die eine obere Grenze bilden. Die aufgeführten Weltrekorde stammen allerdings zum Grossteil aus Regionen, die nicht mit den klimatischen Verhältnissen in der Schweiz vergleichbar sind.

Gerade für die Festlegung des Sicherheitshochwassers oder für die Eingrenzung des maximal möglichen Hochwassers (Probable Maximum Flood, PMF) für Talsperren oder andere sensible Infrastrukturen können solche Darstellungen wertvolle Erkenntnisse liefern. Für verschiedene Regionen der Schweiz schlug Vischer (1980) diverse Formeln vor, die sich aus solchen Betrachtungen ergaben. Konkret formulierte er Schätzformeln für die EZG des Rheins, der Rhone sowie für das Tessin.

### 3.2 Wie kommen derart unterschiedliche Abflussspitzen zustande?

Bei näherer Betrachtung der spezifischen Hochwasserabflüsse fällt vor allem die breite Streuung auf. Wie kommt es zu die-

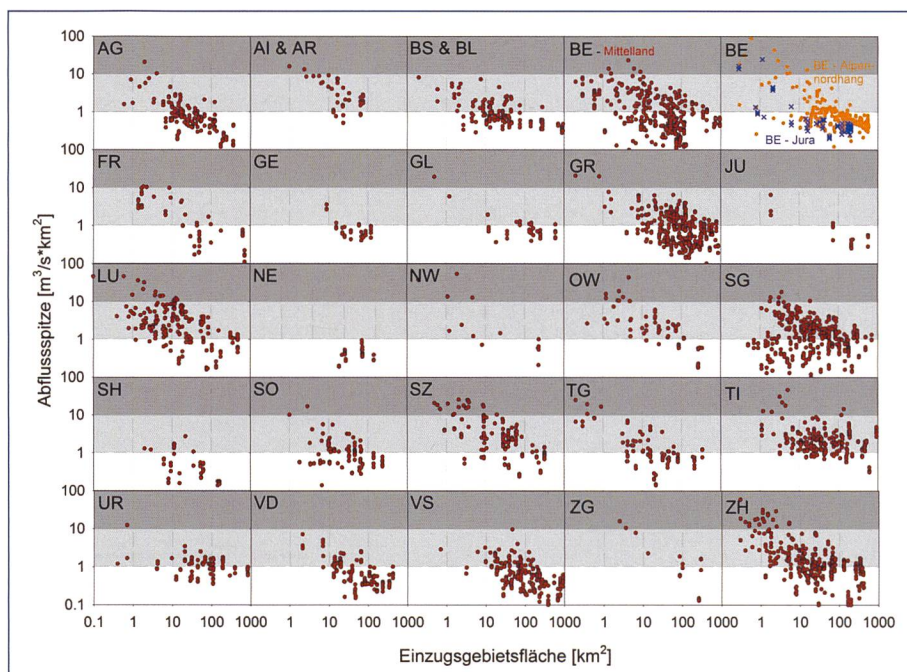


Bild 4. Überblick der in den verschiedenen Kantonen beobachteten Hochwasserabflüsse im Vergleich.

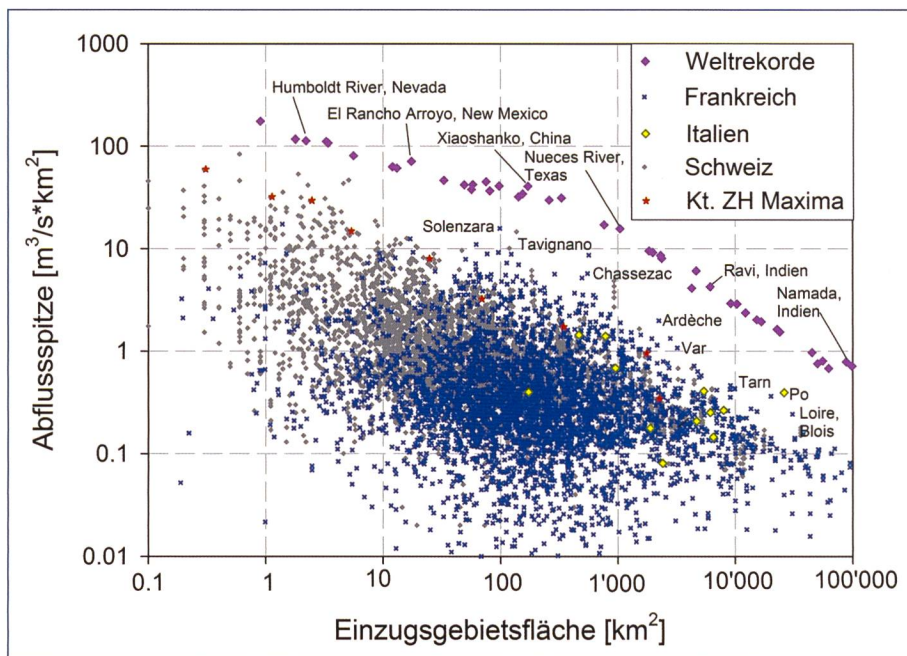


Bild 5. Vergleich der Hochwasserabflüsse der Schweiz mit ausgewählten europäischen und globalen Rekordwerten.

ser starken Streuung? Grosse Hochwasser entstehen als Folge verschiedener Faktoren. Die Grösse des EZG und der auslösende Niederschlag sind natürlich sehr wichtig. Bild 6 zeigt die Schweiz mit den grössten spezifischen Abflüssen der Einzugsgebiete von 1–10 km<sup>2</sup>. Die Abflüsse wurden in Klassen eingeteilt. Auffällig ist ein Bereich grosser Abflüsse, der sich von West nach Ost durch die nördlichen Voralpen zieht und auf den «Starkregengürtel» hinweist. Inneralpin sind die Spitzenwerte in der Regel kleiner.

Weiter bestimmen Gebietseigenschaften, wie Geologie und Böden, die

Grösse eines Hochwassers. Die Geologie beeinflusst wesentlich, wie das Niederschlagswasser in den Bach gelangt. Als Ausgangsmaterial beeinflusst die Geologie die Bodenbildung und damit das Speichervermögen und die Infiltrationseigenschaften der obersten Erdschicht. Die Geologie bestimmt aber auch die Fliesswege im Untergrund und mit welcher Verzögerung Niederschlagswasser im Gewässer anlangt. In Bild 7 wird dies an zwei EZG beispielhaft gezeigt.

1: Das steile, teilweise hochalpine EZG des Ticinnetto (Chironico, TI) besteht überwiegend aus Flächen mit anste-



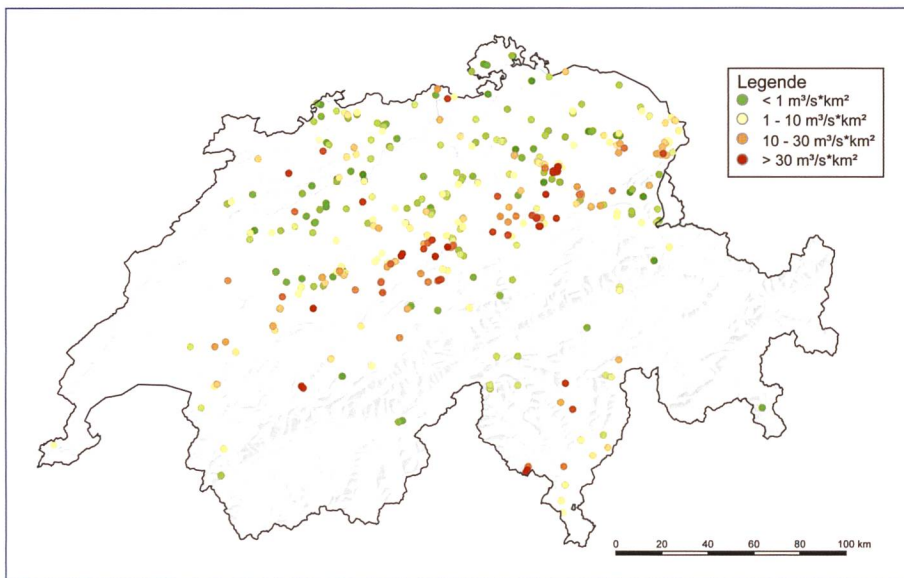


Bild 6. Die grössten spezifischen Abflüsse der Einzugsgebiete von 1–10 km<sup>2</sup>.

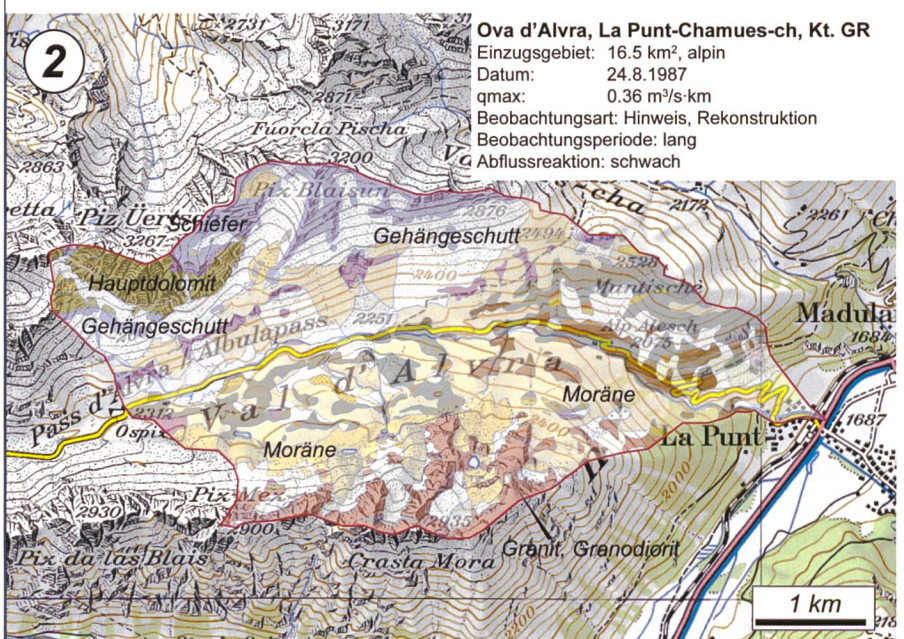
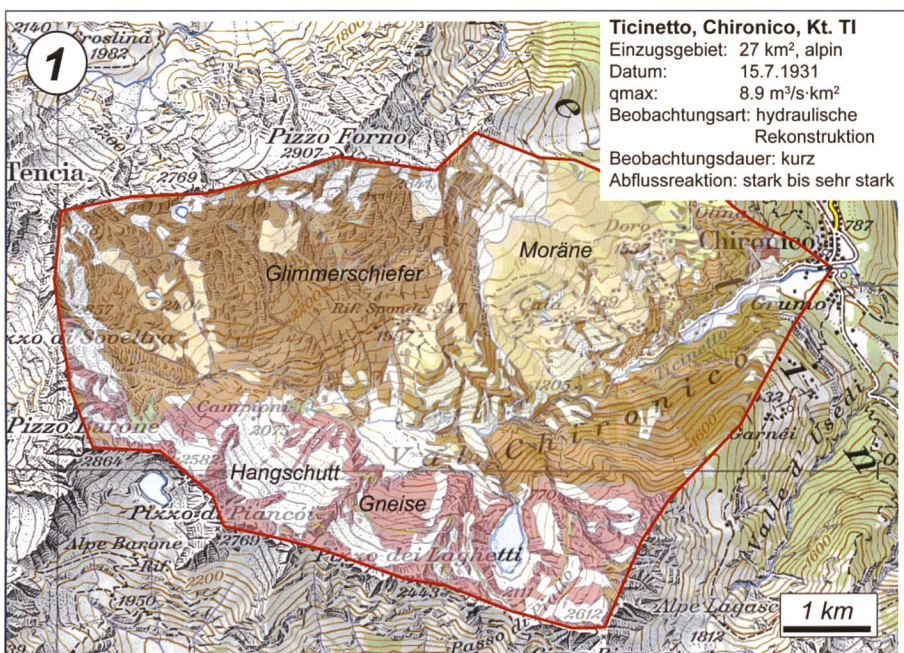


Bild 7. Zwei Einzugsgebiete mit unterschiedlichem Abflussverhalten des Ticinetto (1) und der Ova d'Alvra (2).

hendem Fels (Glimmerschiefer, Gneise) ohne eigentliche Böden oder mit eher flachgründigen Böden (Bild 7). Starkniederschläge fliessen daher rasch ab und sorgen für eine starke bis sehr starke Abflussreaktion mit grossen Abflussspitzen (ca. 9 m<sup>3</sup>/s·km<sup>2</sup> am 15.7.1931).

2: Das alpine EZG der Ova d'Alvra (La Punt-Chamues-ch, GR) weist grosse Höhenunterschiede und einen «Mix» aus mächtigen Hangschutt-, Bergsturzaflagerungen, Moränen und wenig Festgestein auf. Die anstehenden Festgesteine bilden die Kreten, und an ihrem Fuss haben sich ausgedehnte schluckfähige Lockermaterialablagerungen über dem verkarsteten Dolomit ausgebreitet. Trotz alpiner Charakter reagiert das Gebiet aufgrund seiner schluckfähigen Ablagerungen verhalten auf Niederschläge und weist eine schwache Abflussreaktion mit kleinen Abflussspitzen auf (0.36 m<sup>3</sup>/s·km<sup>2</sup> am 24.8.1987). Selbstverständlich sind auch Grösse und Intensität von Starkregen im Tessin höher als im Engadin, was zusätzlich die Abflussreaktionsunterschiede verstärkt. Weitere Beispiele zu unterschiedlichen Abflussreaktionen finden sich im HADES (Blatt 5.7; Naef et al., 1998) und Scherrer AG (2018).

### 3.3 Hydrologische Längsprofile

Neben den räumlichen Mustern kann auch die Entwicklung des spezifischen Abflusses entlang einzelner Gewässer analysiert werden. Für die grossen Gewässer wurden hydrologische Längsprofile dargestellt, welche die Abnahme der spezifischen Abflüsse mit zunehmender Grösse des EZG bei Hochwasser oder bei bestimmten Hochwassern zeigen (Scherrer AG, 2018). Dies kann für die Planung übergeordneter Hochwasserschutzmassnahmen (integriertes Einzugsgebietsmanagement) wertvoll sein. Als Beispiel wird die Aare mit einigen Seitengewässern dargestellt (Bild 8). In der Regel nehmen die spezifischen Abflüsse mit zunehmender EZG-Grösse ab. Vereinzelt sind auch Anstiege der Abflusslinien durch grosse Zuflüsse (z. B. unterhalb von Seen) zu beobachten.

Das Hochwasser 2005 war an der Aare und ihren Zuflüssen sehr bedeutend. Die Kander zeigte aber auch in den Jahren 2011 und 2014 sehr grosse Hochwasser.

### 4. Wie lässt sich das Verzeichnis in der Praxis einsetzen?

Das Verzeichnis kann nach Kantonen oder



bestimmten Regionen sortiert werden. Auch wenn den Daten keine Jährlichkeiten zugeordnet werden können, gibt die Beobachtungsdauer dennoch einen Hinweis darauf, wie selten die Abflussspitzen sind.

Beispielhaft wird dies im Folgenden anhand zweier, zufällig ausgewählter Kantone dargestellt (Bild 9). Die Stichproben des  $HQ_{100}$  und  $HQ_{300}$  aus dem Kt. LU stammen von Seitenbächen im Unterlauf der Kleinen Emme (Erstbeurteilung). Der Bielbach liegt inmitten der Punktwolke, bei den kleineren Bächen liegen die Werte z. T. weit über  $20 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$  und damit am oberen Rand der grössten Beobachtungen im Kanton. Die Stichproben vom Kt. SG liegen am oberen Rand der Punktwolke. Liegen viele Vergleichswerte vor, wie in diesen beiden Kantonen für Gebiete  $> 10 \text{ km}^2$ , hat die Darstellung Aussagekraft. Bei den kleinsten EZG liegen in beiden Kantonen kaum Vergleichsdaten vor, eine Beurteilung ist darum schwierig.

Liegen abgeschätzte Abflusswerte schon für das  $HQ_{100}$  oberhalb der Punktwolke oder am oberen Rand oder  $HQ_{300}$ -Werte in der unteren Hälfte der Punktwolke, sollten die  $HQ_x$  überprüft werden. Dann müssen Argumente bezüglich einer starken resp. schwachen Abflussbereitschaft vorliegen, um diese Werte zu rechtfertigen (z. B. starke Abflussreaktion: Flysch, felsige Gebiete, undurchlässige, vernässte Böden an Hanglagen, äusserst starke Bebauung am Hang usw.; schwache Abflussreaktion: durchlässiges Lockermaterial, geringe Neigung, speicherfähige Böden usw.). Zusätzlich kann die Häufigkeit grosser historischer Hochwasser untersucht werden.

## 5. Schlussfolgerungen

Die neue, erweiterte Datenzusammenstellung und die graphischen Darstellungen sind von praktischem Nutzen für die Plausibilisierung von Hochwasserabschätzungen. Gerade für die Herleitung sehr seltener Hochwasserabflüsse ( $HQ_{300}$ ,  $EHQ$ ) liefern diese Werte Anhaltspunkte, aber auch für die Verifikation des  $HQ_{100}$  ist das Verzeichnis hilfreich. Die Zusammenstellung konfrontiert das oft beschworene «Bauchgefühl» der Bearbeiter mit Beobachtungen. Obwohl das Verzeichnis keine Aussage über die Jährlichkeit der beobachteten Abflüsse macht, können zweifelhafte Abschätzungen identifiziert werden.

An einigen Standorten gibt es langjährige Messungen und teilweise sogar Analysen historischer Hochwasser. Zusammen mit weitergehenden, detaillierten Analysen (auslösender Niederschlag,

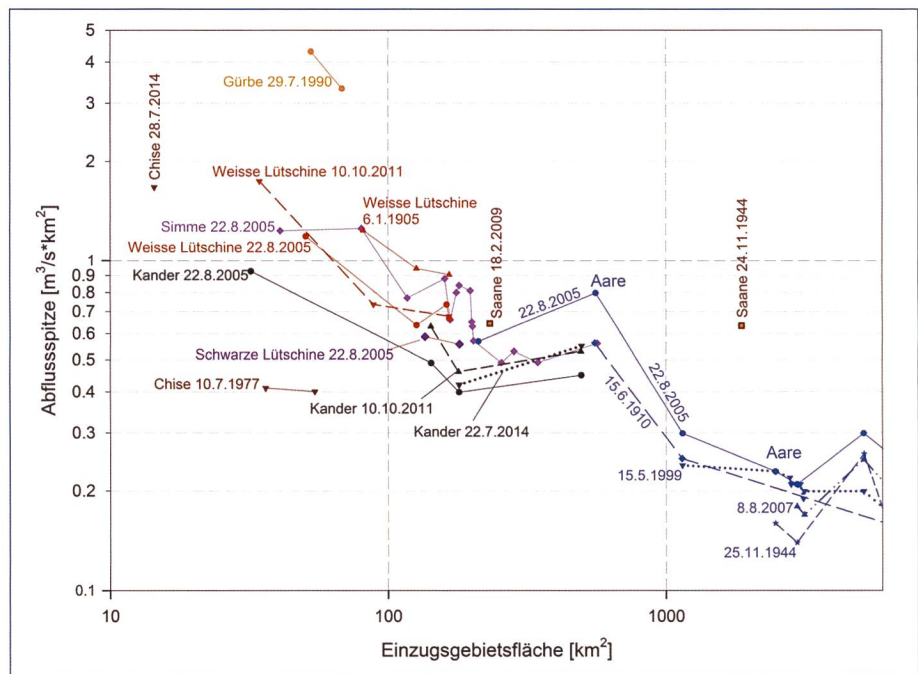


Bild 8. Das hydrologische Längenprofil mit abnehmenden spezifischen Abflüsse entlang der Aare.

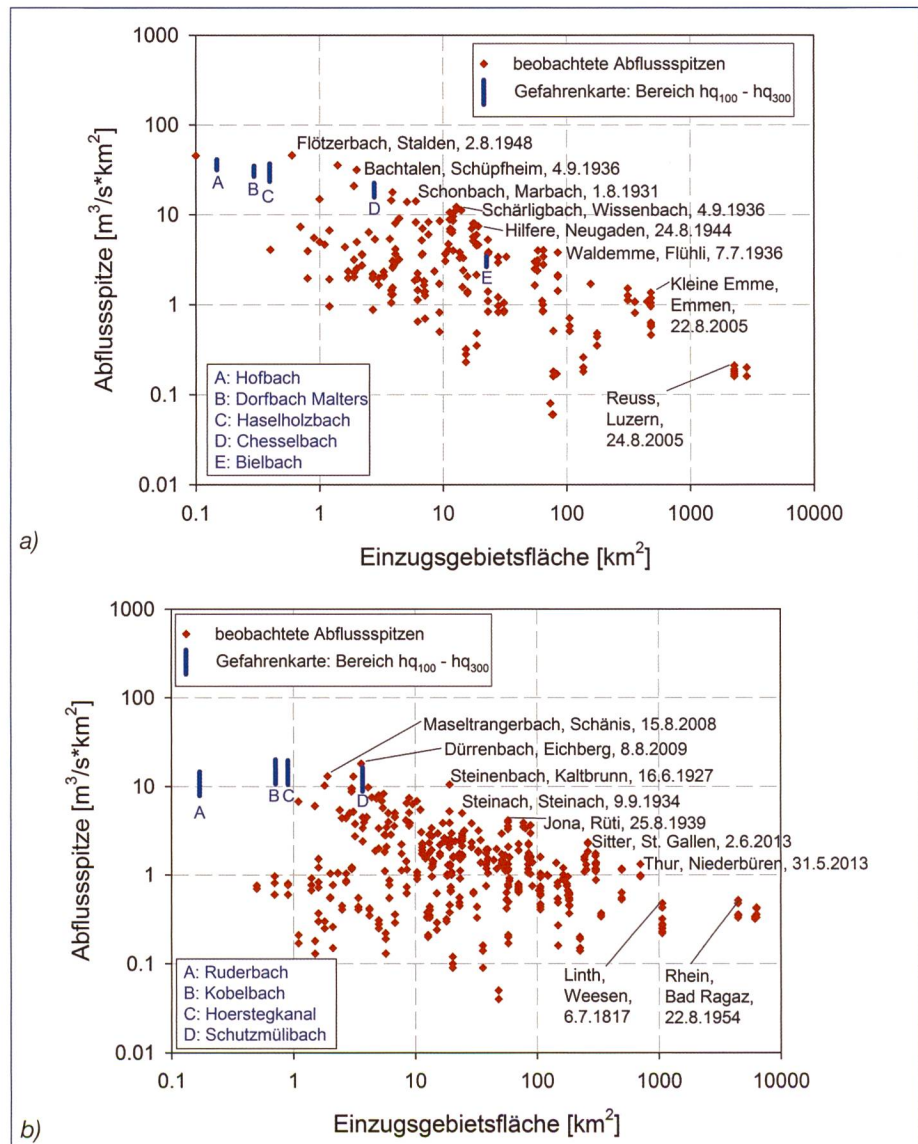


Bild 9 (a). Die spezifischen Abflüsse im Kt. LU im Vergleich mit stichprobenartigen  $HQ_{100}$  und  $HQ_{300}$  (Gefahrenkarte LU, Erstbeurteilung), (b) Die spezifischen Abflüsse im Kt. SG im Vergleich mit stichprobenartigen  $HQ_{100}$  und  $HQ_{300}$  (Gefahrenkarte SG).



Hochwassergeschichte) kann dies wesentlich dazu beitragen, die Unsicherheit bei der Abschätzung seltener Hochwasser zu verkleinern (Scherrer et al., 2011).

Mit der Darstellung der Werte der grössten Hochwasser auf der Webseite [www.map.geo.admin.ch](http://www.map.geo.admin.ch) und der Veröffentlichung der Wertetabelle auf [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch) werden die Hochwasserwerte für Nutzer zugänglich. Im Sinne von robusten und plausiblen Hochwasserabschätzungen sollten die Werte soweit wie möglich zu Vergleichszwecken genutzt werden. Allerdings muss beachtet werden, dass die zusammengetragenen Werte teilweise ungeprüft und daher unsicher sind.

Das Verzeichnis lebt von den Abflussmessungen aber auch von Rekonstruktionen von Abflussspitzen nach grossen Hochwassern. Gerade in den kleinsten EZG < 10 km<sup>2</sup> (und besonders < 1 km<sup>2</sup>) ist die Dichte der Beobachtungen gering. Daher ist bei Ereignisdokumentationen und -analysen die hydraulische Abschätzung der Abflussspitzen auch an solchen Gewässern wichtig.

#### Literatur:

ASF, Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau (1974): Die grössten bis zum Jahre 1969 beobachteten Abflussmengen von schweizerischen Gewässern.

BAFU (2018): Verzeichnis grosser Hochwasserabflüsse in Schweizer Einzugsgebieten, Bericht und Datentabelle. [https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/wasser-methoden/grosse\\_Hochwasserabflusse.html](https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/wasser-methoden/grosse_Hochwasserabflusse.html).

Geoportale der Kantone SG und LU. HQ<sub>30</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>300</sub>.

Naef F., Scherrer S. und Zurbrügg C. (1998): Grosse Hochwasser – Unterschiedliche Reaktionen von Einzugsgebieten. Hydrologischer Atlas der Schweiz HADES, Blatt 5.7.

Scherrer AG (2009): Hochwasserabschätzung an der Jona (Kt. ZH) als Grundlage für die Erstellung der Gefahrenkarte. Auftraggeber: Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich, Abt. Wasserbau, Bau.

Scherrer AG (2016): Verzeichnis grosser Hochwasserabflüsse in Schweizerischen Einzugsgebieten: Erneuerung des ASF-Ordners (Amt für Strassen- und Flussbau, ASF). Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt, BAFU, Abteilung Hydrologie.

Scherrer AG (2018): Verzeichnis grosser Hochwasserabflüsse in schweizerischen Einzugsgebieten Auswertung und graphische Aufbereitung. Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt, BAFU, Abteilung Hydrologie. [https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/wasser-methoden/grosse\\_Hochwasserabflusse.html](https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/wasser-methoden/grosse_Hochwasserabflusse.html)

Scherrer S., Frauchiger R., Naef D., Schelble G. (2011): Historische Hochwasser: Weshalb der Blick zurück ein Fortschritt bei Hochwasserabschätzungen ist. «Wasser Energie Luft» – 103. Jahrgang, 2011, Heft 1, CH-5401 Baden.

Vischer D. (1980): Das höchstmögliche Hochwasser und der empirische Grenzabfluss. Schweizer Ingenieur und Architekt. 40/80. S.981–984.

World Meteorological Organization, WMO (2009): Manual on Estimation of Probable Maximum Precipitation (PMP), WMO-No. 1045.

#### Verdankung:

Diese Arbeiten wurden im Auftrag des BAFU durchgeführt. Wir danken Caroline Can, Olivier Overney und Carlo Scapozza für die Unterstützung. Wir danken der Abteilung Hydrologie des BAFU und den Kantonen für die Bereitstellung der Daten. Dank gebührt auch Sven Decker, der als Praktikant der Scherrer AG einen Grossteil der Daten zusammengestellt hat.

#### Anschrift der Verfasser:

Dr. Simon Scherrer, Scherrer AG – Hydrologie und Hochwasserschutz, [scherrer@scherrer-hydrol.ch](mailto:scherrer@scherrer-hydrol.ch)

Dr. Peter Kienzler, Scherrer AG – Hydrologie und Hochwasserschutz, [kienzler@scherrer-hydrol.ch](mailto:kienzler@scherrer-hydrol.ch)

Moritz Mez, [mez@posteo.de](mailto:mez@posteo.de)

Dr. Petra Schmocker-Fackel, BAFU, Abt. Hydrologie, [petra.schmocker-fackel@bafu.admin.ch](mailto:petra.schmocker-fackel@bafu.admin.ch)