

# Grosse Hochwasser – unterschiedliche Reaktionen von Einzugsgebieten auf Starkregen

Fortes crues – réactions différenciées de certains bassins aux fortes pluies

Grandi piene – reazioni differenziate dei bacini imbriferi alla pioggia intensa

Major Floods – Differing Reactions of Catchments to Intense Rainfall

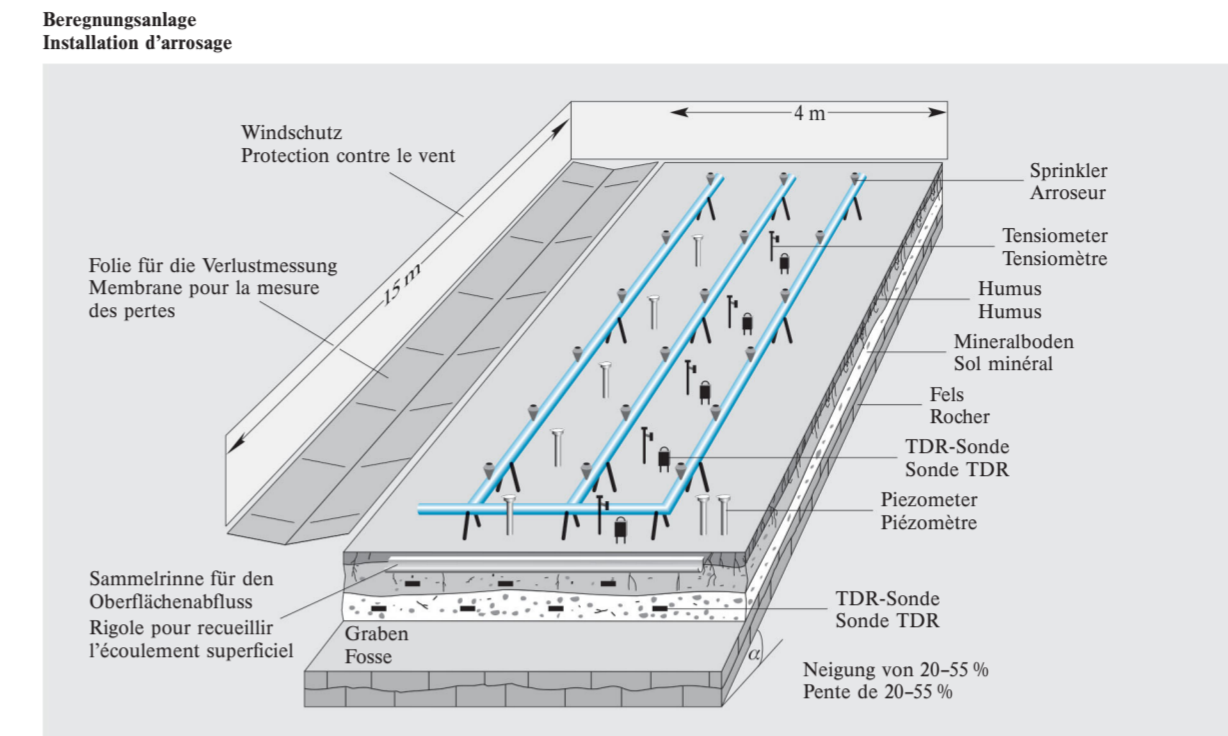
Autoren / Auteurs / Autori / Authors:

Felix Naef, Simon Scherrer, Christian Zurbrugg  
 Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich  
 Institut d'hydromécanique et d'aménagement des eaux de l'École polytechnique fédérale, Zurich

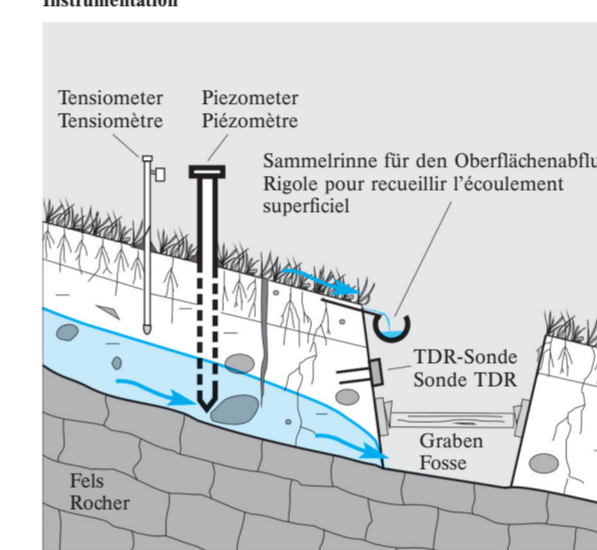


# Unterschiedliche Abflussreaktionen von Hangflächen auf künstliche Starkregen

Fig. 1  
 Versuchsordnung  
 Dispositif expérimental



Instrumentierung  
 Instrumentation



Flusswege  
 Ecoulement de l'eau  
 Wasserspiegel  
 Niveau d'eau

Fig. 2  
 Beobachtete Abflussreaktionen an 18 Beregnungsstandorten  
 Réaction observée de l'écoulement pour 18 stations d'arrosage

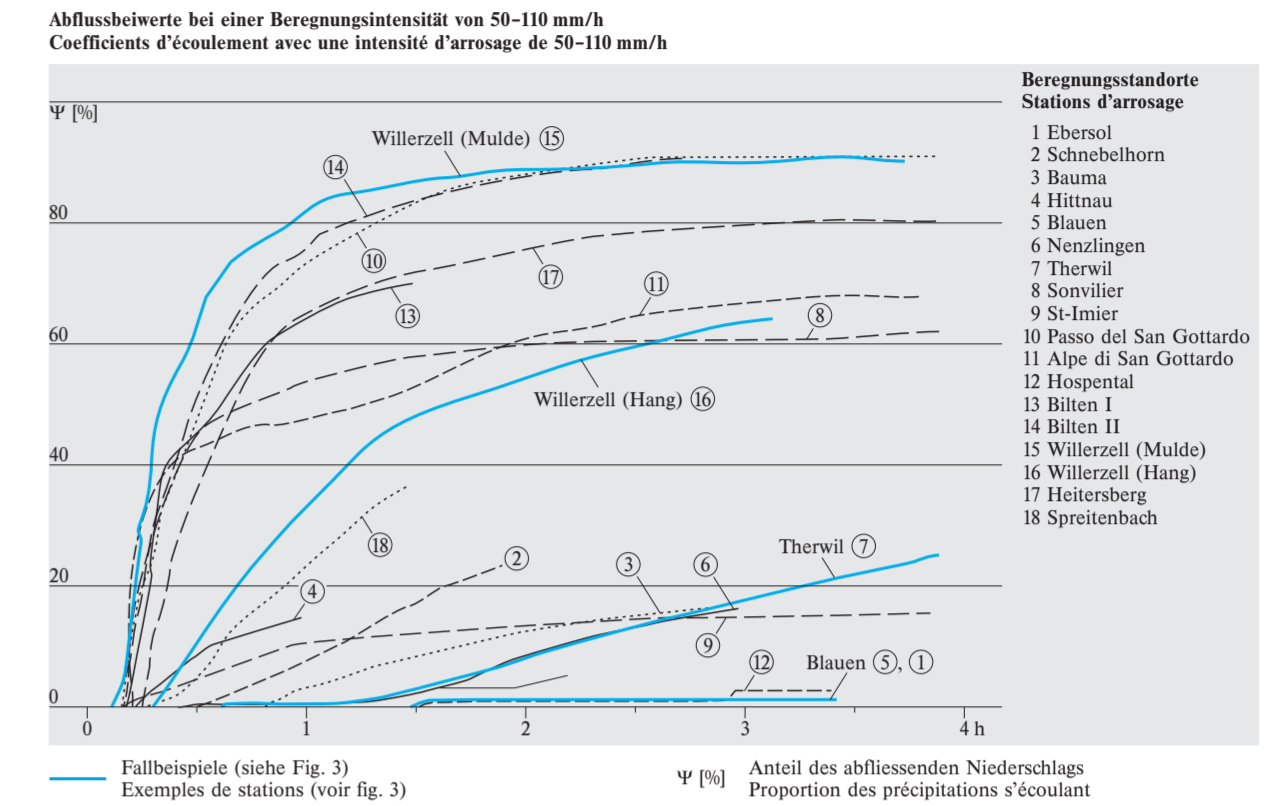


Fig. 3  
 Fallbeispiele zu den Beregnungsversuchen  
 Exemples de stations d'arrosage

| Station              | Charakteristika  | Abflussreaktion                                 |
|----------------------|--|---|
| Willerzell (Mulde) ⑬ | Schnell reagierende Hangfläche<br>Surface pentée à réaction rapide                       | High initial runoff, low infiltration           |
| Willerzell (Hang) ⑩  | Leicht verzögert reagierende Hangfläche<br>Surface pentée à réaction légèrement retardée | Delayed runoff, moderate infiltration           |
| Therwil ⑦            | Verzögert reagierende Hangfläche<br>Surface pentée à réaction retardée                   | Significantly delayed runoff, high infiltration |
| Blauen ⑤             | Stark verzögert reagierende Hangfläche<br>Surface pentée à réaction fortement retardée   | Very delayed runoff, high infiltration          |

Am feuchten Muldenstandort infiltriert nur ein geringer Anteil des Niederschlags in den Buntley-Boden, während ein Grossteil des Niederschlags sofort oberflächlich abfließt. Nur wenig Wasser sickert in Grobporen durch den schwach durchlässigen Oberboden und erreicht die hochdurchlässigen Schichten und Bodenröhren. Das Wasserrückhaltevermögen des Standorts ist daher gering. Insgesamt trägt der untersuchte Hang schnell und stark zum Abfluss bei.

Am steilen Standort infiltriert das Wasser entlang von Grobporen (Bodenrisse, Regenwurmgänge) in den flachgründigen Braunerde-Böden und sickert bis an die Oberfläche des Sandsteins. In den hochdurchlässigen Schichten über dem Fels fließt das Wasser schnell ab. Der Oberflächenabfluss ist nur von untergeordneter Bedeutung. Der beregnete Hang weist ein mässiges Wasserrückhaltevermögen auf. Insgesamt reagiert er leicht verzögert auf Starkniederschläge.

Die hohe Durchlässigkeit des tiefgründigen, mit zahlreichen Grobporen durchsetzten Braunerde-Bodens bewirkt eine hohe Infiltrationsrate, so dass zu Beginn des Starkniederschlags kein Abfluss entsteht. Ein Teil des infiltrierten Wassers sickert in den durchlässigen Sandsteinuntergrund. Oberflächenabfluss entsteht erst stark verzögert. Das Wasserrückhaltevermögen des beobachteten Standortes ist sehr gross. Insgesamt trägt der Hang bei Starkregen nur verzögert zum Abfluss bei.

Die Durchlässigkeit des Rendzina-Bodens ist dank der Grobporen sehr hoch, so dass noch Stunden nach Niederschlagsbeginn sämtliches Wasser infiltriert und weiter in den durchlässigen Kalkstein sickert. Insgesamt trägt der untersuchte Hang bei Starkregen kaum zum Abfluss bei.

Grâce à ses pores grossiers, la perméabilité du sol de type rendzine est très élevée, si bien qu'encre des heures après le début des précipitations, toute l'eau s'infiltré puis pénètre dans le calcaire perméable. Finalement, la pente étudiée ne contribue pratiquement pas à l'écoulement.

## Grosse Hochwasser – unterschiedliche Reaktionen von Einzugsgebieten

## Fortes crues – réactions différenciées de certains bassins

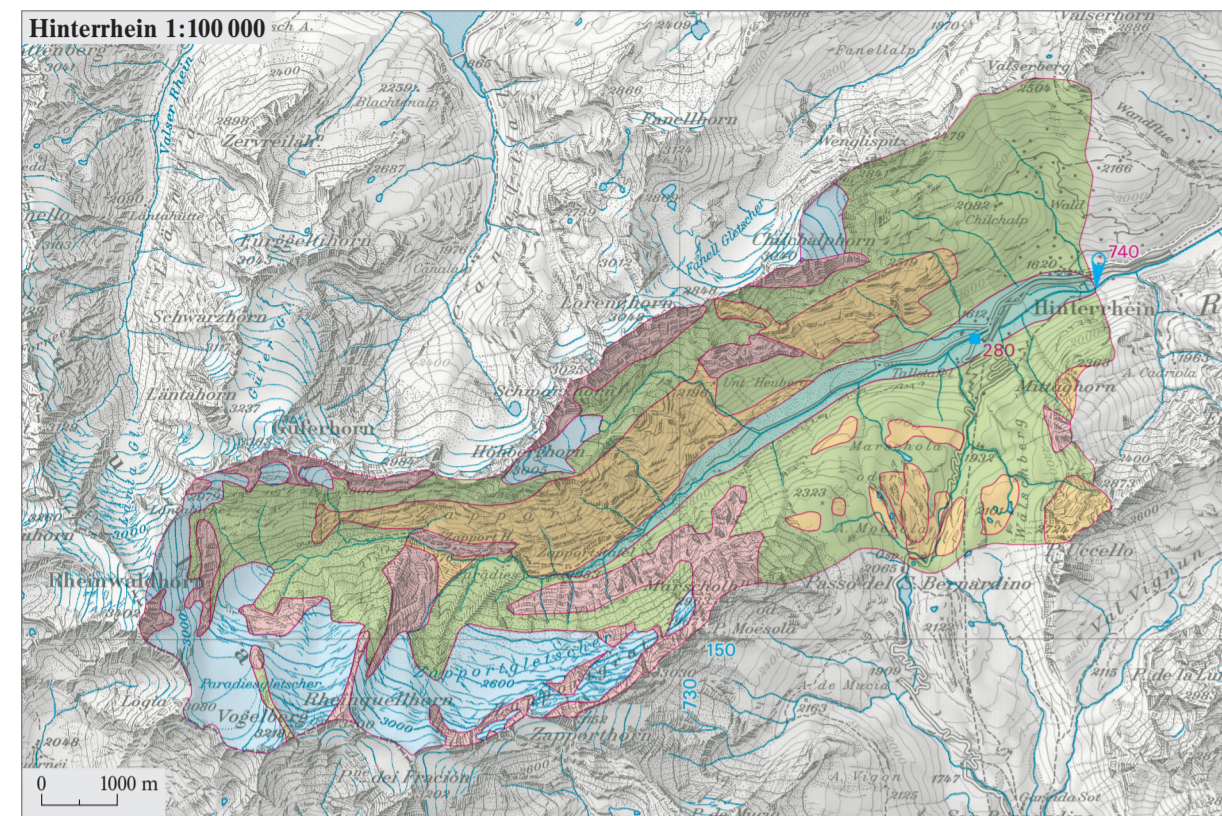
Autoren / Auteurs:  
Felix Naef, Simon Scherrer, Christian Zurbrugg

Abschluss der wissenschaftlichen Bearbeitung 1998  
Elaboration scientifique achevée en 1998

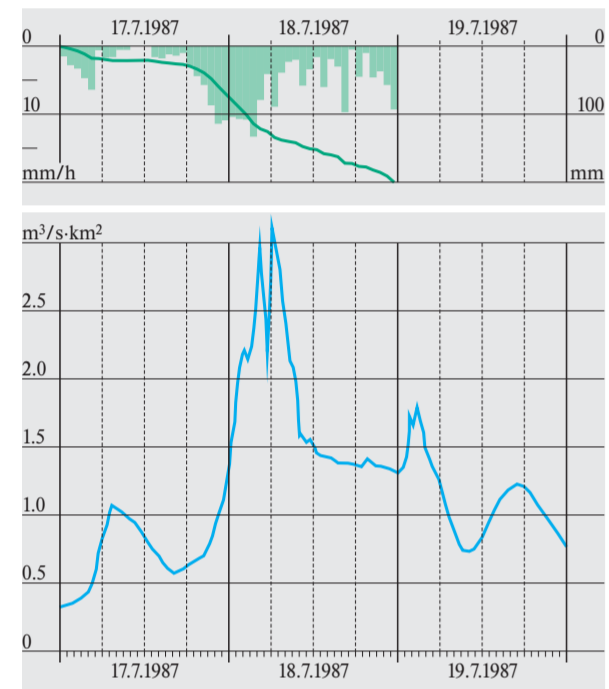
Redaktion / kartographische Bearbeitung:  
Rédaction et élaboration cartographique:  
Geographisches Institut der Universität Bern – Hydrologie  
Institut de géographie de l'Université de Berne – Hydrologie

Druck / Impression:  
Bundesamt für Landestopographie, Wabern-Bern  
Office fédéral de topographie, Wabern-Berne  
© Landeshydrologie und -geologie, Bern 1999  
Service hydrologique et géologique national, Berne 1999

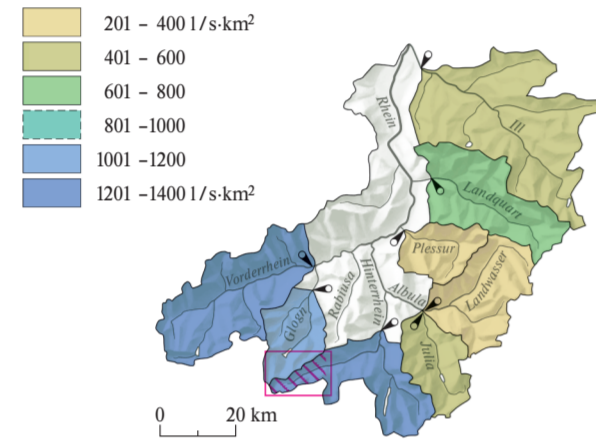
### Erst verzögerte, dann schnelle und starke Reaktion Réaction tout d'abord ralentie, puis ensuite rapide et forte



Grösstes gemessenes Hochwasserereignis (Hinterrein)  
La plus forte crue mesurée (Hinterrein)

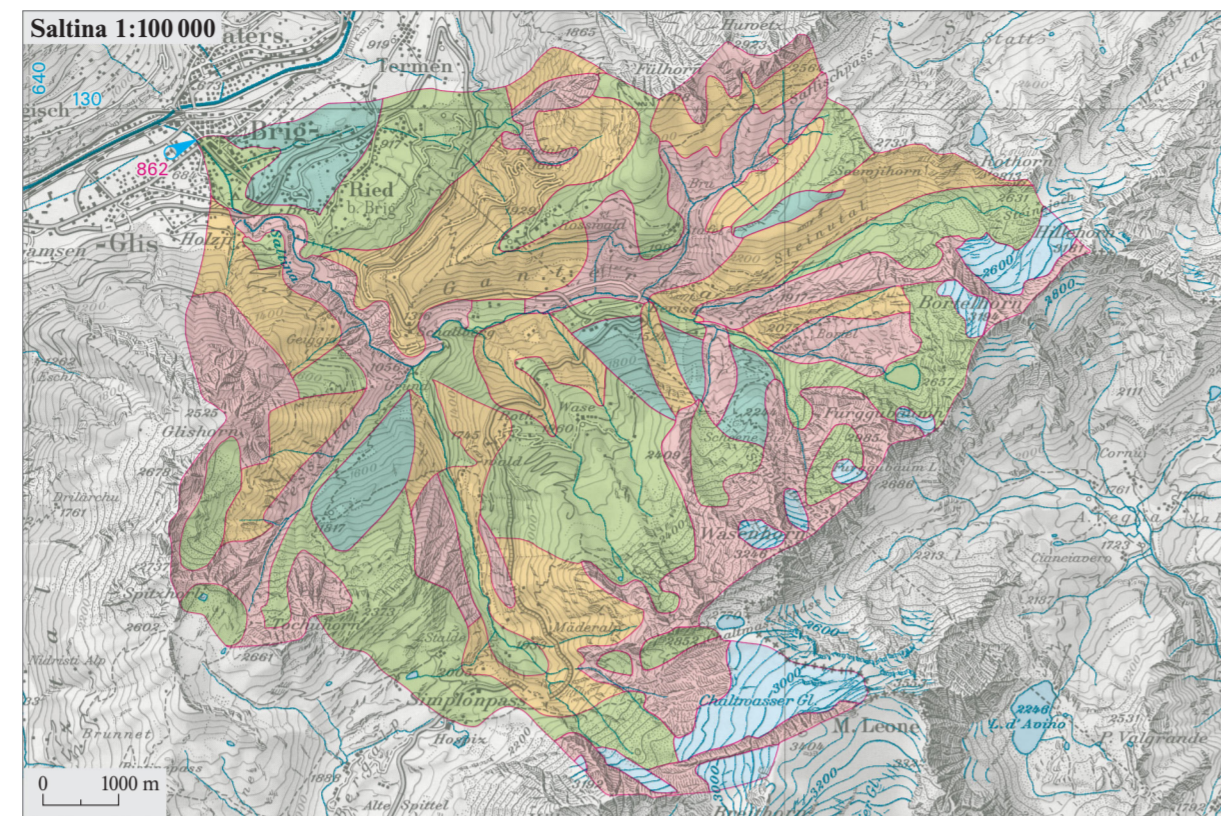


Grösste beobachtete Abflusspenden (Alpenrhein)  
Débits spécifiques les plus élevés observés (Rhin alpin)

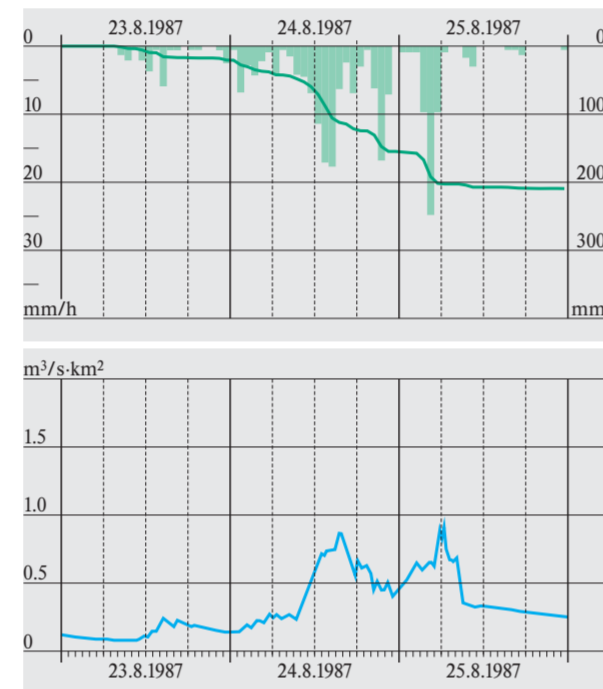


Grosse Hochwasser treten erst auf, wenn zuvor mindestens 60 mm Niederschlag den Boden befeuchtet haben. Entscheidend für das Hochwassergeschehen sind deshalb Niederschläge langer Dauer oder mehrere kurz aufeinanderfolgende Gewitter. Les fortes crues ne se produisent que si le sol a été humidifié par au moins 60 mm de précipitations. Il faut donc des précipitations de longue durée ou une succession de brefs orages pour qu'une crue ait lieu.

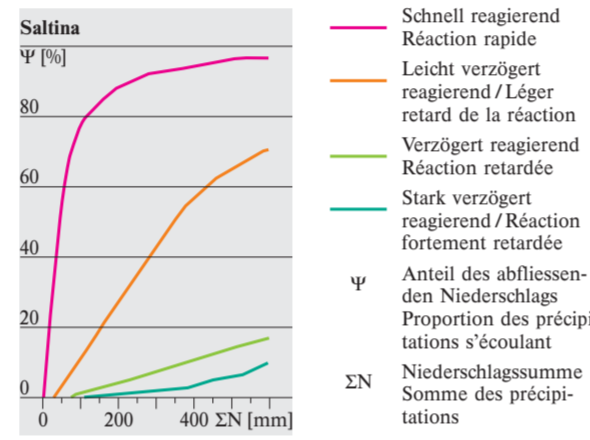
### Verzögerte und mässige Reaktion Réaction retardée et modérée



Grösstes gemessenes Hochwasserereignis (Brig)  
La plus forte crue mesurée (Brig)

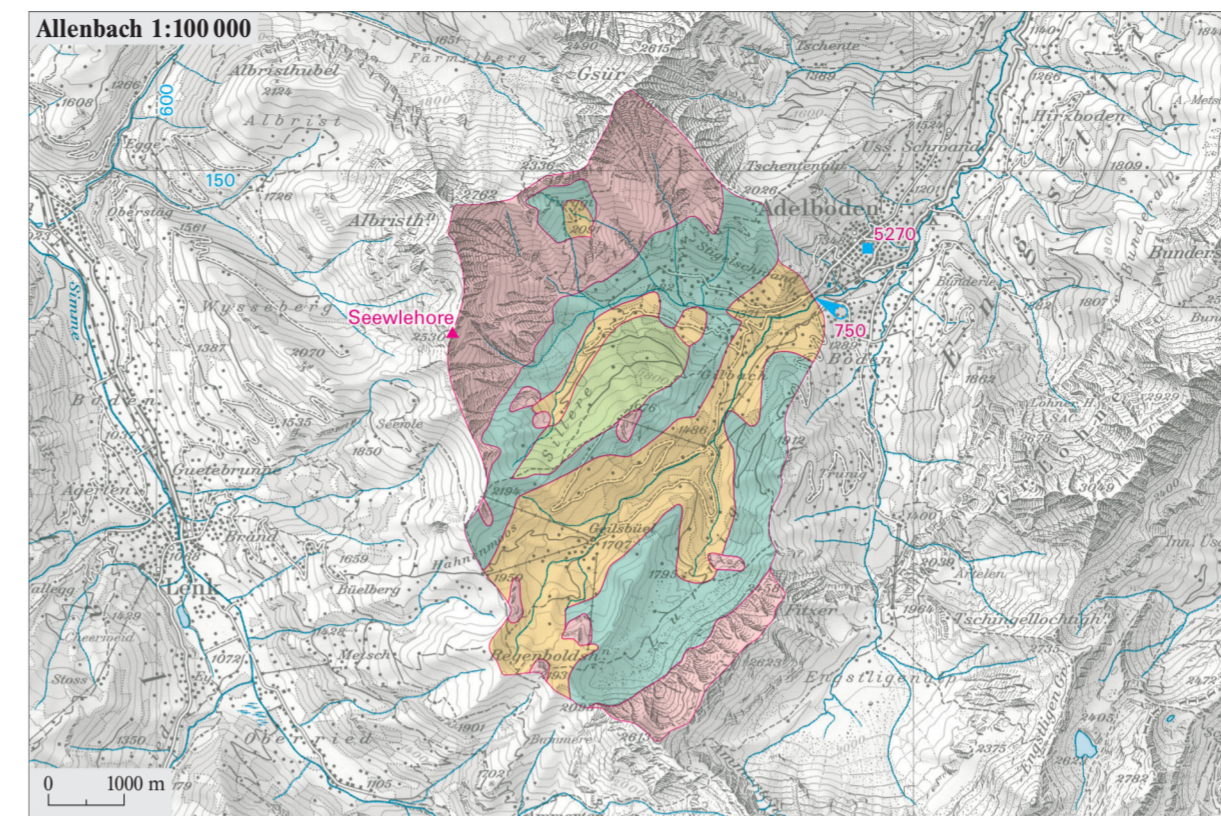


Typisierte Abflussreaktion der Teilflächen  
Réaction standardisée de l'écoulement des surfaces élémentaires

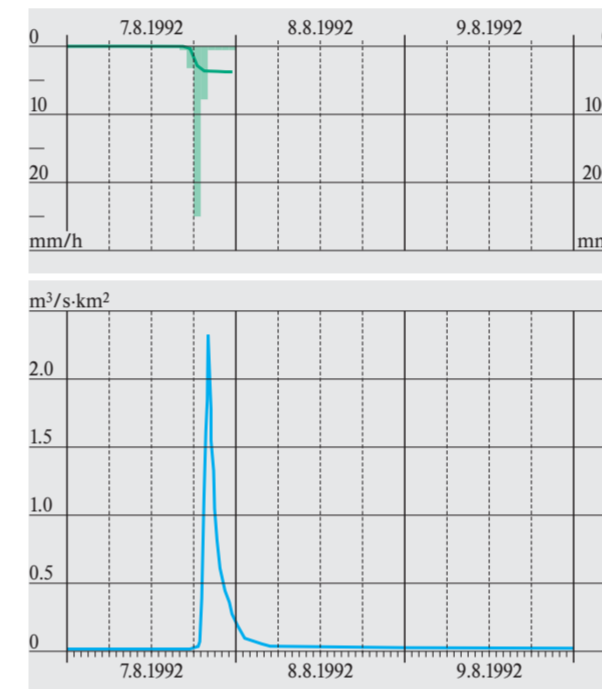


Grosse Hochwasser treten nur auf, wenn innerhalb weniger Tage über 80 bis 100 mm Niederschlag fallen und die Temperaturen im ganzen Einzugsgebiet über dem Gefrierpunkt liegen. De fortes crues ne se produisent que s'il tombe, en quelques jours, plus de 80 à 100 mm de précipitations et que les températures se situent au-dessus de zéro dans tout le bassin.

### Schnelle und starke Reaktion Réaction rapide et forte



Grösstes gemessenes Hochwasserereignis (Adelboden)  
La plus forte crue mesurée (Adelboden)

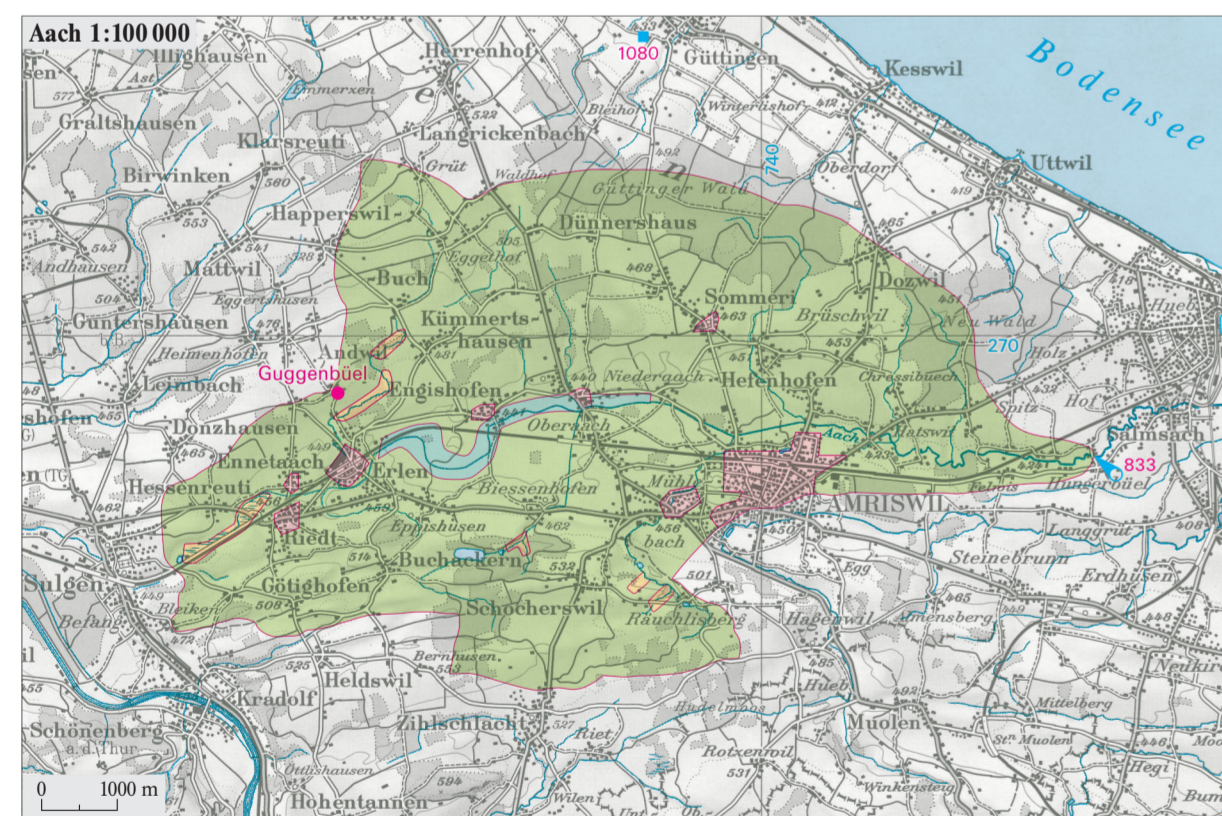


Schnell reagierende Flächen am Seewohre  
Surfaces à réaction rapide sur les flancs du Seewohre

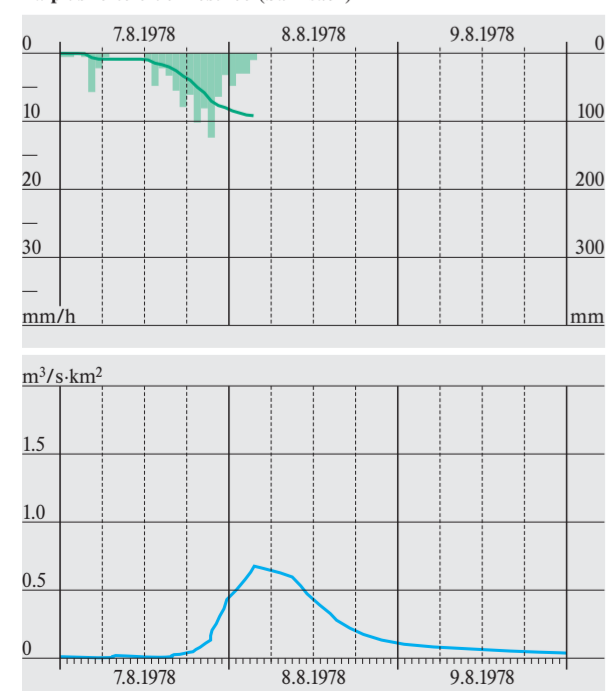


Grosse Hochwasser treten im Sommer nach Gewitterniederschlägen auf; die Ereignisse sind charakterisiert durch sehr kurze Anstiegszeiten, grosse Abflussspitzen und kurze Dauer. Des fortes crues se produisent en été, à la suite de précipitations orageuses; elles sont caractérisées par un temps de montée très court, un débit de pointe élevé et une durée brève.

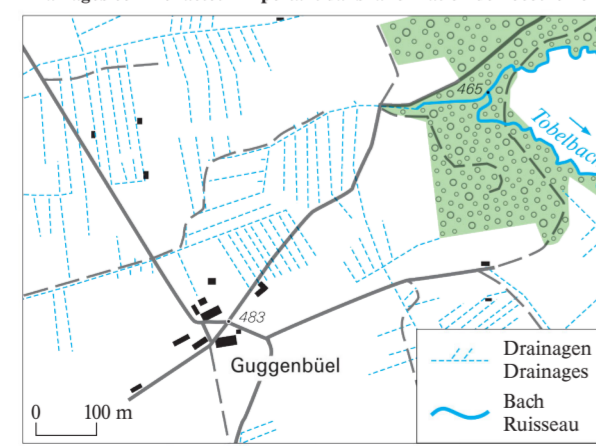
### Verzögerte und mässige Reaktion Réaction retardée et modérée



Grösstes gemessenes Hochwasserereignis (Salmisach)  
La plus forte crue mesurée (Salmisach)

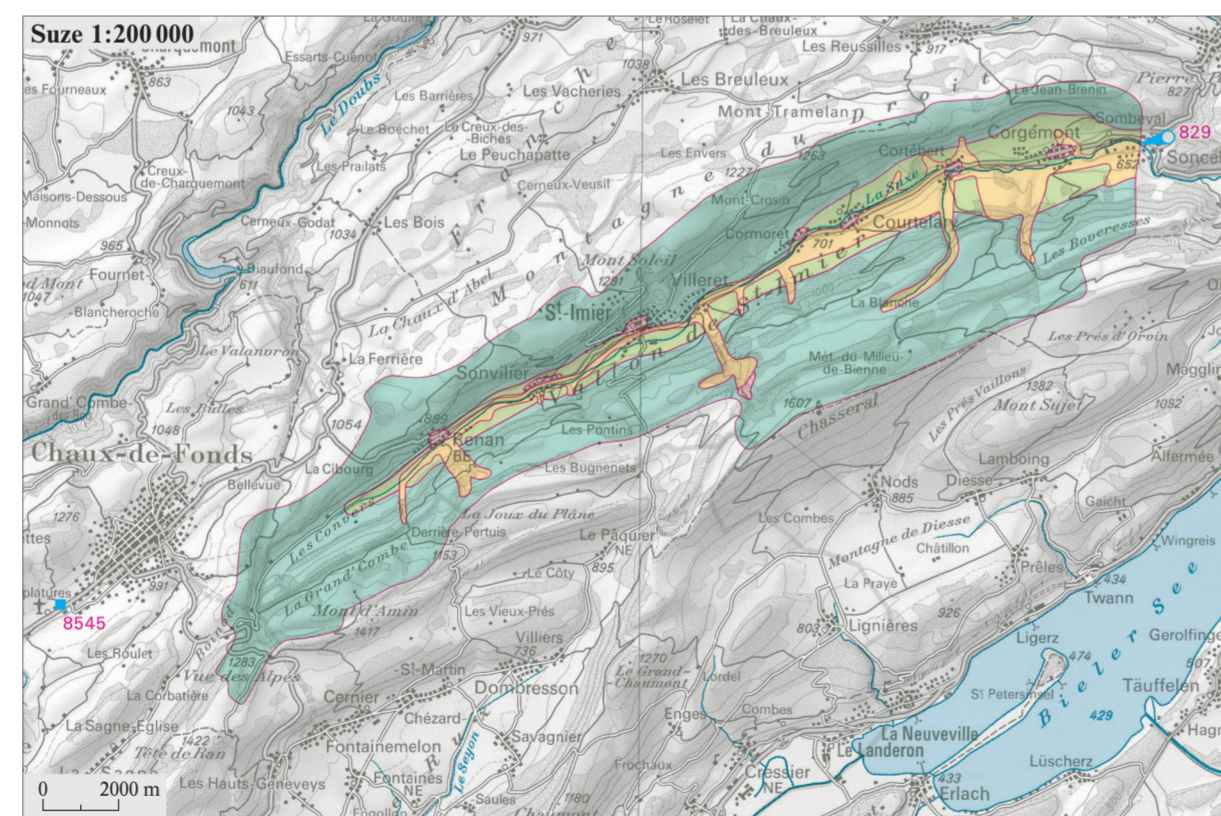


Drainage als wichtiger Faktor im Abflussbildungsprozess  
Drainages comme facteur important dans la formation de l'écoulement

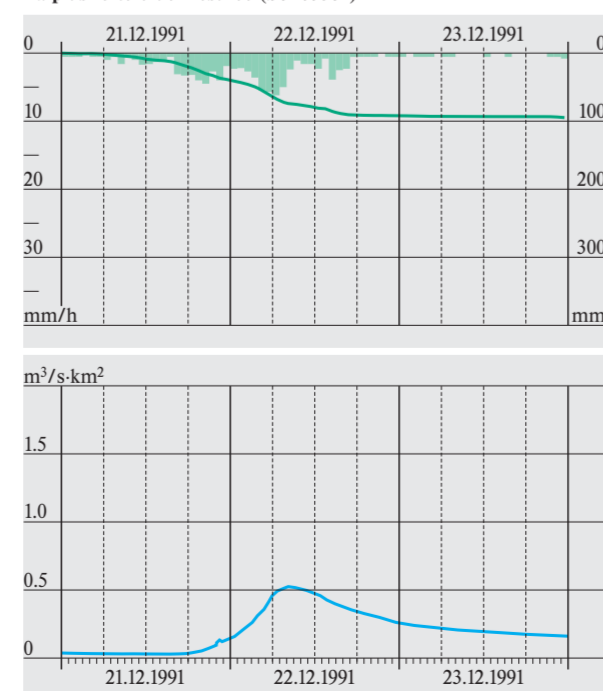


Grosse Hochwasser treten nach Niederschlägen langer Dauer auf; die Ereignisse sind charakterisiert durch lange Anstiegszeiten und mässige Abflussvolumen. Des fortes crues se produisent après des précipitations de longue durée. Elles sont caractérisées par des temps de montée importants et des volumes écoulés modérés.

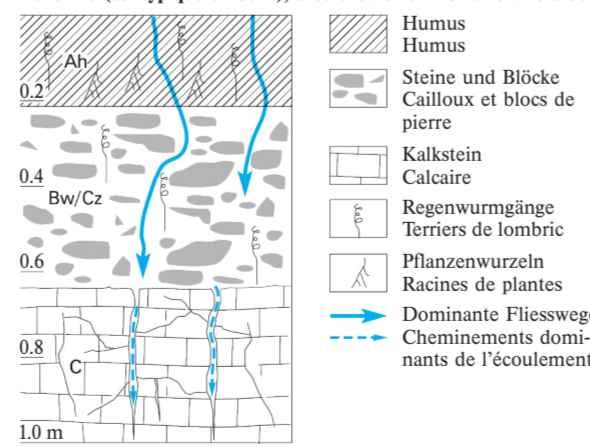
### Verzögerte und schwache Reaktion Réaction ralentie et faible



Grösstes gemessenes Hochwasserereignis (Sonceboz)  
La plus forte crue mesurée (Sonceboz)

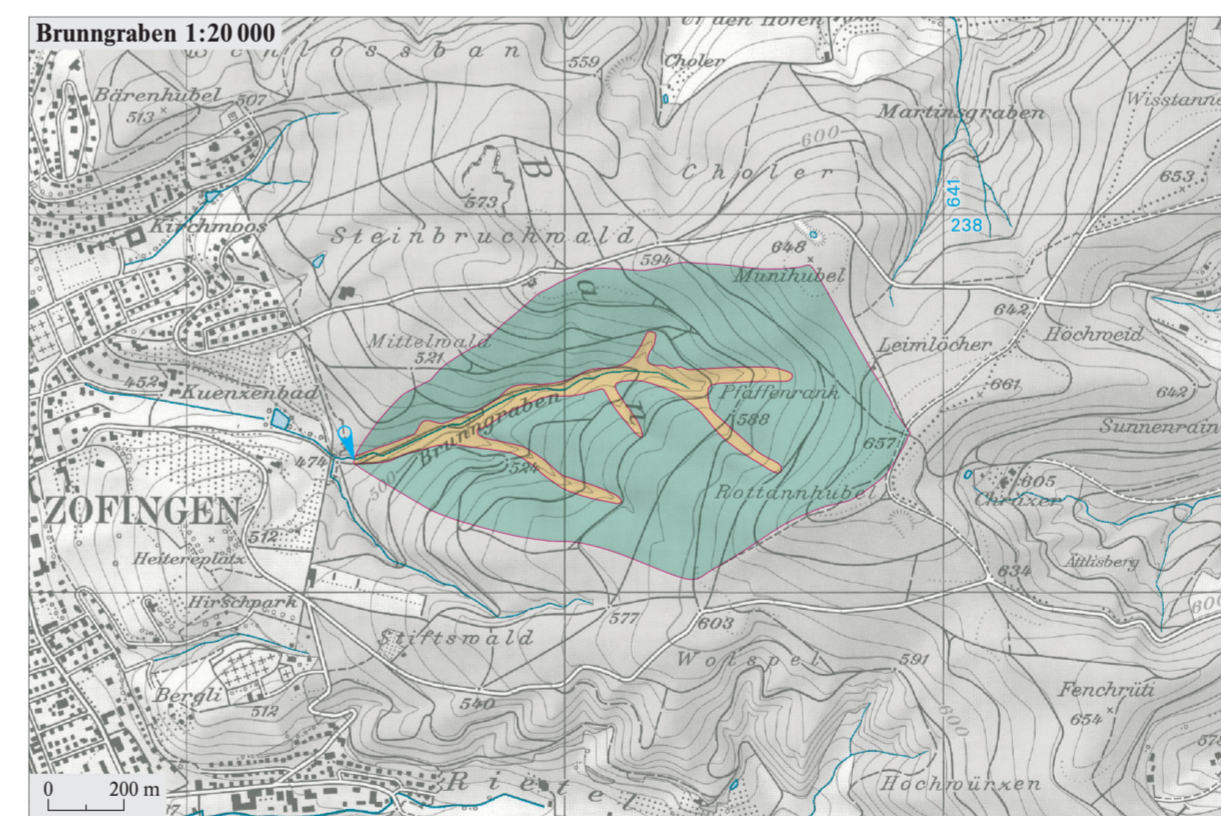


Rendzina (typischer Juraboden) mit stark verzögerter Abflussbildung  
Rendzine (sol typique du Jura), avec écoulement fortement retardé

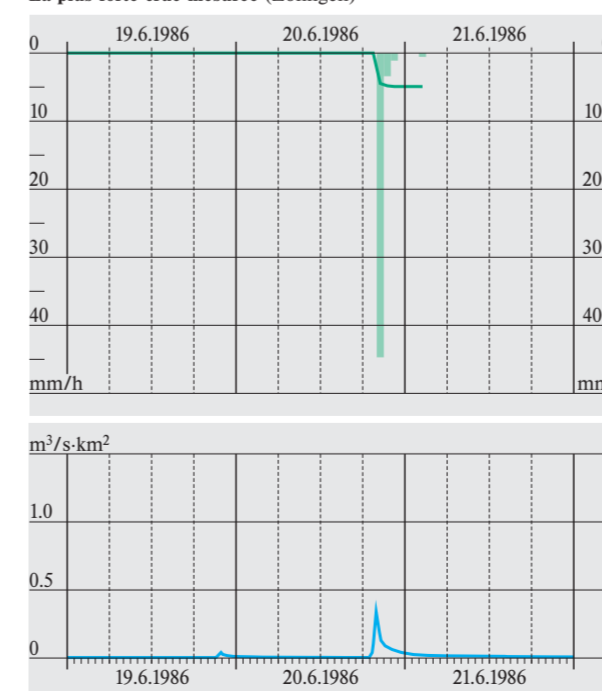


Grosse Hochwasser treten in den Wintermonaten nach Niederschlägen langer Dauer in Kombination mit der Schneeschmelze und gefrorenen Böden auf. De fortes crues surviennent durant les mois d'hiver, après des précipitations prolongées, en combinaison avec la fonte de neige et des sols gelés.

### Schnelle und schwache Reaktion Réaction rapide et faible



Grösstes gemessenes Hochwasserereignis (Zofingen)  
La plus forte crue mesurée (Zofingen)



Beitragende Flächen  
Surfaces contribuant à l'écoulement



Grosse Hochwasser entstehen bei kurzen Gewitterniederschlägen; die Ereignisse sind charakterisiert durch kurze Anstiegszeiten, geringe Abflusspenden und kurze Dauer. Nur die steilen Bachflanken tragen zur Abflussbildung bei. De fortes crues se produisent lors de brèves précipitations orageuses. Elles sont caractérisées par un temps de montée rapide, un débit spécifique modeste pendant une courte durée. Seules les rives des ruisseaux, à forte pente, participent à la formation de l'écoulement.

### Legende Légende

- Abflussreaktion der Teilflächen auf Starkregen  
Réaction du débit à partir des surfaces élémentaires, lors de fortes pluies
- Schnell reagierende Flächen  
Surfaces réagissant rapidement
- Flächen mit geringem Speichervermögen: Fels, sehr flachgründige Böden, stark vermaasste Böden, Böden mit stark gehemmter Durchlässigkeit, Siedlungsflächen  
Surfaces avec faible capacité de stockage: rocher, sols très superficiels, sols très humides, sols de perméabilité fortement réduite, surfaces bâties
- Leicht verzögert reagierende Flächen  
Surfaces réagissant avec un léger retard
- Flächen mit mässigem Speichervermögen: flachgründige Böden, vermaasste Böden, Böden mit gehemmter Durchlässigkeit  
Surfaces avec capacité de stockage modérée: sols superficiels, sols humides, sols de perméabilité réduite
- Verzögert reagierende Flächen  
Surfaces réagissant avec retard
- Flächen mit grossem Speichervermögen: durchlässige, mittel- bis tiefgründige Böden  
Surfaces avec une grande capacité de stockage: sols perméables, d'épaisseur moyenne à forte
- Stark verzögert reagierende Flächen  
Surfaces réagissant avec un fort retard
- Flächen mit sehr grossem Speichervermögen: durchlässige und tiefgründige Böden, durchlässige Böden über durchlässigen Lockersedimenten oder Festgesteinen  
Surfaces avec une très grande capacité de stockage: sols perméables et de forte épaisseur, sols perméables recouvrant des sédiments meubles ou de la roche en place perméables

Weitere Teilflächen  
Autres surfaces élémentaires

- Glaciers
- Glaciers

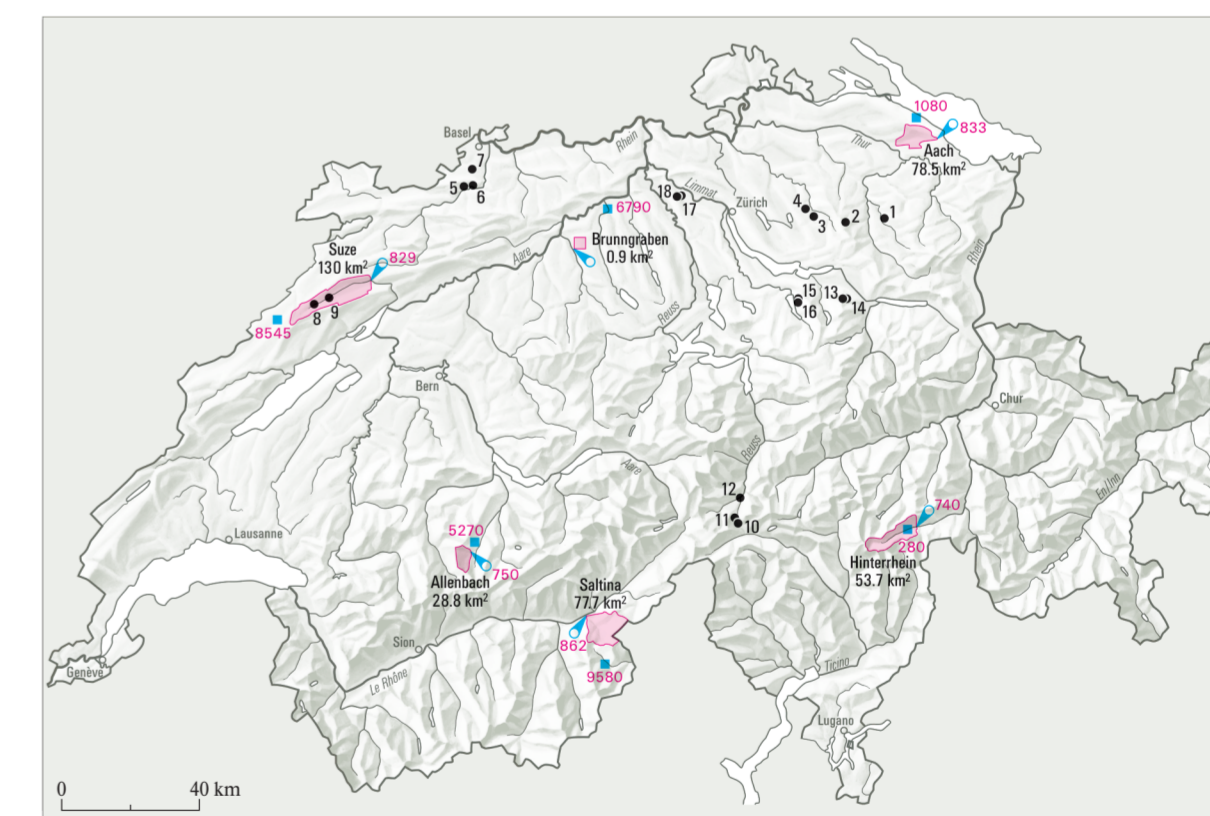
Zur Analyse verwendete Messstationen  
Stations de mesures utilisées pour l'analyse

- 862 Abflussmessstation (Nummer siehe Tafel 5.1)  
Station de jaugeage (numéro, voir planche 5.1)
- 280 Niederschlagsmessstation (Nummer siehe Tafel 2.1)  
Station pluviométrique (numéro, voir planche 2.1)

Niederschlags- und Abflussganglinie des grössten in einem Einzugsgebiet gemessenen Hochwasserereignisses  
Chroniques des précipitations et des débits pour les plus fortes crues mesurées dans un bassin

- Niederschlagsintensität [mm/h]  
Intensité des précipitations [mm/h]
- Summierter Niederschlag [mm]  
Hauteur cumulée des précipitations [mm]
- Abflusspende [m³/s·km²]  
Débit spécifique [m³/s·km²]

### Übersichtskarte 1:2 200 000 Carte d'ensemble 1:2 200 000



- Lage des Einzugsgebietes  
Position du bassin versant
- Beregnungsstandort (siehe Fig. 2)  
Point d'arrosage (voir fig. 2)
- 862 Abflussmessstation (Nummer siehe Tafel 5.1)  
Station de jaugeage (numéro, voir planche 5.1)
- 280 Niederschlagsmessstation (Nummer siehe Tafel 2.1)  
Station pluviométrique (numéro, voir planche 2.1)

