

Abschätzung der massgebenden Hochwasserabflüsse am Hofbach und entlang der Suhre zwischen Oberkirch und Reitnau



Die Hochwasser führende Suhre bei Münigen am 8./9.8.2007, Foto: Kost + Partner AG (2009)

Auftraggeber:
Verkehr und Infrastruktur (vif)
Kanton Luzern

Bericht: 10/132

Reinach, Oktober 2010

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | <i>Einleitung</i> | 2 |
| 1.1 | Problemstellung | 2 |
| 1.2 | Vorgehen | 2 |
| 1.3 | Gebietskennwerte | 3 |
| 1.4 | Gewährleute | 3 |
| 2 | <i>Verwendete Daten und Unterlagen</i> | 5 |
| 3 | <i>Abflussmessungen</i> | 7 |
| 3.1 | Einleitung | 7 |
| 3.2 | Pegel Oberkirch | 7 |
| 3.3 | Pegel Reitnau | 9 |
| 3.4 | Schlussfolgerungen | 11 |
| 4 | <i>Historische Hochwasser</i> | 12 |
| 4.1 | Einleitung | 12 |
| 4.2 | Ausbaugeschichte der Luzerner Suhre und des Hofbachs | 12 |
| 4.3 | Überblick über die historischen Hochwasser | 12 |
| 4.4 | Sehr grosse Hochwasser an der Luzerner Suhre | 14 |
| 4.5 | Grosse Überschwemmungen am Hofbach | 14 |
| 4.6 | Schlussfolgerungen | 15 |
| 5 | <i>Beurteilung der Abflussreaktion des Gebiets</i> | 16 |
| 5.1 | Einleitung | 16 |
| 5.2 | Geologie und Hydrogeologie | 16 |
| 5.3 | Abflussprozesse und Abflusstypen auf natürlichen (nicht überbauten) Flächen | 17 |
| 5.4 | Abflussreaktion der Siedlungsgebiete | 21 |
| 5.5 | Abflussreaktionskurven | 21 |
| 5.6 | Schlussfolgerung | 21 |
| 6 | <i>Abflussberechnungen</i> | 23 |
| 6.1 | Einleitung | 23 |
| 6.2 | Grundlagen und Aufbau des Modells QAREA | 23 |
| 6.3 | Eichung des Modells | 25 |
| 6.4 | Niederschlag-Szenarien | 25 |
| 6.5 | Abflussberechnungen | 27 |
| 7 | <i>Hochwasserabflüsse definierter Jährlichkeit</i> | 28 |
| 7.1 | Einleitung | 28 |
| 7.2 | Hofbach beim BP 1 | 28 |
| 7.3 | Seeausfluss, Suhre beim Pegel Oberkirch | 28 |
| 7.4 | Suhre beim Pegel Reitnau (BP 8) | 28 |
| 7.5 | Hochwasserabflüsse | 32 |
| 8 | <i>Anhang</i> | 33 |

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Sursee liegt am Ausfluss des durch eine Endmoräne gestauten Sempachersees. Oberhalb von Sursee mündet der Hofbach (Einzugsgebietsfläche: 6.2 km²) in die aus dem See ausfliessende Suhre. Durch den Ortskern von Sursee läuft die Suhre aufgeteilt in zwei Arme. Überschwemmungen mit Schäden ereigneten sich zuletzt am 8./9. August 2007 und 29. Juli 2010 durch den Hofbach. In den vergangenen Jahren erfolgten verschiedene Hochwasserabschätzungen, deren Werte zum Teil stark voneinander abweichen. Für die Gefahrenkarten von Oberkirch und Sursee sind hydrologische Grundlagen notwendig, auf denen auch spätere Wasserbauprojekte basieren können.

Unterhalb von Sursee fliesst die Suhre im 30 km langen Suhrental bis zur Mündung in die Aare. Der Talboden ist breit und flach und liegt auf Luzerner Boden zwischen 480 und 500 m ü. M., die beidseitigen Höhenzüge reichen bis ca. 800 m ü. M., die Hänge sind zum Teil steil. Die Landschaft ist glazial geprägt, wobei die Molasse weitgehend von Moräne überdeckt und kaum aufgeschlossen ist. Im Talboden liegen alte Moore, die heute weitgehend drainiert sind und teilweise einen hohen Grundwasserspiegel aufweisen. Die Fliessstrecke von Sursee bis zur Kantonsgrenze in Reitnau beträgt etwa 9 km. In diesem Abschnitt ist eine Revitalisierung der Suhre vorgesehen. Die geomorphologische Vielfalt im Einzugsgebiet lässt unterschiedlich aufgebaute Böden mit unterschiedlicher Abflussreaktion erwarten. In Sursee stellt sich die Frage, wie der Abfluss des Hofbachs, der Abfluss aus dem Siedlungsbereich von Sursee und der Seeausfluss zusammenspielen.

1.2 Vorgehen

Der vorliegende Bericht stellt die Resultate der durchgeführten Untersuchungen dar. Im Kapitel 2 sind die verwendeten Daten und Unterlagen zusammengestellt. Die Abflussmessungen in Oberkirch und Reitnau wurden im Kapitel 3 beschrieben. Kapitel 4 zeigt die aus den Erkundungen der historischen Hochwasser gewonnenen Erkenntnisse. In Kapitel 5 wird das EZG nach seiner Abflussbereitschaft beurteilt. Darauf aufbauend erfolgen die Berechnungen mit einem Niederschlag-Abfluss-Modell (Kap. 6). Im Kapitel 7 werden die Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit hergeleitet, indem sämtliche Resultate in Frequenzdiagrammen zusammengefügt werden.

1.3 Gebietskennwerte

Diese Kennwerte beziehen sich auf die in Abbildung 1.1 aufgeführten Teileinzugsgebiete. Das Einzugsgebiet des Sempachersees (77 km²) wurde nicht hinzugerechnet.

Tab. 1.1: Gebietskennwerte

| | |
|---|----------------------|
| Höchster Punkt im Einzugsgebiet (Fuchshubel) | 855 m ü. M. |
| Tiefster Punkt im Einzugsgebiet (Pegel Reitnau) | 475 m ü. M. |
| Seeausfluss, Suhre beim Pegel Oberkirch | 77.0 km ² |
| Einzugsgebiet oberhalb BP 1: Hofbach Oberkirch | 6.2 km ² |
| Einzugsgebiet oberhalb BP 2: Suhre nach Einmündung Hofbach | 6.7 km ² |
| Einzugsgebiet oberhalb BP 3: Suhre bei Ringstrasse Sursee | 9.7 km ² |
| Einzugsgebiet oberhalb BP 4: Suhre nach Einmündung Dorfbach Geensee | 28.3 km ² |
| Einzugsgebiet oberhalb BP 5: Suhre nach Einmündung Dorfbach Büron | 38.8 km ² |
| Einzugsgebiet oberhalb BP 6: Suhre bei ARA Surental | 43.6 km ² |
| Einzugsgebiet oberhalb BP 7: Suhre beim Mülihof in Triengen | 49.3 km ² |
| Einzugsgebiet oberhalb BP 8: Suhre beim Pegel Reitnau | 59.1 km ² |

1.4 Gewährsleute

Folgende Personen haben uns mit Informationen zu den historischen Hochwassern unterstützt:

- Urs Huber, Verkehr und Infrastruktur (vif) des Kt. Luzern
- Andreas Hurni, Kost + Partner AG, Sursee
- Hans Jung, bewirtschaftet seit 20 Jahren einen Gemüsegarten am Hofbach, Sursee
- Hans Willi (Jahrgang 1939), Landwirt des Oberhofs, Oberkirch

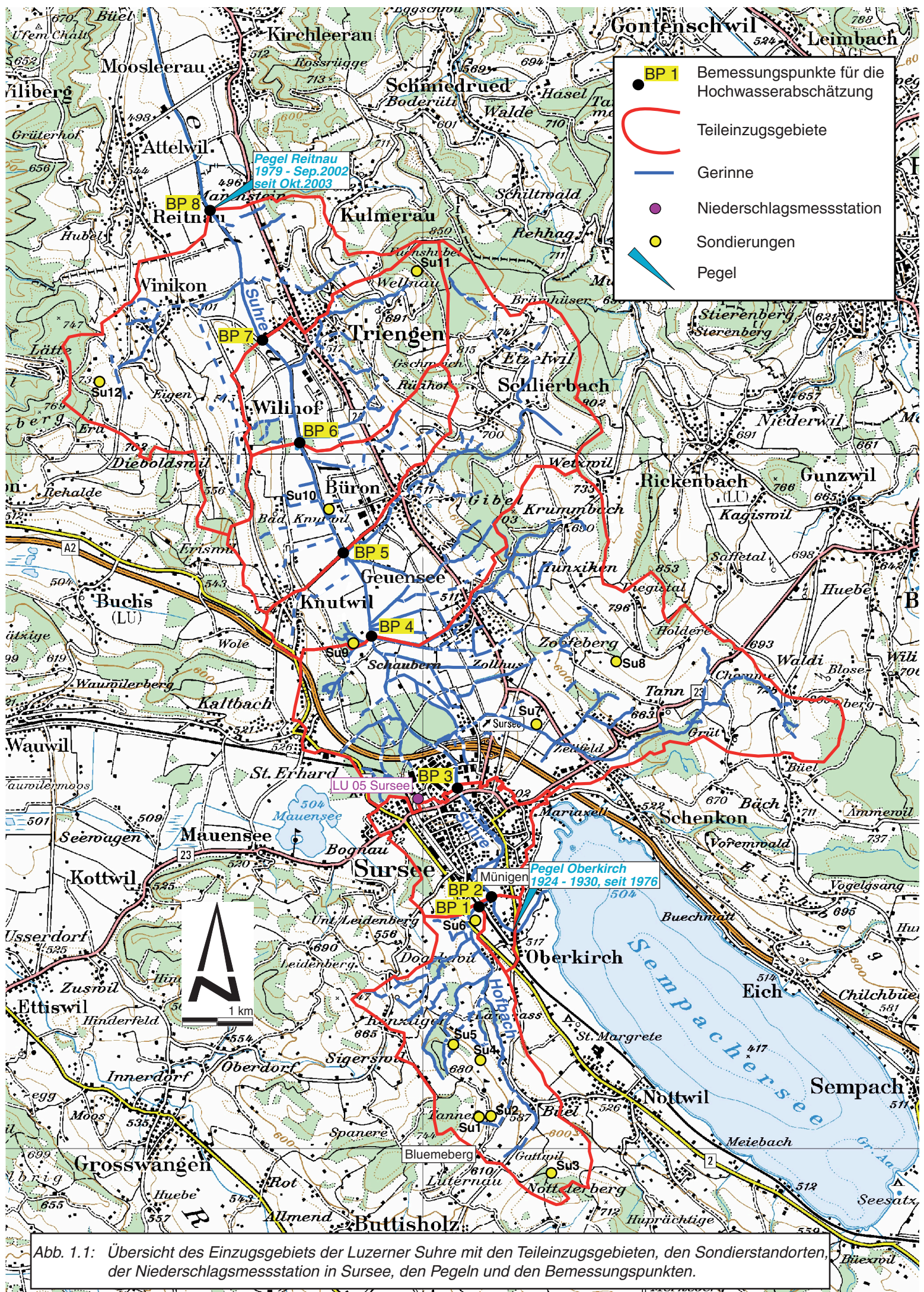


Abb. 1.1: Übersicht des Einzugsgebiets der Luzerner Suhre mit den Teileinzugsgebieten, den Sondierstandorten, der Niederschlagsmessstation in Sursee, den Pegeln und den Bemessungspunkten.

2 Verwendete Daten und Unterlagen

- AF-Colenco AG in Zusammenarbeit mit AGROFUTURA, Bucher + Partner AG, AquaPlus, Seipel Landschaftsarchitekten GmbH (2009): Gesamtkonzept Suhre, Hochwasserschutz und Revitalisierung, Vorstudie, 1197.2; im Auftrag von Verkehr und Infrastruktur (vif) des Kt. Luzern, 20. Februar 2009.
- AF-Colenco AG / Keller + Lorenz AG (2010): Gemeinden Büron, Geuensee, Knutwil, Sursee, Triengen: Gefahrenkarte, Technischer Bericht, Januar 2010.
- BAFU, Bundesamt für Umwelt: Pegel und Abflussdaten der Suhre in Oberkirch.
- Basler Zeitung, diverse Ausgaben.
- Bossard C. (1986): Oberkirch: gestern, heute, morgen: zur Erinnerung an die erstmalige urkundliche Erwähnung im Jahr 1036 und zum Anlass der 950-Jahrfeier 1986. Herausgegeben von der Gemeinde Oberkirch. Redaktion Carl Bossard.
- Der Landbote, diverse Ausgaben.
- EJPD, Eidg. Justiz- und Polizeidepartement (1980): Bodeneignungskarte der Schweiz 1 : 200'000
- Gerber M. E. (1994): Geologischer Atlas der Schweiz, 1129 Sursee, Erläuterungen.
- GIUB, Geografisches Institut der Universität Bern (1998): Datenbank der Schadenergebnisse der Schweiz (1800 – 1994).
- Hegner A. G. (1852): Die Wassernoth in der Schweiz im Herbstmonat 1852. Ein Gedenkbüchlein für das Schweizervolk. Winterthur, Verlag von A. G. Hegners Buchhandlung, 1852.
- Härry A. (1911): Die Überschwemmungen im Jahre 1910 in der CH mit spez. Berücksichtigung der Hochwasserkatastrophe vom 15.-20. Juni 1910, Jahrbuch Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, S. 55.-180, 1. Jg. Zürich.
- Hunziker, Zarn & Partner (2006): Abflussmessstation 338 Suhre – Reitnau, Hydraulische Überprüfung der Pegelrelation im Hochwasserbereich und Hochwasserstatistik der maximalen jährlichen Spitzenabflüsse, Projekt Nr. A-358.3, im Auftrag des Departements Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Landschaft und Gewässer des Kt. Aargau; Aarau, September 2006.
- Hydrographische (resp. Hydrologische) Jahrbücher der Schweiz, diverse Jahrgänge.
- IHW-ETH Zürich, Scherrer AG (2002): Der Einfluss der Siedlungsentwicklung auf die extremen Hochwasser der Glatt (ZH), Bericht 01/24, Dez. 2002.
- Kienzler P., and Naef F. (2008): Subsurface storm flow formation at different hillslopes and implications for the 'old water paradox'. Hydrological Processes, 22, 104–116.
- Kanton Aargau: Pegel und Abflussdaten der Suhre in Reitnau sowie Niederschlagsdaten verschiedener Stationen.
- Kanton Luzern (1995): Neue Regulierung des Abflusses der Sure aus dem Sempachersee; Arbeitsgruppe: Regulierungskonzept für den Sempachersee; Reg. Nr. B.068.5501.005; Luzern, im September 1995.
- Kanton Luzern: Niederschlagsdaten verschiedener Stationen.
- Kost + Partner AG / Mengis + Lorenz AG (2003): Gefahrenkarte Hochwasser, Sure / Hofbach, Technischer Bericht, Dezember 2003.
- Kost + Partner AG (2009): Ereignisdokumentation Unwetter 8./9. August 2007, Fotodokumentationen Oberkirch und Sursee, 25.9.2009.
- Lanz-Stauffer H. und C. Rommel (1936): Elementarschäden und Versicherung. Studie des Rückversicherungsverbandes kantonal-schweizerischer Feuerversicherungsanstalten zur Förderung der Elementarschadenversicherung, Band 2. Selbstverlag des Rückversicherungsverbandes. Bern.
- Luzerner Landbote, diverse Ausgaben.
- Luzerner Tagblatt, diverse Ausgaben.
- Luzerner Zeitung, diverse Ausgaben.

- Mengis R.; Lorenz H. G. (1997): Zustandsbericht Versickerung, Stadt Sursee, Erläuterungen zur Versickerungskarte.
- MeteoSchweiz (2006): 2006 Annalen, Die Witterung der einzelnen Monate.
- MeteoSchweiz: Niederschlagsdaten verschiedener Stationen.
- Naef F., Scherrer S., Zurbrügg C. (1999): Grosse Hochwasser – unterschiedliche Reaktion von Einzugsgebieten auf Starkregen. Hydrologischer Atlas der Schweiz, Blatt 5.7.
- Naef F., Scherrer S., und Frauchiger R. (2004): Wie beeinflusst die Siedlungsentwicklung von Zürich-Nord die Hochwasser der Glatt? Wasser Energie Luft, 96, 11/12, 331-338.
- Neue Luzerner Zeitung, diverse Ausgaben.
- NZZ, Neue Zürcher Zeitung, diverse Ausgaben.
- Oeko-B AG (2008): Ereignisdokumentation Starkniederschläge 8./9. August 2007, Übersicht Ereignisse, Oberkirch und Sursee, 1 : 10'000, 18.3.2008.
- Rötthlisberger G. (1991): Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz. Berichte WSL, Berichtnummer 330.
- Rötthlisberger G., Geiger H., Zeller J. (1992): Starkniederschläge im Schweizer Mittelland und Jura, Bd. 9. Hrsg. von der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL.
- Scherrer S. (1997): Abflussbildung bei Starkniederschlägen – Identifikation von Abflussprozessen mittels künstlicher Niederschläge. In: Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Nr. 147.
- Scherrer S., Demuth N., Meuser A. (2002): A procedure for the identification of dominant runoff processes by field investigations to delineate the relevant contributing areas for flood modelling. Int. Conf. of Floods, Berne, 2002.
- Scherrer S., Naef F., (2003): A decision scheme to indicate dominant flow processes on temperate grassland. In: Hydrological Processes, 17, 391-401.
- Scherrer AG (2004): Bestimmungsschlüssel zur Identifikation von hochwasserrelevanten Flächen. Im Auftrag des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz.
- Vaterland, diverse Ausgaben.
- WSL, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (2010): Ereignisdokumentation der Hochwasserschäden in den Gemeinden im Einzugsgebiet der Suhre (1972-2009).
- Zschokke, T. (1855): Die Überschwemmungen in der Schweiz im September 1852.

3 Abflussmessungen

3.1 Einleitung

Am Oberlauf der Suhre werden zwei Pegel betrieben. In Oberkirch wird der Sempacherseeausfluss vom BAFU gemessen (Abb. 1.1). An der Kantonsgrenze in Reitnau betreibt der Kanton Aargau seit 1979 eine Pegelmessstation, die eine wichtige Grundlage für die Festlegung der Hochwasserabflüsse an der Luzerner Suhre ist. Hunziker, Zarn & Partner (2006) überprüfte diesen Pegel noch vor dem grossen Hochwasser vom August 2007.

Tab. 3.1: Die Pegel an der Luzerner Suhre.

| Pegel | Eigentümer | Messdauer | Einzugsgebiet |
|-------------------|---------------|------------------------------|-----------------------------|
| Suhre – Oberkirch | BAFU | 1924 – 1930, 1976 – | 77.0 km ² |
| Suhre – Reitnau | Kanton Aargau | 1979 – 3.9.2002, 5.10.2003 – | 59.1 + 77.0 km ² |

3.2 Pegel Oberkirch



Abb. 3.1:

Pegel Oberkirch am 21. Mai 2010, entgegen der Fliessrichtung.

Auf eine Überprüfung des vom BAFU betriebenen Radar-Pegels in Oberkirch wurde verzichtet. Da es sich um einen Seeausfluss handelt, weicht der grösste gemessene Hochwasserabfluss vom 18.5.1999 (4.5 m³/s) nicht stark vom Mittleren Abfluss (1.3 m³/s) ab. Die bei kleineren Abflüssen erhobenen Eichmessungen können problemlos auf die Abflussverhältnisse bei Hochwasser extrapoliert werden. Eine Verfälschung der Abflussmessung tritt aber bei Hochwasser auf, wenn der ca. 630 m unterhalb einmündende Hofbach, die in diesem Abschnitt mit geringem Gefälle (ca. 0.2 %) fließende Suhre rückstaut. Diese Verfälschung ist aber im Verhältnis zu den unterhalb der Hofbacheinmündung auftretenden Hochwasserabflüssen vernachlässigbar.

In der nachfolgenden Tabelle 3.2 sind die ermittelten Jahreshochwasser am Pegel Oberkirch aufgeführt. Die Messreihe umfasst 41 Jahre. Das grösste Jahreshochwasser ereignete sich am 18.5.1999 mit einer Abflussspitze von 4.5 m³/s. Das zweitgrösste Jahreshochwasser wurde am 8.8.2007 (4.35 m³/s) registriert. Fast zwei Drittel der Jahresmaxima ereigneten sich im Sommerhalbjahr.

Die Messreihe korreliert gut mit den Seestandsmessungen, welche durchgehend seit 1923 in Sempach durchgeführt werden. In der 88-jährigen Seestandsmessreihe von Sempach sind die Hochwasser vom 18.5.1999 und 8.8.2007 auf den ersten beiden Rängen.

Tab. 3.2: Datum, Abfluss und Rangierung der Jahreshochwasser am Pegel Oberkirch sowie die Einteilung, ob die Hochwasser im Winter- oder Sommerhalbjahr auftraten.

| Datum | Abfluss [m ³ /s] | Rang | Winter-/Sommer- halbjahr |
|------------|--------------------------------|------|-----------------------------|
| 24.06.1924 | 1.99 | 37 | Sommer |
| 12.05.1925 | 1.57 | 39 | Sommer |
| 21.07.1926 | 3.07 | 17 | Sommer |
| 27.08.1927 | 3.67 | 7 | Sommer |
| 17.02.1928 | 1.30 | 41 | Winter |
| 18.04.1929 | 2.20 | 31 | Sommer |
| 16.05.1930 | 3.05 | 18 | Sommer |
| | | | |
| 13.12.1976 | 1.50 | 40 | Winter |
| 02.05.1977 | 4.10 | 4 | Sommer |
| 27.03.1978 | 2.70 | 22 | Winter |
| 12.02.1979 | 3.20 | 14 | Winter |
| 06.02.1980 | 3.20 | 15 | Winter |
| 19.12.1981 | 3.20 | 16 | Winter |
| 13.01.1982 | 3.40 | 10 | Winter |
| 27.05.1983 | 2.40 | 27 | Sommer |
| 02.10.1984 | 1.90 | 38 | Winter |
| 10.05.1985 | 2.40 | 28 | Sommer |
| 06.06.1986 | 3.70 | 6 | Sommer |
| 21.06.1987 | 3.50 | 9 | Sommer |
| 28.03.1988 | 2.90 | 19 | Winter |
| 23.04.1989 | 2.20 | 32 | Sommer |
| 01.07.1990 | 2.50 | 24 | Sommer |
| 24.06.1991 | 2.10 | 35 | Sommer |
| 12.12.1992 | 2.90 | 20 | Winter |
| 17.07.1993 | 2.70 | 23 | Sommer |
| 29.05.1994 | 3.30 | 11 | Sommer |
| 16.06.1995 | 3.30 | 12 | Sommer |
| 04.01.1996 | 2.90 | 21 | Winter |
| 07.07.1997 | 2.30 | 29 | Sommer |
| 11.11.1998 | 2.50 | 25 | Winter |
| 18.05.1999 | 4.50 | 1 | Sommer |
| 01.01.2000 | 2.00 | 36 | Winter |
| 17.06.2001 | 3.30 | 13 | Sommer |
| 20.11.2002 | 3.60 | 8 | Winter |
| 05.01.2003 | 2.20 | 33 | Winter |
| 06.06.2004 | 2.17 | 34 | Sommer |
| 23.08.2005 | 3.76 | 5 | Sommer |
| 22.04.2006 | 4.13 | 3 | Sommer |
| 08.08.2007 | 4.35 | 2 | Sommer |
| 29.04.2008 | 2.24 | 30 | Sommer |
| 23.07.2009 | 2.44 | 26 | Sommer |

3.3 Pegel Reitnau



Abb. 3.2:

Pegel Reitnau am 21. Mai 2010, entgegen der Fließrichtung.

Der Pegel Reitnau wird seit 1979 betrieben und wurde in den Jahren 2002/2003 umgebaut. Die Radarsonde ist am Messsteg befestigt, welcher ca. 9 m oberhalb des Messüberfalls liegt. Die Abflussverhältnisse im Bereich des Pegels wurden von Hunziker, Zarn & Partner (2006) mit einem numerischen Modell nachgerechnet. Gemäss diesen Berechnungen liegt bei Abflüssen $> 24 \text{ m}^3/\text{s}$ ein unvollkommener Überfall vor, der Pegel ist folglich bei grossen Abflüssen vom Unterwasserspiegel beeinflusst.

Abbildung 3.3 zeigt die gültigen Pegel-Abfluss-(PQ-)Beziehungen und die von Hunziker, Zarn & Partner (2006) gerechneten PQ-Beziehungen für verschiedene Überfallbeiwerte. Bis zu einem Abfluss von ca. $30 \text{ m}^3/\text{s}$ liegen die verschiedenen PQ-Beziehungen nahe beieinander. Grössere Abflüsse werden hingegen von der gültigen PQ-Beziehung überschätzt. Das Hochwasser vom 8./9. August 2007 war bisher das einzige Ereignis, welches diesen Wert überstieg. Zur Festlegung der Hochwasserabflüsse wurden deshalb die bisher gültigen PQ-Beziehungen beibehalten. Einzig für das Hochwasser vom 8./9. August 2007 wurde bei Abflüssen $> 30 \text{ m}^3/\text{s}$, die von Hunziker, Zarn & Partner (2006) gerechnete PQ-Beziehung (Überfallbeiwert: $\mu = 0.64$) verwendet. Dadurch reduziert sich die Abflussspitze dieses Ereignisses von 47.4 auf $42.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

In der nachfolgenden Tabelle 3.3 sind die ermittelten Jahreshochwasser am Pegel Reitnau aufgeführt. Das mit Abstand grösste Jahreshochwasser ereignete sich am 9.8.2007 mit einer korrigierten Abflussspitze von $42.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Das zweitgrösste Hochwasser wurde am 29.7.2010 ($27.5 \text{ m}^3/\text{s}$) registriert. Etwa drei Viertel der Jahresmaxima ereigneten sich im Sommerhalbjahr.

Für die Auswertung seltener Hochwasser ist wesentlich, wie viel Niederschlag bei vergangenen Ereignissen abgeflossen ist. Daher wurde der Abflusskoeffizient des grössten in Reitnau gemessenen Hochwassers vom 9.8.2007 abgeschätzt. Grundlage waren der Gebietsniederschlag (Anhang 6.3) sowie die Abflussmessungen in Reitnau und Oberkirch. Insgesamt floss bei diesem Ereignis ca. 42 % des Gebietsniederschlags im Zeitraum von drei Tagen ab.

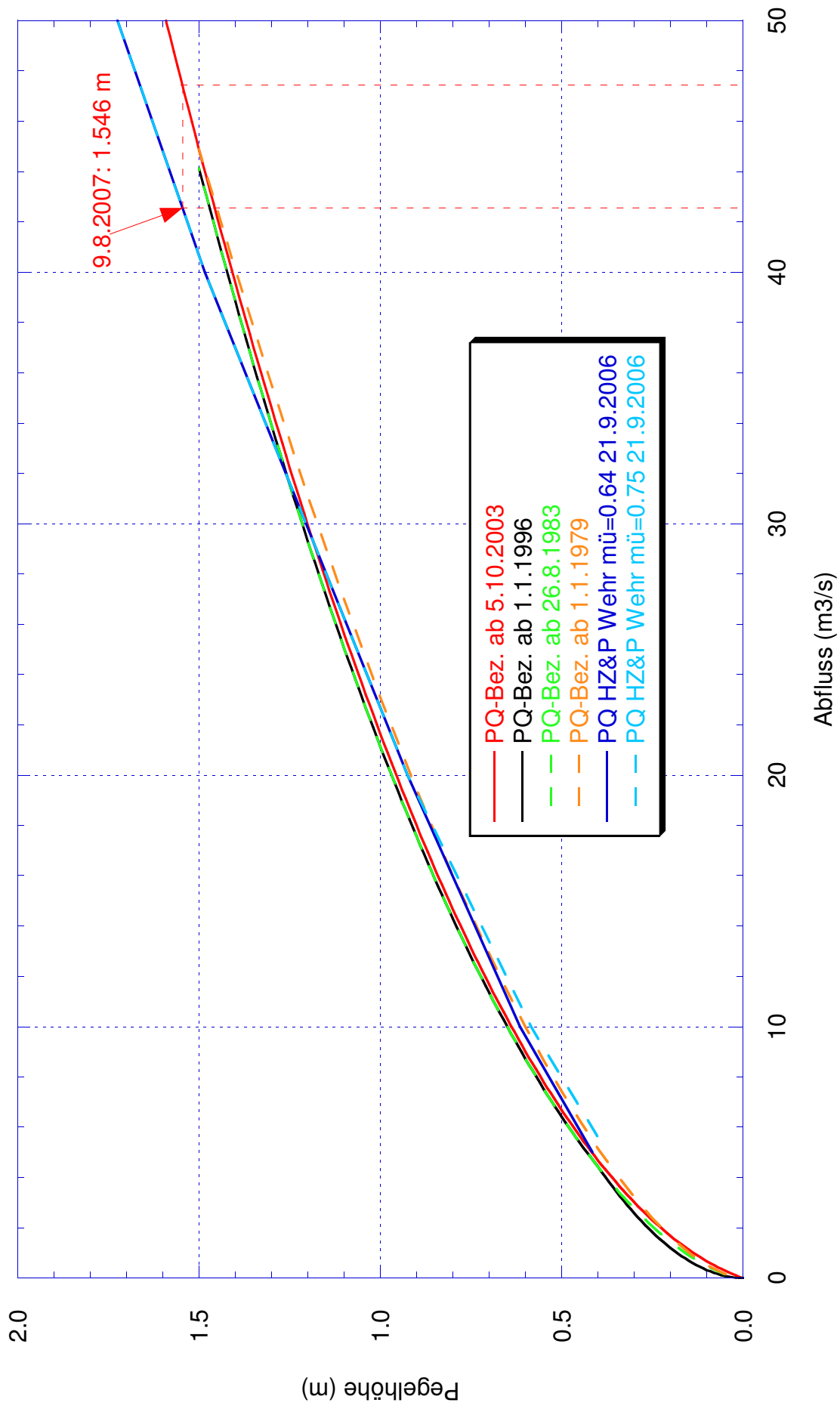


Abb. 3.3: Die gültigen und die von Hunziker, Zarn & Partner (HZ&P) (2006) berechneten Pegel-Abfluss-(PQ-)Beziehungen am Pegel Reintau / Suhre. Der Pegelnullpunkt liegt bei 475.165. Die Abflussspitze vom 9.8.2007 wurde von 47.4 auf 42.5 m³/s reduziert.

Tab. 3.3: Datum, Pegelstand, Abfluss und Rangierung der Jahreshochwasser am Pegel Reitnau sowie die Einteilung, ob die Hochwasser im Winter- oder Sommerhalbjahr auftraten.

| Datum | Pegelstand [m] | Abfluss [m ³ /s] | Abfluss korrigiert [m ³ /s] | Rang | Winter-/Sommerhalbjahr |
|--------------------|----------------|-----------------------------|--|------|------------------------|
| 07.11.1979 | 0.583 | 9.6 | | 25 | Winter |
| 05.02.1980 | 0.867 | 18.3 | | 7 | Winter |
| 16.12.1981 | 0.886 | 18.9 | | 6 | Winter |
| 10.01.1982 | | 9.3 | | 26 | Winter |
| 25.05.1983 | 0.499 | 7.4 | | 29 | Sommer |
| 23.09.1984 | 0.591 | 8.5 | | 28 | Sommer |
| 08.05.1985 | 0.642 | 9.8 | | 24 | Sommer |
| 16.06.1986 | 0.743 | 12.6 | | 16 | Sommer |
| 27.09.1987 | 0.737 | 12.4 | | 17 | Sommer |
| 11.06.1988 | 0.72 | 11.9 | | 19 | Sommer |
| 08.08.1989 | 0.687 | 11.0 | | 20 | Sommer |
| 30.06.1990 | 0.91 | 17.9 | | 8 | Sommer |
| 11.05.1991 | 0.839 | 15.5 | | 12 | Sommer |
| 29.10.1992 | 0.727 | 12.1 | | 18 | Winter |
| 11.07.1993 | 0.651 | 10.0 | | 22 | Sommer |
| 19.05.1994 | 1.136 | 26.5 | | 2 | Sommer |
| 25.12.1995 | 1.051 | 23.1 | | 4 | Winter |
| 08.07.1996 | 0.608 | 8.9 | | 27 | Sommer |
| 05.07.1997 | 0.644 | 9.8 | | 23 | Sommer |
| 04.11.1998 | 0.793 | 14.1 | | 15 | Winter |
| 13.05.1999 | 0.802 | 14.4 | | 14 | Sommer |
| 13.06.2000 | 0.653 | 10.1 | | 21 | Sommer |
| 16.07.2001 | 0.904 | 17.7 | | 9 | Sommer |
| 2002 unvollständig | | | | | |
| 2003 unvollständig | | | | | |
| 03.06.2004 | 0.798 | 14.6 | | 13 | Sommer |
| 22.08.2005 | 1.024 | 22.6 | | 5 | Sommer |
| 09.04.2006 | 1.058 | 23.9 | | 3 | Sommer |
| 09.08.2007 | 1.546 | 47.4 | 42.5 | 1 | Sommer |
| 13.09.2008 | 0.857 | 16.5 | | 10 | Sommer |
| 18.07.2009 | 0.844 | 16.1 | | 11 | Sommer |
| 29.07.2010 | 1.144 | 27.5 | | | Jahr unvollständig |

3.4 Schlussfolgerungen

- Das grösste Jahreshochwasser der 41-jährigen Messreihe am Pegel Oberkirch ereignete sich am 18.5.1999 mit einer Abflussspitze von 4.5 m³/s. Das zweitgrösste Jahreshochwasser wurde am 8.8.2007 (4.35 m³/s) registriert. Auch in der 88-jährigen Seestandsmessreihe von Sempach sind die Hochwasser vom 18.5.1999 und 8.8.2007 auf den ersten beiden Rängen.
- Abflüsse über 30 m³/s werden beim Pegel Reitnau von der gültigen PQ-Beziehung überschätzt. Zur Festlegung der Hochwasserabflüsse über 30 m³/s wird die von Hunziker, Zarn & Partner (2006) gerechnete PQ-Beziehung (Überfallbeiwert: mü = 0.64) verwendet.
- Das mit Abstand grösste Jahreshochwasser am Pegel Reitnau ereignete sich am 9.8.2007 mit einer Abflussspitze von 42.5 m³/s. Das zweitgrösste Hochwasser wurde am 29.7.2010 (27.5 m³/s) registriert.
- Beim Hochwasser vom 8./9.8.2007 floss ca. 42 % des Gebietsniederschlags ab.
- Der überwiegende Teil der Jahresmaxima ereigneten sich im Sommerhalbjahr.

4 Historische Hochwasser

4.1 Einleitung

Am Hofbach gibt es keine Pegelmessungen und beim Pegel in Reitnau liegen Abflussmessungen nur über die letzten 31 Jahre vor. Durch die Untersuchung historischer Hochwasser lassen sich Hinweise über Häufigkeit, Grösse und Verlauf von Hochwasserereignissen zusammentragen. Das Zusammentragen von Informationen aus Zeitungen, Archiven und verbürgten Angaben erweitert hier den Beobachtungszeitraum auf etwa 200 Jahre. Dadurch können sowohl gemessene Hochwasser als auch überlieferte Hochwasser statistisch besser eingeordnet werden. Die im Laufe der Zeit erstellten Korrekektionsbauten erschweren den Vergleich mit früheren Hochwassern, da diese die Abflusskapazität der Suhre erhöhten.

4.2 Ausbaugeschichte der Luzerner Suhre und des Hofbachs

Die nachfolgende Zusammenstellung ist nicht vollständig. Aufgeführt sind bekannte Korrekktionen an der Luzerner Suhre sowie am Hofbach, welche die Abflussverhältnisse veränderten und wesentlich sind bei der Beurteilung der Grösse früherer Hochwasser.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde der Sempachersee zur Landgewinnung um 1.7 - 1.8 m abgesenkt (Bossard, 1986; Kt. Luzern, 1995). Von 1857 – 1859 wurde die Suhre zwischen Schaubern (Geuensee) und Triengen auf einer Länge von 6.5 km ausgebaut und tiefergelegt. Von 1941 – 1946 wurde die Bachsohle wiederum tiefergelegt und mit Brettern ausgelegt. Das Ufer wurde dabei mit Steinreihen befestigt. Im Jahre 1975 wurde die Suhre zwischen Sursee und der Kantonsstrasse Büron-Knutwil im Zusammenhang mit dem Bau der Abwasserleitung begradigt (AF-Colenco AG et al., 2009).

In den Jahren 1969/70 wurde der Hofbachdurchlass unter der Umfahrungsstrasse Sursee - Nottwil gebaut (Auskunft Urs Huber). Im Bereich unterhalb der SBB-Linie wurde der Hofbach 1981 – 1982 verlegt, so dass seither die Einmündung in die Suhre 120 m weiter oben erfolgt (Kt. Luzern, 1995). Schliesslich wurde der Hofbach nach dem Hochwasser vom 8./9.8.2007 oberhalb der SBB-Linie leicht ausgebaut (Auskunft Urs Huber).

4.3 Überblick über die historischen Hochwasser

Abbildung 4.1 gibt einen guten Überblick über das Hochwassergeschehen der letzten 200 Jahre sowie wichtiger Korrekektionsbauten. Im Anhang 1 sind sämtliche Informationen über historische Hochwasser detailliert zusammengestellt. Die Grösse der einzelnen Hochwasser an der Suhre wurde gemäss den Kriterien in der Tabelle 4.1 charakterisiert. Neben den Abflussmessungen wurden sämtliche zusammengetragenen Informationen zu den Hochwassern im EZG berücksichtigt und gewertet. Eine gleichwertige Differenzierung der Grösse vergangener Hochwasser war am Hofbach nicht möglich. Beim Hofbach sind sechs Überschwemmungsereignisse mit einem vergleichbaren Schadensbild bekannt; eine Abflussschätzung konnte nur bei den jüngsten beiden Ereignissen vorgenommen werden.

Es existieren seit 1882 verschiedene Niederschlag-Tagessammler in der Region. Sie erlauben einen Vergleich der lang andauernden Starkregenereignisse, die Intensität und räumliche Verteilung von Gewittern erfassen sie hingegen nicht. Im Anhang 2 sind die Tagesniederschläge grosser Hochwasserereignisse seit 1882 aufgeführt. Sie liefern zusätzliche Informationen zur Einordnung der Hochwasser.

Historische Hochwasser an der Suhre zwischen Sursee und Reitnau sowie am Hofbach in Oberkirch

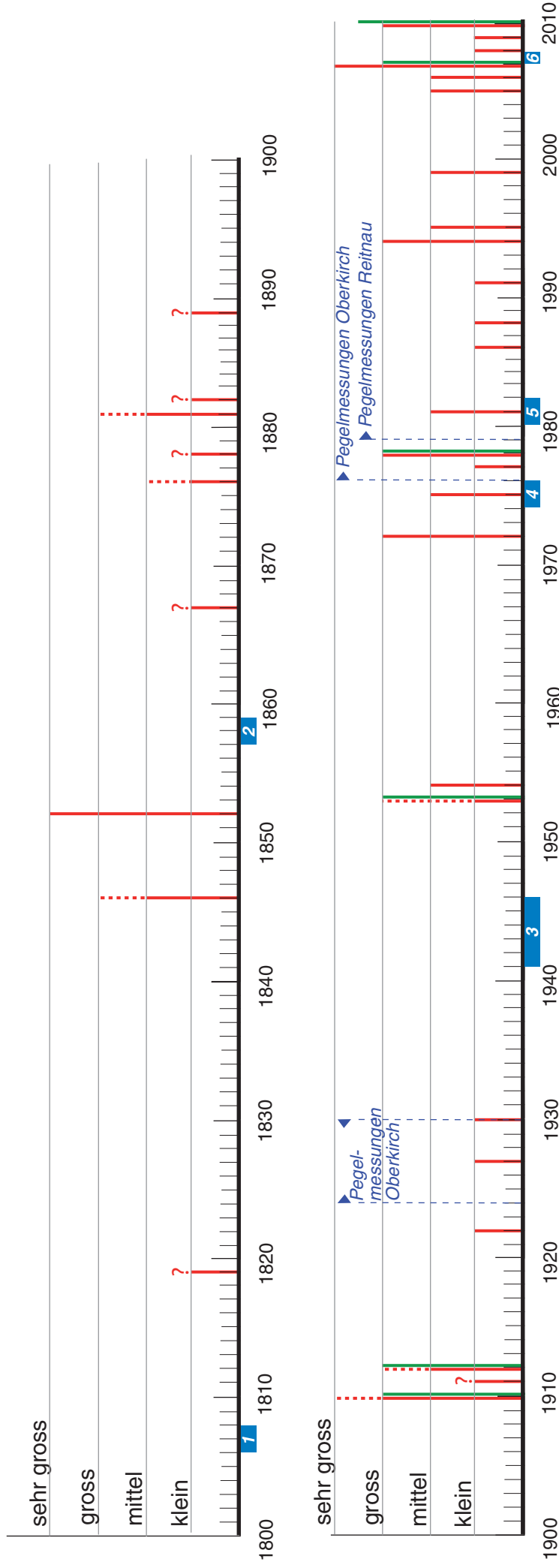


Abb. 4.1:

Historische Hochwasser an der Suhre zwischen Sursee und Reitnau seit 1819 sowie am Hofbach in Oberkirch. Charakterisierung der Grösse einzelner Hochwasser anhand der untersuchten Quellen.

Korrektionsbauten:

- 1 Absenkung des Sempachersees um 1.7 - 1.8 m zur Landgewinnung.
- 2 Ausbau zwischen Schaubern (Geuensee) und Triengen mit Tieferlegung auf einer Länge von 6.5 km.
- 3 Tieferlegung und Auslegung der Bachsohle mit Brettern und Steinreihen entlang der Ufer.
- 4 Begradigung der Suhre zwischen Sursee und der Kantonsstrasse Bürön-Knutwil im Zusammenhang mit dem Bau der Abwasserleitung.
- 5 Der Hofbach wird unterhalb des SBB-Durchlasses verlegt, so dass die Einmündung in die Suhre 120 m weiter oben erfolgt.
- 6 Leichter Ausbau des Hofbachs oberhalb des SBB-Durchlasses nach dem Hochwasser vom 8./9.8.2007.

Tab. 4.1: Einordnungskriterien zur Wertung historischer Hochwasser an der Suhre zwischen Oberkirch und Reitnau.

| | Suhre in Sursee (BP 3) | Suhre, Pegel Reitnau (BP 8) | Beschreibung |
|-----------------|--------------------------|-----------------------------|---|
| nicht klassiert | < 3 m ³ /s | < 10 m ³ /s | keine Überschwemmungen entlang der Suhre |
| klein | 3 – 6 m ³ /s | 10 – 15 m ³ /s | keine Überschwemmungen entlang der Suhre |
| mittel | 6 – 9 m ³ /s | 15 – 25 m ³ /s | kleine, leichte Überschwemmungen entlang der Suhre |
| gross | 9 – 12 m ³ /s | 25 – 35 m ³ /s | Überschwemmungen und Sachschäden entlang der Suhre |
| sehr gross | > 12 m ³ /s | > 35 m ³ /s | grosse Überschwemmungen und Sachschäden entlang der Suhre |

Nachfolgend werden die an der Suhre als „sehr gross“ eingestufteten Hochwasserereignisse sowie die bekannten Überschwemmungsereignisse am Hofbach kurz beschrieben:

4.4 Sehr grosse Hochwasser an der Luzerner Suhre

Das Hochwasser vom **17./18.9.1852** gilt als eines der grössten des schweizerischen Mittellandes. Ursache waren 52stündige, ununterbrochene Regenfälle mit eingelagerten Gewittern (Röthlisberger, 1991). Das Suhrental glich damals von Sursee bis Triengen einem grossen See. Die Seitenbäche waren zu Strömen angeschwollen. Brücken und Strassen wurden zerstört, sowie Felder mit Geschiebe bedeckt.

Am **19.1.1910** führte einsetzende Schneeschmelze verbunden mit reichlichen Niederschlägen zu Überschwemmungen in der West- und Innerschweiz (Röthlisberger, 1991). In Triengen, Beromünster, Unterkulm und Aesch (LU) wurden in 3 Tagen Niederschlagssummen zwischen 125 und 146 mm gemessen. In Sursee uferte die Suhre aus und flutete Keller und Ställe. Bei Münigen (BP 2) musste ein Haus von der Feuerwehr gesichert werden. Auch bei Büron uferte die Suhre aus und zerstörte die Strasse auf einer Länge von 5 Metern.

Anhaltender Regen am **8./9.8.2007** liess die Suhre zwischen Oberkirch und Reitnau an mehreren Orten ausufern. In Sursee wurden in zwei Tagen 133 mm Niederschlag gemessen. In Sursee wurde eine Abflussspitze von ca. 14 m³/s abgeschätzt (alte Suhre ca. 8 m³/s, neue Suhre ca. 6 m³/s; Kost + Partner AG, 2009). In Reitnau wurde eine Abflussspitze von 42.5 m³/s gemessen. Ein direkter Vergleich dieses Hochwassers mit den Ereignissen von 1910 und 1852 ist schwierig. Es liegt über die vergangenen 200 Jahre betrachtet auf den Rängen 1 bis 3 und lässt sich folglich als 60- bis 200 jährliches Ereignis einstufen.

4.5 Grosse Überschwemmungen am Hofbach

Das älteste dokumentierte Überschwemmungsereignis ereignete sich am **19.1.1910** und verursachte auch an der Suhre ein sehr grosses Hochwasser (vgl. Kap. 4.4). Der Hofbach trat am Nachmittag über die Ufer und überschwemmte das Gebiet unterhalb der Liegenschaften Oberhof. Dabei stauten sich unter- und oberhalb des Bahndammes grosse Wassermengen an.

Nur zwei Jahre später trat der Hofbach nach anhaltenden Regenfällen am **13.6.1912** wieder über die Ufer und überschwemmte die Strasse von der Station Sursee nach Oberkirch.

Gemäss Angaben von Hans Willi überflutete der Hofbach anfangs der 1950er-Jahre (vermutlich **Juni 1953**) das Landwirtschaftsland zwischen dem Oberhof und der Bahnlinie. Das Wasser floss anschliessend durch die Bahnunterführung nördlich des Oberhofs der Suhre zu.

Dauerregen liess am **7.8.1978** den Hofbach über die Ufer treten. Dabei wurden Keller und Felder überflutet und die Fabrik „Calida“ bei Münigen in Mitleidenschaft gezogen.

Nach anhaltenden Niederschlägen staute sich am Abend des **8.8.2007** das Wasser des Hofbachs an einer Flurwegbrücke, uferte aus und überschwemmte das Landwirtschaftsland zwischen Oberhof und der Bahnlinie. Der SBB-Durchlass wurde dabei nicht eingestaut. Aufgrund der Angaben von Hans Willi konnte eine Abflussspitze des Hofbachs von $6 - 7 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeschätzt werden. Hans Willi (Jahrgang 1939) wohnt seit Geburt auf dem Oberhof. Ausser diesem Ereignis und dem grösseren Hochwasser vom 29. Juli 2010 kann er sich nur noch an ein vergleichbares Hochwasserereignis anfangs der 1950er-Jahre (vermutlich Juni 1953) erinnern. Demnach lässt sich dieses Hofbachhochwasser als 20 – 30-jährliches Ereignis einordnen.

Mehrere Gewitterzellen zogen am Morgen des **29.7.2010** über das schweizerische Mittelland. Wie schon im August 2007 staute sich das Wasser des Hofbachs an einer Flurwegbrücke, uferte aus und überschwemmte das Landwirtschaftsland zwischen Oberhof und der Bahnlinie. Der SBB-Durchlass wurde diesmal eingestaut. Das Wasser floss einerseits durch die Bahnunterführung neben dem SBB-Durchlass und andererseits über das Landwirtschaftsland dem Bahndamm entlang zur Bahnunterführung des Flurwegs nördlich des Oberhofs. Aufgrund der Angaben von Hans Willi konnte eine Abflussspitze des Hofbachs von $7 - 9 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeschätzt werden. Dieses Ereignis war wahrscheinlich das grösste Hofbach-Hochwasser, das Hans Willi bisher erlebte. Demnach lässt sich dieses Hofbachhochwasser als 60-jährliches Ereignis einordnen. Die oben beschriebenen Hofbachhochwasser der vergangenen hundert Jahre waren aufgrund der dokumentierten Angaben kleiner oder in der gleichen Grössenordnung. Demnach lässt sich dieses Hochwasser auch als 100-jährliches Ereignis einordnen.

4.6 Schlussfolgerungen

Aus den Erkundungen historischer Hochwasser lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Durch die Recherchen über historische Hochwasser eröffnet sich ein Beobachtungszeitraum von 200 Jahren.
- Sehr grosse Hochwasser an der Suhre wurden durch Dauerregen verursacht.
- Fünf der sechs bekannten Überschwemmungsereignisse am Hofbach wurden ebenfalls durch Dauerregen verursacht. Dem Hochwasser vom 29.7.2010 gingen gewittrige Regengüsse voraus, ihm wird eine Wiederkehrperiode von 60 – 100 Jahren zugewiesen.
- Das Hochwasser vom August 2007 war an der Luzerner Suhre das grösste seit dem Hochwasser vom Januar 1910. Die Abflussspitze lag in Sursee bei $14 \text{ m}^3/\text{s}$ und in Reitnau bei $42.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Über die vergangenen 200 Jahre liegt dieses Hochwasser auf den Rängen 1 bis 3 und lässt sich folglich als 60- bis 200 jährliches Ereignis einstufen.
- Das grösste Hofbach-Hochwasser der vergangenen 60 bis 100 Jahre ereignete sich am 29.7.2010 und erreichte eine Abflussspitze von $7 - 9 \text{ m}^3/\text{s}$. Das Hochwasser vom 8.8.2007 (Abflussspitze von $6 - 7 \text{ m}^3/\text{s}$) konnte als 20 – 30-jährliches Ereignis eingeordnet werden.

5 Beurteilung der Abflussreaktion des Gebiets

5.1 Einleitung

Bei einem Starkregen fliesst ein Teil des Niederschlags schnell ab. Das übrige Wasser infiltriert in den Boden, wo verschiedene Fliesswege vorhanden sind, die mit unterschiedlichen Fliessgeschwindigkeiten durchflossen werden. Die Hochwasserreaktion eines Flusses auf Starkregen kann stark bis verzögert verlaufen, je nachdem, wie viel Wasser sofort abfliesst und welche Fliesswege der infiltrierte Niederschlag im Boden nimmt.

Wie viel Wasser bei Starkregen in den Boden eindringt und vorübergehend zurückgehalten wird und wie viel Wasser sofort abfliesst, hängt von vielen Faktoren ab, wie z.B. Geomorphologie, Geologie, Böden, Vegetation, Landnutzung. Dieser Zusammenhang zwischen Abflussbildung und Gebietsausstattung wurde detailliert mittels Beregnungsversuchen untersucht (Scherrer, 1997; Naef et al., 1999; Kienzler und Naef, 2008). Darauf aufbauend wurde ein Bestimmungsschlüssel entwickelt, der die Identifikation hochwasserrelevanter Flächen erlaubt (Scherrer et al., 2002; Scherrer & Naef, 2003; Scherrer AG, 2004). Die Beurteilung des Einzugsgebiets der Suhre nach der Abflussbereitschaft lehnt sich eng an diesen Bestimmungsschlüssel an.

5.2 Geologie und Hydrogeologie

5.2.1 Geologie

Der geologische Aufbau des Einzugsgebiets der Suhre ist flächenmässig dominiert von würmeiszeitlichen Moränen und Schottern mit uneinheitlicher Durchlässigkeit (Gerber, 1994; Mengis & Lorenz, 1997). Das typische glaziale Landschaftsbild mit Moränenwällen, Schotterfluren und Verlandungsbildungen wurde vom ehemaligen Aare-Reussgletscher ausgeprägt, der bei seinem Maximalstand von Südosten her bis nach Staffelbach vorstiess und bei seinem Rückzug u. a. den ausgeprägten Moränenwall hinterliess, der von Schenkon über Sursee nach Oberkirch verläuft und den Sempachersee aufstaut. Weitere markante Moränenwälle hinterliess der Gletscher an den Hängen beidseits des Suhretals. Im Spätwürm bildeten sich in den einstigen Zungenbecken des Gletschers ausgedehnte Seen. Entsprechend besteht die Talfüllung des Suhretals zwischen Triengen und Sursee aus siltig-sandigen Seeablagerungen. Am Übergang zu den steilen Hangbereichen bildeten sich beim Abschmelzen des Eises mächtige, breitgefächerte Bachschuttkegel, v.a. an der östlichen Talflanke des Suhretals. In den Bereichen, die während der Würmeiszeit unvergletschert blieben, finden sich Moränendecken der Riss-Eiszeit (östlich von Triengen). Kleinflächig tritt auch der tertiäre Untergrund zutage: Sandsteine und Mergel der Oberen Meeresmolasse (OMM) sowie der Oberen Süsswassermolasse (OSM). Mancherorts bildete sich Gehängelehm durch direkte Verwitterung solcher Molassemergel (z.B. am Bluemeberg).

5.2.2 Hydrogeologie

Die feinkörnigen Seesedimente des Talbodens sowie die Gesteine und Gehängelehme der Molasse weisen eine geringe, die würmeiszeitlichen Moränendecken eine geringe bis uneinheitliche Durchlässigkeit auf. Die grobkörnigen Schotter der Schuttkegel und Schotterfluren sind demgegenüber gut durchlässig und werden mit mehreren öffentlichen Trinkwasserpumpwerken genutzt. Im Stadtgebiet Sursee erfolgt eine thermische Grundwassernutzung mit mehreren Wärmepumpenanlagen.

5.2.3 Böden

Im EZG existieren wenige bodenkundliche Informationen. Lediglich die Bodeneignungskarte im Massstab 1 : 200'000 liegt vor (EJPD, 1980). Diese Grundlage wurde mit 12 Sondierungen ergänzt, welche im Anhang 3.1 dargestellt und im Anhang 3.2 beschrieben sind. Es wurden Sondierungen mit der Schlagsonde nach Pürckhauer (Kerndurchmesser 2 cm), und mit der Rammkern-Bohrsonde (d = 10 cm) abgeteuft. Anhand der Bodenprofile wurden die zu erwartenden Abflussprozesse hergeleitet.

Im EZG dominieren die normal durchlässigen, sandig-lehmigen bis sandig-schluffigen Braunerdeböden. In Muldenlagen, insbesondere entlang der Moränenwälle finden sich leicht stauwasser geprägte Böden (Buntgleye bzw. Braunerde-Pseudogleye, Su3, Su4). Anmoor-Braunerden sind in den ehemaligen Mooregebieten der heute grösstenteils drainierten Talebene zu finden (Su10). Kleinflächig sind nicht drainierte Gebiete vorhanden, wo sich grundwasser geprägte Gley-Böden befinden.

5.3 Abflussprozesse und Abflusstypen auf natürlichen (nicht überbauten) Flächen

Die Beurteilung der im Gebiet zu erwartenden Abflussprozessen auf den natürlichen Flächen stützt sich auf Erkenntnisse von Beregnungsversuchen (Scherrer, 1997; Naef et al., 1999; Kienzler und Naef, 2008). Tabelle 5.1 zeigt die Kriterien zur Klassifizierung der Abflussbereitschaft. Abflussprozesse mit ähnlicher Abflussreaktion werden zu sogenannten Abflusstypen zusammengefasst. Folgende Abflussprozesse wurden im EZG der Suhre unterschieden:

Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (Hortonian Overland Flow, HOF) kann auf schwach durchlässigen, geneigten Böden erwartet werden.

Gesättigter Oberflächenabfluss (Saturation Overland Flow, SOF) tritt nach Sättigung des Bodens auf. Man unterscheidet zwischen raschem gesättigtem Oberflächenabfluss (SOF1), verzögertem (SOF2) oder stark verzögertem Oberflächenabfluss (SOF3). Dies gilt analog bei den anderen Abflussprozessen. Auf flachgründigen Böden mit darunterliegender Stauschicht oder feucht-nassen Böden an Hängen mit geringem Speichervermögen erfolgt die Sättigung besonders rasch (SOF1). Dieser Prozess kommt im EZG räumlich sehr begrenzt vor (Feuchtflecken, Gerinneflanken). SOF2 tritt hingegen etwas häufiger auf (vernässte Böden an leicht geneigten Lagen, sehr flachgründige Böden an Steilhängen, Bachsäumen, Muldenlagen entlang Moränenwällen). SOF3 ist in landwirtschaftlich genutzten Gebieten mit Braunerdeböden meist flächenmässig dominant.

Abfluss im Boden (Sub-Surface Flow, SSF) ist zu erwarten, wenn im Boden hochdurchlässige Schichten über undurchlässigem Gestein liegen oder Makroporen dem Wasser ein rasches laterales Fliessen ermöglichen. Diese bodenkundlich-geologisch günstigen Bedingungen für raschen Abfluss im Boden (SSF1), aber auch die Eigenschaften für verzögerten Abfluss im Boden (SSF2) sind im EZG kaum gegeben. Stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3) kommt in den meisten geneigten Waldgebieten vor.

Ist der Boden gut durchlässig und liegt er über durchlässigem geologischen Untergrund, kann über die *Tiefensickerung* (Deep Percolation DP) viel Wasser in Boden und Geologie eindringen. Je nach Abstand zum Grundwasser und Verbindung zum Vorfluter wird das Wasser über längere Zeit gespeichert. Dieser Prozess kommt im Suhre-EZG nur kleinräumig auf gerinnefernen, nur leicht geneigten, unvernässten Moränestandorten vor, wo ein Grossteil des Niederschlagswassers in den tieferen Untergrund versickert ohne zum Hochwasserabfluss beizutragen.

Eine besondere Stellung nimmt die Talebene zwischen Triengen und Sursee ein. Diese Gebiete waren natürlicherweise stark vernässt, weil die Entwässerung aufgrund der geringen Geländeneigung nur langsam vor sich ging. Grosse Teile dieser Flächen wurden daher drainiert. Bei Hochwasser werden flache, drainierte Gebiete vom Vorfluter zurückgestaut, d. h. sie sind nicht so stark beitragend, wie ihre gerinnenahen Lage es vermuten lassen würde.

Abbildung 5.1 und Tabelle 5.1 zeigen die Charakterisierung der Teilflächen des EZG nach der Abflussbereitschaft. Gut sichtbar sind diese Bereiche der rasch und leicht verzögert beitragenden Flächen entlang der meisten Bäche. Abflusstyp 1 (rasch und stark beitragende Flächen) und Abflusstyp 2 (leicht verzögert beitragende Flächen) machen im EZG nur 4.3 % aus. Dem Abflusstyp 3 (verzögert beitragende Flächen) gehören vor allem die feuchten, meist drainierten Muldenlagen sowie die Muldenlagen entlang der Moränenwälle an (27.1 %). Mehr als die Hälfte des Einzugsgebiets (55.2 %) bestehen aus stark oder sehr stark verzögert beitragenden Flächen (Abflusstyp 4 und 5). Es sind vor allem mächtige, gut durchlässige Braunerdeböden, die dem Abflusstyp 4 angehören. Gerinneferne Braunerden und Regosole über Schotter oder Moräne gehören dem Abflusstyp 5 an.

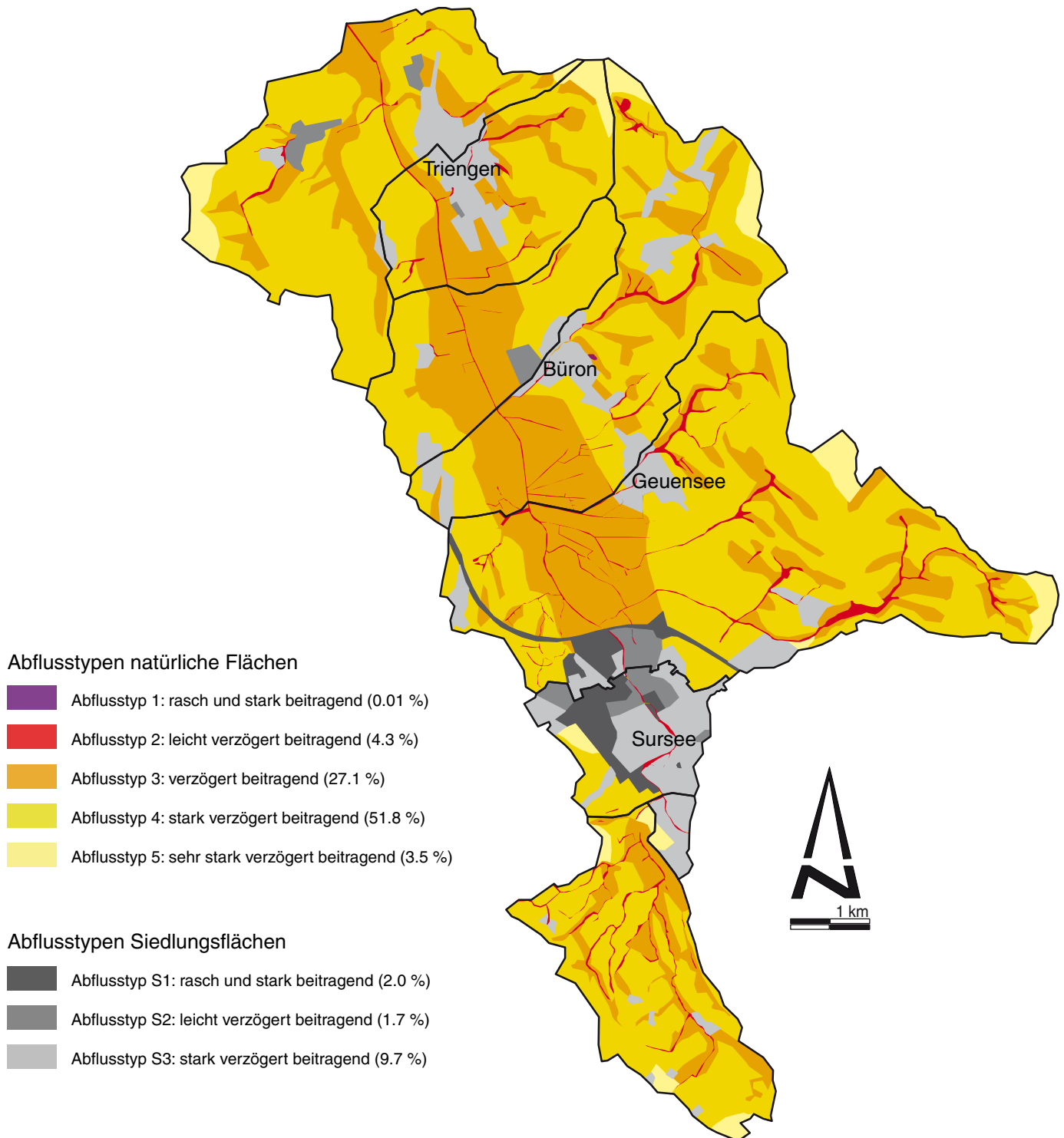


Abb. 5.1: Flächen ähnlicher Abflussbereitschaft (Abflusstypen) im Einzugsgebiet der luzerner Suhre.

Tabelle 5.1: Dominante Abflussprozesse, Gebietseigenschaften und Abflusstypen im EZG der luzerner Suhre.

| Abflusstyp | Abflussreaktion | Dominante Abflussprozesse | Massgebende Gebietseigenschaften | Flächenanteil am EZG | |
|------------|--|--|---|----------------------|------|
| | | | | (km ²) | (%) |
| 1 | Rasch und stark beitragende Flächen | Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF1) Sofortiger gesättigter Oberflächenabfluss (SOF1) | Schwach durchlässige Böden mit Gefälle, verrutschte Gerinnflanken Feuchthflächen | 0.008 | 0.01 |
| 2 | Leicht verzögert beitragende Flächen | Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF2) Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sich langsam sättigender Flächen (SOF2) Rascher Abfluss im Boden (SSF1) | Schwach durchlässige Böden mit geringem Gefälle Vernässte Böden im Bereich von Quellmulden, drainierte Flächen in Hanglage, Moore an geneigter Lage Flachgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen über schwach durchlässigem Fels mit grossem Gefälle | 2.5 | 4.3 |
| 3 | Verzögert beitragende Flächen | Verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF3) Verzögerter Abfluss im Boden (SSF2) | Mässig tiefgründige Böden mit mässiger bis guter Durchlässigkeit, flache drainierte Flächen Mässig tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen wegen über Fels oder Moräne, Gerinnenähe | 16.0 | 27.1 |
| 4 | Stark verzögert beitragende Flächen | Sehr stark verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF3) Stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3) | Tiefgründige Böden mit guter Durchlässigkeit Tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen | 30.6 | 51.8 |
| 5 | Sehr stark verzögert beitragende Flächen | Tiefensickerung (DP) Sehr stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3) | Tiefgründige gut durchlässige Böden oder flachgründige, gut durchlässige Böden auf durchlässiger Geologie (Schotter) Tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen, gerinnefern | 2.0 | 3.5 |
| Total | | | | 51.1 | 86.6 |

5.4 Abflussreaktion der Siedlungsgebiete

Da die überbauten Flächen im EZG mit 13.4% einen wesentlichen Anteil ausmachen, wurden die hochwasserrelevanten Flächen im Siedlungsgebiet gesondert kartiert. Die Beurteilung basiert auf den Erfahrungen der Glatzstudie (IHW / Scherrer AG, 2002; Naef et al., 2004). Wichtige Kriterien waren dabei die Bebauungsdichte und die Geländeneigung. Die Siedlungsflächen wurden in drei verschiedene Abflusstypen mit unterschiedlicher Abflussreaktion unterteilt (Tab. 5.2), welche ebenfalls als Grundlage für die Abflussberechnungen mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell QAREA dienen.

Tabelle 5.2: Klassierung der Siedlungsflächen nach Abflusstypen

| Abflusstyp | Abflussreaktion | Massgebende Gebietseigenschaften | Flächenanteil | |
|------------|-----------------------------|---|--------------------|------|
| | | | (km ²) | (%) |
| S1 | rasch und stark beitragend | leicht geneigte, dicht bebaute Flächen stark geneigte, mässig dicht bebaute Flächen | 1.2 | 2.0 |
| S2 | leicht verzögert beitragend | ebene, dicht bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen geneigte, locker bebaute Flächen | 1.0 | 1.7 |
| S3 | verzögert beitragend | geneigte, locker bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen | 5.7 | 9.7 |
| Total | | | 7.9 | 13.4 |

5.5 Abflussreaktionskurven

Abbildungen 5.2 und 5.3 zeigen die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen und Siedlungsgebiete. Auf der Grundlage von Beregnungsversuchen (Scherrer, 1997) wurden den fünf Abflusstypen der natürlichen Flächen je eine Abflussreaktionskurve zugeordnet. Die Kurven beschreiben den Anteil des abfliessenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagsmenge. Eingetragen sind die Spitzen- und die Volumenabflusskoeffizienten. Letztere zeigen, dass von den flächenmässig dominierenden Abflusstypen 3 und 4 der natürlichen Flächen (16.0 % resp. 30.6 % des EZG) bei einem Niederschlag von 100 mm rund 30 % resp. 10 % abfließt.

Für die Herleitung von Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen besteht eine grosse Erfahrung aus zahlreichen Studien. Vergleichbare Erfahrungen für besiedelte Flächen existieren hingegen weniger. Die Abflussreaktionskurven der Siedlungsgebiete beruhen im Wesentlichen auf Erkenntnissen, die im Rahmen der Glatzstudie gewonnen wurden (IHW / Scherrer AG, 2002). Demnach fließen vom Siedlungs-Abflusstyp S1 (2.0 % des EZG) bei einem Niederschlag von 100 mm rund 85 % ab, bei S2 (1.7 % des EZG) 42 % und S3 (9.7 % des EZG) 20 %.

5.6 Schlussfolgerung

Insgesamt überwiegen im EZG der Suhre verzögert bis stark verzögert reagierende Flächen, die erst nach längeren, ergiebigen Niederschlägen zum Abfluss beitragen. Die Abflussreaktion kann daher als mässig (bis schwach) bezeichnet werden. Die Kartierung deckt sich mit den Erkenntnissen der historischen Erkundungen, wonach v. a. lange Niederschläge zu den grossen Hochwassern führten.

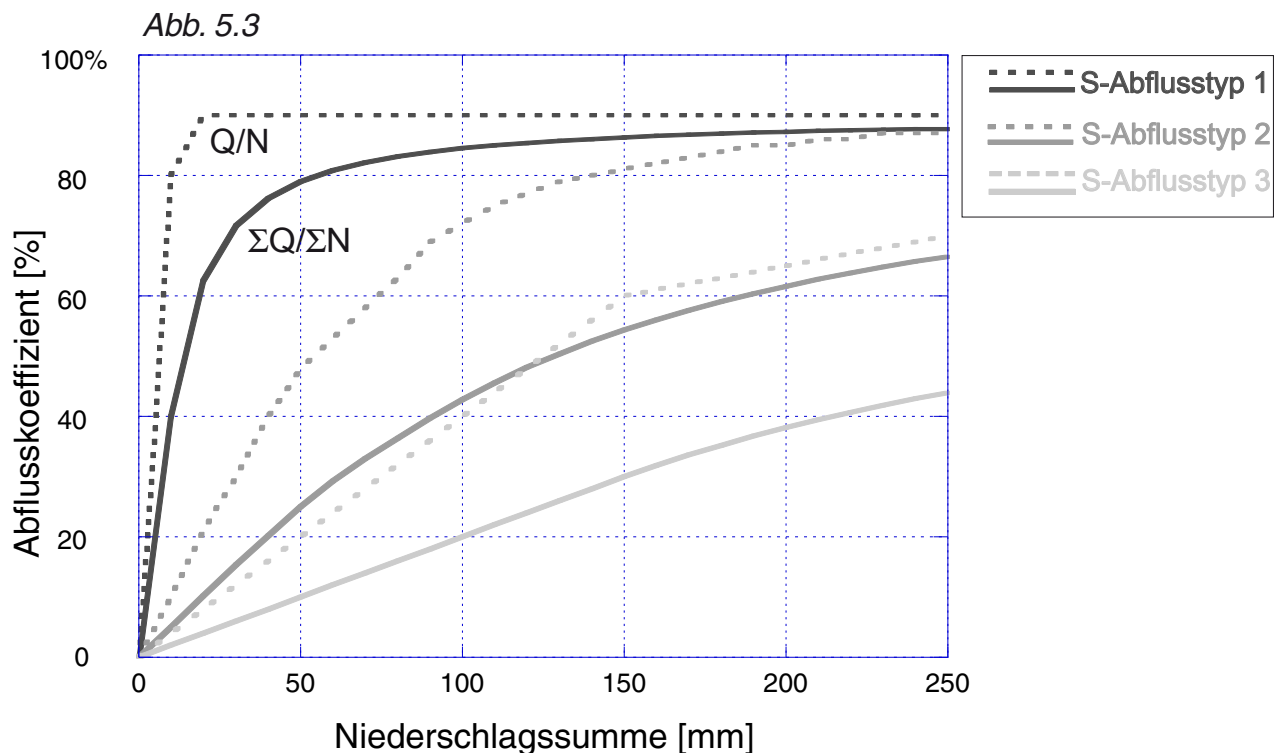
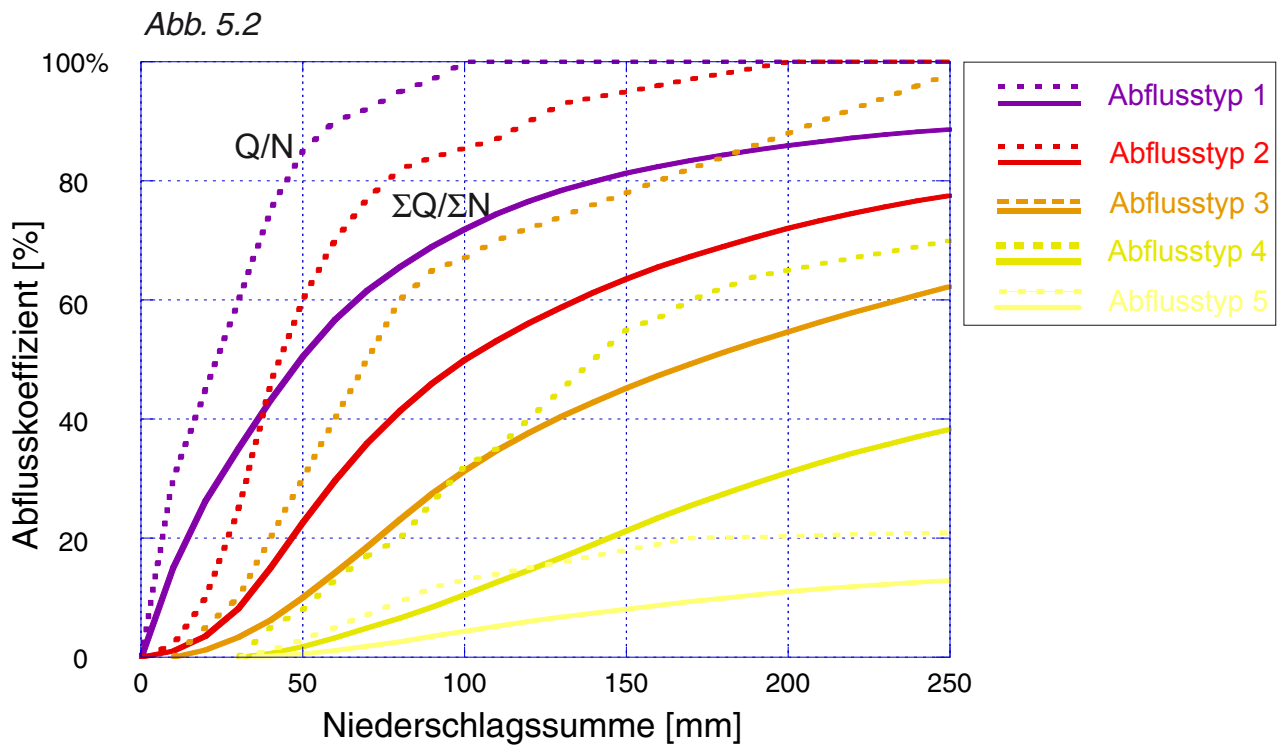


Abb. 5.2, 5.3:

Die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen (Abb. 5.2) und für Siedlungsflächen (Abb. 5.3). Sie definieren den Anteil des abfließenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagssumme. Eingezeichnet ist der Spitzenabflusskoeffizient (Q/N , strichliert) und der Volumenabflusskoeffizient ($\Sigma Q/\Sigma N$, ausgezogene Linie).

6 Abflussberechnungen

6.1 Einleitung

Das hier eingesetzte Niederschlag-Abfluss-Modell (NAM) QAREA wurde am Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft der ETH Zürich entwickelt und erfasst die bei der Hochwasserentstehung beteiligten Abflussprozesse. Dieses Modell ist ein Hilfsmittel, das erlaubt, das Abflussverhalten des EZG auf verschiedene Starkniederschläge rechnerisch zu simulieren und die Reaktion auf seltene meteorologische Bedingungen (Niederschlags-Szenarien) abzuschätzen.

6.2 Grundlagen und Aufbau des Modells QAREA

Die Abbildung 6.1 zeigt die Grundlagen des NAM QAREA. Das Modell wurde den Verhältnissen entsprechend für die Suhre erstellt.

Zusammenfassend die wichtigsten Grundlagen und Eigenschaften des Modells QAREA:

- Das NAM berechnet Abflüsse aus verschiedenen TEZG resp. für verschiedene Bemessungspunkte (Abb. 6.1a).
- Das NAM basiert auf der Klassifizierung der **Abflussbereitschaft** der Teileinzugsgebietsflächen (Abflusstypen, Abb. 6.1b) und den dazugehörigen Abflussreaktionen (Abflussreaktionskurven, Abb. 6.1c, Kap. 5.6).
- Die **Fliesszeiten** bis zum Teileinzugsgebietsausgang (Isochronen) und die Fliesszeiten in den Gerinnen wurden berücksichtigt (Abb. 6.1d).
- **Niederschläge:** Zur Simulation von Landregen aber auch kurzen Gewitterniederschlägen kann das Gebiet gleichmässig überregnet werden oder auch nur Teile davon (Abb. 6.1e).

Ein Schema des eingesetzten Modells ist im Anhang 4 zu finden. Der gefallene Niederschlag wird aufgeteilt in Direktabfluss und in den Boden infiltrierendes Wasser. Das infiltrierte Wasser wird im Boden gespeichert und verzögert wieder abgegeben. Die Reaktion dieser Bodenspeicher wird mit linearen Speichern modelliert. Für jeden Abflusstypen wird eine eigene Speichercharakteristik angenommen. Der Direktabfluss erfährt auf dem Weg ins Gerinne eine Verzögerung durch Retention (Oberflächenspeicher), welche ebenfalls mit einem linearen Speicher simuliert wird. Der in Oberkirch gemessene Ausfluss des Sempachersees wird im NAM als Input-Ganglinie berücksichtigt.

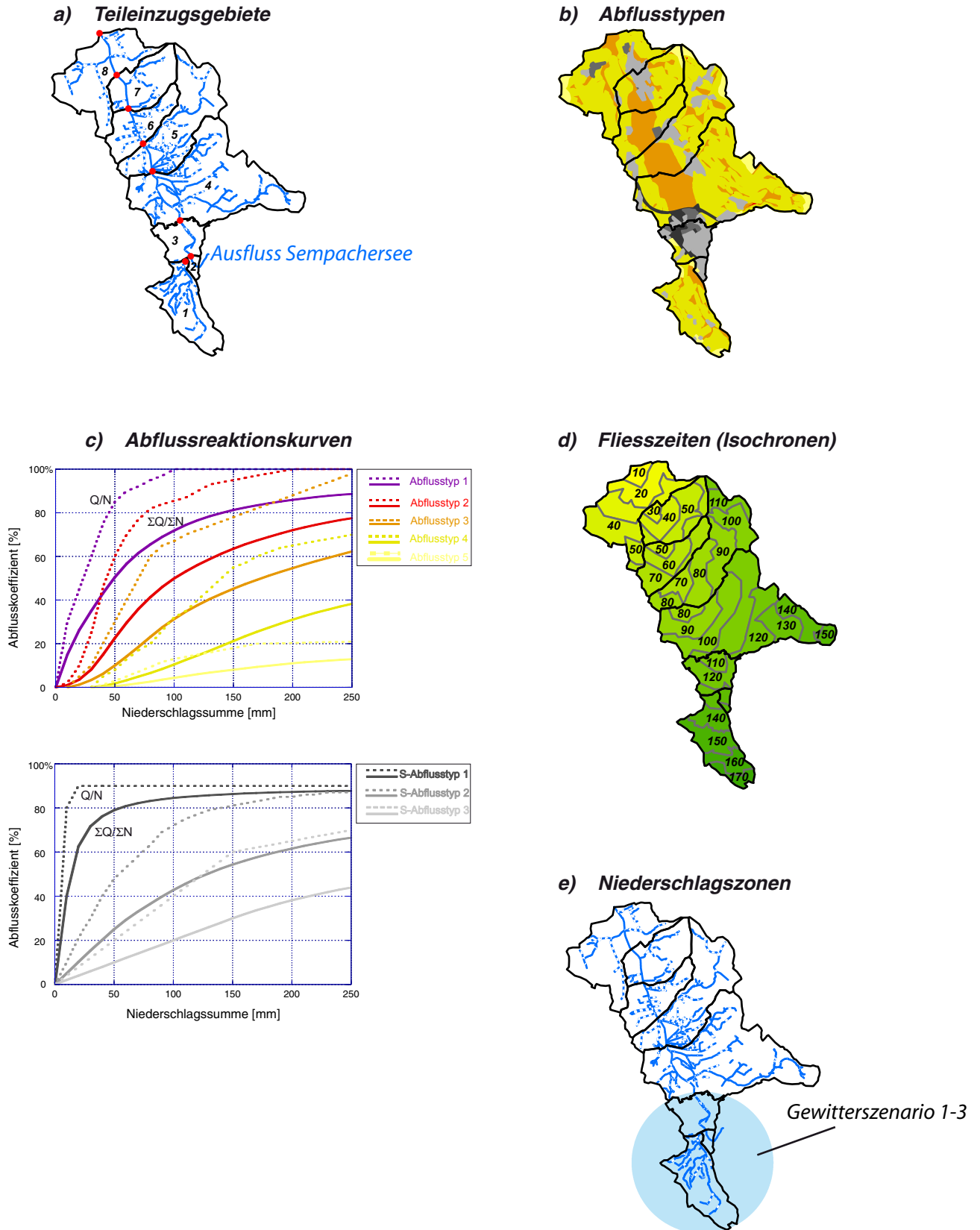


Abb. 6.1: Die Grundlagen des Niederschlag-Abfluss-Modells QAREA:
 a) Die Teileinzugsgebiete mit den Berechnungspunkten,
 b) die Abflusstypen,
 c) die Abflussreaktionskurven,
 d) die Fließzeiten in Minuten (Isochronen),
 e) die Niederschlagszonen.

6.3 Eichung des Modells

Für die Modelleichung wurden die am Pegel in Reitnau gemessenen Hochwasser vom 22. August 2005 (Anhang 5.1), 9./10. April 2006 (Anhang 5.2) und vom 8./9. August 2007 (Anhang 5.3) nachgerechnet. Bei diesen Hochwasserereignissen waren folgende Voraussetzungen für eine Modelleichung gegeben:

- Es waren Niederschlagsereignisse, welche die ganze Region betrafen. Es wurde die zeitliche Niederschlagsverteilung der hoch aufgelöst messenden kantonalen Stationen Sursee für den Niederschlagsinput verwendet.
- Aufgrund der vorliegenden Daten der umliegenden Niederschlagsstationen konnte die räumliche Niederschlagsverteilung mittels Interpolation abgeschätzt und für den Niederschlagsinput verwendet werden (Anhang 6.1 – 6.3). Bei früheren Hochwasserereignissen stehen wesentlich weniger Niederschlagsdaten zur Verfügung (vgl. Anhang 2).

Die Abflüsse dieser drei Hochwasser konnten nach Verlauf, Abflussvolumen und Abflussspitze gut nachgerechnet werden. Beim Hochwasser vom 22.8.2005 wird der Abfluss leicht überschätzt und beim Hochwasser vom 9./10.4.2006 leicht unterschätzt. In der 2. Tageshälfte des 10.4.2006 sank die Schneefallgrenze bis in die Niederungen (MeteoSchweiz, 2006). Dadurch blieb der gefallene Niederschlag liegen und floss verzögert ab. Das NAM berücksichtigt diese Gegebenheit nicht.

Beim Hochwasser vom 8./9. August 2007 konnten die am Hofbach und an der Suhre in Sursee geschätzten Abflussspitzen gut nachvollzogen werden. Der Verlauf des Abflusses in Reitnau weicht hingegen etwas ab. Das Ausufern der Suhre bewirkte eine Retention, die im NAM nicht berücksichtigt ist. Insgesamt ergibt das Modell plausible Ergebnisse und kann für die Abflussberechnungen (Kap. 6.5) eingesetzt werden.

6.4 Niederschlag-Szenarien

6.4.1 Räumliche Niederschlagsverteilung

Niederschläge haben eine zeitliche (Dauer und Intensität des Niederschlags) und eine räumliche Verteilung (Überregnung des Gebiets). Bei langandauernden Niederschlagsereignissen (> 4 h Dauer) wurde für die Herleitung der Szenarien angenommen, dass das ganze 59.1 km² grosse EZG gleichmässig überregnet wird.

Die Zentren von Konvektionszellen, in denen die Niederschlagsmaxima von kurzen Starkniederschlägen (≤ 4 h Dauer) fallen, sind auf wenige km² begrenzt. Daher wurden ein für Oberkirch und Sursee massgebendes Gewitterszenario für die Niederschläge mit einer Dauer von vier Stunden oder weniger festgelegt (Abb. 6.1e):

- Gewitterszenario 1-3: Die Teileinzugsgebiete (TEZG) 1 bis 3 werden voll, die übrigen (nicht voll beregneten) TEZG mit halbierten Niederschlagsintensitäten überregnet.

6.4.2 Zeitliche Niederschlagsverteilung und Niederschlagsintensitäten

Östlich des EZG der Suhre liegt die Regenmessstation Beromünster der MeteoSchweiz. Von den Regenmessstationen, die über eine statistische Auswertung verfügen, liegt Beromünster dem EZG der luzerner Suhre am nächsten (Röthlisberger et al., 1992). In der Niederschlagsstatistik von Röthlisberger et al. (1992) wurden die Jahre 1901 – 1970 ausgewertet. Seit den 1990er-Jahren gab es eine Häufung von extremen Starkregen, welche in dieser Statistik nicht berücksichtigt sind. Daher wurden die Daten aus Jahrbüchern und digitalen Daten der Meteo-

Schweiz (Messreihe von 1888 – 2009) zusammengetragen und statistisch analog zu Röthlisberger et al. (1992) ausgewertet (Anhang 7)¹.

Die Regenmessstation Beromünster registriert aber nur Tagesniederschläge, die hergeleiteten Niederschlagsintensitäten für Messintervalle < 24 Stunden sind daher unsicher. Aufgrund eines Vergleichs mit Niederschlagsstatistiken nahe gelegener und ähnlich exponierter Niederschlagsmessstationen (Unterkulm, Aesch (LU), Koelliken) wurde festgestellt, dass die ermittelten Werte in Beromünster verhältnismässig niedrig sind. Daher wurden die Summen kurzer Niederschläge bis 4 h Dauer um 20 % erhöht. Bei diesen Niederschlägen wurde eine zeitliche Dreiecksverteilung angenommen mit der Niederschlagsspitze nach einem Drittel der Niederschlagsdauer. Für die 12 h-, 24 h- und 48 h-Niederschläge wurde eine gleichmässige zeitliche Verteilung (Blockregen) verwendet. Das Niederschlagsereignis vom 8./9.8.2007, welches an der Suhre eines der grössten bekannten Hochwasser verursachte, wurde als Basis für weitere Niederschlags Szenarien verwendet: Der Niederschlagsverlauf der Station Sursee wurde soweit linear reduziert resp. erhöht, dass die Summe dem 30-, 100- resp. 300-jährlichen 48-Stunden-Niederschlag entspricht. Tabelle 6.1 zeigt die für die Modellrechnungen verwendeten Werte:

Tab. 6.1: Die für die Modellrechnungen verwendeten Niederschlagswerte (Beromünster 1888 - 2009). Die Niederschläge bis 4 h Dauer wurden zusätzlich um 20 % erhöht.

| Bezeichnung des Niederschlags | Niederschlagsdauer [h] | Wiederkehrperiode [Jahre] | Zeitliche Verteilung des Niederschlags | Niederschlagsmenge [mm] | Max. Niederschlagsintensität [mm/h] |
|-------------------------------|------------------------|---------------------------|--|-------------------------|-------------------------------------|
| 0.5h30j_dreieck | 0.5 | 30 | Dreieck | 25.8 | 77.3 |
| 1h30j_dreieck | 1 | 30 | Dreieck | 32.3 | 56.6 |
| 2h30j_dreieck | 2 | 30 | Dreieck | 40.6 | 38.0 |
| 4h30j_dreieck | 4 | 30 | Dreieck | 50.9 | 24.7 |
| 12h30j_block | 12 | 30 | Blockregen | 73.0 | 6.1 |
| 24h30j_block | 24 | 30 | Blockregen | 91.6 | 3.8 |
| 48h30j_block | 48 | 30 | Blockregen | 118.2 | 2.5 |
| 48h30j_Sursee Sz2007 | 48 (53) | 30 | natürlich | 118.2 (124.9) | 29.9 |
| | | | | | |
| 0.5h100j_dreieck | 0.5 | 100 | Dreieck | 33.3 | 99.9 |
| 1h100j_dreieck | 1 | 100 | Dreieck | 41.7 | 73.0 |
| 2h100j_dreieck | 2 | 100 | Dreieck | 52.2 | 49.0 |
| 4h100j_dreieck | 4 | 100 | Dreieck | 65.4 | 31.7 |
| 12h100j_block | 12 | 100 | Blockregen | 93.4 | 7.8 |
| 24h100j_block | 24 | 100 | Blockregen | 117.0 | 4.9 |
| 48h100j_block | 48 | 100 | Blockregen | 152.1 | 3.2 |
| 48h100j_Sursee Sz2007 | 48 (53) | 100 | natürlich | 152.1 (158.8) | 38.4 |
| | | | | | |
| 0.5h300j_dreieck | 0.5 | 300 | Dreieck | 42.0 | 126.1 |
| 1h300j_dreieck | 1 | 300 | Dreieck | 52.5 | 91.9 |
| 2h300j_dreieck | 2 | 300 | Dreieck | 65.7 | 61.6 |
| 4h300j_dreieck | 4 | 300 | Dreieck | 82.1 | 39.8 |
| 12h300j_block | 12 | 300 | Blockregen | 116.9 | 9.7 |
| 24h300j_block | 24 | 300 | Blockregen | 146.1 | 6.1 |
| 48h300j_block | 48 | 300 | Blockregen | 191.2 | 4.0 |
| 48h300j_Sursee Sz2007 | 48 (53) | 300 | natürlich | 191.2 (197.9) | 48.3 |

¹ Die neuen statistischen Werte der Station Beromünster sind gegenüber Röthlisberger et al. (1992) bedeutend höher. Der 100-jährliche 1-Tageswert ist 25 %, die 100-jährlichen 2- und 3-Tageswerte sind sogar 33 % höher.

6.5 Abflussberechnungen

Tabelle 6.2 zeigt die Resultate der Modellrechnungen. Basierend auf der Abflussstatistik der Station Suhre – Oberkirch wurden bei den Berechnungen entsprechend der gerechneten Wiederkehrperiode ein konstanter 30-jährlicher Seeausfluss von $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$, ein 100-jährlicher Seeausfluss von $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$, resp. ein 300-jährlicher Seeausfluss von $5.5 \text{ m}^3/\text{s}$ mitgerechnet (vgl. Kap. 7.3). Die Berechnungen zeigen, dass Dauerregen von 12 bis 48 Stunden Dauer die grössten Abflussspitzen an der Suhre erzeugen. Am Hofbach können auch kurze Gewitterregen zu hohen Abflussspitzen führen. Die Resultate der Abflussberechnungen stehen damit im Einklang mit den Beobachtungen historischer Hochwasser. (vgl. Kap. 4.6).

Tab. 6.2: Die Resultate der Berechnungen mit dem NAM QAREA.

| Wiederkehrperiode [Jahre] | Bezeichnung des Niederschlags | Niederschlags-szenario | Abflussspitzen [m^3/s] bei den Berechnungspunkten | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | BP 1 | BP 2 | BP 3 | BP 4 | BP 5 | BP 6 | BP 7 | BP 8 |
| 30 | 0.5h30j_dreieck | Gewitter1-3 | 1.1 | 5.9 | 7.5 | 8.5 | 9.0 | 9.4 | 9.8 | 10.3 |
| | 1h30j_dreieck | Gewitter1-3 | 1.6 | 6.5 | 8.3 | 9.5 | 10.1 | 10.5 | 11.0 | 11.5 |
| | 2h30j_dreieck | Gewitter1-3 | 2.1 | 7.0 | 9.0 | 10.4 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.6 |
| | 4h30j_dreieck | Gewitter1-3 | 3.3 | 8.2 | 10.8 | 12.6 | 13.4 | 13.9 | 14.5 | 15.2 |
| | 12h30j_block | gleichmässig | 3.1 | 8.0 | 10.2 | 16.8 | 20.3 | 22.0 | 23.8 | 26.4 |
| | 24h30j_block | gleichmässig | 3.0 | 7.9 | 9.9 | 17.4 | 21.7 | 23.7 | 25.9 | 29.2 |
| | 48h30j_block | gleichmässig | 2.6 | 7.4 | 9.1 | 16.3 | 20.5 | 22.5 | 24.8 | 28.2 |
| | 48h30j_Sursee Sz2007 | Sz2007 | 5.3 | 9.9 | 12.3 | 22.0 | 27.3 | 29.7 | 32.5 | 36.7 |
| 100 | 0.5h100j_dreieck | Gewitter1-3 | 2.1 | 7.5 | 9.5 | 10.8 | 11.4 | 11.9 | 12.3 | 12.9 |
| | 1h100j_dreieck | Gewitter1-3 | 3.1 | 8.5 | 10.9 | 12.5 | 13.3 | 13.7 | 14.3 | 14.9 |
| | 2h100j_dreieck | Gewitter1-3 | 3.9 | 9.4 | 12.0 | 13.8 | 14.7 | 15.2 | 15.8 | 16.5 |
| | 4h100j_dreieck | Gewitter1-3 | 6.0 | 11.5 | 15.1 | 17.7 | 18.9 | 19.6 | 20.4 | 21.4 |
| | 12h100j_block | gleichmässig | 5.1 | 10.6 | 13.6 | 24.3 | 30.2 | 32.9 | 35.9 | 40.2 |
| | 24h100j_block | gleichmässig | 4.5 | 9.9 | 12.7 | 24.0 | 30.5 | 33.5 | 36.9 | 41.9 |
| | 48h100j_block | gleichmässig | 3.9 | 9.3 | 11.7 | 22.6 | 28.8 | 31.8 | 35.1 | 40.4 |
| | 48h100j_Sursee Sz2007 | Sz2007 | 8.5 | 13.3 | 16.7 | 28.8 | 35.5 | 38.6 | 42.1 | 47.4 |
| 300 | 0.5h300j_dreieck | Gewitter1-3 | 4.1 | 10.0 | 12.6 | 14.3 | 15.1 | 15.6 | 16.2 | 16.8 |
| | 1h300j_dreieck | Gewitter1-3 | 5.7 | 11.7 | 14.9 | 17.0 | 18.0 | 18.6 | 19.2 | 20.0 |
| | 2h300j_dreieck | Gewitter1-3 | 7.8 | 13.9 | 17.8 | 20.7 | 22.0 | 22.8 | 23.6 | 24.6 |
| | 4h300j_dreieck | Gewitter1-3 | 9.9 | 16.1 | 20.8 | 24.8 | 26.8 | 27.8 | 28.9 | 30.3 |
| | 12h300j_block | gleichmässig | 7.7 | 13.8 | 17.8 | 33.8 | 42.8 | 46.9 | 51.4 | 58.1 |
| | 24h300j_block | gleichmässig | 6.5 | 12.6 | 16.2 | 32.7 | 42.1 | 46.4 | 51.3 | 58.8 |
| | 48h300j_block | gleichmässig | 5.3 | 11.3 | 14.3 | 29.4 | 38.1 | 42.1 | 46.7 | 54.2 |
| | 48h300j_Sursee Sz2007 | Sz2007 | 12.9 | 17.8 | 22.5 | 34.6 | 41.3 | 44.4 | 47.8 | 53.1 |

7 Hochwasserabflüsse definierter Jährlichkeit

7.1 Einleitung

Im Sinne einer Synthese werden die Erkenntnisse aus den Pegelmessungen, der historischen Hochwasser und der Resultate der Berechnungen mit dem NAM in einem Frequenzdiagramm zueinander in Beziehung gesetzt, um die massgebenden Hochwassermengen festzulegen. Dies liefert ein Gesamtbild und zeigt den Unsicherheitsbereich der einzelnen Untersuchungen und der Hochwasserabschätzung auf. Bei der Festlegung der massgebenden Abflüsse verspricht dieses Vorgehen eine grössere Verlässlichkeit.

7.2 Hofbach beim BP 1

Am Hofbach existieren keine Abflussmessungen. Es sind sechs Überschwemmungsereignisse aus den vergangenen 100 Jahren bekannt, wobei eine Schätzung der Abflussspitze nur von den beiden jüngsten Ereignissen möglich war (vgl. Kap. 4.6):

- Das grösste Hofbach-Hochwasser der vergangenen 60 bis 100 Jahre ereignete sich am 29.7.2010 und erreichte eine Abflussspitze von 7 – 9 m³/s.
- Das Hofbach-Hochwasser vom 8.8.2007 erreichte eine Abflussspitze von 6 – 7 m³/s und konnte als 20 – 30-jährliches Ereignis eingeordnet werden.

Die Berechnungen mit den Modellregen ergänzen die Erkenntnisse aus den historischen Hochwassern und sind in Abbildung 7.1 violett dargestellt. Sie ermöglichen die Abschätzung seltener Hochwasser. Die roten Linien markieren den Unsicherheitsbereich für die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

7.3 Seeausfluss, Suhre beim Pegel Oberkirch

Das Frequenzdiagramm für die Suhre beim Pegel Oberkirch (Abb. 7.2) basiert auf der Abflussmessreihe, welche 41 Jahreshochwasser umfasst (vgl. Kap. 3.2). Die Hochwasser vom 18.5.1999 und 8.8.2007 sind auch in der 88-jährigen Seestandsmessreihe von Sempach auf den ersten beiden Rängen und können entsprechend als 88- resp. 44-jährliches Ereignis eingeordnet werden. Die rote Linie markiert die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

7.4 Suhre beim Pegel Reitnau (BP 8)

Im Frequenzdiagramm (Abb. 7.3) sind die Jahresmaxima (1979 - 2001 und 2004 - 2009) blau dargestellt. Das Hochwasser vom August 2007 ist in dieser Abflussmessreihe mit Abstand das grösste. Die Erkundung der historischen Hochwasser (Kap. 4) öffnet einen Beobachtungszeitraum von 200 Jahren und zeigt, dass dieses Hochwasser das grösste seit dem Hochwasser vom Januar 1910 war. Über die vergangenen 200 Jahre liegt das Hochwasser 2007 auf den Rängen 1 bis 3 und lässt sich folglich als 60- bis 200 jährliches Ereignis einstufen.

Die Berechnungen mit den Modellregen (violett in Abb. 7.3) ergänzen die Abflussmessungen und ermöglichen die Abschätzung für ein 300-jährliches Hochwasser (HQ₃₀₀). Die roten Linien markieren den Unsicherheitsbereich für die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

Hofbach - Oberkirch

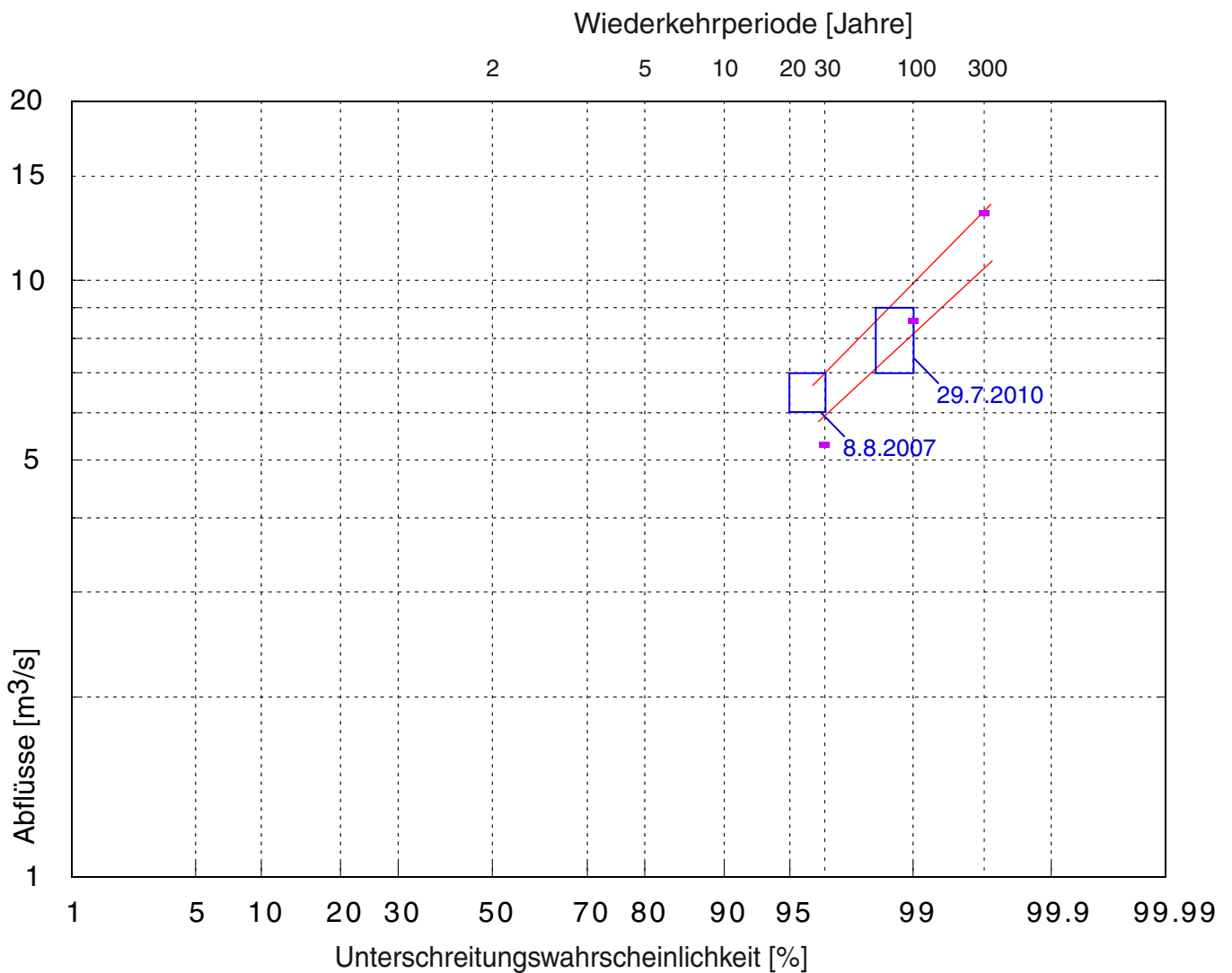


Abb. 7.1: Frequenzdiagramm des Hofbachs in Oberkirch beim BP 1 (6.2 km²): Aufgrund der Recherche zu den historischen Hochwassern und der Befragung von Anwohnern wurde dem Hochwasser vom 8.8.2007 eine Wiederkehrperiode von 20 - 30 Jahren, dem Hochwasser vom 29.7.2010 eine Wiederkehrperiode von 60 - 100 Jahren zugeordnet. Die Resultate der Berechnungen mit Modellregen sind violett dargestellt. Die roten Linien markieren den Unsicherheitsbereich für die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

Suhre - Oberkirch

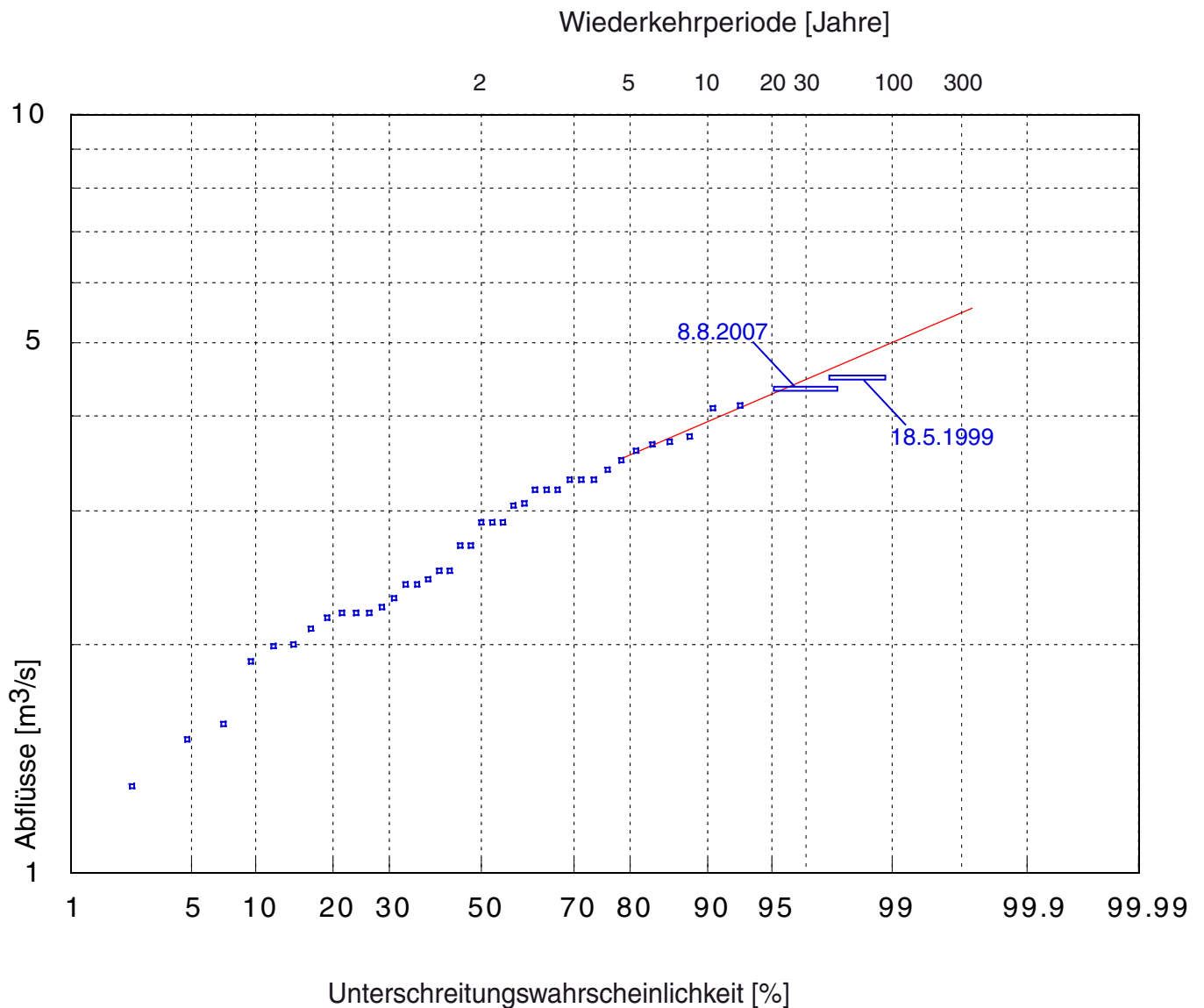


Abb. 7.2: Frequenzdiagramm der Suhre beim Seeausfluss in Oberkirch. Eingetragen sind die grössten bekannten Abflüsse an der Suhre, basierend auf den Messreihen von 1924 -1930 und 1976 - 2009 (blau). In der Seestandsstatistik von Sempach (1923 - 2009) belegen die Hochwasser von 1999 und 2007 ebenfalls die ersten Ränge. Die Wiederkehrperiode des Hochwassers 1999 wird daher von 42 auf 88 Jahre, diejenige des Hochwassers 2007 von 21 auf 44 Jahre erweitert. Die rote Linie markiert die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

Suhre - Reitnau

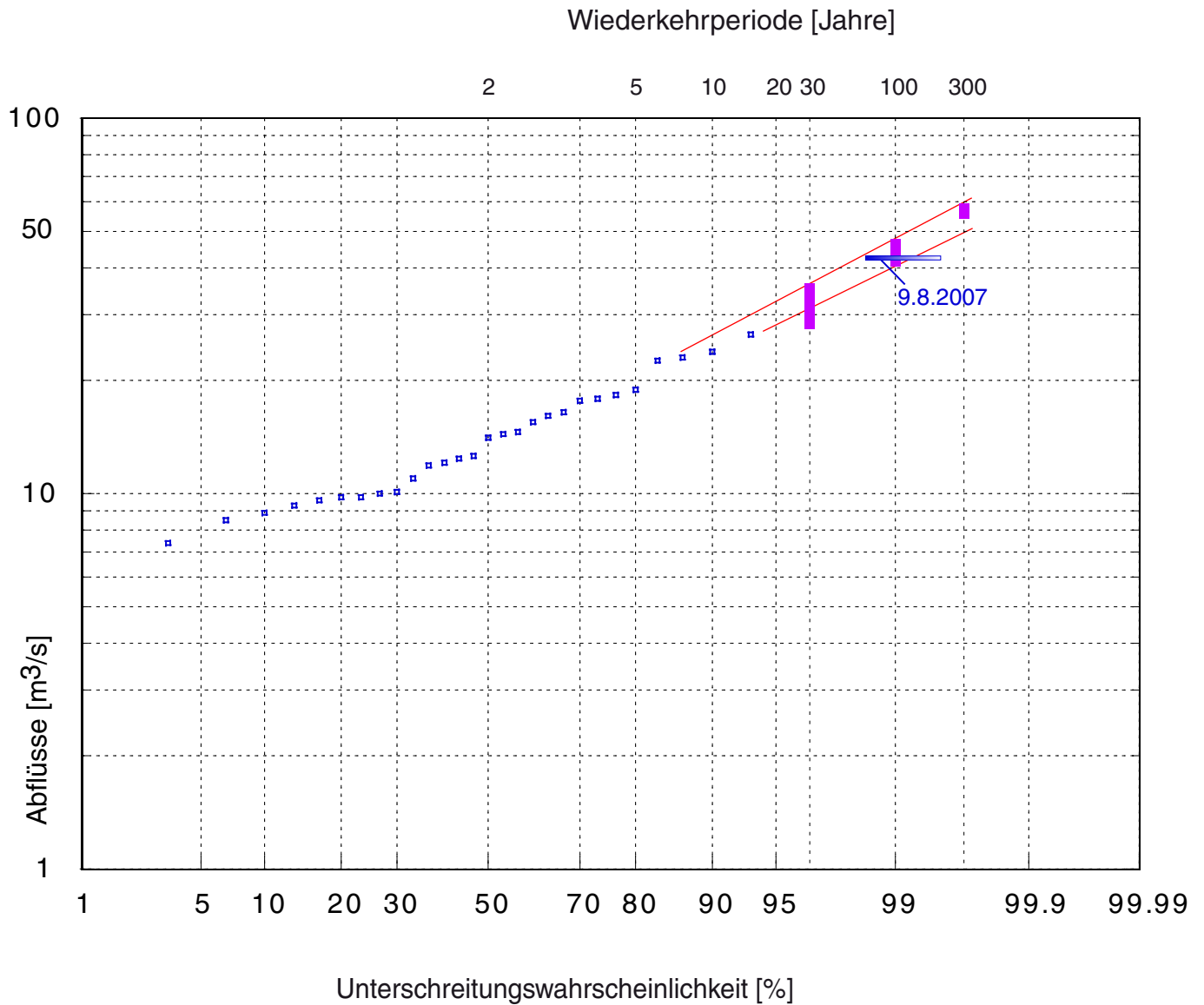


Abb. 7.3: Frequenzdiagramm der Suhre in Reitnau beim BP 8 (59.1 km² ohne Sempachersee). Eingetragen sind die Jahresmaxima (1979 - 2001 und 2004 - 2009, blau). Die Resultate der Berechnungen mit Modellregen sind violett dargestellt. Die roten Linien markieren den Unsicherheitsbereich für die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

7.5 Hochwasserabflüsse

Unter Berücksichtigung der Modellrechnungen konnten die Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit für die übrigen Berechnungspunkte in analoger Weise festgelegt werden (Tab. 7.1). Während die 30- und 100-jährlichen Hochwasserabflüsse innerhalb des überblickbaren Zeitfensters von 200 Jahren liegen, ist die Festlegung der 300-jährlichen Hochwasserabflüsse eine unsichere Extrapolation. Bereits beim Hochwasser vom 8./9.8.2007 bewirkte das Ausufern der Suhre in der Ebene unterhalb von Sursee eine leichte Dämpfung der Abflussspitze, die das NAM nicht berücksichtigt (vgl. Kap. 6.3). Bei einem 300-jährlichen Hochwasser ist mit einer breiten Seenbildung wie beim Hochwasser von 1852 (vgl. Kap. 4.4) zu rechnen. Das Dämpfungsverhalten hängt dabei stark vom Abflussvolumen bei einem HQ_{300} ab.

Tab. 7.1: Die am Hofbach und an der luzerner Suhre ermittelten Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

| BP | zugeordneter Gerinneabschnitt | HQ ₃₀ [m ³ /s] | HQ ₁₀₀ [m ³ /s] | HQ ₃₀₀ [m ³ /s] |
|----|---|---|--|--|
| | Seeausfluss, Suhre beim Pegel Oberkirch (77 km ²) | 4.5 | 5 | 5.5 |
| 1 | Hofbach Oberkirch (6.2 km ²) | 6 – 7 | 8 – 10 | 11 – 13 |
| 2 | Suhre nach Einmündung Hofbach (6.7 km ²) | 9 – 10 | 11 – 13 | 15 – 18 |
| 3 | Suhre bei Ringstrasse Sursee (9.7 km ²) | 11 – 12 | 14 – 17 | 19 – 23 |
| 4 | Suhre nach Einmündung Dorfbach Geuensee (28.3 km ²) | 19 – 22 | 24 – 29 | 29 – 35 |
| 5 | Suhre nach Einmündung Dorfbach Büron (38.8 km ²) | 24 – 28 | 30 – 36 | 36 – 44 |
| 6 | Suhre bei ARA Surental (43.6 km ²) | 26 – 30 | 33 – 39 | 40 – 48 |
| 7 | Suhre beim Mülihof in Triengen (49.3 km ²) | 28 – 33 | 36 – 43 | 44 – 52 |
| 8 | Suhre beim Pegel Reitnau (59.1 km ²) | 32 – 37 | 40 – 48 | 50 – 60 |

Scherrer AG

Hydrologie und Hochwasserschutz

Dr. S. Scherrer

Reinach, Oktober 2010

Sachbearbeiter:

Roger Frauchiger, Dipl. Kult. Ing. ETH Zürich

Dr. Peter Kienzler, Dipl. Hydrologe Uni Freiburg

8 Anhang

| Datum | Niederschlag | Angaben zum Ereignis | Quelle |
|--------------------|--------------|---|--|
| 1819, 8.6. | Gewitter | Hagelwetter und Überschwemmungen in den Ämtern Sursee und Hochdorf. | Lanz-Stauffer & Rommel (1936) |
| 1846, 23./24.8 | Dauerregen | Überschwemmungen in der ganzen Nordschweiz verursacht durch Wolkenbrüche und gewaltige Regengüsse. (...) Luzern: Überschwemmungen durch die Reuss, Emme und andere Bäche. Schwerpunkte waren das Entlebuch und die Regionen Willisau, Malsters, Luzern, Hochdorf und Sursee. Hagelschäden und Überschwemmungen durch die Reuss und die Emme im Zentrum und Osten des Kantons. | Röthlisberger (1991) |
| 1852, 17./18.9. | Dauerregen | Dieses Hochwasser gilt als eines der grössten des schweizerischen Mittellandes. Die Überschwemmungsgebiete reichten vom Boden- bis zum Genfersee. Ursache waren 52stündige, ununterbrochene Regenfälle mit Hochgewitter. (...) Aargau: Überschwemmungen in der Reussebene, im Bünz-, Wynen-, Suhren und Surbital. Hochwasser der Aare und des Rheins. Im Überschwemmungsjahr 1852 führten auch verschiedene Flüsse im Kanton Luzern Wasserschäden herbei. (...) Das Suhrental von Sursee bis Triengen glich einem grossen See. Das Suhrental glich von Sursee bis Triengen einem See. Alle Bergbäche waren zu Strömen angeschwollen; vorzüglich wütheten sie bei Geuensee und im Ruederthale. Von Entfelden bis Suhr sah die Ebene einem breiten Strome gleich, aus dem nur die Landstrasse hervorragte. Ein gewisser R. Häuselmann rettete eine Mutter, welche sich in die hochangeschwollene Suhr gestürzt hatte, um ihr Kind daraus zu retten, und dadurch selbst in Gefahr geriet, mit dem Kind vom Tode. In Triengen konnten sich die Leute aus der dortigen Mühle nur in Folge einer seltenen Kaltblütigkeit und der herbeigeilten Hülfe retten. (...) Die Mühlgebäude an der Roth waren sehr bedroht, die Suhr brauste wie ein grosser Strom das Thal hinunter; das ganze Surenthal glich einem langen See. In Sursee wurden am Morgen des 18. von der Polizeibehörde die Bewohner unter Trommelschlag zur Hülfeleistung an den Bergbächen zwischen Sursee und Geuensee, welche die fruchtbarsten Felder verheerten, aufgefordert. Das Regenwetter voriger Woche hat an vielen Orten der Schweiz grosse Verheerungen angerichtet. In unserm Kantone haben namentlich die Gegenden von Reiden und bei Sursee und der Reuss entlang stark gelitten. (...) in Suhr hatte man fast die ganze Nacht zu thun, um die Leute aus den Häusern zu retten, die unter Wasser standen; ein Haus stürzte in die Suhre; zu Buchs und Rohr fielen Brücken ein. (...) Ueber die Wasserverheerungen in unserm Kanton vernehmen wir noch Folgendes: (...) Ein grosser Theil des Surenthals glich einem langen See. In Triengen wurde die ganze Nacht vom 18. Sturm geläutet; der Dorfbach erreichte eine Höhe, wie er sie seit Menschengedenken nie gehabt, überschwemmte weit und breit alles und riss alle Brücken weg. Aus der Untenwassermühle, welche sehr bedroht war, weggeschwemmt zu werden, flüchtete alles. Das ganze Surenthal gleicht einem langen See. (...) Auch der Kommlenbach bei Sursee hat grosse Verheerungen angerichtet. Triengen. (Korr. vom 21. d.) Heute stellte ich meine Betrachtungen an über die Verheerungen, die das Wasser im schönen Surenthälchen angerichtet. Die zerstörten Brücken, die verwüsteten Strassen, viele früher so fruchtbare jetzt mit Steinen und Geschiebe bedeckten Wiesen gewähren einen traurigen Anblick. Sachkundige geben den Schaden, den das Element in den Gemeinden Triengen und Büren angerichtet, auf 80'000 Fr. an. Mir jedoch scheint diese Angabe übertrieben. Luzern. Die Verheerungen in einzelnen Kantonstheilen sollen entsetzlich sein. (...) Die Suhr brauste wie ein grosser Strom das Thal hinunter. Im Wynen- und Suhrental wurde sehr grosser Schaden verursacht, mehr noch durch die kleinen, vom Berge kommenden Zuflüsse. Katastrophales Hochwasser der Suhre | Lanz-Stauffer & Rommel (1936) Zschokke (1855) |
| 1867, 23.+25.6. | Gewitter ? | Unwetter. Hagel-, Sturm- und Wasserschäden in 7 Gemeinden des Amts Sursee. 181 Besitzer erlitten Fr. 115'000 Schaden. Davon entfielen rund Fr. 45'000 auf Überschwemmungs-, einschliesslich Brückenschäden, Fr. 4'500 auf Gebäude. | Luzerner Zeitung, 20.9.1852 Luzerner Tagblatt, 20.9.1852 Luzerner Tagblatt, 23.9.1852 Der Landbote, 23.9.1852 Härry (1911) GIUB (1998) Lanz-Stauffer & Rommel (1936) |

| Datum | Niederschlag | Angaben zum Ereignis | Quelle |
|---------------------|-------------------------|--|---|
| 1876, 10.-12.6. | Gewitter, Dauerregen | Die zahlreichen und starken Niederschläge, die einen grossen Teil der Schweiz heimsuchten, verursachten auch im Kanton Luzern beträchtliche Schäden an Kulturen, Strassen, Brücken und Wuhungen. Die Schäden trafen insbesondere das Amt Willisau, daneben auch einige Gemeinden anderer Ämter. Sursee und Umgebung wurden letzten Freitag von einem furchtbaren Hagelwetter heimgesucht. Der Schaden ist sehr gross. | Lanz-Stauffer & Rommel (1936) Vaterland, 14.6.1876 Luzerner Tagblatt, 13.6.1876 NZZ, 14.6.1876 Lanz-Stauffer & Rommel (1936) |
| 1878, 23.6. | Gewitter | Wie in Suhr, Entfelden und weiter aufwärts, so hat die Suhre auch in Buchs ziemlich arg mitgespielt. Wasserschäden infolge Hochgewitters in den Gemeinden Triengen und Willisauland. In Triengen wurde der Schaden an Land, Strassen, Brücken und Gebäuden auf Fr. 10'000 geschätzt, in Willisau-Land an Kulturland und Strassen auf Fr. 8'000. Ein kleinerer Schaden entstand auch in Büron durch den Dorfbach. | Röthlisberger (1991) |
| 1881, 28.8.-2.9. | Dauerregen | Erneute Hochwasser auf der Alpennordseite infolge anhaltender Niederschläge. Besonders in Mittellandschaft gezogen wurden die Kantone Basel-Land (Überschwemmungen in fast allen Gemeinden und Tälern) und Zürich (Thur, Töss, Glatt u.a.). Wasserschäden ereigneten sich auch in folgenden Kantonen: Basel-Stadt (Rhein, Birsig, Birs), Solothurn, Aargau (Suhre), Thurgau, den beiden Appenzell, Bern, Freiburg, Uri, Obwalden und Zug. Im Aargau hat die Suhr streckenweise arg gehaust, in Suhr, Entfelden und aufwärts Brücken und Stege weggeschwemmt, ganze Häuserreihen unter Wasser gesetzt, Aecker, Matten, Strassen und Gärten beschädigt; stundenlang ertönte in Suhr die Sturmglöcke. Die hochangeschwollene Ruderchen hat in Schöffland eine Scheune weggeschwemmt und den Familienvater Maurer durch die Trümmer derselben zugedeckt; rasche Hilfe rettete dem Gefangenen das Leben. Auch kleinere Gewässer im Kanton, so die Luther, Sure und besonders die Winon sind stellenweise ausgetreten, grösstentheils aber ohne grössere Gefährdung; wohl soll der Schaden in Reinach bedeutend sein, sehr bedeutend sein. | Vaterland, 6.9.1881 Luzerner Landbote, 6.9.1881 GIUB (1998) |
| 1882, Sommer | Gewitter? | Sehr schweres Hochwasser der Suhre Hagel- und Wasserschäden an Kulturen, Strassen, Brücken und Gebäuden. Betroffen wurden 14 Gemeinden. (...) Amt Sursee: 5 Gemeinden, 315 Geschädigte, Schaden Fr. 48'246. | Lanz-Stauffer & Rommel (1936) |
| 1889, 5.7. | Gewitter? | Zahlreiche Wasser- und Hagelschäden in einer grossen Anzahl von Gemeinden. Schäden insbesondere an Kulturen, auch Wald, ferner an Strassen und Brücken. (...) Amt Sursee: 5 Gemeinden, 140 Geschädigte, Schaden Fr. 40'670. | Lanz-Stauffer & Rommel (1936) |
| 1898, 19./20.7. | Gewitter | Sehr schweres Hochwasser der Suhre Gewitter. Am Mittwoch den 20. dies, nach 3 Uhr nachmittags, hatte Luzern mit Umgebung ein lang anhaltendes, heftiges Gewitter mit Wolkenbruch und gewaltigem Blitzen und Donnern. Das Gewitter schien eine Ausdehnung zu haben und war viel intensiver als das vom Dienstag Abend [19.7.1898]. See und Reuss sind stark angeschwollen. | GIUB (1998) Luzerner Tagblatt, 22.7.1898 |

| Datum | Niederschlag | Angaben zum Ereignis | Quelle |
|-----------------|---------------------------------|---|---|
| 1912, 13.6. | Dauerregen | Überschwemmungen und Rutschungen infolge anhaltender Regenfälle. Schäden meldeten die Kantone Bern (Emmental, Oberland), Luzern (durch Reuss und Emme), Zug und Aargau (durch Reuss, Bünz und Suhre). Hochwasser im Emmen- und Reussgebiet. Schaden an Kulturland und Wuhungen. (...) Amt Sursee: 1 Gemeinde, 1 Geschädigter, Schaden Fr. 5'000. Sursee: Eine Abteilung der Feuerwehr musste dem Austritt der Sure bei Münigen wehren; der Schenkerbach schwemmte Saghölzer in den See. Weiter schreibt man uns aus Sursee: Der sündflutartige Regen vom Donnerstag [13.6.1912] hat auch in unserer Umgebung erheblichen Schaden namentlich an den Getreidekulturen angerichtet. Von Oberkirch wurde die Hilfe der Feuerwehr angerufen, da der Hofbach über seine Ufer getreten war, und die Strassen nach dem Unterhof und diejenige von der Station Sursee nach Oberkirch stellenweise unter Wasser setzte und die benachbarten Liegenschaften stark gefährdete. Die Sure brachte selbstverständlich ebenfalls grosse Wassermengen und verwüstete auf beiden Seiten, soweit wir selbe einer Besichtigung unterziehen konnten, die Ufergelände. (...) Das Gebäude der Sursee-Triengen-Bahn in Geuensee war ebenfalls durch den dortigen Bach sehr stark gefährdet. | Röthlisberger (1991) Lanz-Stauffer & Rommel (1936) Vaterland, 15.6.1912 |
| 1922, Januar | Dauerregen | Geuensee. (Korr.) Wie anderwärts, so herrscht auch in Geuensee grosse Wassermot. In bedenkllicher Weise schwellen rasch die Bäche zu verheerenden Wildwassern an, traten über die Ufer und verwüsteten vielerorts unbarmherzig die schönsten Graswiesen. Da der Abfluss in die Sure zum Teil verhindert ist, wurde weite Strecken in eine wahre Sumpflandschaft verwandelt. (...) Arg hauste besonders der Dorfbach. Grosse Erdstücke, Holzvorräte, Stauwehren und selbst kräftige Mauerstücke fielen ihm zum Opfer. Bäume wurden enturzelt und von den tobenden Elementen fortgerissen. Ein Geschiebessammler von ca. 150 Kubikmeter Inhalt, der dieses Jahr von der Surentalbahngesellschaft angelegt wurde, war innert kurzer Zeit gänzlich gefüllt. Das Wasser ergoss sich auf das Bahnhofgebiet und setzte es unter Wasser. | Luzerner Tagblatt, 15.6.1912 |
| 1927, 5.5. | Gewitter | Schweres Hochwasser der Suhre Leichtes Hochwasser der Suhre | GIUB (1998) GIUB (1998) |
| 1930, 14.5. | Dauerregen | Leichtes Hochwasser im Suhrental Suhre Oberkirch: 1.9 m ³ /s Leichtes Hochwasser im Suhrental Suhre Oberkirch: 2.8 m ³ /s | GIUB (1998) Hydr. Jahrbuch (1927) GIUB (1998) Hydr. Jahrbuch (1930) |
| 1953, Juni? | ? | Hans Willi (Jahrgang 1939) wohnt seit Geburt auf dem Oberhof. Ausser dem Hofbach-Hochwasser vom August 2007 und Juli 2010 kann er sich nur noch an ein vergleichbares Hochwasserereignis erinnern, als er ca. 12 bis 14-jährig war [evtl. Hochwasser vom Juni 1953]. Damals überflutete das Hofbach-Wasser die Matte zwischen dem Oberhof und der SBB-Linie und floss durch die Bahnunterführung des Flurwegs nördlich des Oberhofs Richtung Suhre. Sursee: Sure, Fellmann-Park, Eingang zur Gärtnerei Wüst überschwemmt (7 m breit); noch nicht verbaut | Hans Willi |
| 1954 | ? | | Kost + Partner AG / Mengis + Lorenz AG (2003) |
| 1971, 23.2. | Dauerregen, Schneeschmelze ? | Fotos zeigen Überschwemmungen entlang der Suhre bei Feldhöfli und Mülihof unterhalb der Calida AG (Gemeinde Sursee). [nur 27mm in 10 Tagen; 53mm im Monat Februar (Station Beromünster), möglicherweise ist Datum falsch oder Überschwemmung hat andere Ursache] | Kost + Partner AG / Mengis + Lorenz AG (2003) |

| Datum | Niederschlag | Angaben zum Ereignis | Quelle |
|-----------------|---------------------|--|---|
| 1972, 22.11. | Dauerregen | Mittleres Hochwasser der Suhre Die ununterbrochenen Regengüsse der vergangenen Tage haben in grossen Teilen des Luzernbiets Schäden verursacht. Auch die Anstösser der Surengasse sahen sich am Donnerstagmorgen vor ihren Haustüren blockiert. Die Sure brachte derart grosse Wassermassen mit sich, dass sie über die Ufer trat und die Feuerwehr in Atem hielt. [2 Fotos zeigen überschwemmte Surengasse] (...) Mit einem Aufgebot von 4 Motorspritzen vermochte die Surseer Feuerwehr von Mittwoch [22.11.1972] 8 Uhr bis Donnerstag 11 Uhr zu verhindern, dass die Wasserfluten der Sure sich in die Kanalisationsleitungen des Bahnhof- und Industriegebietes ergiessen konnten. Ein Rückstau dieser Art in den Kanalisationsanlagen hätte die Ueberschwemmung der meisten Keller dieser Quartiere zur Folge gehabt. Von verschiedenen privaten Seiten wurde Wasseralarm gegeben. Bei der Stadtmühle trat die Sure in der Nacht zum Donnerstag über die Ufer und ergoss sich in einzelne Keller. Die Anwohner haben dort zur Selbsthilfe gegriffen. Glücklicherweise fand der grosse Regen am Donnerstagvormittag ein Ende. Die lange Zeit ausgetrocknete Erde war offenbar nicht im Stande die andauernden Regengüsse rasch aufzunehmen. Triengen: Dauerregen führte zu Hochwasser, Suhre, Überschwemmungen (Ausmass nicht bekannt) Geuensee: Hochwasser an der Suhre. | GIUB (1998) Luzerner Landbote, 24.11.1972 |
| 1975, 28.6. | Gewitter | Mittleres Hochwasser der Suhre | AF-Colenco AG / Keller + Lorenz AG (2010) GIUB (1998) |
| 1975 | ? | In Reintau und Attelwil Überschwemmungen. Sursee: Sure, Fellmann-Park, Grosse Überschwemmung in der alten Liegenschaft Fellmann (1 – 2 Tage). [möglichweise Ereignis vom 28.6.1975] | WSL (2010) Kost + Partner AG / Mengis + Lorenz AG (2003) |
| 1977, 24.6. | Gewitter | Überschwemmungen in Sursee und Triengen (kleinere Schäden). Suhre Oberkirch: 1.6 m ³ /s | WSL (2010) Hydr. Jahrbuch (1977) |
| 1977, 31.7. | Dauerregen | Leichtes Hochwasser der Suhre Suhre Oberkirch: 1.9 m ³ /s | GIUB (1998) Hydr. Jahrbuch (1977) |
| 1978, 7.8. | Dauerregen | Oberkirch: Wasserschäden (Überschwemmungen). Im Gebiet Bachausbrüche, z.B. des Hofbaches und der Suhre. In der Folge überflutete Keller und Felder. Sursee: Überflutete Keller sowie Fabrik "Calida" in Mitleidenschaft gezogen; Ausbrüche der Suhre und des Hofbaches. Anmerkung: im Gebiet viele Bachausbrüche (Keller, Strassen und Kulturland überschwemmt). In den 1970er-Jahren uferete der Hofbach auch einmal aus. [vermutlich Ereignis vom 7.8.1978] Ende der 1970er-Jahre wurde der Hofbach unterhalb des SBB-Durchlasses korrigiert. Suhre Oberkirch: 2.1 m ³ /s | WSL (2010) Hans Jung |
| 1981, 16.12. | Dauerregen | Leichtes Hochwasser der Suhre Suhre Oberkirch: 2.9 m ³ /s Suhre Reintau: 18.9 m ³ /s | BAFU GIUB (1998) BAFU Kt. AG |

| Datum | Niederschlag | Angaben zum Ereignis | Quelle |
|-----------------|-----------------------------|--|---|
| 1982, 5.8. | Gewitter | Hefrige Gewitter mit Hagel verursachten Millionenschäden in der Sempacherseeregion (LU) und in der Region Baden-Surbital (AG). | Röthlisberger (1991) GIUB (1998) |
| 1986, 16.6. | Gewitter | Oberkirch, Sursee: Überschwemmungen (Wasserschäden), überschwemmte Keller. Anmerkung: schweres Unwetter mit Hagel, Sturm und sinflutartigem Regen (und Hagel) am Abend um 20:30 Uhr mit Zentrum im Gebiet Sempach-Eich. Suhre Oberkirch: 2.9 m ³ /s Suhre Reitnau: 4.5 m ³ /s Triengen: Ausbrüche des Dorf- und des Steinbärenbaches. In Triengen insgesamt 80-90 Feuerwehrlöcher im Einsatz. Anmerkung: Im Kanton LU über 400 Notrufe; Schäden dürften die Millionengrenze überschreiten. An insgesamt 250-300 Gebäuden Schäden (Schäden auch an Strassen, Brücken und Bachufern). Gewitter z.T. mit Hagel. Winikon: Überschwemmungen, Bachausbrüche, Strassensperren in Kulmerau, Winikon und Rickenbach. Suhre Oberkirch: 3.4 m ³ /s Suhre Reitnau: 12.6 m ³ /s | BAFU Kt. AG WSL (2010) |
| 1988, 26.5. | Gewitter | Triengen, Winikon: Überschwemmungen Suhre Oberkirch: 1.6 m ³ /s Suhre Reitnau: 4.6 m ³ /s | WSL (2010) BAFU Kt. AG |
| 1988, 11.6. | Gewitter | Sursee: Überschwemmte Keller. Anmerkung: Im Gebiet Sursee, Beromünster, Schenkon, Eich (Schwerpunkt), Sempach, Neudorf, Gunzwil, Rickenbach Gewitter mit Hagel; Hagelschäden um 1 Mio. CHF. Suhre Oberkirch: 2.1 m ³ /s Suhre Reitnau: 11.9 m ³ /s | WSL (2010) BAFU Kt. AG |
| 1988, 16.6. | Gewitter | Schwere Gewitter zogen von Bern über das Emmental und Luzerner Hinterland gegen die Stadt Luzern und den Sempachersee hinweg. Schwerpunkte waren die Region Willisau sowie die Stadt und Agglomeration Luzern. Suhre Oberkirch: 2.5 m ³ /s Suhre Reitnau: 4.6 m ³ /s | Röthlisberger (1991) BAFU Kt. AG |
| 1991, 22.12. | Dauerregen, Schneesmelze | Leichtes Hochwasser der Suhre Suhre Oberkirch: 1.2 m ³ /s Suhre Reitnau: 11.3 m ³ /s | GIUB (1998) BAFU Kt. AG |
| 1992, 21.7. | Gewitter | Sursee: Überschwemmte Keller, Strassen und Felder. Suhre Oberkirch: 1.3 m ³ /s Suhre Reitnau: 3.3 m ³ /s | WSL (2010) BAFU Kt. AG |
| 1994, 19.5. | Dauerregen | Schweres Hochwasser der Suhre Geuensee, Knutwil, Reitnau: Überschwemmungen (Keller, Strassen, Felder). Suhre Oberkirch: 2.4 m ³ /s Suhre Reitnau: 26.5 m ³ /s | GIUB (1998) WSL (2010) BAFU Kt. AG |
| 1994, 10.8. | Gewitter | Leichtes Hochwasser im Suhretal Büron, Winikon: Überschwemmungen. Anmerkung: Im Suhrental Hagelschäden von über 1 Mio. CHF. Triengen: Überschwemmte Keller, Garagen und eine Fabrik. Insgesamt über 20 Alarmer. Verkehrsbehinderungen, weil Geröll auf Strassen lag. Suhre Oberkirch: 1.0 m ³ /s Suhre Reitnau: 5.0 m ³ /s | GIUB (1998) WSL (2010) BAFU Kt. AG |

| Datum | Niederschlag | Angaben zum Ereignis | Quelle |
|--------------------|-------------------------|---|---|
| 1995, 25.12. | Dauerregen | Suhre Oberkirch: 2.4 m ³ /s Suhre Reitnau: 23.1 m ³ /s | BAFU Kt. AG |
| 1996, 8.6. | Gewitter | Triengen: Ausbruch Gründelbach in Marchstein. Winikon: Überschwemmte Keller und Strassen (Bachausbrüche). Suhre Oberkirch: 1.6 m ³ /s Suhre Reitnau: 8.0 m ³ /s | WSL (2010) BAFU Kt. AG |
| 1996, 10./11.6. | Gewitter | Sursee: Überschwemmungen Suhre Oberkirch: 1.7 m ³ /s Suhre Reitnau: 4.7 m ³ /s | WSL (2010) BAFU Kt. AG |
| 1999, 13.-18.5. | Dauerregen | Sursee 15.5.1999: Infolge der ergiebigen Regentfälle vor und an Auffahrt trat der Sempachersee an einigen Orten über die Ufer, ohne jedoch grössere Schäden anzurichten. Im Surseer Triechtergebiet wurde der Uferweg im Bereich des Bootsteiges komplett überflutet. Auch die Suhre trat an einigen Stellen über die Ufer und setzte beispielsweise den Fellmann-Park hinter dem Surseer Diebenturm unter Wasser. Der Park wurde wegen der Überschwemmung für den Durchgang teilweise gesperrt. (keine grösseren Schäden bekannt). Triengen 15.5.1999: Infolge der ergiebigen Regentfälle vor und an Auffahrt entstanden auf Feldern Seen, da das Wasser nicht mehr versickern konnte. Kulturen in Triengen waren davon betroffen. Suhre Oberkirch: 13.5.1999: 3.6 m ³ /s, 18.5.1999: 4.5 m ³ /s Suhre Reitnau: 13.5.1999: 14.4 m ³ /s, 18.5.1999: 5.5 m ³ /s | BAFU Kt. AG |
| 1999, 1.-10.6. | Gewitter, Dauerregen | Sursee: Sure, lang andauerndes Hochwasser mit Überschwemmungen (10 Tage); > 1975 | Kost + Partner AG / Mengis + Lorenz AG (2003) BAFU Kt. AG |
| 1999, 13.7. | Gewitter | Suhre Oberkirch: 4.1 m ³ /s Suhre Reitnau: 2.6.1999: 12.1 m ³ /s Sursee: Aufgrund eines starken Gewitters am Abend musste die Feuerwehr Keller auspumpen und Strassen räumen. Suhre Oberkirch: 2.1 m ³ /s Suhre Reitnau: 9.6 m ³ /s | WSL (2010) BAFU Kt. AG |
| 2003, 8.5 | Gewitter | Sursee: Im Raum Luzern wurden rund 20 Ereignisse registriert, die mit dem Gewitter in Zusammenhang standen > Überschwemmungen? Mehr als die Hälfte davon betrafen den Raum Sursee. In Sursee wurden mehrere Wassereinbrüche verzeichnet. Die Auto-bahneinfahrt Richtung Luzern stand kurze Zeit 20 cm unter Wasser. Suhre Oberkirch: 1.2 m ³ /s Suhre Reitnau: Umbau, keine Messung. | WSL (2010) BAFU Kt. AG |

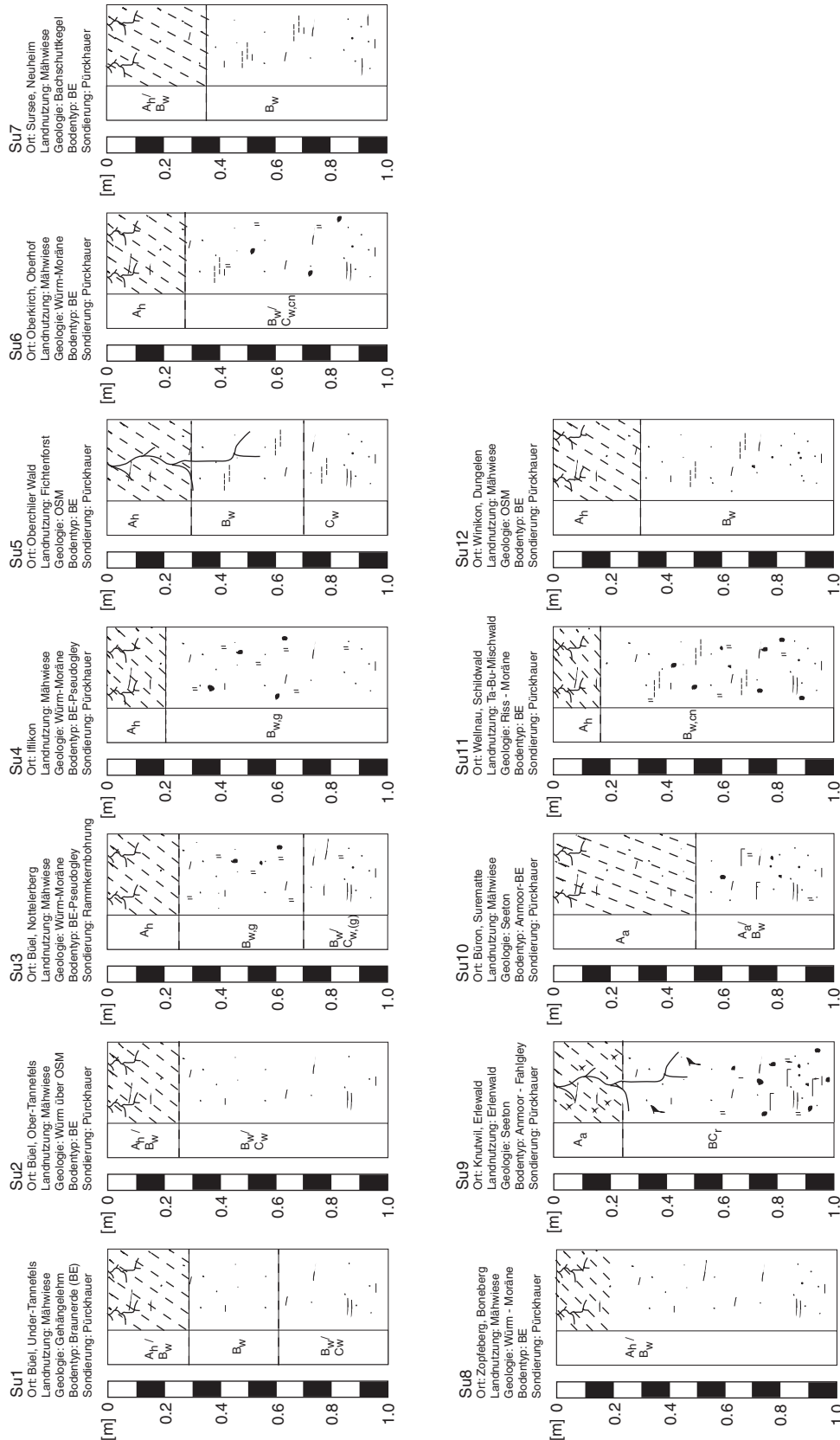
| Datum | Niederschlag | Angaben zum Ereignis | Quelle |
|-------------------|---------------------|--|---|
| 2005, 22.8. | Dauerregen | Winikon: überschwemmt durch Dorfbach. Kantonsstrasse Richtung Uffikon überschwemmt (19:30 - 23:30 gesperrt). Firma Biene AG und Dorfkäserei beschädigt. Etwa 30 Schadensmeldungen bei der Gebäudeversicherung Luzern bis am 22.08.05. Trinkwasser verschmutzt. Schäden Wasserbau: Suhre und Zuflüsse Schwellen, Uferverbauung und Profilerweiterung 40'000 CHF. Büron, Geuensee, Knutwil, Triengen: private Schäden. Oberkirch: Schäden Wasserbau: Suhre und Zuflüsse Schwellen, Uferverbauung und Profilerweiterung 25'000 CHF. Sursee: Industriezone (Keller und Garagen) im Bereich des Chommitbaches betroffen. Probleme mit Öl. Schäden Wasserbau: Suhre und Zuflüsse Schwellen, Uferverbauung und Profilerweiterung 92'000 CHF. Geuensee: Suhre, Hochwasser und Überschwemmungen. Nur Landwirtschaftsland betroffen. Büron: Suhre, Hochwasser. Lindenhof, Falkenhof, Landhof, Maracher, Tannehof unter Wasser. Triengen: Suhre, Hochwasser und Überschwemmungen. ARA betroffen. Suhre Oberkirch: 3.7 m ³ /s Suhre Reitnau: 22.6 m ³ /s | WSL (2010) |
| 2006, 9./10.4. | Dauerregen | Geuensee: Die Feuerwehrr hatte einen Einsatz beim Weiler Krumbach. Dort verläuft ein Bach unterirdisch. Der Bach schob aber so viel Geröll mit sich, dass ein Dolendeckel abgehoben wurde und das Wasser in ein Haus zu fließen drohte. Die Feuerwehrr pumpte das Wasser weg und bewahrte die Bewohner vor grösserem Schaden. Gemäss einem Foto wurde die Strasse überspült und reichte das Wasser bis zu einem Bauernhof. Sursee: Die Suhre führte am frühen Morgen enorm viel Wasser, v.a. im Bereich der Calida in Oberkirch (Gemeinde) und Sursee. Die Sure breitete sich unterhalb der Calida deshalb auf einer Wiese rechtsseitig des Wasserlaufes aus. In Sursee war aber v.a. das Grundwasser das Problem. Im Industriegebiet drückte im Bereich der Wassermatte und an der Zeughausstrasse das Wasser an die Oberfläche. Hier musste das rückgestaute Wasser am Dienstagabend (11.4.06) abgepumpt werden. In den Gebieten Sonnmatte- strasse und Luzernstrasse wurde die Feuerwehrr ebenfalls aufgebeten. Der Sachschaden hielt sich aber in Grenzen. Suhre Oberkirch: 3.3 m ³ /s Suhre Reitnau: 23.9 m ³ /s | AF-Colenco AG / Keller + Lorenz AG (2010) BAFU Kt. AG WSL (2010) |
| 2007, 10.6. | Gewitter | Sursee: Wegen einem Gewitter am Nachmittag gab es einige Schadensmeldungen u.a. aus Sursee / dem Raum Sempachersee. In Sursee stürzte ein Baum um (Sturm). Suhre Oberkirch: 2.0 m ³ /s Suhre Reitnau: 7.4 m ³ /s | WSL (2010) BAFU Kt. AG |

| Datum | Niederschlag | Angaben zum Ereignis | Quelle |
|------------------|--------------|---|--|
| 2007, 8./9.8. | Dauerregen | <p>Anhaltender Regen hat in der Schweiz Flüsse über die Ufer treten lassen, Keller geflutet und Strassen überschwemmt. Der Kanton Luzern rief am Abend des 8.8.07 den Kantonalen Krisenstab zusammen. Mehr als 1500 Feuerwehreinheiten standen in der Nacht im ganzen Kanton im Einsatz. Am Mittag des 9.8.07 konnte der Krisenstab wieder Entwarnung geben. Die Gebäudeversicherung rechnete kurz nach dem Ereignis mit 600-800 Schadenfällen und einer Schadenssumme von 6-8 Mio. CHF. Am stärksten betroffenen waren die Gemeinde Littau und das Seetal.</p> <p>Geuensee: Die Strasse Geuensee - Schenkon war wegen Hochwassers (Zollbach / Chommlibach) gesperrt. Ab 19:40 Uhr hatte die Feuerwehr in Geuensee 7 Einsätze zu leisten. In Hunzikon gab es eine überschemmten Keller, am Schäracher 8 ein überflutetes Betriebsgebäude und an der Schulhausstr. 2 mussten Sandsäcke gelegt werden. Im Strassacher drohte eine Jauchegrube überzulaufen. An der Parkstrasse kam der Verkehrsdienst aufgrund Überschwemmungen zum Einsatz. Schliesslich stand am Tag darauf an der Schaubernstr. 2 noch ein Betriebsgebäude im Wasser.</p> <p>Oberkirch: In Oberkirch kam es zu ca. 9 Einsätzen der Feuerwehr ab 18:50 Uhr. Die Sure überflutete ein Betriebsgelände bei Calida. Auch in Münigen trat sie über die Ufer - eine Werkstatt wurde überschwemmt. An der Feldhöflistr. 30 überschwemmte die Sure Vorplatz, Garagen, Keller sowie eine Erdgeschosswohnung. Auch an der Suremweidstr. 10, beim Zeigerhüsi und beim Geisshüsi waren Keller voll Wasser gelaufen.</p> <p>Schenkon: Die Strasse Geuensee - Schenkon war wegen Hochwassers des Zollbachs gesperrt (bei Geuensee aufgenommen). Ab 19:30 Uhr hatte die Feuerwehr in Schenkon ca. 13 Einsätze zu leisten. Am Bächli drohte ein Bach überzulaufen, im Zellfeld und beim Zollhaus traten Bäche über die Ufer - so auch der Greuelbach in der Chilchlimatte und der Chommlibach. Beim Zollhaus musste Geschiebe aus dem Bachbett entfernt werden. Regenwasser floss in ein Wohnquartier an der Tannbergstr. 2. Beim Zollhaus gab es einen Wassereinbruch in Haus und Scheune. Im Zellfeldpark ist eine Tiefgarage voll Wasser gelaufen, während an der Zellfeldstr. 4 ein Keller unter Wasser stand. Und auch an der Seematte gab es einen Wassereinbruch und Sandsäcke mussten gelegt werden.</p> <p>Sursee: In Sursee kam es zu ca. 28 Einsätzen der Feuerwehr ab 18:45 Uhr. Die Suhre trat über die Ufer. Sandsäcke wurden vor alle Hauseingänge an der Surengasse und an der Bahnhofstr. 2 gesetzt. An der Luzernstr. 18 wurde der Rechen der Sure von Schwemmmaterial befreit. Die Suhre lief über den Surenweg ins Land, trat auch beim Wasserkraftwerk und bei der St. Urbanstr. über die Ufer, überflutete die Gärtnerei von J. Wüst (mehrere 10'000.- Schäden). Der Chommlibach trat über die Ufer, sein Geschiebe wurde mittels Bagger entfernt. An der Badstr. 16 lief die Hauswasserpumpe nicht mehr. Beim Wassergraben wurden Kanalisationsdeckel durch die Wassermassen angehoben. An der Chilchlimatte 16, Gartenstr. 14, am Walkeli und an der Bahnhofstr. 4 gab es überschwemmte Keller und an der Geuenseestr. 12 eine überflutete Garage. An der Wassermatte 2 war ein Betriebsgebäude und am Wassergraben 6 eine Lagerhalle voll Wasser gelaufen. An der Wilemattstr. 9 gab es einen überfluteten Heizungsraum mit Öltank. Die Sursee-Triengenbahn (SBB) stand unter Wasser. Kabelstörungen / diverse Unterbrüche (Festnetz/Mobilfunk) der Swisscom als Folge des Hochwassers oder Hangrutschens gab es u.a. in Sursee.</p> <p>Fotos und Ereignisdokumentation dokumentieren Überschwemmungsfläche durch den Hofbach oberhalb des Einlaufs der Kantonsstrasse und oberhalb des Einlaufs der Bahnlinie in Oberkirch.</p> <p>Fotos und Ereignisdokumentation dokumentieren etwa um 10 cm überströmte Suhrebrücke bei Münigen, wobei gemäss Bildlegende der Maximalwasserstand etwa 20 – 30 cm höher war.</p> <p>Sursee: Alte Suhre: Steg zwischen Wilemattstrasse 3 + 1 (650'800/224'750): Bei Maximalwasserstand am 8.8.07 um ca. 23 Uhr wird der Steg überströmt, das zufließende vermag unter Rückstau knapp unter dem Gebäude Wilemattstrasse 1 durchzufließen. Die maximale Abflussmenge beträgt ca. 8 m³/s.</p> <p>Sursee: Neue Suhre an der Surengasse, Stadtmühle in Gegenflussrichtung (650'875/224'750): Bei Maximalwasserstand am 8.8.07 um ca. 23 Uhr wird die Stadtmühle teilweise umströmt, das Gerinne unterhalb ist randvoll. Die maximale Abflussmenge beträgt zu diesem Zeitpunkt rund 6 m³/s. Einzelne Hauseingänge an der Suhrengasse werden mit Sandsäcken geschützt.</p> | WSL (2010) |
| | | | Kost + Partner AG (2009) Oeko-B AG (2008) |

| Datum | Niederschlag | Angaben zum Ereignis | Quelle |
|-------------------------------|---------------------|--|---|
| 2007, 8./9.8. Fortsetz. | Dauerregen | <p>Geuensee: Suhre, Hochwasser und Überschwemmungen. Nur Landwirtschaftsland betroffen. Büron: Suhre, Hochwasser. Lindenhof, Falkenhof, Landhof, Maracher, Tannehof unter Wasser. Triengen: Seit 35 Jahren gab es noch nie so ein hoher Wasserstand in der Suhre. 1972 wurde die Suhre zum letzten Male überflutet in Triengen. (...) ARA betroffen. Wasserstand in der ARA liegt um 20 cm höher als beim Hochwasser August 2005. Ausuferung um die Winikonerbrücke.</p> <p>Beim Hochwasser im August 2007 staute sich das Wasser vor der Flurwegbrücke (ca. 100 m oberhalb des SBB-Durchlasses) bis an das neue Haus hinauf, floss die Strasse hinunter und ins Landwirtschaftsland. Der SBB-Durchlass wurde dabei nicht eingestaut. Aus dem Durchlass, der oberhalb liegenden Kantonsstrasse, schoss das Wasser nicht höher als halb voll heraus. [Aus diesen Angaben konnte eine Abflussspitze des Hofbachs von 6 – 7 m³/s abgeschätzt werden.]</p> <p>Hans Willi (Jahrgang 1939) wohnt seit Geburt auf dem Oberhof. Ausser diesem Ereignis und dem Hochwasser vom Juli 2010 kann er sich nur noch an ein vergleichbares Hochwasserereignis erinnern, als er ca. 12 bis 14-jährig war [evtl. Hochwasser vom Juni 1953]. Damals überflutete das Hofbach-Wasser die Matte zwischen dem Oberhof und der SBB-Linie und floss durch die Bahnunterführung des Flurwegs [nördlich des Oberhofs] Richtung Suhre.</p> <p>Hans Jung (wohnhaltig in Sursee) hat seit 20 Jahren einen Garten direkt oberhalb des SBB-Durchlasses, am rechten Ufer des Hofbachs. In dieser Zeit kam es nur im August 2007 [und im Juli 2010] zu Ausuferungen des Hofbachs. Der Hofbach uferete oberhalb des SBB-Durchlasses aus und lief das Feld hinunter. In den 1970er-Jahren uferete der Hofbach auch einmal aus. [vermutlich Ereignis vom 7.8.1978]. Ende der 1970er-Jahre wurde der Hofbach unterhalb des SBB-Durchlasses korrigiert.</p> <p>Suhre Oberkirch: 4.4 m³/s Suhre Reitnau: 42.5 m³/s</p> | <p>AF-Colenco AG / Keller + Lorenz AG (2010)</p> <p>Hans Willi</p> <p>Hans Jung</p> <p>BAFU Kt. AG</p> <p>WSL (2010)</p> <p>BAFU Kt. AG</p> <p>WSL (2010)</p> |
| 2008, 10.6. | Gewitter | <p>Ein heftiges Gewitter hat v.a. in Teilen der Kantone Zürich, Zug und Thurgau Überschwemmungen ausgelöst. Aber auch die Region Sursee LU war von starkem Regen und Hagel heimgesucht worden. Die Hagelkörner verstopften etliche Abflüsse. An der Tannbergstr. 17 in Schenkon floss deshalb in Strömen Schlamm durch die Wohnung (Stereoanlage, Rollerblades...im Keller kaputt).</p> <p>Suhre Oberkirch: 1.4 m³/s Suhre Reitnau: 11.4 m³/s</p> | <p>BAFU Kt. AG</p> <p>WSL (2010)</p> |
| 2009, 26.5. | Gewitter | <p>Eine markante Kaltfront mit frischer Polarluft verdrängte am 26. Mai heisse Subtropenluft. An der Frontlinie traten kräftige Gewitterzellen auf, die im Laufe des Nachmittags unter Intensivierung vom Chablais den Voralpen entlang Richtung Ostschweiz zogen und von Sturmwinden, heftigen Niederschlägen und Hagelschlägen begleitet wurden. Auf der Alpenordseite fiel gebietsweise bis zur Hälfte des durchschnittlichen Mai-Niederschlags innert 12 h. Auf dem Napf wurde eine Tagessumme von 72 mm registriert. Der Hagel führte zu beträchtlichen Schäden an Gebäuden. Aber auch Stürme brachten Schäden. Ausserdem drang vielerorts Wasser in Keller, Lichtschächte und Tiefgaragen. Insgesamt wiesen die Kantone AG, BE, LU, SG, TG, ZG und ZH Gebäudeschäden von mehr als 40 Mio. CHF auf, wobei 80% davon alleine auf Hagelschäden im Kt. TG zurückzuführen waren. In den Kt. TG und LU wurden u.a. Keller und Strassen überflutet und mehrere Bäche traten über die Ufer.</p> <p>Oberkirch: Wasser im Keller: Feldhöfstrasse 20+30, Grünauweg 6; Wasser in Garage und Kellerräumen: Luzernstrasse 70; Wasser in Lagerräumen: Luzernstrasse 36. Sursee: Wasser in Keller(n): Luzernstrasse 40, Singmatte 1, Buchfinkenweg 8, Badstrasse 8+9, Wilemattstrasse 8, Merkurstrasse 3, Vierherrenplatz 1; Wasser in Garage und Kellerräumen: Zellmoosstrasse 5; Wasser im Verkaufsladen: Unterstadt 16+18, Josef-Frei-Weg 1; Wasser in Gärtnerei: Wilemattstrasse 9; Vierherrenplatz: überschwemmter öffentlicher Parkplatz abgesperrt.</p> <p>Suhre Oberkirch: 1.6 m³/s Suhre Reitnau: 10.1 m³/s</p> | <p>BAFU Kt. AG</p> <p>WSL (2010)</p> |

| | | | |
|----------------|----------|---|--|
| 2009, 4.7. | Gewitter | <p>Ein eigentlich nicht allzu heftiges Gewitter baute sich im Napfgebiet auf und ging am Abend über dem Kt. Luzern nieder (Richtung Sempachersee und Luzern). Bäche traten über die Ufer, Strassen wurden überschwemmt und Keller standen unter Wasser. Am schlimmsten betroffen war das Wiggertal. Neben den Feuerwehren Wiggertal und Pfäfnau-Roggiswil standen auch die Feuerwehrten Escholzmatt und Knutwil-Mauensee im Einsatz.</p> <p>Suhre Oberkirch: 1.3 m³/s Suhre Reitnau: 9.0 m³/s</p> | WSL (2010) BAFU Kt. AG |
| 2010, 29.7. | Gewitter | <p>In einigen Regionen des Kantons Luzern goss es am Vormittag [29.7.2010] wie aus Kübeln. Mehrere Bäche traten über die Ufer. Schäden gab es vor allem im Luzerner Hinterland sowie im Rot-, im Wigger- und im Seetal, wie die Luzerner Polizei und das Feuerwehr-Inspektorat mitteilen. Anfang Nachmittag entspannte sich die Lage. (...) Gesperrt war unter anderem das Dorfzentrum von Buttisholz, weil dort der Dorfplatz unter Wasser stand. Die BLS-Bahnlinie Wolhusen-Langenthal zwischen Willisau LU und Gettnau LU war während gut zweieinhalb Stunden nicht befahrbar. Weniger stark betroffen waren die Kantone Bern und Aargau. Auf Berner Boden wurden vor allem im Oberaargau und im Emmental Keller und Strassen überflutet. Bei der Polizei gingen bis am Mittag rund 50 Meldungen ein. Im Kanton Aargau wurden im Suhrental und im Freiamt vereinzelt Keller überschwemmt. (...) Heftigen Regen gab es am Donnerstag vor allem in der Zentral- und der Ostschweiz. In St. Gallen fielen zwischen Mitternacht und Anfang Nachmittag über 40 Liter Regen pro Quadratmeter. In Schaffhausen waren es knapp 39 Liter, wie Christa Hayoz, Meteorologin bei Meteo Schweiz, ausführte. Je 33 Liter wurden in der Stadt Luzern, in Wädenswil ZH am Zürichsee sowie auf dem Hörnli im Zürcher Oberland registriert. Weiter westlich waren die Regenmengen deutlich kleiner. Phasenweise hagelte es auch, wie Hayoz weiter sagte. Betroffen waren das Entlebuch und das Napfgebiet in der Zentralschweiz sowie ein Band im Norden des Landes, das vom Baselbiet über den Aargau bis in die Ostschweiz reichte.</p> <p>Rund 20 Feuerwehren standen am Donnerstagvormittag im Einsatz, weil Bäche über die Ufer getreten und Schächte die Wassermassen nicht mehr aufnehmen konnten. Laut Luzerner Polizei waren einige Verkehrswege teilweise unterbrochen. Bei der Einsatzleitzentrale gingen rund 70 Meldungen ein. Die starken Regenfälle vom Donnerstagvormittag konzentrierten sich aufgrund der Alarmeingänge grossmehrfach auf das Luzerner Hinterland, das Rottal, das Wiggertal und das Seetal. Folgende Feuerwehren sind im Einsatz: Altishofen-Nebikon, Buttisholz, Ebersecken, Ettiswil-Alberswil, Gettnau, Grosswangen, Hochdorf, Hürntal, Luzern, Michel-samt, Nottwil, Oberseetal, Region Sursee, Ruswil, Schötz, Wiggertal, Wilkon, Triengen, Willisau, Grossdietwil-Albüren, Luthern und Zell. Die Strassen Grosswangen-Kottwil, Grosswangen-Oberkirch, Willisau-Alberswil und das Dorfzentrum von Buttisholz waren schwierig zu befahren oder teilweise gesperrt.</p> <p>Die Abflussmenge auf der Höhe der Altstadt Sursee war etwa 1 - 2 m³/s kleiner als beim Ereignis August 2007, dürfte also etwa 13 - 14 m³/s betragen haben. Die Abflussmenge des Hofbaches dürfte praktisch identisch gewesen sein wie vor 3 Jahren.</p> <p>Das Hochwasser vom 29.7.2007 übertraf das Hochwasser des Hofbaches dürfte praktisch identisch gewesen sein wie vor 3 Jahren. Die Flurwegbrücke (ca. 100 m oberhalb des SBB-Durchlasses) bis an das neue Haus hinauf, floss die Strasse hinunter und ins Landwirtschaftsland. Die Flurwegbrücke wurde überspült und brach ein. Der SBB-Durchlass wurde diesmal eingestaut; das Wasser floss einerseits durch die Bahnunterführung neben dem SBB-Durchlass und andererseits über das Landwirtschaftsland dem Bahndamm entlang zur Bahnunterführung des Flurwegs nördlich des Oberhofs. [Aus diesen Angaben konnte eine Abflussspitze des Hofbachs von 7 - 9 m³/s abgeschätzt werden.] Hans Willi (Jahrgang 1939) wohnt seit Geburt auf dem Oberhof. Dieses Ereignis war wahrscheinlich das grösste Hofbach-Hochwasser, das er bisher erlebte.</p> <p>Suhre Oberkirch: 3.1 m³/s Suhre Reitnau: 27.5 m³/s</p> | <p>Basler Zeitung, bazonline.ch 29.7.2010</p> <p>Neue Luzerner Zeitung, zisch.ch 29.7.2010</p> <p>Andreas Hurni Hans Willi</p> <p>BAFU Kt. AG</p> |

| Nr. Station | 6800 Sempach | 6816 Triengen | 6840 Beromünster | 6848 Wauwil bis 1973 | 6860 Unterkulm | 6880 Aesch (LU) bis 1928 | LU 04 Sempach ARA | LU 05 Sursee | LU 07 Langnau (LU) | LU 08 Willisau | LU 09 Wolhusen | AG 03 Birrwil | AG 04 Reinach (AG) | |
|----------------|--------------|---------------|------------------|----------------------|----------------|--------------------------|-------------------|--------------|--------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------|--|
| Messperiode | 1961 - 1967 | 1883 - 1919 | 1882 - 2009 | 1961 - 1987 | 1883 - 1987 | 1901 - 1987 | 1991 - 1987 | 2000 - keine | 2000 - keine | 1991 - keine | 2000 - keine | 2000 - keine | 2000 - keine | |
| Y | 220940 | 231770 | 226050 | 240080 | 240080 | 234450 | 219360 | 225040 | 231200 | 212490 | 220780 | 237345 | 234850 | |
| Zeitintervall | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | 7-7 Uhr | |
| Statistik | 1961 - 1987 | keine | 1888 - 2009 | keine | 1901 - 1987 | 1901 - 1987 | keine | keine | keine | keine | keine | keine | keine | |
| 13.01.1910 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 14.01.1910 | | 1.9 | 0.4 | | 5.6 | 3.4 | | | | | | | | |
| 15.01.1910 | | 5.2 | 8.1 | | 0.8 | 4.7 | | | | | | | | |
| 16.01.1910 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 17.01.1910 | | 7.7 | 7.6 | | 8.1 | 4.8 | | | | | | | | |
| 18.01.1910 | | 24.7 | 20.0 | | 37.5 | 28.4 | | | | | | | | |
| 19.01.1910 | | 72.1 | 67.2 | | 59.8 | 61.5 | | | | | | | | |
| 20.01.1910 | | 49.6 | 38.0 | | 47.5 | 44.6 | | | | | | | | |
| 21.01.1910 | | 2.2 | 2.6 | | 1.7 | 3.0 | | | | | | | | |
| 19.-20.01.1910 | | 121.7 | 105.2 | | 107.3 | 106.1 | | | | | | | | |
| 18.-20.01.1910 | | 146.4 | 125.2 | | 144.8 | 134.5 | | | | | | | | |
| 08.06.1910 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 09.06.1910 | | 0.0 | 0.0 | | 3.9 | 2.7 | | | | | | | | |
| 10.06.1910 | | 8.6 | 3.0 | | 0.0 | 1.4 | | | | | | | | |
| 11.06.1910 | | 13.1 | 4.7 | | 14.1 | 9.4 | | | | | | | | |
| 12.06.1910 | | 7.3 | 44.0 | | 3.8 | 5.1 | | | | | | | | |
| 13.06.1910 | | 7.7 | 13.6 | | 15.3 | 17.4 | | | | | | | | |
| 14.06.1910 | | 60.3 | 55.0 | | 47.1 | 73.5 | | | | | | | | |
| 15.06.1910 | | 8.3 | 14.0 | | 8.8 | 16.1 | | | | | | | | |
| 16.06.1910 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 13.-14.06.1910 | | 68.0 | 68.6 | | 62.4 | 90.9 | | | | | | | | |
| 13.-15.06.1910 | | 76.3 | 82.6 | | 71.2 | 107.0 | | | | | | | | |
| 06.06.1912 | | 1.1 | 0.5 | | 0.9 | 0.5 | | | | | | | | |
| 07.06.1912 | | 10.1 | 15.0 | | 24.4 | 6.9 | | | | | | | | |
| 08.06.1912 | | 7.9 | 15.3 | | 5.4 | 4.8 | | | | | | | | |
| 09.06.1912 | | 11.0 | 12.0 | | 7.4 | 18.0 | | | | | | | | |
| 10.06.1912 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 11.06.1912 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 12.06.1912 | | 4.6 | 9.5 | | 2.1 | 11.1 | | | | | | | | |
| 13.06.1912 | | 88.0 | 62.2 | | 63.7 | 59.7 | | | | | | | | |
| 14.06.1912 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 12.-13.06.1912 | | 92.6 | 71.7 | | 65.8 | 70.8 | | | | | | | | |
| 19.06.1953 | | | 0.0 | | 1.5 | 0.0 | | | | | | | | |
| 20.06.1953 | | | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 21.06.1953 | | | 0.0 | | 0.8 | 0.4 | | | | | | | | |
| 22.06.1953 | | | 21.4 | | 0.0 | 9.1 | | | | | | | | |
| 23.06.1953 | | | 5.4 | | 6.7 | 6.0 | | | | | | | | |
| 24.06.1953 | | | 11.6 | | 6.0 | 9.0 | | | | | | | | |
| 25.06.1953 | | | 47.1 | | 54.1 | 52.0 | | | | | | | | |
| 26.06.1953 | | | 40.6 | | 22.2 | 37.6 | | | | | | | | |
| 27.06.1953 | | | 1.8 | | 3.8 | 0.9 | | | | | | | | |
| 25.-26.06.1953 | | | 87.7 | | 76.3 | 89.6 | | | | | | | | |
| 24.-26.06.1953 | | | 99.3 | | 82.3 | 96.6 | | | | | | | | |
| 15.11.1972 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 2.1 | | | | | | | | |
| 16.11.1972 | | 12.9 | 14.6 | 12.0 | 32.3 | 19.8 | | | | | | | | |
| 17.11.1972 | | 15.9 | 16.2 | 19.6 | 15.6 | 19.0 | | | | | | | | |
| 18.11.1972 | | 3.1 | 21.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 19.11.1972 | | 1.6 | 8.6 | 7.0 | 3.9 | 2.3 | | | | | | | | |
| 20.11.1972 | | 6.4 | 8.4 | 2.0 | 11.1 | 8.5 | | | | | | | | |
| 21.11.1972 | | 33.6 | 35.5 | 42.0 | 26.0 | 35.5 | | | | | | | | |
| 22.11.1972 | | 77.9 | 68.5 | 86.0 | 65.9 | 71.9 | | | | | | | | |
| 23.11.1972 | | 4.5 | 5.1 | 0.0 | 2.9 | 1.7 | | | | | | | | |
| 21.-22.11.1972 | 111.5 | | 104.0 | 128.0 | 91.9 | 107.4 | | | | | | | | |
| 20.-22.11.1972 | 117.9 | | 112.4 | 130.0 | 103.0 | 115.9 | | | | | | | | |
| 31.07.1978 | 15.7 | | 5.1 | 25.8 | 9.8 | 2.2 | | | | | | | | |
| 01.08.1978 | 4.4 | | 4.6 | 3.1 | 6.2 | 4.5 | | | | | | | | |
| 02.08.1978 | 0.7 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 03.08.1978 | 3.0 | | 5.1 | 2.6 | 0.0 | 7.9 | | | | | | | | |
| 04.08.1978 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 05.08.1978 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 06.08.1978 | 13.1 | | 18.1 | 15.5 | 27.9 | 15.9 | | | | | | | | |
| 07.08.1978 | 83.8 | | 85.4 | 58.5 | 80.5 | 79.0 | | | | | | | | |
| 08.08.1978 | 7.4 | | 14.6 | 8.7 | 9.5 | 8.5 | | | | | | | | |
| 06.-07.08.1978 | 96.9 | | 103.5 | 74.0 | 108.4 | 94.9 | | | | | | | | |
| 06.-08.08.1978 | 104.3 | | 118.1 | 82.7 | 117.9 | 103.4 | | | | | | | | |
| 12.05.1994 | 9.2 | | 14.5 | 6.3 | 4.8 | 11.0 | 10.2 | | 14.4 | 11.9 | | | | |
| 13.05.1994 | 0.1 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | | | |
| 14.05.1994 | 4.0 | | 2.6 | 2.0 | 1.3 | 3.6 | 6.7 | | 1.1 | 2.6 | | | | |
| 15.05.1994 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | | | |
| 16.05.1994 | 0.8 | | 1.5 | 1.5 | 4.2 | 3.1 | 0.8 | | 10.4 | 5.7 | | | | |
| 17.05.1994 | 17.8 | | 30.0 | 23.9 | 13.3 | 21.4 | 17.8 | | 13.9 | 29.3 | | | | |
| 18.05.1994 | 75.8 | | 92.0 | 52.8 | 94.9 | 86.7 | 73.6 | | 59.6 | 52.6 | | | | |
| 19.05.1994 | 7.5 | | 16.9 | 6.5 | 15.4 | 9.3 | 6.6 | | 8.8 | 4.0 | | | | |
| 20.05.1994 | 9.7 | | 8.1 | 5.0 | 9.2 | 7.8 | 8.6 | | 5.4 | 7.6 | | | | |
| 17.-18.05.1994 | 93.6 | | 122.0 | 76.7 | 108.2 | 108.1 | 91.4 | | 73.5 | 81.8 | | | | |
| 17.-19.05.1994 | 101.1 | | 138.9 | 83.2 | 123.6 | 117.4 | 98.0 | | 82.3 | 85.8 | | | | |
| 15.08.2005 | 24.8 | | 14.7 | 9.3 | 11.2 | 30.6 | 20.5 | 12.5 | 10.9 | 13.7 | 18.7 | 19.0 | 12.6 | |
| 16.08.2005 | 0.0 | | 1.1 | 0.6 | 0.2 | 1.4 | 1.3 | 0.7 | 0.1 | 0.5 | 1.8 | 0.7 | 0.6 | |
| 17.08.2005 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 18.08.2005 | 14.2 | | 1.2 | 37.3 | 1.8 | 0.3 | 20.0 | 8.1 | 44.8 | 37.4 | 15.4 | 0.0 | 0.3 | |
| 19.08.2005 | 35.5 | | 27.0 | 36.1 | 38.8 | 16.3 | 27.5 | 22.8 | 31.5 | 17.1 | 16.2 | 16.7 | 17.2 | |
| 20.08.2005 | 24.4 | | 18.1 | 10.1 | 8.3 | 15.1 | 22.3 | 15.2 | 5.6 | 10.1 | 47.8 | 8.6 | 8.4 | |
| 21.08.2005 | 70.2 | | 80.6 | 45.7 | 33.5 | 63.0 | 69.6 | 73.7 | 37.2 | 83.3 | 94.1 | 41.7 | 29.4 | |
| 22.08.2005 | 15.3 | | 10.0 | 15.5 | 11.7 | 7.9 | 12.1 | 10.9 | 16.4 | 14.7 | 16.7 | 6.0 | 8.7 | |
| 23.08.2005 | 0.0 | | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | |
| 20.-21.08.2005 | 94.6 | | 98.7 | 55.8 | 41.8 | 78.1 | 91.9 | 88.9 | 42.9 | 93.4 | 141.9 | 50.3 | 37.8 | |
| 19.-21.08.2005 | 130.1 | | 125.7 | 91.9 | 80.6 | 94.4 | 119.3 | 111.7 | 74.4 | 110.5 | 158.2 | 67.0 | 55.0 | |
| 03.04.2006 | 0.0 | | 0.7 | 0.0 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | |
| 04.04.2006 | 13.4 | | 9.7 | 10.2 | 7.0 | 7.6 | 11.6 | 11.1 | 9.4 | 12.2 | 14.0 | 8.7 | 6.8 | |
| 05.04.2006 | 29.5 | | 33.7 | 27.1 | 31.0 | 28.9 | 28.4 | 26.3 | 26.7 | 29.5 | 29.0 | 27.2 | 27.7 | |
| 06.04.2006 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 1.8 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | |
| 07.04.2006 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | |
| 08.04.2006 | 17.4 | | 9.7 | 14.4 | 5.5 | 9.5 | 11.6 | 13.8 | 7.6 | 14.4 | 8.9 | 7.8 | 7.3 | |
| 09.04.2006 | 28.5 | | 44.7 | 50.4 | 56.6 | 43.8 | 27.2 | 42.8 | 56.3 | 45.8 | 24.4 | 49.9 | 47.3 | |
| 10.04.2006 | 17.5 | | 38.2 | 33.1 | 36.0 | 34.3 | 29.0 | 36.5 | 33.5 | 30.6 | 31.0 | 28.9 | 33.3 | |
| 11.04.2006 | 10.2 | | 1.1 | 0.8 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 5.4 | 3.3 | 1.3 | 12.3 | 0.6 | 0.0 | |
| 09.-10.04.2006 | 46.0 | | 82.9 | 83.5 | 92.6 | 78.1 | 56.2 | 79.4 | 89.9 | 76.4 | 55.4 | 78.8 | 80.6 | |
| 08.-10.04.2006 | 63.4 | | 92.6 | 97.9 | 98.1 | 87.6 | 67.8 | 93.1 | 97.4 | 90.8 | 64.3 | 86.6 | 87.9 | |
| 02.08.2007 | 11.2 | | 16.6 | 10.4 | 4.3 | 9.3 | 7.6 | 12.6 | 11.5 | 5.6 | 17.7 | 7.0 | 9.9 | |
| 03.08.2007 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 04.08.2007 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 05.08.2007 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 06.08.2007 | 0.0 | | 0.0 | 3.9 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 2.2 | 8.4 | 4.4 | 3.3 | 0.0 | 0.1 | |
| 07.08.2007 | 48.3 | | 40.9 | 21.6 | 19.2 | 37.8 | 46.5 | 53.1 | 19.7 | 28.5 | 35.3 | 23.1 | 25.7 | |
| 08.08.2007 | 76.0 | | 78.0 | 76.0 | 85.5 | 90.5 | 64.5 | 80.3 | 70.5 | 73.9 | 67.5 | 53.1 | 71.1 | |
| 09.08.2007 | 6.7 | | 8.1 | 7.3 | 8.2 | 5.3 | 3.0 | 5.1 | 6.6 | 5.0 | 3.6 | 57.3 | 8.3 | |
| 10.08.2007 | 2.0 | | | | | | | | | | | | | |



Anhang 3.1: Die im Einzugsgebiet untersuchten Bodenprofile (Su1-12) mit Angabe des Standorts, der Landnutzung, der Geologie, des Bodentyps und der Sondiermethode. Eine Beschreibung der Profile befindet sich im Anhang 3.2, die Lage der Sondierungen ist in Abbildung 1.1 ersichtlich.

Anhang 3.2: Die Eigenschaften der im Anhang 3.1 dargestellten Bodenprofile im Einzugsgebiet der Suhre mit der Einschätzung von Infiltration und Speicherfähigkeit und Angabe des zu erwartenden dominanten Abflussprozesses.

OSM = Obere Süsswassermolasse; BE = Braunerde; U, u = Silt, siltig; L, l = Lehm, lehmig; S, s = Sand, sandig; T, t = Ton, tonig. A = Oberboden; B = Unterboden; C = Ausgangsmaterial; G = Gley; h = humos; w = verbraunt (mit B), verwittert (mit C); o = Oxidation; cn, (g), g, gg, r = fortschr. Reduktion; z = Festgestein.

Prozesse: SSF (Subsurface Flow)=Abfluss im Boden; SOF (Saturated Overland Flow)=gesättigter Oberflächenabfluss; DP (Deep Percolation) = Tiefensickerung. SOF1: rasch, SOF2: leicht verzögert, SOF3 stark bis sehr stark verzögert abfliessend.

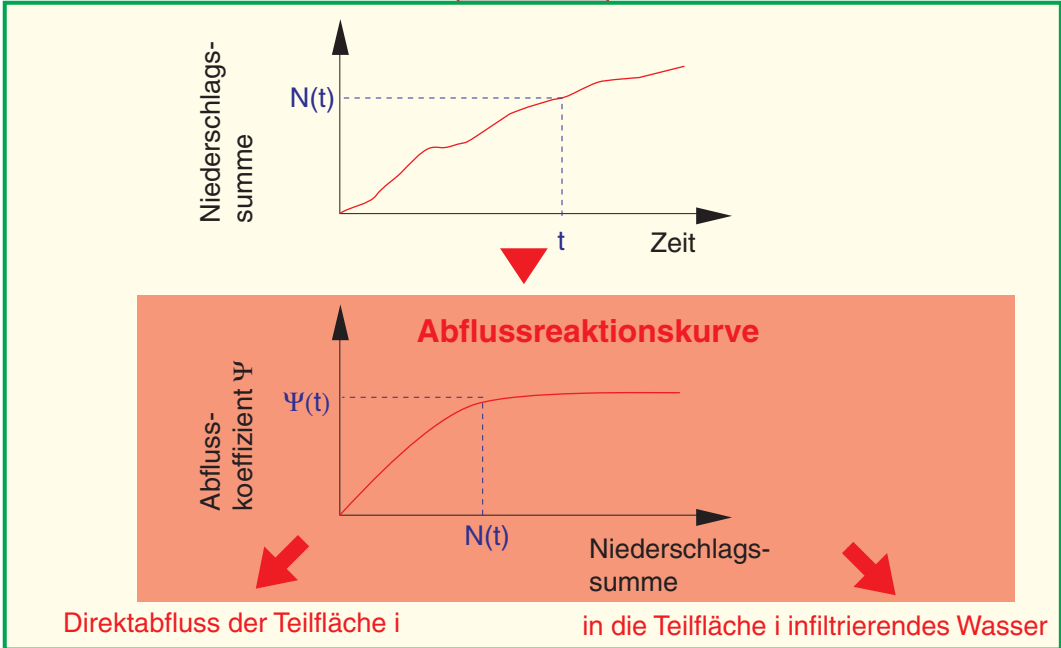
| Nr. | Profilbeschreibung | Nr. | Profilbeschreibung |
|-------------|--|-------------|--|
| Su1 | Büel, Under-Tannefels Geol.: Gehängelehm Bo.: BE Bw: braun-beiger Us BwCw: hell-beiger Su Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SOF3 - DP | Su2 | Büel, Ober-Tannefels Geol.: Würm-Moräne über OSM Bo.: BE AhBw: mittelbrauner Us BwCw: mittelbrauner Ls Inf.: normal Spv.: gross Proz.: D2 - SSF3 |
| Su3 | Büel, Nottelerberg Geol.: Würm-Moräne Bo.: BE - Pseudogley Bw,g: bunt-braun-marmorierter Us BwCw,(g): hell bunt-braun-marmorierter Us Inf.: normal Spv.: mässig-gross Proz.: SOF3 – SSF3 | Su4 | Iflikon Geol.: Würm-Moräne Bo.: BE-Pseudogley Bw,g: braun-bunt marmorierter Us - Ls Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SOF2 – SOF3 |
| Su5 | Oberchiler Wald Geol.: OSM Bo.: BE Bw: hellbrauner Ls4 Cw: hell braun-beiger Ts Inf.: normal Spv.: mässig-gross Proz.: SSF3 | Su6 | Oberkirch, Oberhof Geol.: Würm-Moräne Bo.: BE BwCw,cn mittelbraun-bunter Us - Ls Inf.: normal Spv.: gross Proz.: D3 - DP |
| Su7 | Sursee, Oberhof Geol.: Würm - Moräne Bo.: BE Ah/Bw: dunkel-mittel-brauner Ls Bw: mittel-brauner Lu Inf.: normal Spv.: gross Proz.: DP | Su8 | Zopfeberg, Boneberg Geol.: Würm - Moräne Bo.: BE Ah/Bw: brauner Us - Ls Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SSF3 |
| Su9 | Knutwil, Erlewald Geol.: Seeton Bo.: Anmoor-Gley Aa: schwarzbrauner Us Bw,r: grauer Lu Inf.: normal Spv.: mässig-gering Proz.: SOF 1-2 | Su10 | Büron, Surematte Geol.: Seeton Bo.: Anmoor-BE Ah/Bw: schwarzbrauner Ls Bw,(g): dunkelbraungrauer Sl Inf.: normal Spv.: gross Proz.: D3 - DP |
| Su11 | Wellnau, Schildwald Geol.: Riss- Moräne Bo.: BE Bw,cn: rot-brauner Ls - Us Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SSF3 | Su12 | Winikon, Dungenen Geol.: OSM Bo.: BE Bw: mittel-brauner Us Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SSF3 |

Jede Teilfläche ist charakterisiert durch

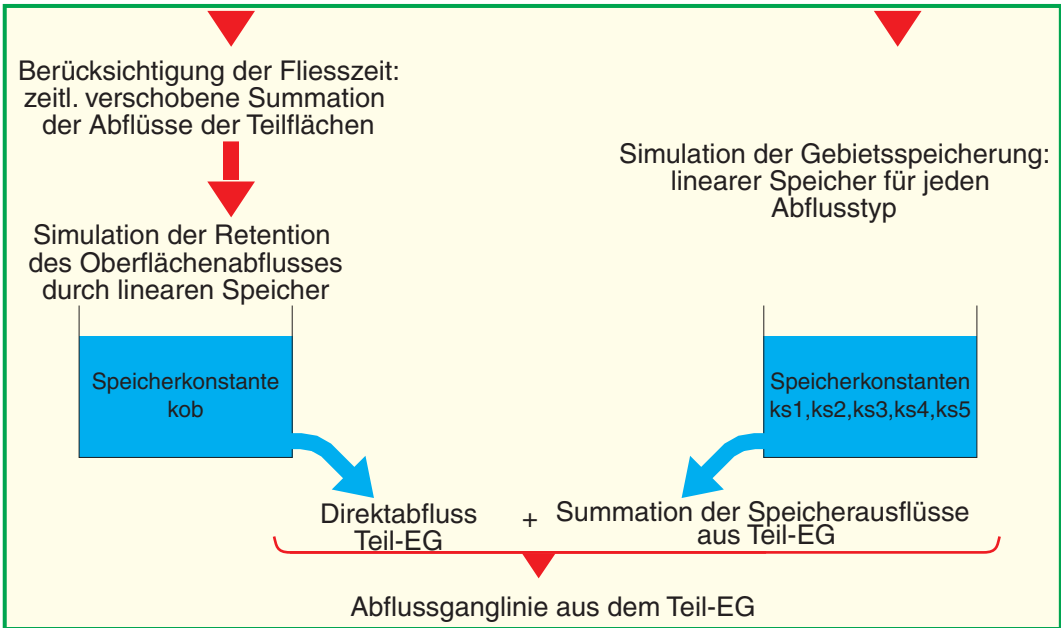
- Abflusstyp
- Niederschlagsganglinie
- Fließzeit bis zum Teil-EG-Ausfluss

dt=10 Min.

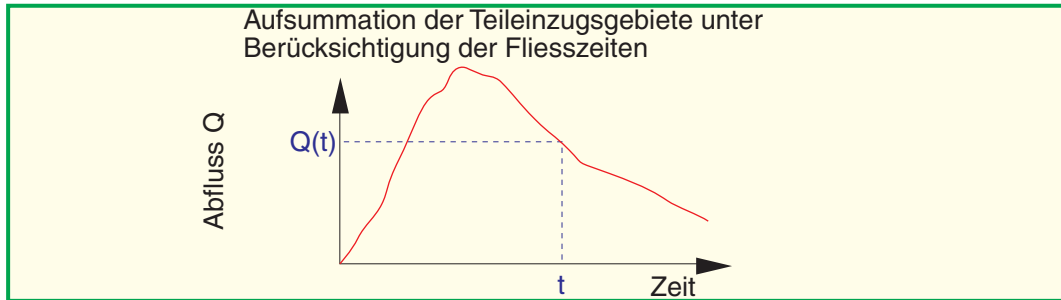
Stufe Teilfläche



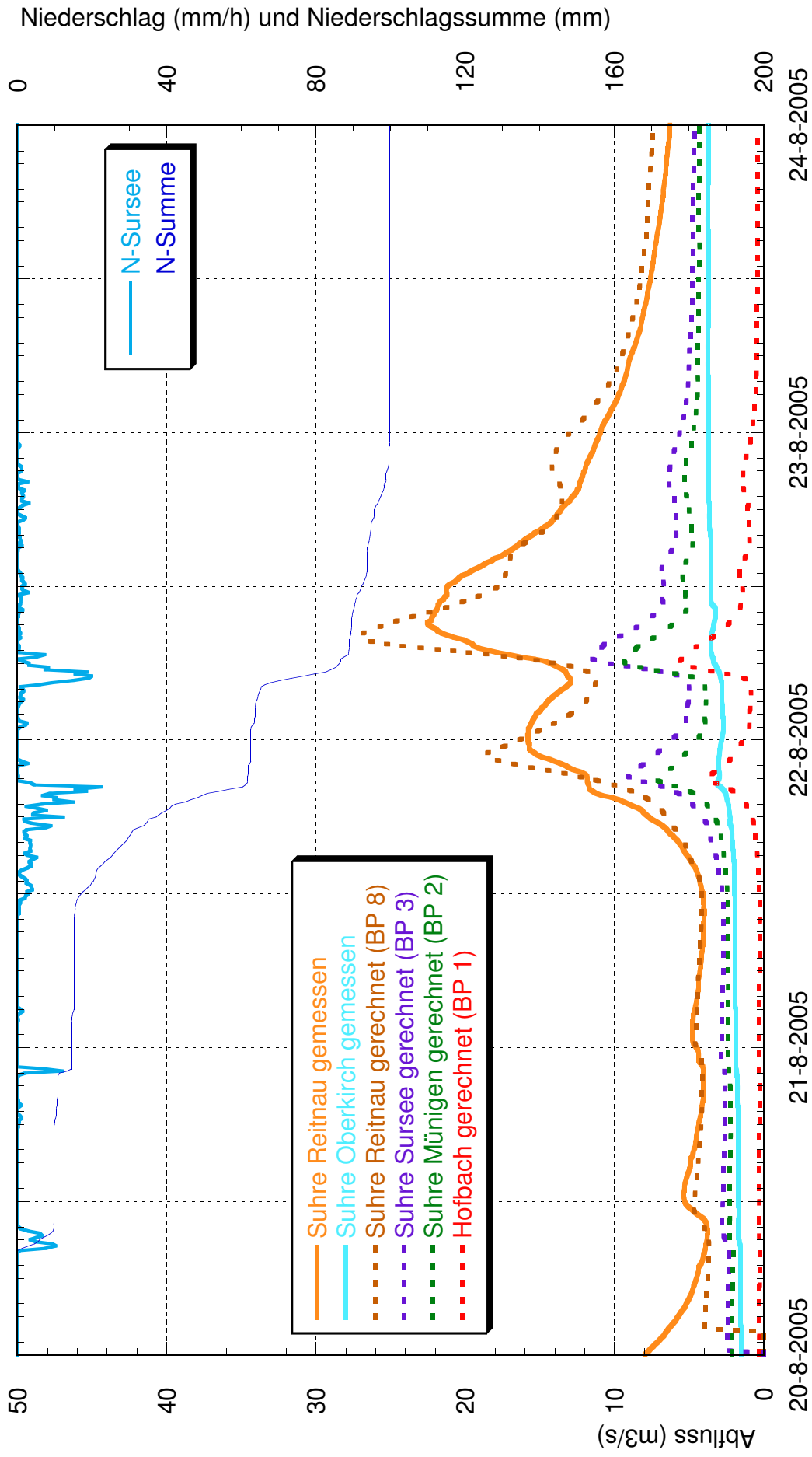
Stufe Teileinzugs-gebiet



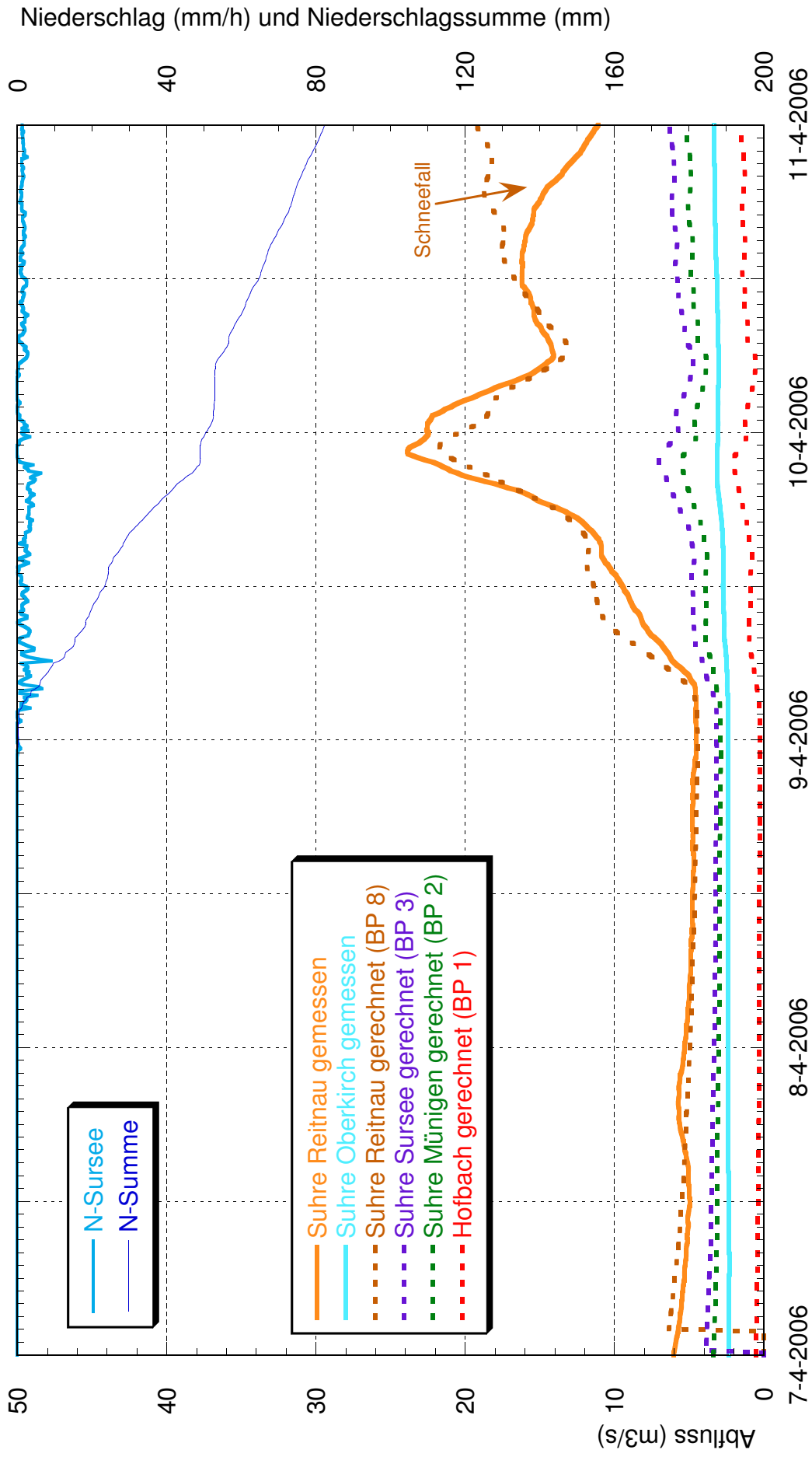
Einzugs-gebiet



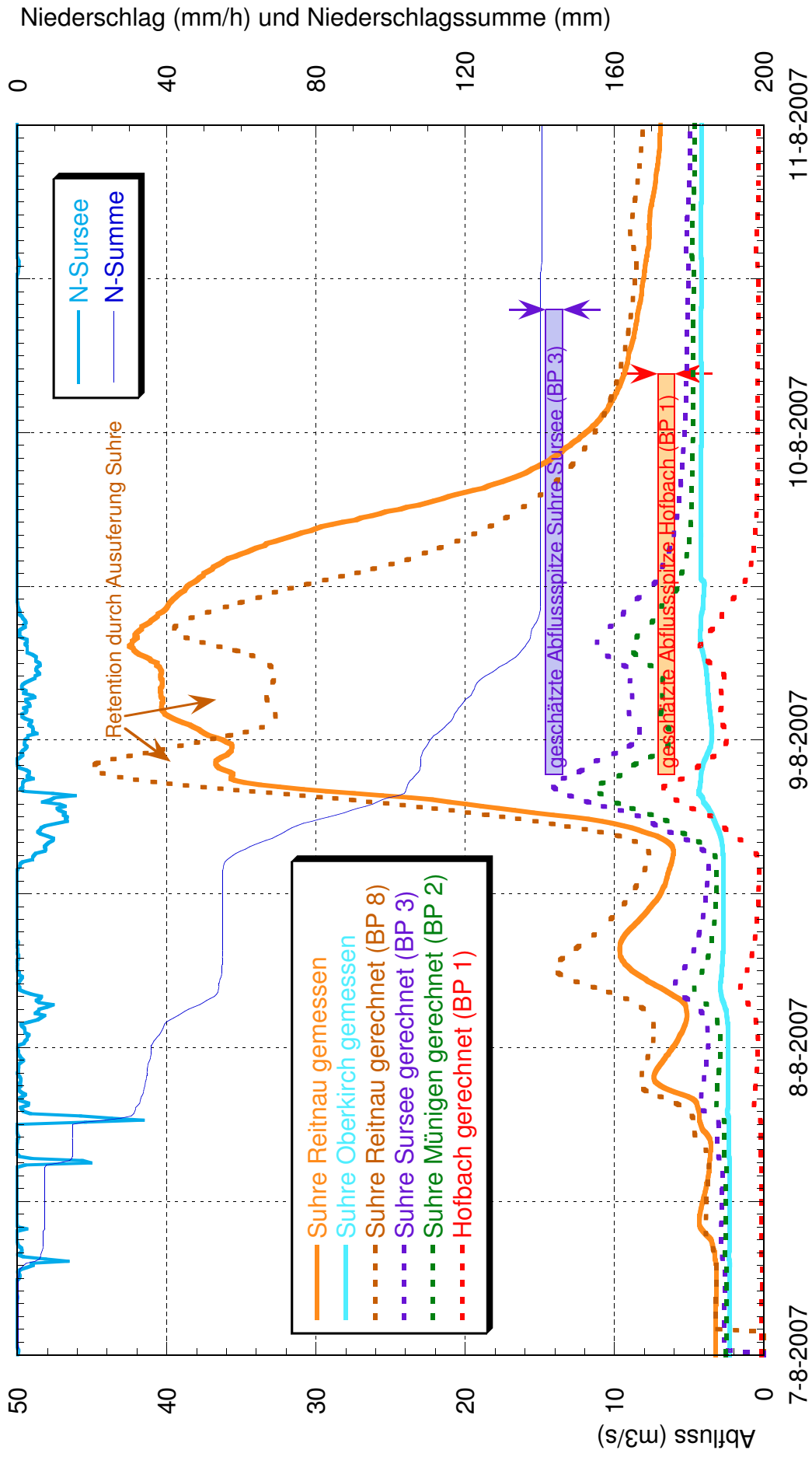
Anhang 4: Schematischer Aufbau des Niederschlags-Abfluss-Modells QArea. Zentrales Element ist die Abflussreaktionskurve, die für jede Teilfläche die Beziehung zwischen Niederschlagssumme und Abflusskoeffizient beschreibt.



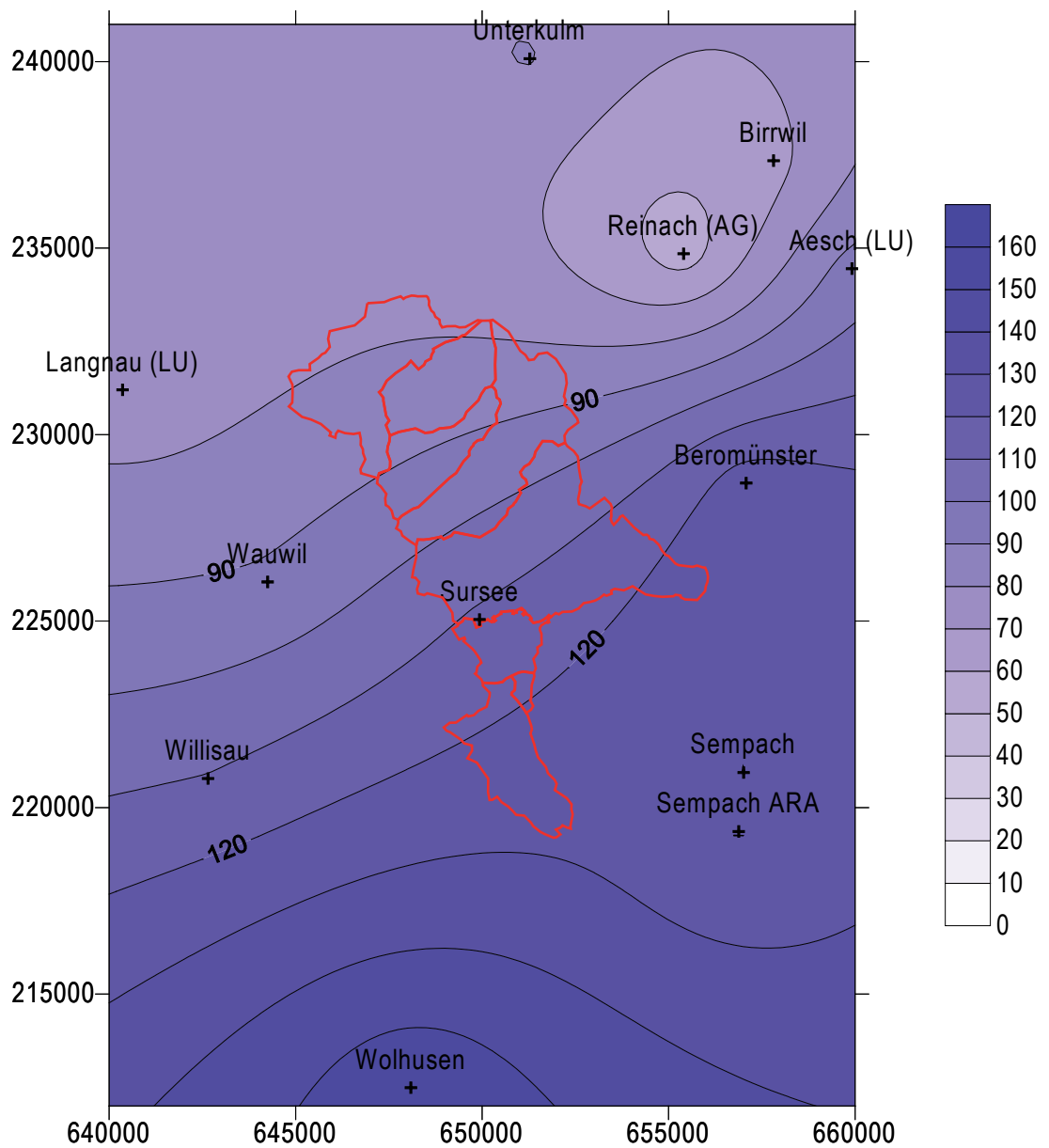
Anhang 5.1: Der Niederschlagsverlauf der Station Sursee und die an den Pegeln Suhre / Reitnau und Suhre / Oberkirch gemessenen Abflussganglinien des Hochwassers vom 22.8.2005. Die gepunkteten Linien zeigen die Berechnungen mit dem Modell QArea.



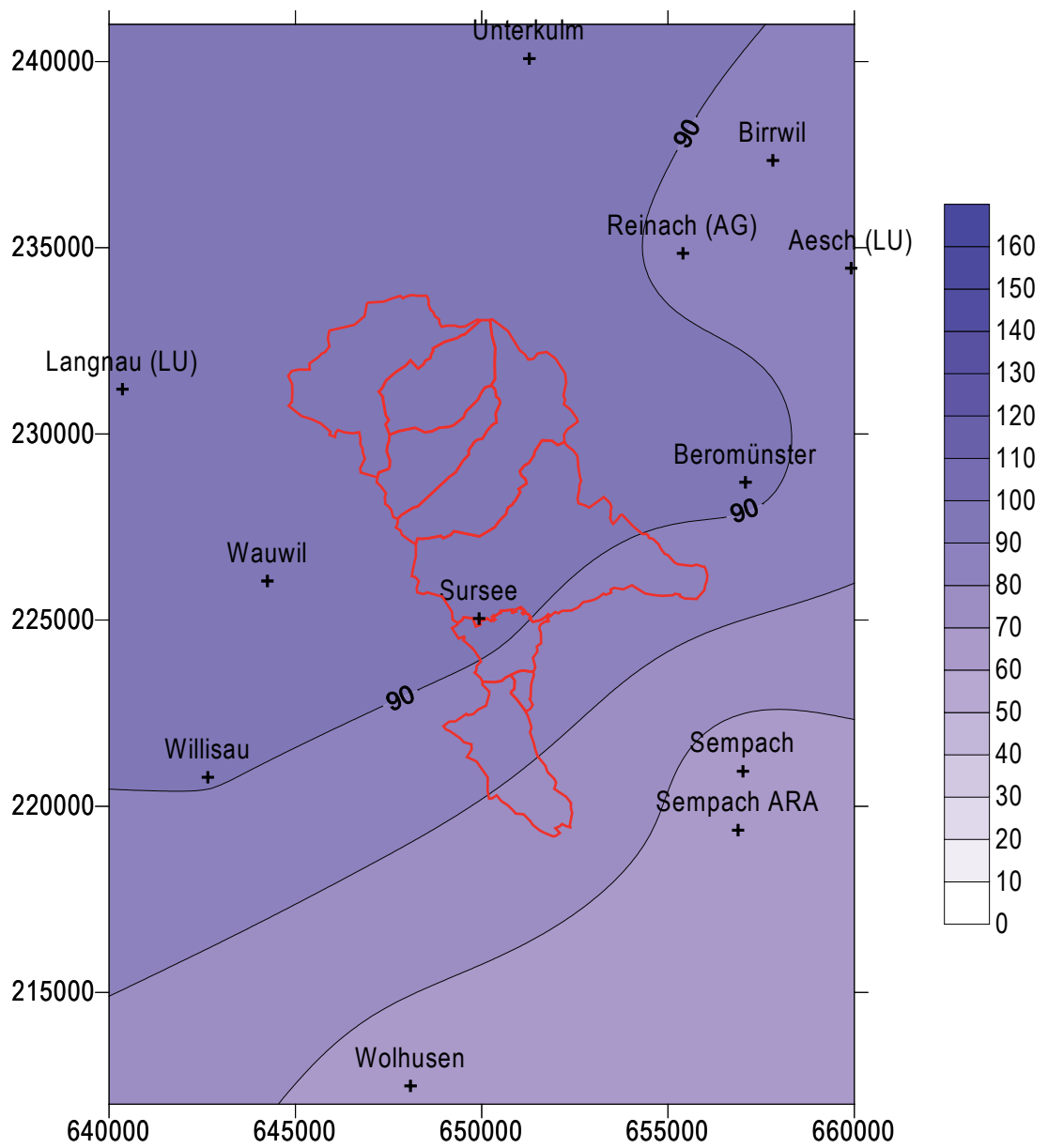
Anhang 5.2: Der Niederschlagsverlauf der Station Sursee und die an den Pegeln Suhre / Reitnau und Suhre / Oberkirch gemessenen Abflussganglinien des Hochwassers vom 9./10.4.2006. Die gepunkteten Linien zeigen die Berechnungen mit dem Modell QArea.



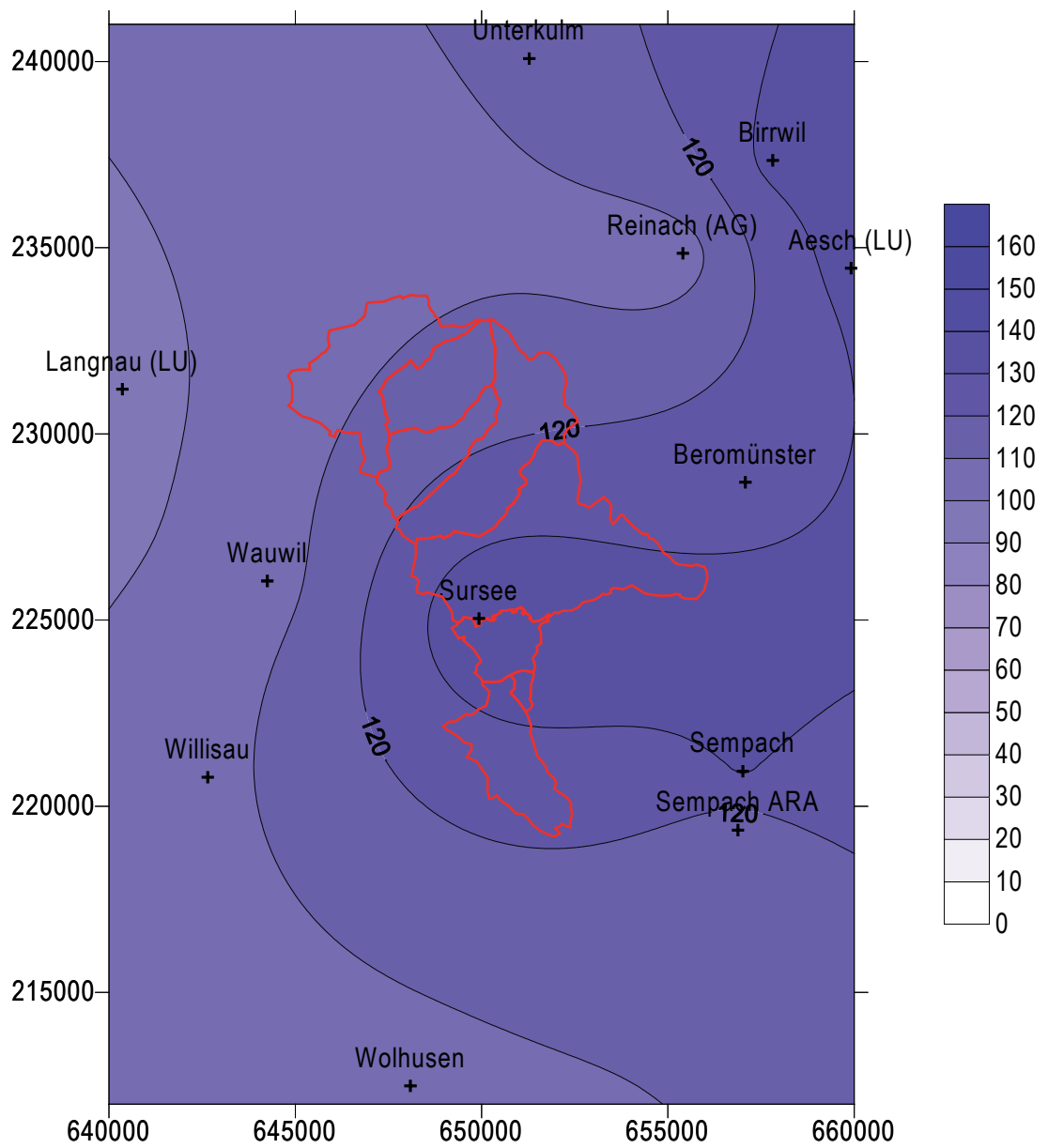
Anhang 5.3: Der Niederschlagsverlauf der Station Sursee und die an den Pegeln Suhre / Reitnau und Suhre / Oberkirch gemessenen Abflussganglinien des Hochwassers vom 8./9.8.2007. Die gepunkteten Linien zeigen die berechneten Abflussganglinien mit dem Modell QArea.



Anhang 6.1: Räumliche Verteilung der Niederschlagssummen am 19.-21.8.2005 aufgrund der Bodenstationen.



Anhang 6.2: Räumliche Verteilung der Niederschlagssummen am 8.-10.4.2006 aufgrund der Bodenstationen.



Anhang 6.3: Räumliche Verteilung der Niederschlagssummen am 7.-9.8.2007 aufgrund der Bodenstationen.

Beromünster

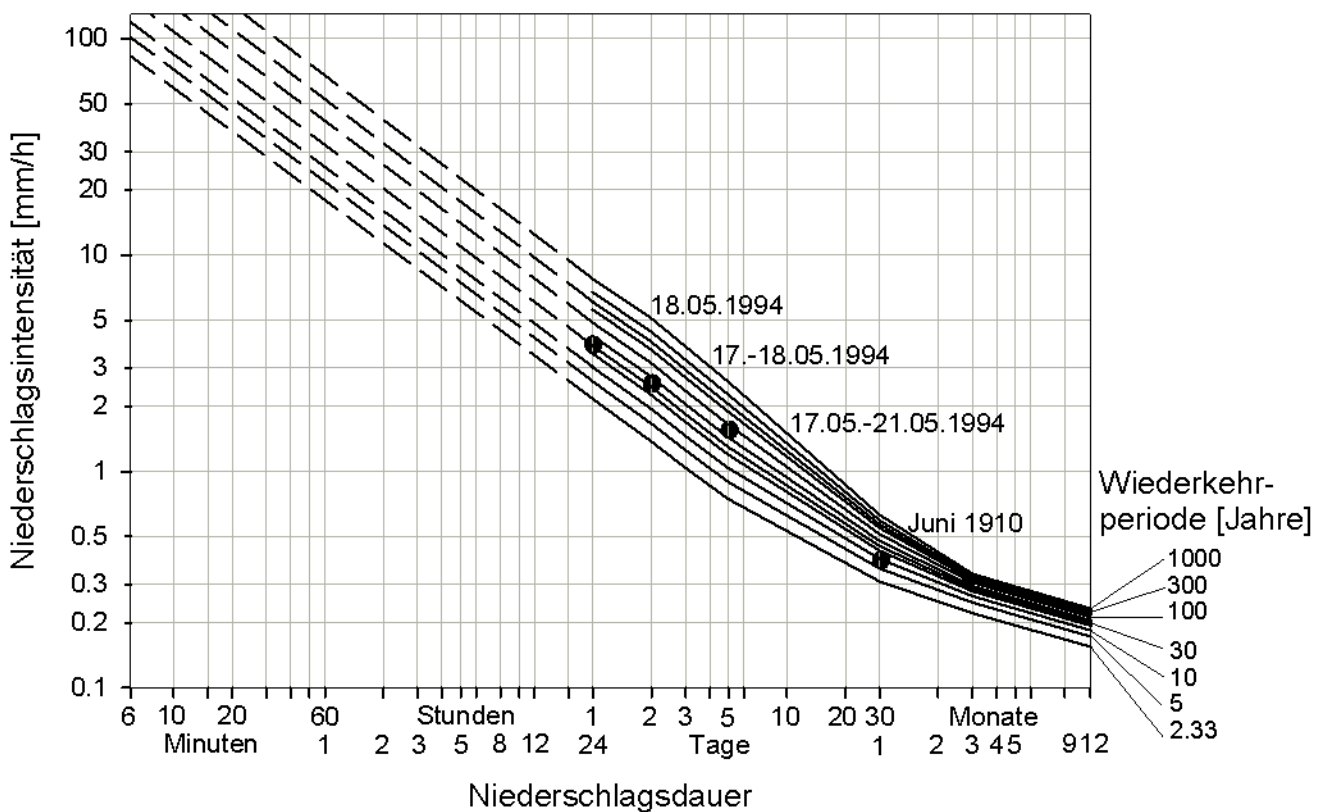
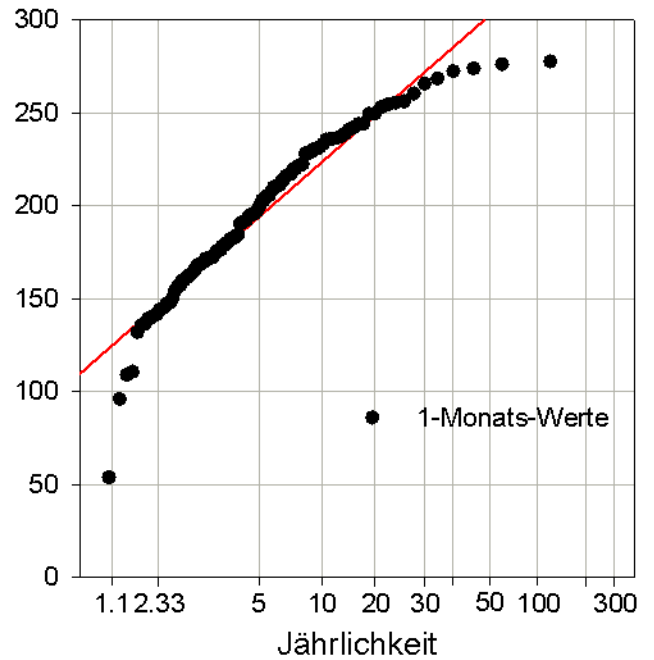
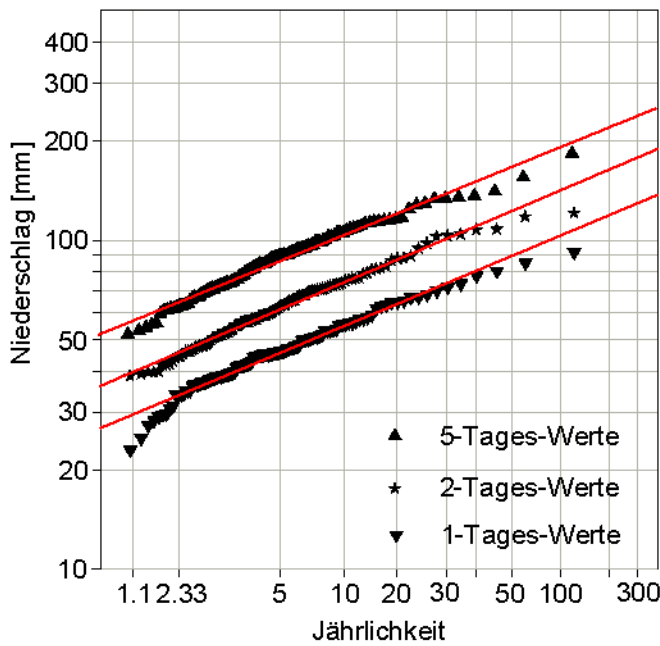
1888 - 2009

Regen und Schnee berücksichtigt

1. Extremalverteilung: 1-Monats-Maxima

2. Extremalverteilung: 1-, 2-, 3- und 5-Tages-Maxima

Normalverteilung: 3-Monats- u. Jahres-Maxima



Anhang 7.1: Die analog zu Röthlisberger et al. (1992) erstellte Starkniederschlagsstatistik für die Station Beromünster (1888 - 2009).

| | |
|---|--|
| <h1>Beromünster</h1> <h2>1888 - 2009</h2> | Regen und Schnee berücksichtigt |
| | 1. Extremalverteilung: 1-Monats-Maxima |
| | 2. Extremalverteilung: 1-, 2-, 3- und 5-Tages-Maxima |
| | Normalverteilung: 3-Monats- u. Jahres-Maxima |

Die für die Diagramme verwendeten 10 grössten Niederschlagswerte

| Rang | 1 - Tag | | 2 - Tage | | 5 - Tage | | 1 - Monat | | 3 - Monate | | 1 - Jahr | |
|------|------------|--------|----------------|--------|-------------------|--------|-----------|--------|---------------|--------|----------|--------|
| | Datum | N [mm] | Datum | N [mm] | Datum | N [mm] | Datum | N [mm] | Datum | N [mm] | Datum | N [mm] |
| 1 | 18.05.1994 | 92 | 17.-18.05.1994 | 122 | 17.05.-21.05.1994 | 186 | Juni 1910 | 255 | Juni-Aug 2007 | 662 | 1910 | 1647 |
| 2 | 07.08.1978 | 85 | 07.-08.08.2007 | 119 | 29.08.-02.09.1944 | 157 | Mai 1994 | 243 | Juni-Aug 1927 | 637 | 1995 | 1588 |
| 3 | 21.08.2005 | 81 | 25.-26.09.1987 | 109 | 18.11.-22.11.1972 | 143 | Aug 2007 | 234 | Juni-Aug 1910 | 625 | 1999 | 1497 |
| 4 | 08.08.2007 | 78 | 24.-25.12.1995 | 109 | 23.07.-27.07.1982 | 138 | Aug 1905 | 225 | Juli-Sep 1927 | 595 | 2001 | 1480 |
| 5 | 10.08.1956 | 74 | 19.-20.01.1910 | 105 | 18.08.-22.08.2005 | 137 | Juni 1987 | 221 | Juni-Aug 1946 | 576 | 1965 | 1478 |
| 6 | 29.08.2007 | 74 | 21.-22.11.1972 | 104 | 20.06.-24.06.1973 | 136 | Nov 1972 | 220 | Mai-Juli 1930 | 570 | 1939 | 1451 |
| 7 | 29.08.1964 | 72 | 06.-07.08.1978 | 104 | 17.01.-21.01.1910 | 135 | März1988 | 218 | Juni-Aug 1975 | 560 | 1930 | 1436 |
| 8 | 10.08.1984 | 70 | 20.-21.08.2005 | 99 | 22.12.-26.12.1995 | 131 | Aug 1890 | 216 | Juni-Aug 1982 | 558 | 2007 | 1422 |
| 9 | 22.11.1972 | 69 | 07.-08.08.1995 | 98 | 07.08.-11.08.2007 | 130 | Juni 1953 | 215 | Apr-Juni 1986 | 557 | 1981 | 1419 |
| 10 | 19.01.1910 | 67 | 19.-20.05.1906 | 95 | 22.06.-26.06.1953 | 126 | Juli 1936 | 204 | März-Mai2006 | 557 | 1927 | 1417 |

Interpolierte Niederschlagsintensitäten in mm/h für ausgewählte Jährlichkeiten und Niederschlagsdauern

| Niederschlagsdauer | 0.5h | 1h | 2h | 4h | 6h | 8h | 12h | 24h | 2d | 3d | 5d | 1mt | 3mt | 1yr |
|---------------------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Jährlichkeit | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.33 | 28.5 | 17.9 | 11.3 | 7.1 | 5.5 | 4.5 | 3.4 | 2.2 | 1.4 | 1.0 | 0.7 | 0.31 | 0.22 | 0.15 |
| 5 | 34.6 | 21.8 | 13.7 | 8.6 | 6.6 | 5.4 | 4.1 | 2.6 | 1.7 | 1.3 | 0.9 | 0.36 | 0.25 | 0.17 |
| 10 | 40.5 | 25.5 | 16.0 | 10.1 | 7.7 | 6.3 | 4.8 | 3.0 | 1.9 | 1.5 | 1.0 | 0.39 | 0.26 | 0.18 |
| 20 | 47.2 | 29.6 | 18.6 | 11.7 | 8.9 | 7.3 | 5.6 | 3.5 | 2.3 | 1.7 | 1.2 | 0.43 | 0.28 | 0.19 |
| 30 | 51.5 | 32.3 | 20.3 | 12.7 | 9.7 | 8.0 | 6.1 | 3.8 | 2.5 | 1.8 | 1.3 | 0.45 | 0.29 | 0.20 |
| 50 | 57.5 | 36.0 | 22.6 | 14.2 | 10.8 | 8.9 | 6.8 | 4.2 | 2.7 | 2.0 | 1.4 | 0.48 | 0.29 | 0.20 |
| 100 | 66.6 | 41.7 | 26.1 | 16.3 | 12.4 | 10.2 | 7.8 | 4.9 | 3.2 | 2.4 | 1.6 | 0.51 | 0.31 | 0.21 |
| 200 | 77.2 | 48.3 | 30.2 | 18.9 | 14.3 | 11.8 | 9.0 | 5.6 | 3.7 | 2.7 | 1.9 | 0.55 | 0.32 | 0.22 |
| 300 | 84.1 | 52.5 | 32.8 | 20.5 | 15.6 | 12.8 | 9.7 | 6.1 | 4.0 | 3.0 | 2.0 | 0.57 | 0.32 | 0.22 |
| 500 | 93.7 | 58.5 | 36.5 | 22.8 | 17.3 | 14.2 | 10.8 | 6.7 | 4.4 | 3.3 | 2.3 | 0.59 | 0.33 | 0.23 |
| 1000 | 108.5 | 67.6 | 42.2 | 26.3 | 20.0 | 16.4 | 12.4 | 7.8 | 5.1 | 3.8 | 2.6 | 0.63 | 0.34 | 0.23 |

Bemerkungen

Datenlücken in folgenden Zeiträumen:

April 1889

1.1.1996 - 31.10.1998