

## Überprüfung der hydrologische Grundlagen für die Erneuerung der Gefahrenkarte am Schlossbach in Kriens (Kt. LU)



*links: Kuonimatt, rechts: teilweise von Überflutung betroffene Siedlung Riedstrasse.*

Auftraggeber:  
Verkehr und Infrastruktur des Kt. Luzern (vif)  
Abteilung Naturgefahren

Bericht 15 / 209

Reinach, Mai 2016

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>2</b>
1.1 Problemstellung.....	2
1.2 Vorgehen.....	2
1.3 Gebietskennwerte.....	2
1.4 Gewährsleute.....	4
<b>2 Verwendete Daten und Unterlagen</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Historische Hochwasser</b> .....	<b>7</b>
3.1 Einleitung.....	7
3.2 Ausbaugeschichte des Schlossbachs.....	7
3.3 Ablusskapazitäten.....	9
3.4 Die historischen Hochwasser am Schlossbach.....	9
3.5 Schlussfolgerung.....	10
<b>4 Beurteilung der Abflussreaktion des Gebiets</b> .....	<b>12</b>
4.1 Einleitung.....	12
4.2 Geologie und Tektonik.....	12
4.3 Böden.....	12
4.4 Abflussprozesse und Abflusstypen auf natürlichen (nicht überbauten) Flächen.....	13
4.5 Abflussreaktion der Siedlungsgebiete.....	13
4.6 Abflussreaktionskurven.....	14
<b>5 Abflussberechnungen</b> .....	<b>19</b>
5.1 Einleitung.....	19
5.2 Grundlagen und Aufbau des Modells QArea.....	19
5.3 Modellverifikation.....	21
5.4 Niederschlag-Szenarien.....	21
5.5 Abflussberechnungen.....	24
<b>6 Hochwasserabflüsse definierter Jährlichkeit</b> .....	<b>26</b>
6.1 Einleitung.....	26
6.2 Schlossbach beim Schulhaus Roggern (BP 4).....	26
<b>7 Anhang</b> .....	<b>29</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Der Schlossbach entwässert mit verschiedenen Seitenbächen ein Teil des Hanges nordöstlich der Krienseregg (1'083 m ü. M.) und mündet in der Ebene zuerst in den südlich anschliessenden Steinibach und später in den Dorfbach von Horw (ca. 440 m ü. M.). Das Einzugsgebiet (EZG) des Schlossbaches beträgt ca. 2 km<sup>2</sup> und ist mehrheitlich steil. Nach Erreichen des Hangfusses macht der Bach eine markante Rechtskurve, fliesst durch flaches Siedlungsgebiet und unterquert die Autobahn. Danach heisst er Schlimbach.

Das EZG besteht aus Sandsteinen und Mergeln der Unteren Süsswassermolasse, die vor allem in den Tobeln freigelegt sind. In den weniger steilen Hängen liegt heute noch Moräne. Die Siedlungsflächen am Hangfuss und in der Ebene spielen bei der Hochwasserentstehung eine wesentliche Rolle.

Die unterschiedliche Abflussbereitschaft die EZG-Flächen und ihr komplexes Zusammenwirken im Starkregenfall muss bei einer Hochwasserabschätzung berücksichtigt werden. Das Schadenspotenzial ist im Unterlauf gross.

Für die Revision der Gefahrenkarten sind die hydrologischen Grundlagen wesentlich. Wird die Abflussreaktion der beiden Bäche grob unter- oder überschätzt, schlägt sich dies in der Einschätzung der Hochwassergefahr und in den nachfolgenden Hochwasserschutzprojekten nieder. Deshalb besteht ein grosses Interesse nach verlässlichen Hochwasserabflüssen unterschiedlicher Jährlichkeit. Die bestehenden hydrologischen Grundlagen sollen daher mit einer detaillierten Untersuchung überprüft werden.

## 1.2 Vorgehen

Der vorliegende Bericht stellt die Resultate der durchgeführten Untersuchungen dar. Im Kapitel 2 sind die verwendeten Daten und Unterlagen zusammengestellt. Kapitel 3 zeigt die aus den Erkundungen der historischen Hochwasser gewonnenen Erkenntnisse. In Kapitel 4 wird das EZG nach seiner Abflussbereitschaft beurteilt. Auf der Abflussbereitschaft aufbauend wurde ein Niederschlag-Abflussmodell aufgebaut und damit erfolgten die Berechnungen (Kap. 5). Die dazu notwendigen Niederschläge unterschiedlicher Jährlichkeit wurden der aktualisierten Statistik entnommen. Im Kapitel 6 werden die Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit hergeleitet, indem im Sinne einer Gesamtsicht sämtliche Resultate in einem Frequenzdiagramm zusammengefügt und die wesentlichen Erkenntnisse zusammengefasst werden.

## 1.3 Gebietskennwerte

Diese Kennwerte beziehen sich auf die in Abbildung 1.1 aufgeführten Teileinzugsgebiete.



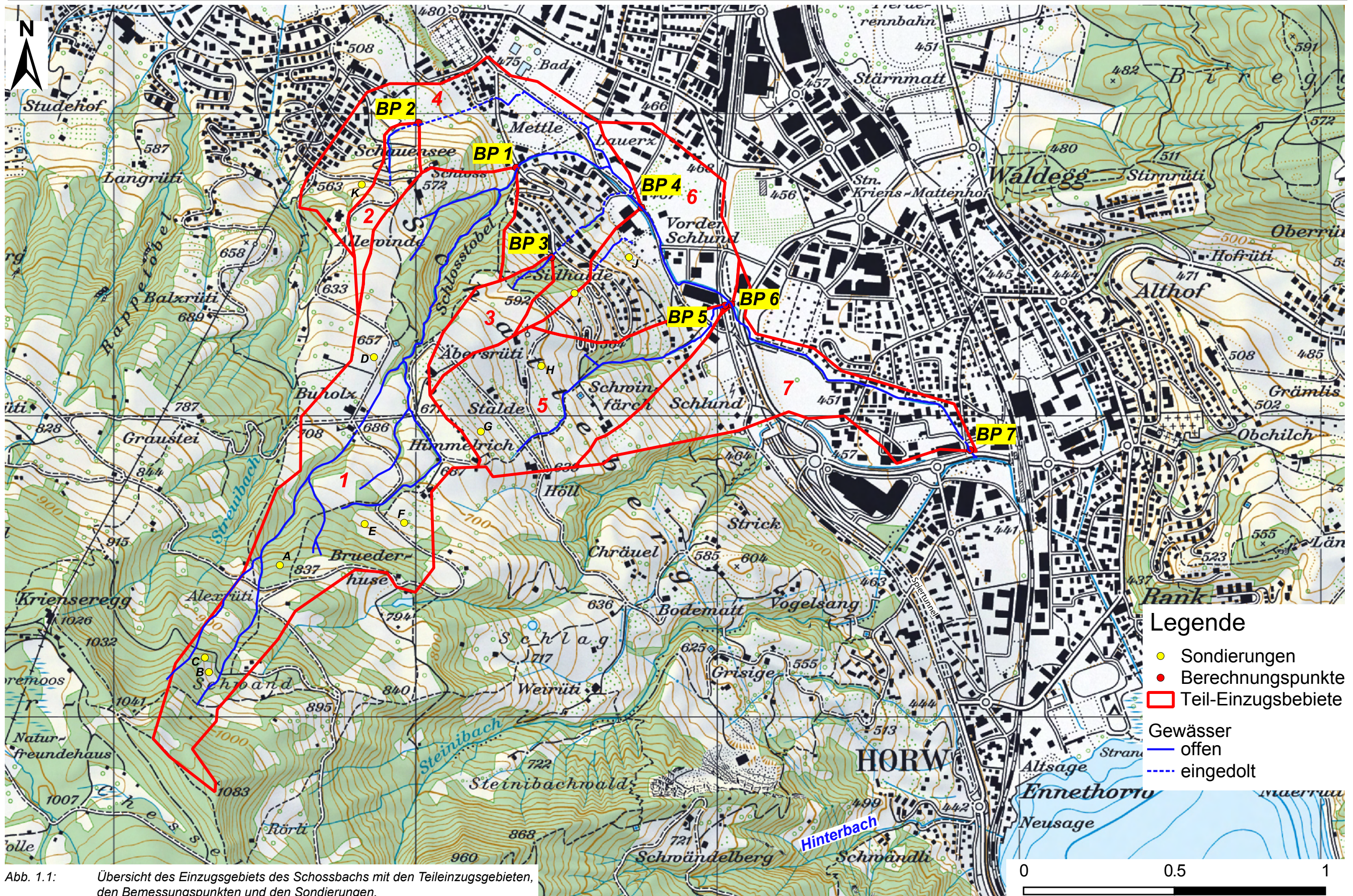


Abb. 1.1: Übersicht des Einzugsgebiets des Schosswalds mit den Teileinzugsgebieten, den Bemessungspunkten und den Sondierungen.



Tab. 1.1: Gebietskennwerte

Höchster Punkt im Einzugsgebiet (EZG): Schwand oberhalb Krienseregg	1083 m ü. M.
Tiefster Punkt im Einzugsgebiet (EZG): Mündung in Steinibach	443 m ü. M.
EZG oberhalb BP 1: Schlossbach, Sandmättli	0.747 km <sup>2</sup>
EZG oberhalb BP 2: Talackerbach	0.051 km <sup>2</sup>
EZG oberhalb BP 3: Guetrütibach	0.068 km <sup>2</sup>
EZG oberhalb BP 4: Schlossbach, Schulhaus Roggern	1.272 km <sup>2</sup>
EZG oberhalb BP 5: Äbersrütibach	0.284 km <sup>2</sup>
EZG oberhalb BP 6: Schlimbach, Querung Nationalstrasse	1.816 km <sup>2</sup>
EZG oberhalb BP 7: Schlimbach, Mündung Steinibach	2.094 km <sup>2</sup>
EZG oberhalb BP 6a: Schlimbach, Querung Nationalstrasse, ohne Äbersrütibach	1.532 km <sup>2</sup>
EZG oberhalb BP 7a: Schlimbach, nur TEG 7	0.279 km <sup>2</sup>

## 1.4 Gewährsleute

Folgende Personen haben uns bei unseren Untersuchungen mit Informationen zu Hochwasser in Kriens unterstützt:

- Brechbühl Jörg, Stv. Bachmeister seit 4 J. (überblickt 7 J.)
- Buholzer Fritz, ehemaliger Feuerwehrkommandant (1983-1992)
- Fankhauser Hans, Stv. Werkhofleiter, ehemaliger Feuerwehr-Offizier (überblickt 23 J.)
- Lisibach Erwin (Jg. 1952), Werkhofleiter (überblickt 55 J.)
- Müller Paul (Jg. 1931), Mitglied Feuerwehr 1952-1981, ab 1970 als Kommandant
- Renggli Marcel, ehemaliger langjähriger Bachmeister
- Schnüriger Markus, Bachmeister seit 7 J. (überblickt 15 J.)



## 2 Verwendete Daten und Unterlagen

- Brandstetter J.L. (1911): Naturhistorische Literatur und Naturchronik der fünf Orte für die Jahre 1906 bis 1909.
- Botschaft 1201 des Bundesrates an die Bundesversammlung betreffend Bewilligung eines Bundesbeitrages an den Kanton Luzern für die Korrektur des Horwbaches und seiner Zuflüsse bei Horw. (Vom 23. Januar 1920.), Bundesblatt Nr. 4 , 72. Jg. Band I, 28.1.1920.
- Bundesamt für Landestopographie (2015): Geocover-Daten Swisstopo. <https://map.geo.admin.ch/>
- CSD Ingenieure, Herzog Ingenieure (2011): Gefahrenkarte Horw / Kriens, Teilrevision GK Wasser, Aug. 2011.
- FAL, Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau (1988): Bodenkarte Luzern mit Erläuterungen, 1 : 25'000.
- Gees A. (1997): Analyse historische und seltener Hochwasser in der Schweiz - Bedeutung für das Bemessungshochwasser. Geographisches Institut der Universität Bern. Geographica Bernensia G53.
- IHW-ETH Zürich, Scherrer AG (2002): Der Einfluss der Siedlungsentwicklung auf die extremen Hochwasser der Glatt (ZH), Bericht 01/24, Dez. 2002.
- Kanton Luzern (2015): Niederschlagsdaten von verschiedenen Stationen.
- Keller A. (2013): Die Krienbach-Rechnungen von 1624 bis 1796. Hochwasser und Hochwasserschutz am Krienbach und Ränggbach. Masterarbeit. Wirtschafts-, Sozial- und Umweltgeschichte (WSU), Historisches Institut, Universität Bern.
- Kopp J. (1962): Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt Luzern mit Erläuterungen. Hrsg. Schweiz. Geologischen Kommission.
- Kriensinfo (2014): Auf das Unwetter gut und angemessen reagiert, Unwetter Juli 2014. In: Kriensinfo 09/14, Seiten 4-5.
- Lanz-Stauffer, H. und Rommel C. (1936): Elementarschäden und Versicherung. Studie des Rückversicherungsverbandes kantonalschweizerischer Feuerversicherungsanstalten zur Förderung der Elementarschadenversicherung, Band 2. Selbstverlag des Rückversicherungsverbandes. Bern.
- Lustenberger (1974): Akten des Tiefbauamts betreffend Ueberschwemmungsschäden Schlossbach, Riedfeld. Staatsarchiv Luzern: A891/282 (<http://query.staatsarchiv.lu.ch/detail.aspx?ID=1490673>).
- Meier J. (1939): Die Unwetter in der Schweiz 1900 – 1950. Kant. Tiefbauamt Luzern.
- MeteoSchweiz: Niederschlagsdaten verschiedener Starkregenereignisse. Witterungsberichte und Annalen, diverse Jahre.
- 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., Frauchiger R. (2004): Wie beeinflusst die Siedlungsentwicklung von Zürich-Nord die Hochwasser der Glatt? Wasser Energie Luft. 96. Jg., Heft 11/12, S. 331-338.
- OLV Luzern (1993): Orientierungslaufkarte Massstab 1: 15'000, Aequidistanz 5 m.
- Pfyffer K. (1852): Geschichte der Stadt und des Kantons Luzern. 1. Bd. (Vom Ursprunge bis zur Staatsumwälzung im Jahr 1798) und 2. Bd (Geschichte des Kantons Luzern während der letzten 50 Jahre: Staatsumwälzung im Jahr 1798 bis zur neuen Bundesverfassung im Jahr 1848). Zürich 1850 und 1852.
- Regierungsrat Kt. LU (2008): Botschaft des Regierungsrates an den Kantonsrat zum Entwurf eines Dekrets über einen Sonderkredit für den Ausbau des Talackerbachs und des Schlossbachs, Gemeinde Kriens. B 71. 26. August 2008. Luzern.
- Röthlisberger G. (1991): Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz. Berichte WSL, Berichtnummer 330.



- Scherrer AG (2004): Bestimmungsschlüssel zur Identifikation von hochwasserrelevanten Flächen. Im Auftrag des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz.
- Scherrer AG (2009): Abschätzung seltener Hochwasser an der Kleinen Schliere in Alpnach (Kt. OW); Auftraggeber: Wuhrgenossenschaft der Kleinen Schliere; Bericht 09/110, Reinach, Juni 2009.
- Scherrer AG (2015): Hydrologische Grundlagen für den Götzenthalbach in Dierikon (Kt. LU) unter Berücksichtigung des Hochwassers vom 7. Juni 2015. Auftraggeber vif Kt. LU.
- 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.
- VAW, Versuchsanstalt für Wasserbau (1999): Risikoanalyse Renggbach, Studie über die Überschwemmungsgefahr in Kriens, Horw und der Stadt Luzern infolge seltener Hochwasser im Renggbach. Im Auftrag der Renggbachschutzgenossenschaft, Bericht Nr. 4130. Zürich, Mai 1999.
- Widmer H. (1999): Obernauer Chronik. Quartierverein Obernau (Kriens).
- WSL, Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (2015): Ereignisdokumentation Hochwasserschäden in den Gemeinden Luzern, Kriens und Horw (1972-2014). Unwetterschadens-Datenbank der Schweiz. [http://www.wsl.ch/fe/gebirghydrologie/HEX/projekte/schadendatenbank/index\\_DE](http://www.wsl.ch/fe/gebirghydrologie/HEX/projekte/schadendatenbank/index_DE) (Zugriff 17.11.15).
- Zeitungen, diverse: Entlebucher, Entlebucher Anzeiger, Luzerner Zeitung, Luzerner Tagblatt, Neue Luzerner Zeitung, Vaterland, Volksbote/Katholischer Volksbote, Wächter am Pilatus, Willisauer Bote
- Zeller J., Geiger H., Röthlisberger G. (1978): Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes, Bd. 3, Hrsg. von der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.



## 3 Historische Hochwasser

### 3.1 Einleitung

Es liegen keine Abflussmessungen am Schlossbach in Kriens vor. Mit der Untersuchung historischer Hochwasser können aber Hinweise über Häufigkeit, Grösse und Verlauf von Hochwasserereignissen gesammelt werden. Durch Informationen aus Zeitungen, Archiven und verbürgten Angaben konnte die Hochwassergeschichte des Schlossbaches und Schlimbaches in Kriens mit einem Beobachtungszeitraum von rund 100 Jahren zusammengetragen werden. Neben Literaturquellen sind die Hochwasser der letzten Jahre aufgrund von Zeugenaussagen belegt. Zudem werden die Verteilung grosser Niederschläge ausgewertet und dargestellt (Anhang 2 und 3).

### 3.2 Ausbaugeschichte des Schlossbachs

Um historische Hochwasser vergleichen zu können, ist die Kenntnis des früheren Verlaufes, der Gerinnegeometrie sowie der Kapazität eines Baches erforderlich. Die Ausbaugeschichte der Bäche im EZG des Schlossbaches respektive Schlimbaches kann mittels Literatur und aus alten Landkarten beschrieben werden.

Das Gebiet am Hangfuss ist geprägt durch viele Veränderungen. Mit dem Bau der Autobahn in den 1950er Jahren und der Tieferlegung in den 1990er Jahren, der starken Zunahme der Besiedelung und vielen Bachverlegungen, Entlastungen und Kapazitätsvergrösserungen ist die Ausbau- und Hochwassergeschichte schwierig zu rekonstruieren.

Der Talackerbach, Schlossbach, Guetrütibach und Äbersrütibach (Abb. 3.1) entwässern den steilen Schattenberg-Hang, bevor sie über die Ebene Richtung Horw fließen und dort in den Dorfbach münden. Auf der Siegfriedkarte 1904 ist zu erkennen, dass zu Beginn des 20. Jahrhunderts der Guetrüti- und Äbersrütibach in den Schlossbach münden, bevor dieser Bach als Schlimbach durch die wenig besiedelte Fläche fliesst. Der Talackerbach floss damals in einem eigenen Gerinne Richtung Horw.

Ab den 1950er-Jahren unterquerten die Unterläufe des Talackerbaches und des Schlossbaches die neu erstellte Autobahn A2 in je einem Durchlass. Die Abfolge von alten Landkarten zeigt, dass die Besiedlung sowohl im EZG am Hangfuss (Roggere) als auch im Unterlauf (Ried, Kuonimatt) ab 1950 stark zugenommen hat. Der Schlossbach brach nun im Bereich Under Sidhalde/Vorder Schlund und Ried vermehrt aus (siehe Anhang 1).

Mit der Tieferlegung der A2 in den 1990er-Jahren wurde der Schlossbach neu in einem offenen Gerinne über der Decke des Schlund-Tunnels geführt. Die damit einhergehende Verlegung erfolgte so, dass der Schlossbach nördlich der Tennishalle, sowie näher an der Riedstrasse entlang verläuft. Zudem wurde für den als Vorfluter genutzten Schlossbach ab der Tennishalle ein Entlastungskanal für die Hochwasserspitzen und das Regenüberlaufwasser erstellt. Dieser ca. 2005 in Betrieb genommene Entlastungskanal verläuft parallel zur Autobahn und mündet in den Steinibach (siehe Abb. 3.1).

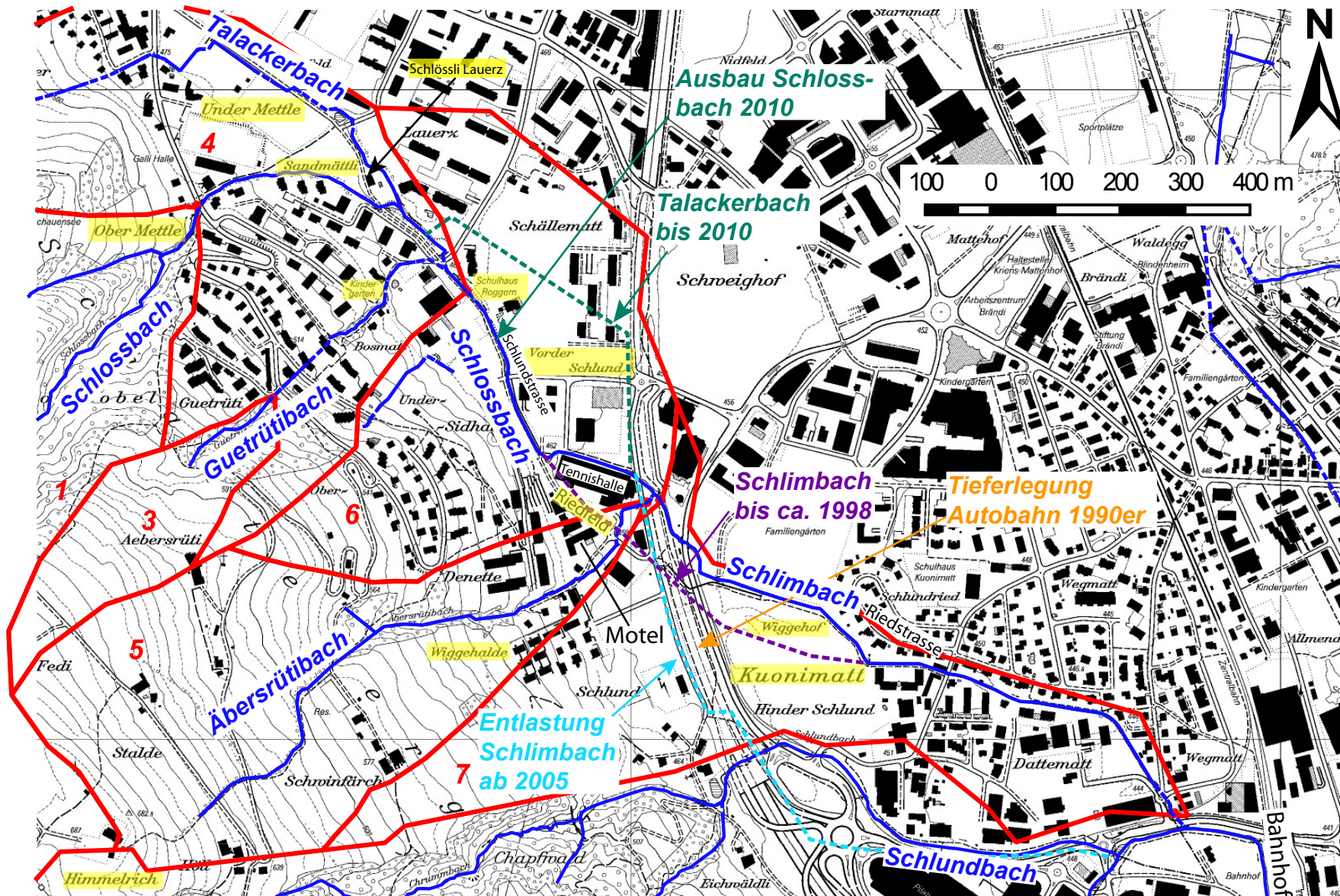


Abb. 3.1: Detailansicht des Einzugsgebiets des Schlossbachs mit Bachnamen, sowie einzelner Ortsbezeichnungen.



Um die Jahrtausendwende ist der Talackerbach immer wieder über die Ufer getreten (Regierungsrat Kt. Luzern, 2008). Zudem war die Kapazität des Schlossbaches im Bereich Schulhaus Roggere oberhalb des Entlastungskanals zu klein. Aus diesem Grund wurden um 2010 beide Bäche ausgebaut oder neu geführt. Der Talackerbach wurde neu beim Schlössli Lauerz in den Schlossbach geführt, von wo aus ein neues gemeinsames Gerinne zur Tennishalle führt. Oberhalb des Zusammenflusses wurde die Kapazität des Schlossbaches mit beidseitigen Dämmen erhöht und es wurde ein Geschiebesammler gebaut. Diese bewegte Ausbaugeschichte erschwert die Vergleichbarkeit historischer Hochwasser.

### 3.3 Ablusskapazitäten

Im Bereich der Schlundstrasse war bis 2010 die Kapazität mit 2.5 – 3.0 m<sup>3</sup>/s sehr gering, Ausuferungen führten aber nicht zu massiven Schäden, so dass Abflussschätzungen schwierig sind. Zu dieser Zeit verlief der Talackerbach bis zur Tennishalle noch in einem separaten Gerinne. Im Jahr 2010 wurde die Kapazität auf 9 m<sup>3</sup>/s erhöht und der Talackerbach in den Schlossbach verlegt. Unter Berücksichtigung der Energiehöhe kann Wasser bereits ab einem Abfluss von 5.5 m<sup>3</sup>/s auf die Schlundstrasse schwappen.

Die Kapazität des Schlimbachs vor der Verlegung Ende der 1990er-Jahre ist nicht bekannt. Nach dem Ereignis 2014 wurde der Damm des Schlimbachs im Bereich der Ausbruchstelle zur Riedstrasse um einen Meter erhöht, so dass heute die minimale Kapazität des Schlimbachs ohne den Entlastungsstollen rund 3.0 bis 3.5 m<sup>3</sup>/s beträgt.

Der 2005 in Betrieb genommenen Entlastungskanal funktionierte bei allen Ereignissen, ausser 2007 versagte er, und der grösste Teil des Abflusses floss dannzumal durch die Kuonimatt ab. Da die Abflüsse gleichzeitig durch den Schlimbach und den Entlastungskanal abfliessen, sind die Abflussspitzen im Bereich Riedstrasse nur schwer zu rekonstruieren.

### 3.4 Die historischen Hochwasser am Schlossbach

Im Anhang 1 sind sämtliche Informationen über historische Hochwasser im und um das EZG des Schlossbachs detailliert zusammengetragen.

Horw wird 1865 erstmals im Zusammenhang mit Unwettern erwähnt.

Viele historische Hochwasser in Kriens im 14. bis 18. Jahrhundert wurden neben dem Kriensbach auch durch den Renggbach verursacht. Inwieweit der Schlossbach ebenfalls Schäden verursachte, ist nicht bekannt. Weder Talackerbach, Schlossbach, Guetrütibach, Äbersrütibach, noch der im Unterlauf Schlimbach genannte Schlossbach führten damals durch besiedeltes Gebiet, so dass Überschwemmungen in Horw sich meist auf den Horwbach beziehen, auch wenn vielleicht durch die Bäche vom Schattenberg ebenfalls Überflutungen verursacht wurden. Am **15.5.1921** wird der Steinibach und der südlich des Steinibachs gelegene Hinterbach erstmals namentlich erwähnt, als ein Gewitter mit wolkenbruchartigem Regen zu einem gewaltigen Hochwasser führt. Bei der Ziegelfabrik und um den Bahnhof Horw bildet sich ein See. Namentlich erwähnt wird das Gebiet Himmelrich im EZG des Schlossbachs erstmalig anlässlich eines heftigen Gewitters mit Hagel am **25.5.1935**. Über Schäden ist dabei nichts bekannt, es wird nur ein grosses Hochwasser erwähnt. Dasselbe gilt für das heftige Gewitter am **6.7.1937**.

Am **23.11.1972** führte ein Dauerregen zu Überschwemmungen im Bereich der Wiggerhalde oberhalb des Motels (Äbersrütibach). Gärten, Wege und Strassen wurden überflutet. Am **23.6.1974** wurde die Gegend des Riedfelds nach einem Gewitter erneut unter Wasser gesetzt.

Der Dauerregen vom **7.8.1978** führte zu zahlreichen Bachausbrüchen in Kriens und Horw, darunter auch der Schloss-/Schlimbach.

Das Gewitter vom **1./2.6.1979<sup>1</sup>**, welches insbesondere am Hergiswiler Steinibach grosse Schäden verursachte, führte auch in Kriens zu Schäden in Millionenhöhe.

Verschiedene Gewitterereignisse führten zu Feuerwehreinsätzen in Kriens und Horw, wobei bestimmte Gewässer, mit Ausnahme des Horwer Dorfbachs, nicht erwähnt werden, so am **13.6.1979**, **25.6.1981**, **15.8.1982**, **24.5.1990**, **21.7.1992** und **21.8.1992**. Beim Gewitter vom **23.6.1993** wird der Steinibach explizit erwähnt.

Weitere durch Gewitter verursachte Hochwasser ohne detaillierte Angaben zu Schadenorten und Schadenstärke ereigneten sich auch am **5.7.1993**, **10.8.1994** und am **8.6.1996**. Erneute Gewitter führten zu überschwemmten Kellern und Kulturland, sowie zu vollen Kiessammlern, so am **11.6.1997**, **21./22.7.1998**, **13.6.1999**, **20.8.2001**.

Am **3.5.2002** kam es infolge eines Gewitters im Horwer Schlund zu einem Wassereinbruch in den Spiertunnel der Autobahn A2 (wahrscheinlich durch Steinibach verursacht). Auch die Gewitter vom **6./7.6.2002**, **17.6.2006** und **21.7.2007** führten zu Überflutungen teilweise ohne konkrete Orte zu benennen.

Vom Dauerregen am **21./22.8.2005** sind keine Schäden im EZG des Schlossbachs bekannt.

Der Dauerregen vom **8.8.2007** führte im Bereich Mettle zu Überflutungen, die Entlastung des Schlimbachs verkleuste (Hr. Lisibach) und der grösste Teil des Abflusses floss dannzumal durch die Kuonimatt ab.

Die Gewitter am **26.6.2009** führten im Bereich Kuonimatt zu einem Feuerwehreinsatz. Am **22.7.2010** waren Untergeschosse des Kindergartens und des Militärmusems beim Guetrüti-bach betroffen.

Auch am **14.7.2014** wurde der Schlossbach betroffen, der Ausbau von 2010 hat aber grössere Schäden verhindert, einzig im Bereich der Riedstrasse sei noch Wasser ausgetreten. Die Abflussspitze war kleiner als  $5.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hr. Fankhauser bezeichnet dieses Ereignis am Schlossbach als das grösste der vergangenen 23 Jahre. Für Frau Urfer war es das zweitgrösste Hochwasser der vergangenen 70 Jahre.

### 3.5 Schlussfolgerung

Aus den Erkundungen historischer Hochwasser lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Der Schloss-/Schlimbach erfuhr eine bewegte Ausbaugeschichte mit vielen Veränderungen, welche die Vergleichbarkeit der Hochwasser erschwert: Die ersten Überbauungen in der Kuonimatt entstanden in den 1950er Jahren, der Schlossbach wurde näher an die Riedstrasse verlegt (1998). Mit dem Bau (1955) und der Tieferlegung der A2 (1990er Jahre), dem Bau der Entlastungsleitung (2005) und dem Ausbau entlang der Schlundstrasse im Jahr 2010 erfolgten weitere einschneidende Veränderungen.
- Seit den 1970er-Jahren wurden 26 Hochwasser ermittelt, die wahrscheinlich den Schlossbach in Horw betrafen. Trotz dieser Hochwasserhäufigkeit und trotz des grossen Beobachtungszeitraumes von 95 Jahren gelang es nicht Hochwasserspitzen abzuschätzen.
- Es gab in der überblickbaren Zeitperiode kein katastrophales Hochwasser und nur von wenigen weiss man, dass die Kapazität im Bereich der Schlundstrasse ( $2.5 - 3.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) überschritten wurde (z.B. 1972, 1978, 2007, 2010).

---

<sup>1</sup>Frau Urfer (Anwohnerin an der Riedstrasse) erwähnt ein Hochwasser zwischen 1965 und 1985, welches das grösste in der überblickbaren Periode gewesen sein soll, kann sich aber nicht an mehr Details erinnern. Vermutlich handelte es sich um dasjenige vom 1./2.6.1979.



- Zwei Hochwasser setzen sich etwas von den übrigen ab:
  - Am 1./2.6.1979 führte ein Hochwasser in der Gemeinde Kriens zu Schäden in Millionenhöhe. Es wurde durch ein heftiges Gewitter verursacht, welches insbesondere in Hergiswil zu gewaltigen Schäden führte.
  - Das grösste Hochwasser der vergangenen 23 Jahre, respektive das zweitgrösste der vergangenen 70 Jahre, ereignete sich am 14.7.2014 (Abflussspitze kleiner als 5.5 m<sup>3</sup>/s) und wurde ebenfalls durch ein Gewitter verursacht (Wiederkehrperiode: 23 – 35 Jahre). Dank den zahlreichen Bachausbauten und dem Ausbleiben von verstopften Einlässen, waren nur geringe Schäden zu verzeichnen.

## 4 Beurteilung der Abflussreaktion des Gebiets

### 4.1 Einleitung

Wie viel Wasser bei Starkregen in den Boden eindringt und vorübergehend zurückgehalten wird und wie viel Wasser sofort abfließt, hängt von der Gebietsausstattung ab (Geomorphologie, Geologie, Böden, Vegetation, Landnutzung). Welche Abflussprozesse bei Starkregen ablaufen, wurde detailliert mittels Berechnungsversuchen untersucht (Scherrer, 1997; Naef et al., 1999). Darauf aufbauend wurde ein Bestimmungsschlüssel entwickelt, der die Identifikation hochwasserrelevanter Flächen erlaubt (Scherrer AG, 2004). Die Beurteilung des EZG des Steinibachs nach der Abflussbereitschaft lehnt sich eng an diesen Bestimmungsschlüssel an.

### 4.2 Geologie und Tektonik

Die geologischen und tektonischen Grundlagen stammen aus Kopp (1962) sowie aus Bundesamt für Landestopographie (2015).

Anhang 4.1 zeigt einen groben Überblick der geologischen Situation. Im Schlossbach-EZG treten folgende Schichten auf: Am Hangfuss liegen fluviale Ablagerungen wie Bachschotter der Seitenbäche. Fast im ganzen Gebiet wird der Felsuntergrund aus Unterer Süsswassermolasse (USM) gebildet, die vor allem in Tobeln zu Tage tritt. Sie besteht zum überwiegenden Teil aus Sandstein und Mergel. Vielerorts ist das Festgestein von Würm-Moräne des Aare-Brüniggletschers überdeckt. Die starke Vernässung deutet darauf hin, dass es sich mancherorts um Grundmoräne handelt. In vielen dieser Moränengebiete liegen daher heute noch Sümpfe.

Tektonisch befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich der Subalpinen Molasse. Der kleine Ausschnitt des Profils A-B in Anhang 4.1 zeigt die komplexe Lagerung der Schichten.

Diese Gesteine verwittern und bilden unterschiedliche Ausgangsmaterialien für die Bodenbildung.

### 4.3 Böden

Für einen grossen Teil des Schlossbach-EZG gibt es eine Bodenkarte (FAL, 1988; Massstab 1 : 25'000), die in groben Zügen über die Beschaffenheit der Böden Auskunft gibt. Die kartierten Areale umfassen verschiedene Böden unterschiedlicher hydrologischer Eigenschaften. So sind beispielsweise Braunerden, Regosole und Gleye in einer Klasse zusammengefasst. Die Bodenkarte weist Regosole, pseudogvergleyte Braunerden, gleyige Braunerden bis Fahlgleye aus. Die Areale sind recht gross und daher stark generalisiert. Die speicherfähigsten dieser Böden, die Braunerden, machen maximal die Hälfte des Gebiets aus.

Um detailliertere Informationen über den Aufbau der Böden zu erhalten, wurden 11 Sondierungen (A – K) mit der Schlagsonde nach Pürckhauer (Kerndurchmesser 2 cm) abgeteuft. Die Lage der Sondierungen ist in Abbildung 1.1 eingetragen und die Profile sind im Anhang 4.3b-d dargestellt und im Anhang 4.3a kurz beschrieben. Diese Profile wurden nach Infiltration, Speichervermögen und zu dem erwartendem Abflussprozess beurteilt und bilden die Grundlage für die Kartierung des Gebiets nach der Abflussbereitschaft. Aufgrund der geologischen Karte, der Bodenkarte, der Orientierungslaufkarte (OLV Luzern, 1993) und den Sondierungen ergab sich ein Bild über die räumliche Verteilung und Eigenschaften der Böden im EZG.

Im oberen Gebietsteil wurden sehr stark von Stauwasser oder Hangwasser beeinflusste Böden angetroffen (Anmoorgley und Buntgley: A, B, E, F). Auf Rippen oder Steilängen wurden



Braunerden aufgeschlossen, die je nach Ausgangsgestein einen fließendem Übergang ins Festgestein zeigen (C, K, I, J) und teilweise eine pseudovergleyt sind.

Die Braunerden sind in Regel sandig-schluffig, teilweise auch etwas lehmig. Ihre Durchlässigkeit und ihr Infiltrationsvermögen ist gut. Das Speichervermögen ist je nach Mächtigkeit mässig bis gross.

Die Böden mit Stau- oder Hangwassereinfluss sind weniger durchlässig, zeigen leicht gehemmte bis gehemmte Infiltration. Ihr Speichervermögen ist mässig bis gering. Diese Böden sind wesentlich für die Abflussbildung, wobei die Ausdehnung dieser Flächen etwa die Hälfte des Gebiets ausmacht.

#### 4.4 Abflussprozesse und Abflusstypen auf natürlichen (nicht überbauten) Flächen

Die Beurteilung der natürlichen Flächen stützt sich im Wesentlichen auf die geologische Karte und vor allem auf die Bodensondierungen. Gemäss den in Tabelle 4.1 aufgeführten Kriterien wurden Prozesse, welche einen ähnlich starken Beitrag zur Entstehung von Hochwasser leisten, kartiert und zu sog. Abflusstypen zusammengefasst (Abb. 4.1). Diese dienen als Grundlage für die Abflussberechnungen mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell QArea.

Nassflächen werden rasch gesättigt (Prozess: Oberflächenabfluss aufgrund rasch sich sättigender Flächen, SOF1) und tragen wie undurchlässige Flächen (Oberflächenabfluss aufgrund Infiltrationshemmnissen, HOF1, 2) rasch zum Abfluss bei. Solche Flächen sind im EZG wenige vorhanden, beispielsweise in nassen Quellmulden (Abflusstyp 1: 0.2 % Flächenanteil).

Feuchte Mulden und die unteren Teile langer Hänge weisen in Bachnähe ein geringes Feuchtedefizit auf und sättigen sich bei Starkregen (verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund der Sättigung: SOF2). Drainierte Flächen an Hängen, oder bewaldete, sehr flachgründige Böden in Steilhängen lösen raschen Abfluss im Boden aus (SSF1). Diese Flächen tragen leicht verzögert zur Entstehung von Hochwasser bei (Abflusstyp 2, 12.1 %).

Mässig tiefgründige Böden mit mässiger bis guter Durchlässigkeit werden gesättigt und es bildet sich verzögerter Oberflächenabfluss (SOF2 - 3). Auf flachgründigen Böden an bewaldeten Hängen, in stau- oder hangwasserbeeinflussten Böden entsteht verzögerter Abfluss im Boden (SSF2). Sie alle gehören dem Abflusstyp 3 an (27.4 %).

Auf etwa der Hälfte der natürlichen Flächen sind die Böden gut durchlässig und auch speicherfähig. Bei Starkregen werden sie erst nach sehr ergiebigen Niederschlägen gesättigt (Oberflächenabfluss aufgrund sich langsam sättigender Flächen, SOF3; stark verzögerter Abfluss im Boden SSF3). Solche Flächen tragen daher stark verzögert und nur mässig zum Hochwasser bei (Abflusstyp 4, 41.1 %). Im günstigen Fall sickert das Niederschlagswasser in den durchlässigen Untergrund (Tiefensickerung, DP, Abflusstyp 5). Solche Flächen sind im EZG des Schlossbachs keine vorhanden.

#### 4.5 Abflussreaktion der Siedlungsgebiete

Die überbauten Flächen im EZG betragen 20 % und wurden nach ihrer Hochwasserrelevanz 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. 4.2), welche ebenfalls als Grundlage für die Abflussberechnungen mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell QArea dienen.

Die Abflusstypen 1-3 und die Siedlungstypen S1-S3 machen insgesamt 58.9 % des EZG aus. Die Abflussreaktion des Schlossbachs wird als stark beurteilt. Damit ist die Abflussreaktion etwas weniger stark als beim benachbarten Steinibach. Die natürlichen Flächen sind zwar weniger beitragend als beim benachbarten Steinibach, dafür ist der Siedlungsanteil mit 20% grösser. Dies bedeutet, dass der Abfluss v.a. auch im unteren EZG-Teil des Schlossbachs entsteht.

#### *4.6 Abflussreaktionskurven*

Abbildungen 4.2a und 4.2b zeigen die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen und Siedlungsgebiete. Auf der Grundlage von Berechnungsversuchen (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 (27.4 % resp. 41.1 % 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 Glatstudie gewonnen wurden (IHW / Scherrer AG, 2002). Demnach fließen vom Siedlungs-Abflusstyp S1 (3.9 % des EZG) bei einem Niederschlag von 100 mm rund 85 % ab, bei S2 (12.3 % des EZG) 42 % und S3 (3 % des EZG) 20 %.



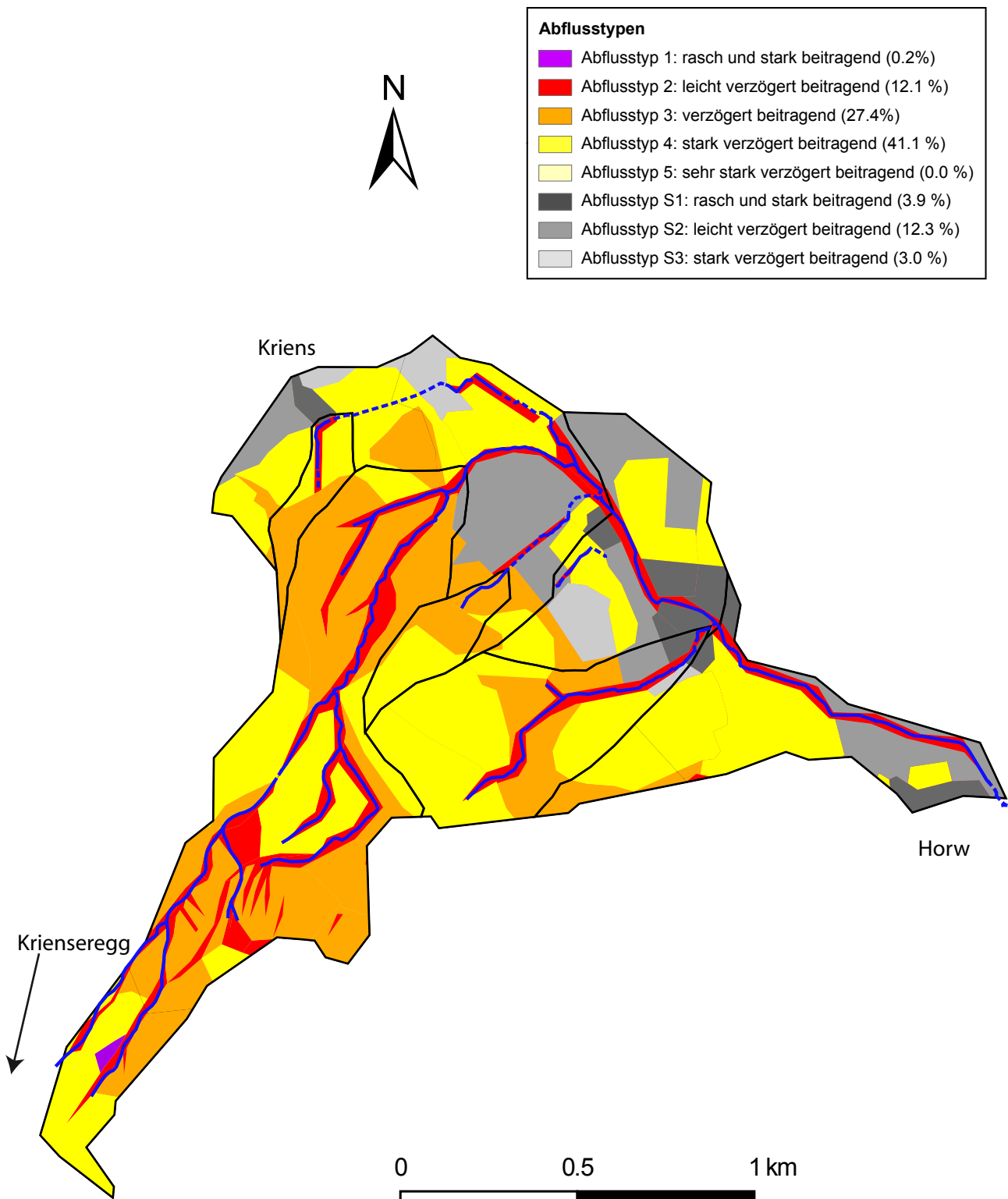


Abb. 4.1: Flächen ähnlicher Abflussbereitschaft (Abflusstypen) im Einzugsgebiet des Schlossbachs.

Tab. 4.1: Dominante Abflussprozesse, Gebietseigenschaften und Abflusstypen im EZG des Schlossbachs.

Abflusstyp	Abflussreaktion	Dominante Abflussprozesse	Massgebende Gebietseigenschaften	Flächenanteil am EZG	
				(km <sup>2</sup> )	(%)
1	Rasch und stark beitragende Flächen	Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF1)	Schwach durchlässige Böden mit Gefälle, verrutschte Gerinneflanken.	0.00	0.2
		Sofortiger gesättigter Oberflächenabfluss (SOF1)	Feuchtfächen		
2	Leicht verzögert beitragende Flächen	Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF2)	Schwach durchlässige Böden mit geringem Gefälle.	0.25	12.1
		Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sich langsam sättigender Flächen (SOF2)	Vernässte Böden im Bereich von Quellmulden, Moore an geneigter Lage.		
		Rascher Abfluss im Boden (SSF1)	Flachgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fließwegen über schwach durchlässigem Fels mit grossem Gefälle, drainierte Flächen in Hanglage.		
3	Verzögert beitragende Flächen	Verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF2 - SOF3)	Mässig tiefgründige Böden mit mässiger bis guter Durchlässigkeit, locker bebaute Siedlungsflächen. Nasse Flächen in ebener Lage.	0.57	27.4
		Verzögerter Abfluss im Boden (SSF2)	Mässig tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fließwegen über Fels oder Moräne, Flächen in Gerinnenähe, drainierte Böden in flacher Lage.		
4	Stark verzögert beitragende Flächen	Sehr stark verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF3)	Tiefgründige Böden mit guter Durchlässigkeit.	0.86	41.1
		Stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3)	Tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fließwegen.		
5	Sehr stark verzögert beitragende Flächen	Tiefensickerung (DP)	Tiefgründige gut durchlässige Böden oder flachgründige, gut durchlässige Böden auf durchlässiger Geologie (Moräne, Schotter).	0.00	0.0
		Sehr stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3)	Tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fließwegen, gerinnefern.		
Total				1.69	80.8



Tab. 4.2: Klassierung der Siedlungsflächen nach Abflusstypen.

Abflusstyp	Abflussreaktion	Massgebende Gebietseigenschaften	Flächenanteil	
			(km <sup>2</sup> )	(%)
S1	rasch und stark beitragend	sehr dicht bebaute Flächen leicht geneigte, dicht bebaute Flächen stark geneigte, mässig dicht bebaute Flächen	0.08	3.9
S2	leicht verzögert beitragend	ebene, dicht bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen geneigte, locker bebaute Flächen	0.26	12.3
S3	verzögert beitragend	geneigte, locker bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen	0.06	3.0
Total			0.40	19.2

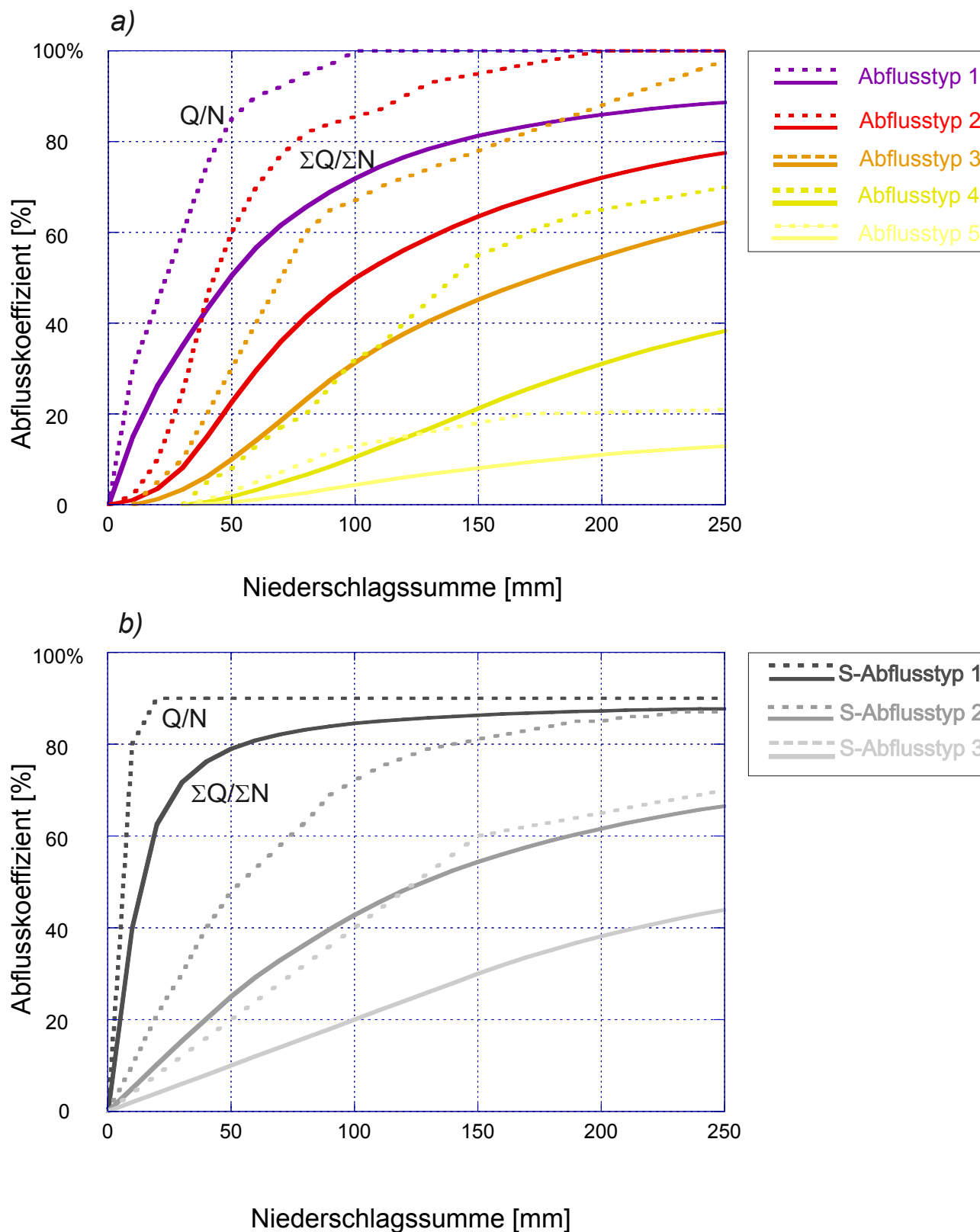


Abb. 4.2: Die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen (Abb. 4.2a) und für Siedlungsflächen (Abb. 4.2b). Sie definieren den Anteil des abfließenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagssumme. Eingetragen ist der Spitzenabflusskoeffizient ( $Q/N$ , strichliert) und der Volumenabflusskoeffizient ( $\Sigma Q/\Sigma N$ , ausgezogene Linie).



## 5 Abflussberechnungen

### 5.1 Einleitung

Das hier eingesetzte Niederschlag-Abfluss-Modell (NAM)  $Q_{AREA}$  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. Die Wirkung von Rückhaltebecken kann ebenfalls nach entsprechender Anpassung des Modells untersucht werden.

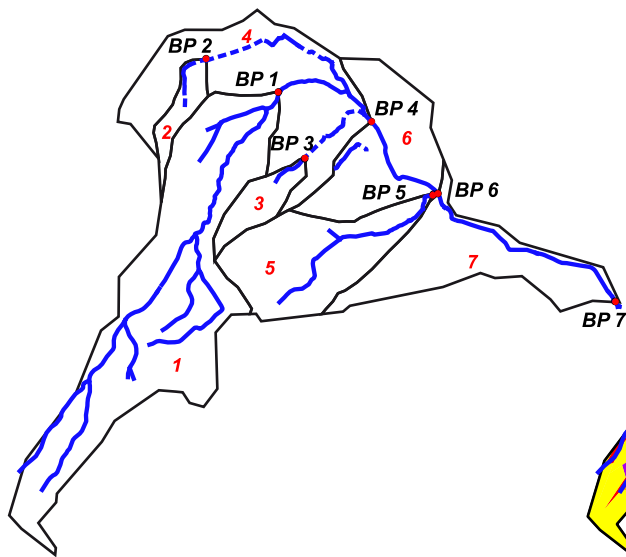
### 5.2 Grundlagen und Aufbau des Modells $Q_{AREA}$

Die Abbildung 5.1 zeigt die Grundlagen des NAM  $Q_{AREA}$ . Das Modell wurde den Verhältnissen entsprechend für den Schlossbach erstellt. Zusammenfassend die wichtigsten Grundlagen und Eigenschaften des Modells  $Q_{AREA}$ :

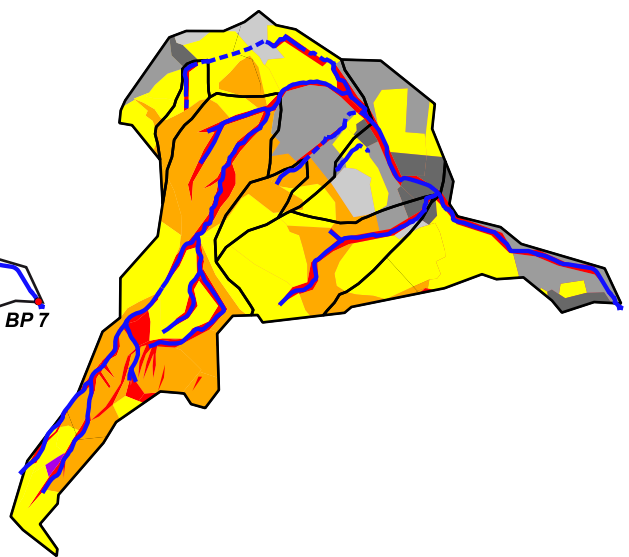
- Das NAM ist aus Teileinzugsgebieten aufgebaut mit Bemessungspunkten (BP, Abb. 5.1a)
- Das NAM basiert auf der Klassifizierung der **Abflussbereitschaft** der Teileinzugsgebietsflächen (Abflusstypen, Abb. 5.1b) und den dazugehörigen Abflussreaktionen (Abflussreaktionskurven, Abb. 5.1c, Kap. 4.6).
- Die **Fliesszeiten** bis zum Teileinzugsgebietsausgang (Isochronen) und die Fliesszeiten in den Gerinnen wurden berücksichtigt (Abb. 5.1d).
- **Niederschläge:** Zur Simulation von Landregen aber auch kurzen Gewitterniederschlägen kann das Gebiet gleichmässig überregnet werden oder auch nur Teile davon.

Ein Schema des eingesetzten Modells ist im Anhang 5 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.

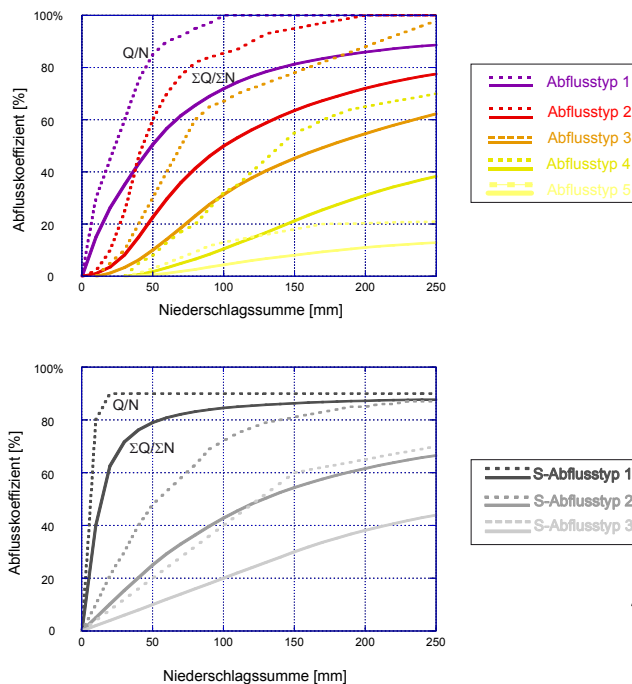
**a) Teileinzugsgebiete**



**b) Abflusstypen**



**c) Abflussreaktionskurven**



**d) Fließzeiten in Minuten (Isochronen)**

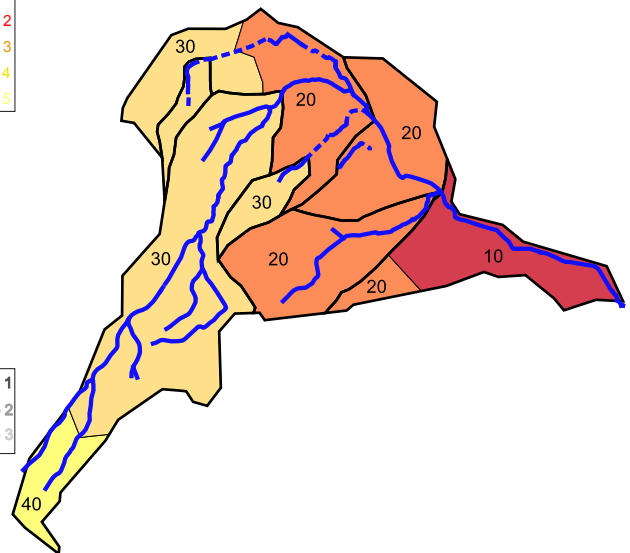


Abb. 5.1: Die Grundlagen des Niederschlag-Abfluss-Modells QAREA  
a) Die Teileinzugsgebiete mit den Berechnungspunkten,  
b) die Abflusstypen,  
c) die Abflussreaktionskurven,  
d) die Fließzeiten in Minuten (Isochronen).



### 5.3 Modellverifikation

Für die Modelleichung wurden die Hochwasser vom 21./22. August 2005 (Abb. 5.2a) und vom 8. August 2007 (Abb. 5.2b) nachgerechnet. Bei diesen Hochwasserereignissen waren folgende Voraussetzungen für eine Modelleichung gegeben:

- Es waren Niederschlagsereignisse, welche die ganze Region betrafen. Es wurden die zeitlichen Niederschlagsverteilungen der hoch aufgelöst messenden Station Pilatus für den Niederschlagsinput verwendet.
- Aufgrund der vorliegenden Daten der umliegenden Tagessammler konnte die räumliche Niederschlagsverteilung mittels Interpolation abgeschätzt und für den Niederschlagsinput verwendet werden (Anhang 3).

Die Abflussspitzen der Hochwasser 2005 und 2007 sind nicht bekannt. 2005 entstanden keine Schäden, 2007 kam es im Bereich Mettle zu Überflutungen, d.h. die Abflüsse lagen im Bereich der vorhandenen Kapazitäten. Die beiden Nachrechnungen sind in Abbildung 5.2 a und b dargestellt, die Abflussspitzen blieben im Bereich der Kapazität. Daher ergab die Nachrechnung des Hochwassers 2005 und 2007 plausible Resultate.

Vom Hochwasser vom 14.7.2014, das durch ein Gewitter ausgelöst wurde, ist zwar viel mehr bekannt, aber die Niederschlagsverteilung konnte wegen fehlenden Angaben aus dem EZG nur ungenügend rekonstruiert werden. Für den zeitlichen Ablauf standen neben den MeteoSchweiz-Stationen in Luzern und auf dem Pilatus, eine durch die Schubiger AG im Auftrag der Gemeinde Hergiswil betriebene Station bei Fräkmünt, auch private Stationen in Kriens, Eichhof (Luzern) und die kantonale Messstelle in Malters zur Verfügung. Am Geeignetsten für die Verifikation war die Station Fräkmünt. Da am Schlossbach keine Überlastungen auftraten, der Entlastungsstollen funktionierte und die Kapazitäten entlang der Schlundstrasse seit 2010 massiv vergrößert wurden, war die Abflussspitze sicher kleiner als 5.5 m<sup>3</sup>/s. Die Nachrechnung des Hochwassers (Abb. 5.2c) erreichte knapp 2.5 m<sup>3</sup>/s.

Insgesamt ergibt das Modell plausible Ergebnisse und wird für die Abflussberechnungen (Kap. 5.5) eingesetzt.

### 5.4 Niederschlag-Szenarien

#### 5.4.1 Räumliche Niederschlagsverteilung

Niederschläge haben eine zeitliche (Dauer und Intensität des Niederschlags) und eine räumliche Verteilung (Überregnung des Gebiets). Die Zentren von Konvektionszellen, in denen die Niederschlagsmaxima von kurzen Starkniederschlägen ( $\leq 4$  h Dauer) fallen, sind auf wenige km<sup>2</sup> begrenzt. Weil aber die Fläche des EZG mit ca. 2 km<sup>2</sup> klein ist, können auch kurze Starkniederschläge das Gebiet voll überregnen. Daher wurde eine gleichmässige räumliche Niederschlagsverteilung angenommen.

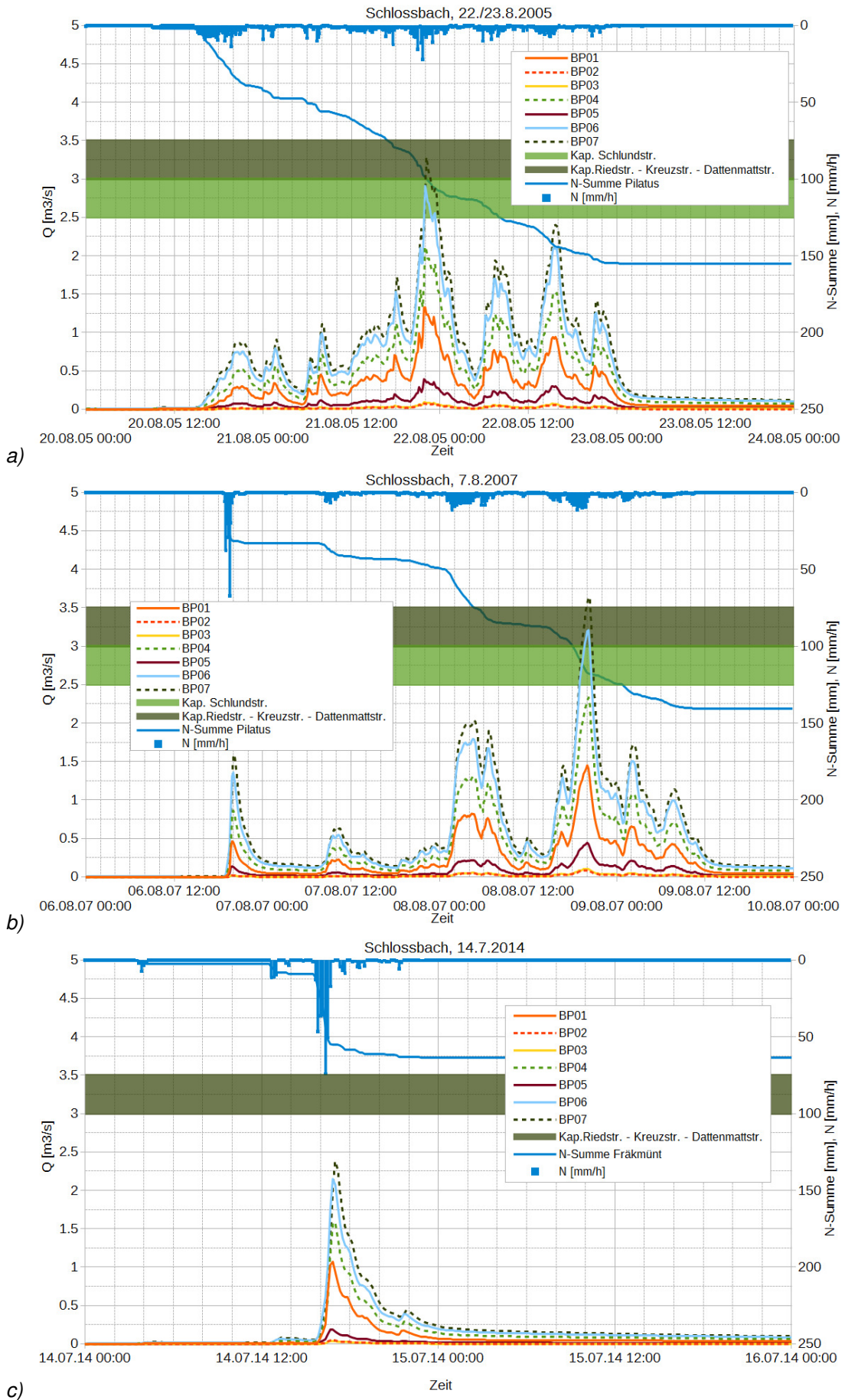


Abb. 5.2: Modellverifikation a) 21./22.8.2005, b) 8.8.2007, c) 14.7.2014.

#### 5.4.2 Zeitliche Niederschlagsverteilung und Niederschlagsintensitäten

Für die Auswahl von Niederschlägen unterschiedlicher Dauer und Jährlichkeit ist eine Station mit Niederschlagsstatistik erforderlich, die möglichst den Gegebenheiten am Ort der Untersuchung entspricht. In der direkten Umgebung des Schlossbachs liegen die Niederschlagsstationen Eigenthal (3.5 km SW des EZG) und Luzern (1.5 km NE des EZG), die sowohl über eine lange Messdauer und über eine aktualisierte Statistik verfügen<sup>2</sup>. Die Station Eigenthal weist eine lange Messreihe seit 1883 auf. Für diese Messreihe gibt es eine statistische Auswertung (Scherrer AG, 2009; Anhang 6)<sup>3</sup>. Da die Statistik auf Extrapolation von Tageswerten beruht, sind die hergeleiteten Niederschlagsintensitäten für Messintervalle < 24 Stunden unsicher. Für 300-jährliche Niederschläge kurzer Dauer ergeben sich in dieser Statistik von Eigenthal kaum beobachtete, extrem hohe Werte. Aus diesem Grund wurden analog zu Scherrer AG (2009) etwas reduzierte Werte für die 300-jährlichen Regen mit einer Dauer von weniger als 4 h für die Berechnungen mit dem NAM verwendet (Tab. 5.1).

In Scherrer AG (2015) wurden zusätzlich die hoch aufgelösten Niederschlagsdaten der Station Luzern der Jahre 1981 bis 2014 ausgewertet (Anhang 6). Bei dieser Station ergeben sich markant tiefere Werte (z.B. 120 mm für den 100jährigen 24 h-Regen im Vergleich zu 190 mm bei Eigenthal).

Die Höhe des EZG und die Exposition am Fusse der Krienseregg sprechen für die Verwendung der Station Eigenthal gegenüber der in der Ebene liegenden Station Luzern<sup>4</sup>.

Bei kurzen Niederschlägen bis 4 h Dauer 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. Tabelle 4.1 zeigt die für die Modellrechnungen verwendeten Werte.

---

<sup>2</sup>Die Station Pilatus, welche ebenfalls über eine Statistik verfügt, wird in Zeller et al. (1978) aber als inhomogen und unsicher beschrieben und ist mit dem Hinweis „nicht repräsentativ für das Pilatusgebiet“ versehen.

<sup>3</sup>Die Extremwertanalysen der Meteoschweiz (2015) für die Messperiode 1901-2014 beurteilt die Zuverlässigkeit der 1-TagsNS als schlecht und verzichtet daher auf eine Angabe der Wiederkehrwerte (<http://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/vergangenheit/klima-extreme/extremwertanalysen.html>).

<sup>4</sup>Auch bei den benachbarten Krienbach und Steinibach-EZG wurde die Station Eigenthal verwendet.



Tab. 5.1: Die für die Modellrechnungen verwendeten Niederschlagswerte (Eigenthal 1883 – 2008). \*reduzierte Werte

Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlags-dauer [h]	Wiederkehr periode [Jahre]	Zeitliche Verteilung des Niederschlags	Niederschlags-menge [mm]	Max. Niederschlags-intensität [mm/h]
0.5h30j_dreieck	0.5	30	Dreieck	52.5	159.0
1h30j_dreieck	1	30	Dreieck	62.9	110.1
2h30j_dreieck	2	30	Dreieck	75.4	70.7
4h30j_dreieck	4	30	Dreieck	90.4	43.8
12h30j_block	12	30	Blockregen	120	10.0
24h30j_block	24	30	Blockregen	144	6.0
48h30j_block	48	30	Blockregen	182	3.8
0.5h100j_dreieck	0.5	100	Dreieck	78.4	235.2
1h100j_dreieck	1	100	Dreieck	91.9	160.8
2h100j_dreieck	2	100	Dreieck	107.8	101.0
4h100j_dreieck	4	100	Dreieck	126.4	61.2
12h100j_block	12	100	Blockregen	163	13.6
24h100j_block	24	100	Blockregen	190	7.9
48h100j_block	48	100	Blockregen	235	4.9
0.5h300j_dreieck*	0.5	300	Dreieck	102.4	307.1
1h300j_dreieck*	1	300	Dreieck	120.0	210.0
2h300j_dreieck*	2	300	Dreieck	140.8	131.9
4h300j_dreieck*	4	300	Dreieck	165.1	79.9
12h300j_block	12	300	Blockregen	214	17.8
24h300j_block	24	300	Blockregen	245	10.2
48h300j_block	48	300	Blockregen	298	6.2

## 5.5 Abflussberechnungen

Tabelle 5.2 zeigt die Resultate der Modellrechnungen. Fett gedruckt sind die grössten Abflüsse. Die Berechnungen zeigen, dass Gewitterniederschläge von 1 bis 4 Stunden Dauer die grössten Abflussspitzen erzeugen.

Tab. 5.2: Die Resultate der Berechnungen mit dem NAM QArea.

Wiederkehr- periode [Jahre]	Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlags- szenario	Abflussspitzen [m3/s] bei den Berechnungspunkten								
			BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	BP 6a	BP 7	BP 7a
30	0.5h30j_dreieck	Dreieck	1.7	0.10	0.10	2.8	0.50	4.1	3.6	4.6	0.73
	1h30j_dreieck	Dreieck	1.9	0.11	0.11	3.2	0.56	4.7	4.1	5.3	<b>0.78</b>
	2h30j_dreieck	Dreieck	2.1	<b>0.12</b>	<b>0.13</b>	<b>3.5</b>	<b>0.59</b>	<b>4.9</b>	<b>4.3</b>	<b>5.7</b>	<b>0.78</b>
	4h30j_dreieck	Dreieck	<b>2.0</b>	<b>0.12</b>	<b>0.13</b>	3.4	0.58	4.8	4.2	5.4	0.72
	12h30j_block	gleichmässig	1.4	0.09	0.10	2.3	0.43	3.3	2.8	3.7	0.48
	24h30j_block	gleichmässig	1.0	0.06	0.08	1.6	0.32	2.3	2.0	2.6	0.34
	48h30j_block	gleichmässig	0.7	0.05	0.06	1.2	0.24	1.6	1.4	1.9	0.24
100	0.5h100j_dreieck	Dreieck	4.2	0.26	0.28	6.8	1.22	9.3	8.3	10.5	1.47
	1h100j_dreieck	Dreieck	<b>4.4</b>	<b>0.27</b>	0.29	<b>7.2</b>	<b>1.27</b>	<b>10.1</b>	<b>8.9</b>	11.4	<b>1.52</b>
	2h100j_dreieck	Dreieck	4.3	0.26	<b>0.30</b>	7.1	1.26	10.0	8.7	<b>11.4</b>	1.47
	4h100j_dreieck	Dreieck	3.8	0.24	0.27	6.3	1.13	8.8	7.7	10.1	1.28
	12h100j_block	gleichmässig	2.2	0.14	0.17	3.7	0.73	5.2	4.4	5.9	0.77
	24h100j_block	gleichmässig	1.4	0.09	0.11	2.4	0.48	3.3	2.9	3.8	0.50
	48h100j_block	gleichmässig	1.0	0.06	0.08	1.6	0.33	2.3	1.9	2.6	0.33
300	0.5h300j_dreieck	Dreieck	7.2	0.45	0.51	11.5	2.12	15.6	13.8	17.3	2.37
	1h300j_dreieck	Dreieck	<b>7.4</b>	<b>0.46</b>	<b>0.53</b>	<b>12.0</b>	<b>2.21</b>	<b>16.6</b>	<b>14.5</b>	<b>18.6</b>	<b>2.46</b>
	2h300j_dreieck	Dreieck	6.9	0.43	0.50	11.4	2.10	16.0	13.9	18.2	2.32
	4h300j_dreieck	Dreieck	6.0	0.38	0.45	9.9	1.86	13.8	12.0	15.8	2.02
	12h300j_block	gleichmässig	3.2	0.21	0.26	5.3	1.08	7.4	6.3	8.5	1.10
	24h300j_block	gleichmässig	1.9	0.13	0.16	3.2	0.66	4.6	3.9	5.2	0.67
	48h300j_block	gleichmässig	1.2	0.08	0.10	2.0	0.42	2.9	2.4	3.3	0.42

## 6 Hochwasserabflüsse definierter Jährlichkeit

### 6.1 Einleitung

Im Sinne einer Synthese werden die Erkenntnisse der Untersuchung der Abflussreaktion, der historischen Hochwasser und der Resultate der Modellrechnungen zusammengeführt. Letztere beiden werden 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.

### 6.2 Schlossbach beim Schulhaus Roggern (BP 4)

Die wesentlichen Punkte der einzelnen Untersuchungen sind:

#### **Ergebnisse der Erkundung historischer Hochwasser (Kap. 3):**

- Der Schloss-/Schlimbach erfuhr eine bewegte Ausbaugeschichte mit vielen Veränderungen, welche die Vergleichbarkeit der Hochwasser erschwert: Die ersten Überbauungen in der Kuonimatt entstanden in den 1950er Jahren, der Schlossbach wurde näher an die Riedstrasse verlegt (1998). Mit dem Bau (1955) und der Tieferlegung der A2 (1990er Jahre), dem Bau der Entlastungsleitung (2005) und dem Ausbau entlang der Schlundstrasse im Jahr 2010 erfolgten weitere einschneidende Veränderungen.
- Seit den 1970er-Jahren wurden 26 Hochwasser ermittelt, die wahrscheinlich den Schlossbach in Horw betrafen. Trotz dieser Hochwasserhäufigkeit und trotz des grossen Beobachtungszeitraumes von 95 Jahren gelang es nicht Hochwasserspitzen abzuschätzen.
- Es gab in der überblickbaren Zeitperiode kein katastrophales Hochwasser und nur von wenigen weiss man, dass die Kapazität im Bereich der Schlundstrasse (2.5 – 3.0 m<sup>3</sup>/s) überschritten wurde (z.B. 1972, 1978, 2007, 2010).
- Zwei Hochwasser setzen sich etwas von den übrigen ab:
  - Am 1./2.6.1979 führte ein Hochwasser in der Gemeinde Kriens zu Schäden in Millionenhöhe. Es wurde durch ein heftiges Gewitter verursacht, welches insbesondere in Hergiswil zu gewaltigen Schäden führte.
  - Das grösste Hochwasser der vergangenen 23 Jahre, respektive das zweitgrösste der vergangenen 70 Jahre, ereignete sich am 14.7.2014 (Abflussspitze kleiner als 5.5 m<sup>3</sup>/s) und wurde ebenfalls durch ein Gewitter verursacht (Wiederkehrperiode: 23 – 35 Jahre). Dank den zahlreichen Bachausbauten und dem Ausbleiben von verstopften Einlässen, waren nur geringe Schäden zu verzeichnen.

#### **Ergebnisse der Berechnungen mit dem Niederschlag-Abflussmodell (Kap. 5):**

Die Berechnungen mit den Modellregen erweitern die spärlichen Fakten aus den historischen Hochwassern und sind in Abbildung 6.1 violett dargestellt. Sie ermöglichen die Abschätzung seltener Hochwasser. Grün dargestellt sind die HQ<sub>x</sub>-Werte aus der Gefahrenkarte (CSD & Herzog Ingenieure, 2011). Die roten Linien markieren den Unsicherheitsbereich für die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit. Ein HQ<sub>100</sub> liegt beim Schulhaus Roggern (BP 4) demnach im Bereich von 6.5 – 7.5 m<sup>3</sup>/s.



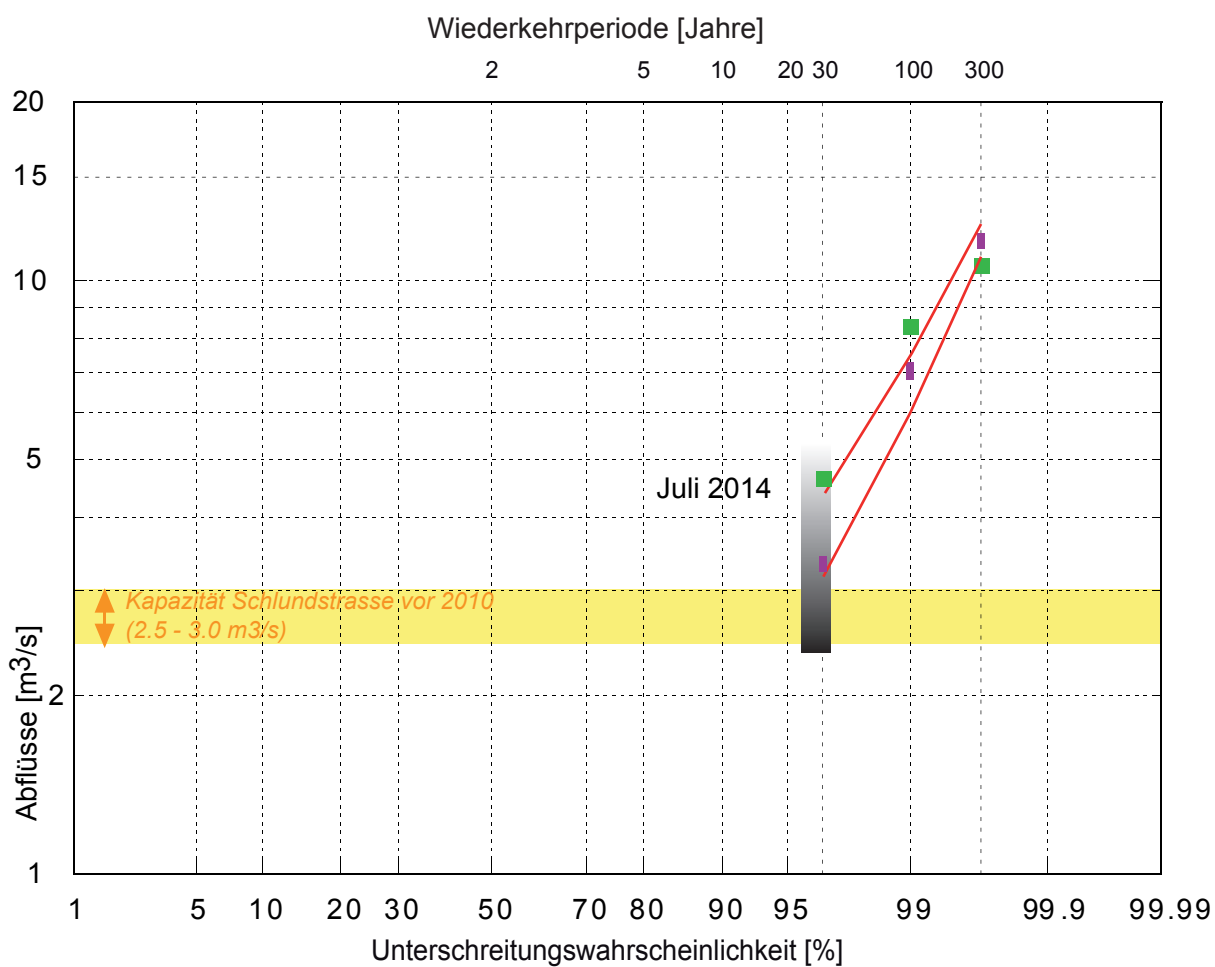


Abb. 6.1: Das Frequenzdiagramm des Schlossbachs beim Schulhaus Roggern (BP 4). Eingetragen sind die Kapazität entlang der Schlundstrasse vor dem Ausbau (gelb), die Werte der Gefahrenkarte beim BP 6a (grün), das Hochwasser vom Juli 2014 und die Resultate der Berechnungen mit Modellregen (violett). Die roten Linien markieren den Unsicherheitsbereich für die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

Unter Berücksichtigung der Modellrechnungen konnten die Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit für die übrigen Berechnungspunkte in analoger Weise festgelegt werden (Tab. 6.1).

Tab. 6.1: Die im EZG des Schlossbachs ermittelten Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

BP	Zugeordneter Gerinneabschnitt	HQ <sub>30</sub> [m <sup>3</sup> /s]	HQ <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]	HQ <sub>300</sub> [m <sup>3</sup> /s]
1	Schlossbach, Sandmättli (0.747 km <sup>2</sup> )	1.9 - 2.2	4.2 - 4.7	6.5 - 7.5
2	Talackerbach (0.05 km <sup>2</sup> )	0.1 - 0.15	0.25 - 0.3	0.4 - 0.5
3	Guetrütibach (0.07 km <sup>2</sup> )	0.1 - 0.15	0.3 - 0.4	0.5 - 0.6
4	Schlossbach, Schulhaus Roggern (1.272 km <sup>2</sup> )	3.2 - 4.5	6.0 - 7.5	11.0 - 12.5
5	Äbersrütibach (0.28 km <sup>2</sup> )	0.5 - 0.6	1.2 - 1.4	2.0 - 2.5
6	Schlimbach, Querung Nationalstrasse (1.82 km <sup>2</sup> )	4.7 - 6.0	9.0 - 10.5	15 - 17
7	Schlimbach, Mündung Steinibach (2.09 km <sup>2</sup> )	5.0 - 6.5	10.5 - 12.0	17 - 20
6a	Schlimbach, Querung Nationalstrasse, Ohne Äbersrütibach (1.53 km <sup>2</sup> )	4.0 - 5.0	8.0 - 9.5	13 - 15
7a	Schlimbach, nur TEG 7 (0.28 km <sup>2</sup> )	0.7 - 0.9	1.4 - 1.6	2.0 - 2.5

Die Untersuchung hat gezeigt, dass sich das Umfeld des Schlossbachs in den letzten 100 Jahren enorm verändert hat. Viele Hochwasser wurden in der Zeit beobachtet, ohne dass die vorhandenen Kenntnisse der topographischen Situation eine Beurteilung der Grösse der Abflussspitzen zugelassen hätte. Die Lage am Fusse des Pilatus und die starke Abflussbereitschaft löst bei Gewittern immer wieder grosse Abflüsse aus. Der Kanton Luzern müsste sich überlegen, ob ein Abflusspegel etwas mehr Licht in die Grösse der Hochwasser am Schlossbach brächte.

Wie bei den meisten Wildbächen gilt zu beachten, dass die vorhandenen Gerinnekapazitäten durch Geschiebetransport, Schwemmholz, Seitenerosion und Rutschungen beeinflusst werden können.

Scherrer AG  
Hydrologie und Hochwasserschutz

Dr. Simon Scherrer

Dr. Daniel Näf-Huber

Reinach, 25. Mai 2016

Sachbearbeiter:

Dr. Daniel Näf-Huber, Dipl. Bau-Ing, ETH Zürich

Dr. Simon Scherrer, Dipl. Geograph Uni Basel

Florian Howald, BSc Umwelt-Ing., ETH Zürich

## **7 Anhang**

- Anhang 1: Historische Hochwasser
- Anhang 2: Tagesniederschläge
- Anhang 3: Räumliche Niederschlagsverteilung
- Anhang 4: Bodenprofile
- Anhang 5: Modellaufbau
- Anhang 6: Niederschlagsstatistik Eigenthal (1883 – 2008)



Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1806, 24.5.		Überschwemmung in <b>Kriens</b> . 25 Betroffenen erlitten einen Schaden an Kulturen in Höhe von Fr. 38'080.	Lanz-Stauf-fer & Rom-mel (1936)
1811, 5.7.		Wolkenbrüche, Überschwemmungen, Rutschungen in Malers, Werthenstein und <b>Kriens</b> . Schaden: 293'510 sFr.	Lanz-Stauf-fer & Rom-mel (1936)
		1811 ereignete sich am 4. Juli „Ein bey Menschen gedenken nicht erlebter Regenguss“. Mohr datiert die Überschwemmung auf den 5. Juli 1811. Das Gewitter liess alle Bäche anschwellen und überschwemmte sowohl den <b>Krienser</b> Boden, als auch die Stadt. An den Bachverbauungen und den Höfen in der Umgebung entstanden dabei grosse Schäden. Zudem kam es auch zu Hangrutschen, welche ein Haus vor dem Sentitor zerstört haben. Mohr nahm die durch die Überschwemmung verursachten Schäden in einen Plan auf. Trotz der überlieferten Zerstörungen geht Stirnimann aufgrund der vergleichsweise schlechten Quellenlage insgesamt lediglich von sehr geringen Beschädigungen aus, was schwer nachvollziehbar ist.	Keller (2013)
1823, 7.7.	Gewitter	Es steigt vom Pilatus ein schwarzes, furchtbares Gewitter empor. Starke Ueberschwemmung des <b>Krienbach</b> , das Wasser bedeckte die Gassen, <b>Kri-ens</b> und Umgebung. Bedeutender Schaden.	Pfyffer (1852)
1865, 28.7.		Überschwemmungen und Erdschlipfe in <b>Horw</b> .	Lanz-Stauf-fer & Rom-mel (1936)
1881, 2.9.		Luzern. Ausserordentlicher Regenfall. Aus den hiesigen Beobachtungen des Regenmeisters und aus den Wetterberichten von Zürich entnehmen wir über die enormen Niederschläge, welche innerhalb einer Woche, vom 27. August bis 2 September, die Schweiz heimgesucht haben, folgende Zahlen: Luzern: Am 27. August 53 mm, am 28 August 39 mm, am 31. August 18 mm, am 1. September 62 mm, am 2. September 30 mm, Summe 202 mm. [...] Die obigen 202 mm Regenhöhe für Luzern machen 1/6 des ganzen mittleren Jahresniederschlages in Luzern aus.	Vaterland, 6.9.1881
1899, 13.7.	Gewitter	Wolkenbruch in <b>Kriens</b> . 20 Geschädigte. Fr. 14,055 Schaden an Kulturen, Wuhren und Strassen.	Lanz-Stauf-fer & Rom-mel (1936)
1900, 29.7.	Gewitter	Gewitter, wolkenbruchartiger Regen, Hagel und grosse Hochwasser über der Gegend von Rothenburg, <b>Kriens</b> , Luzern, Zell-Grossdietwil. Luzern 77 mm Niederschlag.	Meier (1939)
1907, 12.6.	Gewitter	Ein Unwetter von ausserordentlicher Heftigkeit entlud sich Mittwoch abends über unsere Gegend. Etwas vor sieben Uhr nahm der westliche Horizont eine geradezu unheimliche Färbung an; eine dicke schwarze Wand schloss ihn ob Hergiswald ab. Da zeigte sich zu unterst ein hellglänzender Streifen, die Wand löste sich los und näherte sich langsam, aber sicher unserem Dorf. Schwere Regentropfen bildeten die erste Einleitung, Schwere Regentropfen bildeten die Einleitung, bald aber ertönte ein mächtiges Brausen in der Luft: Wolkenbruch und Hagelschlag waren da. Im Nu waren die Strassen zu Strömen, die Plätze zu Seen geworden. Im fürchterlichen Regen versuchten Einzelne die Abflüsse zu öffnen oder das Wasser von Kellern abzuleiten, ohne Erfolg. Die Wassermassen blieben siegreich; sie füllten manchen Keller und rissen mit, was nicht niet und nagelfest war. Die kleinste Wasserrinne wurde zum reissenden Bach, allen voran der <b>Krienbach</b> , der glücklicherweise durch die Korrektion stark gebändigt worden ist. Die Feuerwehr, deren Dienste in den letzten Monaten vielfach in Anspruch genommen werden mussten und die glücklicherweise nie versagt, trat in Aktion, zuerst beim Spierhüsli, wo das Wasser in der untersten Wohnung einen Meter hoch stand. Unterdessen hatte sich beim Sonnenheim ein schweres Unglück zugetragen. Hr. Baumeister Ehrat, der damit beschäftigt war, von seinem Haus und seiner Werkstatt den <b>Krienbach</b> abzulenken, glitt aus und wurden von den Fluten fortgerissen. Hilfe war unmöglich, das entfesselte Element hielt sein Opfer fest. - Der Bach wütete fort und um halb 10 Uhr stürzte ein Teil der Mauer mit dem Gartengeländer in den Bach. [...] Es werden folgende Regenmenge gemeldet: [...] Pilatus 48 mm.	Wächter am Pilatus, 15. Juni 1907
		In <b>Kriens</b> richtete der Hagel, ein Wolkenbruch und der ausgetretene tobende <b>Krienbach</b> grossen Schaden an. Ein Mann wurde von den reissenden Fluten fortgerissen und ertrank.	Brandstetter (1911)
		Grosses Hochwasser und starker Hagel auch im Amt Luzern und Entlebuch. Luzern und Entlebuch 64 mm Niederschlag.	Meier (1939)
1910, 19.1.	Dauerregen, Schneeschmelze	Überschwemmungen vor allem in der Westschweiz infolge einsetzender Schneeschmelze verbunden mit reichlichen Niederschlägen. [...] In der Innerschweiz wurden die Kantone Uri (u.a. Verkläusung der Reuss durch die Bristenlauri mit Durchbruch und Flutwelle), Obwalden und Luzern (Entlebuch, Willisau, Sursee) getroffen.	Röthlisberger (1991)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
		Überschwemmungen in vielen Gegenden des Kantons Luzern. Katastrophales Hochwasser in der Westschweiz, 3-tägiger Landregen von 100-200 mm. <b>Horw</b> . In der Nacht vom Dienstag auf Mittwoch hatten auch wir mit dem Wasser zu kämpfen. Der Horwbach, in Vereinigung mit dem Grützbach, ist bei der Wegscheide Rosenheim über das Ufer getreten und hat die anstossende schöne Matte des Herrn Kaufmann unter Wasser gesetzt. Die Kantonsstrasse von der Waldegg bis zur Sägerei und die anstossenden schönen Matten waren in einen Sumpf verwandelt. Die unteren Häuser an der Krienserstrasse wurden dabei arg mitgenommen. Keller und Parterrewohnung wurden zum Teil unter Wasser gesetzt. Doch glücklicherweise nur für kurze Zeit. Im Dorfe trat der Horwbach wieder über die Ufer, bahnte sich Bahn um das alte Schulhaus und gegen das Requisitenhaus. Auch da hörte man in den tiefen Kellern seltsame Töne, welche von den Fluten herrührten. Im Rank brach der Bach noch zum letzten Male über das Ufer und überschwemmte die Stasse nach Winkel. Wäre nicht die Korrektion des Horwbachs vorausgegangen, wäre die Sache schlimmer geworden.	Meier (1939) Luzerner Tagblatt, 25.1.1910
1910, 14./15.6.	Dauerregen	Riesige Unwetterkatastrophe in der Schweiz (mit Ausnahme von Jurazone und Südschweiz). Rapide Schneeschmelze und wolkenbruchartiger Stauregen auf der Alpennordseite durch Zufuhr von feucht-warmen Luftmassen aus Nordeuropa. Verheerende Hochwasser führten: u.a. Kleine Emme. Alle von der Katastrophe verheerten Landesteile boten das gleiche Bild der Verwüstung: Vernichtete Kulturen, eingestürzte Wohnhäuser und Stallungen, zerstörte Dämme, unterbrochene Strassen und Eisenbahnlinien, viele weggeschwemmte Brücken. Am 14. Juni auf dem Pilatus 138 mm Niederschlag. Auch in <b>Horw</b> hat das Unwetter arg gehaust. In der Nacht vom 14. auf 15. Juni musste ein Teil der Feuerwehr aufgeboden werden. Der Horwbach brachte eine Unmasse Wasser. Der ganze unter Teil des Dorfes war unter Wasser, das seinen Weg in Küchen und Keller und in die schönen Matten oberhalb der Wäscherei National fand. Das Hofmattbächli das im Dorf in einen Kanal fliesst, ergoss sich in die Kantonsstrasse. An der Krienserstrasse stand die ganze Reihe Häuser unter Wasser. Die Strasse musste an mehreren Stellen durchbrochen werden, um das Wasser durchzulassen. [...] Der Horwbach überschwemmt jeweilen die Kantonsstrasse, staut das Brütbächli und die ganze Krienserstrasse steht unter Wasser. Im Rank gegen Winkel ergoss sich der Horwbach wieder über die Ufer, in die Häuser und durch die Strasse gegen Winkel. Infolge des Anwachsens des Sees fand das Wasser keinen Abfluss mehr, der See stieg 40 Zentimeter über die Strasse. Eine schauerliche Heimsuchung erlitten verschiedene Gegenden der Schweiz durch die Hochwasser vom 15. und 16. Juni. [...] In der Stadt Luzern wurde in der Morgenfrühe vom 15. Juni Alarm gemacht. Die Reuss stieg von Viertelstunde zu Viertelstunde. Um 7 Uhr trat sie beim Theater bereits über die Ufer. Um 10 Uhr hatte sie den Hochwasserstand vom Juni 1877 erreicht. Allein noch immer nahm sie zu. Dis Donnerstag vormittags 11 Uhr stieg das Wasser noch 40 cm.[...]	Meier (1939) Luzerner Tagblatt, 19.6.1910 Katholischer Volksbote, 18. 6. 1910
1910, 6.9.		Grosses Hochwasser in den Gegenden <b>Kriens</b> , <b>Horw</b> u.a.	Meier (1939)
1912, 23./24.6.	Gewitter	Gewitter, wolkenbruchartiger Regen und grosses Hochwasser zwischen <b>Kriens</b> und Luzern ( <b>Krienbach</b> ), Eigenthal 93 und 33 mm, Luzern 64 und 27 mm	Meier (1939)
1917, 9.6.		9.6: Wasser- + Rutschungsschäden in <b>Horw</b> . Schaden: 8'000 sFr.	Lanz-Stauf-fer & Rom-mel (1936)
1919, 5.7.	Gewitter	Gewitter, starker Regen, starker Hagel und Hochwasser im Pilatusgebiet bis Luzern u.a.	Meier (1939)
1921, 15.5.	Gewitter	Gewitter, wolkenbruchartiger Regen und Gewaltiges Hochwasser im nördlichen und nordöstlichen Pilatusgebiet: Rümli, <b>Renggbach</b> , <b>Steinibach</b> und Hinterbach, bei Ziegelfabrik und Bahnhof <b>Horw</b> ein See. Eigenthal 109 mm Überschwemmung in <b>Horw</b> durch den Hinter- + <b>Steinibach</b> . Kulturen und Bodenschaden Fr. 13,000. 30 Betroffene.	Meier (1939) Lanz-Stauf-fer & Rom-mel (1936)
1934, 9.9.	Gewitter	Gewaltige Unwetterkatastrophe im zentral- und nordostschweizerischen Voralpengebiet. [...] Im Kanton Luzern wurden besonders die Seeorte am Rigi und das Pilatusgebiet schwer betroffen. Im Raume Hergiswald – Lifelen – Fischenbach – Eigental fielen wahrscheinlich um 200 mm Niederschlag, wovon von 17-19 Uhr alleine 120-150 mm. [...]	Meier (1939)
1935, 25.5.	Gewitter	Heftiges Gewitter, wolkenbruchartig, starker Hagel: Grosses Hochwasser südöstlich von <b>Kriens</b> (Himmelrich)	Meier (1939)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1937, 6.7.	Gewitter	Heftiges Gewitter, wolkenbruchartig: Grosses Hochwasser und grössere Erdrutschungen im nordöstlichen Pilatusgebiet; Gemeinde <b>Kriens</b> , <b>Horw</b> , Hergiswil, Alpnach; namentlich durch <b>Schlossbach</b> , Schlundbach, Hinterbach, <b>Steinibach</b> . Niederschlag (Pilatus): 50 mm, im Wolkenbruchgebiet wahrscheinlich 60-80 mm.	Meier (1939)
1937, 31.8.	Gewitter	Gewitter, wolkenbruchartiger Regen und Gewaltiges Hochwasser des <b>Renggbaches</b> , im Gebiet von Bonern – Mühlemäs – Fräkmünt – Krienseregg – Rosshütte fielen schätzungsweise 80 – 100 mm Niederschlag von 15 – 17 h. (Pilatus nur 35 mm).	Meier (1939)
1941, 11.7.	Gewitter	Über Luzern ging ein ungewöhnlich heftiges Dauergewitter mit wolkenbruchartigem Regen und über 100 elektrischen Entladungen nieder. Grösste Intensität von 6:30 – ca. 9:00 Uhr. [...] Niederschlagsmenge beim Reg.-Geb. 51 mm, Met. Stat. 44 mm, wovon ca. 4/5 des Betrages in der ersten Stunde fiel. Schweres Unwetter im nördlichen Pilatusgebiet, namentlich im Eigental. Gewaltiges Hochwasser des Rümli und des <b>Renggbaches</b> , sowie dessen Zuflüsse, die bedeutenden Schaden an Wuhren, Strassen und Kulturen anrichteten. Enormer Schaden auch durch starken Hagel-schlag, mehrere Erdschlipfe und der vielen Stein- Schutt- und Holzlavin an den Berghängen angerichtet. Viele Gärten und Acker wurden durch Hagel und Überschwemmungen vernichtet. In Buchsteg (Eigental) wurden von 6:00 – 8:15 Uhr 91 mm Niederschlag gemessen, wovon ca. 80 mm allein zwischen 7 und 8 h fielen (lokal wahrscheinlich bis 100 mm pro Stunde, namentlich im obersten Einzugsgebiet des Rümli und am Höch-berg.), total 103,3 mm von 6 – 12 Uhr. Auf Pilatus – Kulm wurden 63 mm gemessen. Das Gewitter blieb von 6 – 12 Uhr stationär und löste sich an Ort und Stelle auf. Das H.W. des Rümli betrug bei Schwarzenberg ca. 100 m³/s, Einzugsgebiet 18 km². Zus.: Niederschlagskarte	Meier (1939)
1953, 30.6.	Gewitter	Wolkenbruchartige Regenfälle führten in der Nordost- und Zentralschweiz zu bedeutenden Wasserschäden. Die Hochwasserstände erreichten teilweise diejenigen vom Juni 1910. [...] Ein weiterer Gewitterherd wütete über der Pilatusregion und der Stadt Luzern. Leichtes (<0.2 Mio CHF) Hochwasser in <b>Horw (Krienbach)</b> .	Röthlisber-ger (1991) Gees (1997)
1960, 31.7.	Gewitter	Ein schweres Unwetter hat gestern Sonntagnachmittag ca. 16 Uhr Malers, Blatten, Littau, <b>Kriens</b> , und Luzern heimgesucht. [...] Im Weiteren wurde <b>Kriens</b> vom Unwetter erreicht. Eine halbe Stunde war es Nacht. Dann kam das verheerende Unwetter über den Sonnenberg dahingezogen. Hagel prasselte nieder und zerschmetterte Fensterscheiben. Bäume wurden entwurzelt und geknickt. Keller mit Wasser gefüllt, Strassen verschlammt, Dächer abgedeckt, Leitungen beschädigt. Um 22 Uhr war Kriens noch ohne elektrischen Strom. Nach dem Unwetter Ende Juli 1960 mit Sturm, Hagel und gewaltigen Regenfällen bildeten der Kleine <b>Krienbach</b> , die Zufahrt zum Brunnenhöfli und die Hergiswaldstrasse einen einzigen reissenden Bach. [Foto auf Titelblatt] Standort des Fotografen: einige Meter südlich des Wegweisers „Brun-nenhöfli“, vor dem Haus Hergiswaldstrasse 7/9.	Entlebucher Anzeiger (1.8.1960) Widmer (1999)
1972, 26.7.	Gewitter	Ausbruch des Althoftobelbaches. Anmerkung: Im Gebiet (betroffene Orte: Luzern, <b>Horw</b> , Meggen (LU) und Merlischachen (SZ) Bachausbrüche (wahrscheinlich u.a.): Würzenbach, Althoftobelbach, Hofmattobelbach, Bodentobelbach. Überflutung von Kellern, Gärten, Strassen und Erdschlipfe. Ursache (Meteo): in der Station Luzern wurden 74 mm Niederschlag gemessen, davon ca. 70 mm innerhalb von ca. 2 h (Pluviograph versagte). Früheres Ereignis: im Jahre 1953 ähnliche Überschwemmungen in <b>Horw</b> .	WSL (2015)
1972, 23.11.	Dauerregen	Das anhaltende Regenwetter hat auch in <b>Kriens</b> die Feuerwehr und Räumungsmannschaften mobilisiert. Verschiedene Keller mussten leergeräumt werden, und auch die Strassenzüge, insbesondere die Hergiswaldstrasse, wurden in arge Mitleidenschaft gezogen. [...] Im Dorf selbst machte sich das viele Wasser ebenfalls im negativen Sinne bemerkbar. Verschieden Keller und andere Lokalitäten wurden unter Wasser gesetzt., so dass die Feuerwehr zu rund 30 Wasseralarmen ausrücken musste. Besonderes böse sah es zeitweise an der Wiggerhalde (oberhalb des Motels) und an der Weinhalde wie im Bereich der Waldheimstrasse aus. Schmutziggelb wälzten sich die Fluten unaufhörlich durch Gärten, Wege und Strassen, um überall auch auf gepflegtem Kulturland ihre hässlichen Rückstände zu hinterlassen.	Luzerner Tagblatt, 24.11.1972
1974, 23.6.	Gewitter	<b>Kriens</b> : in <b>Horw</b> und <b>Kriens</b> (beide separat aufgenommen) Feuerwehreinsätze (Überschwemmungen). Leichtes (<0.2 Mio CHF) Hochwasser in Horw, Kriens, Luzern. Nachdem sich am letzten Sonntag, den 23. Juni 1974, wiederum ein Gewitter im Pilatusgebiet entladen hatte, trat der <b>Schlossbach</b> erneut über die Ufer. Wiederum wurde der ganze Hofraum unserer Liegenschaft bis zu 40 cm unter Wasser gesetzt.	WSL (2015) Gees (1997) K. Lusten-berger, 28.6.1974
1977, 14.7.	Gewitter	<b>Horw</b> : überschwemmte Keller und Strassen; Kanalisationen verstopft. In <b>Kriens</b> oder <b>Horw</b> Erdrutsch. Anmerkung: im Gebiet von 16:30 bis 16:45 Uhr heftiges Gewitter ohne Blitze und mit viel Regen. Leichtes (<0.2 Mio CHF) Hochwasser in Luzern, <b>Kriens</b> , <b>Horw</b> .	WSL (2015) Gees (1997)
1978, 7.8.	Dauerregen	<b>Kriens</b> : in <b>Kriens</b> zahlreiche Keller und Strassen unter Wasser. Anmerkung: im Gebiet zahlreiche Bachausbrüche. <b>Kriens/ Horw</b> - <b>Schlimbach</b> : Ausbruch des Krienser Schlossbaches (Schlimmbach oder Schliembach) und des Dorfbaches (beide Bäche separat aufgenommen).	WSL (2015)



Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1979, 1./2.6.	Gewitter	Heftige Gewitter in verschiedenen Landesteilen. Ein Ein-Stunden-Gewitter am Pilatus verursachte schwere Schäden im Steinibachgebiet bei Hergiswil (NW) und im oberen Renggbachgebiet bei <b>Kriens</b> (LU).	Röthlisberger (1991)
		In der Nacht vom 1. auf den 2. Juni 1979 ging über der Zentralschweiz ein heftiges Unwetter nieder, das in Hergiswil so grosse Schäden anrichtete, dass sogar die Armee eingesetzt wurde, um die grössten Schäden zu beheben. Auch in <b>Kriens</b> richtete das Gewitter Schäden in Millionenhöhe an.	WSL (2015)
1979, 13.6.	Gewitter	<b>Kriens</b> / Littau: Gewitter über <b>Kriens</b> bis Emmenbrücke; Keller, Garagen und Wohnungen überschwemmt; mehr als 60 Notrufe.	WSL (2015)
1981, 25.6.	Gewitter	<b>Kriens</b> : Insgesamt 27 Feuerwehreinsätze; überschwemmte Keller, Garagen u. a. Quartiere: Spitzmatt und Kehrhof.	WSL (2015)
1982, 15.8.	Gewitter	<b>Kriens</b> : In <b>Kriens</b> überschwemmte Keller.	WSL (2015)
1990, 24.5.	Gewitter	<b>Horw</b> : Hochwasser des Dorfbaches, einige Keller überschwemmt.	WSL (2015)
1992, 21.7.	Gewitter	<b>Horw</b> : Überschwemmte Keller und Strassen, Ausbruch Dorfbach.	WSL (2015)
1992, 21.8.	Gewitter	<b>Horw</b> : Überschwemmungen und Rutschungen. Anmerkung: Hagelfront längs der Linie Romoos-Wolhusen-Malters-Luzern-Inwil-Adligenswil.	WSL (2015)
1993, 23.6.	Gewitter	<b>Kriens</b> : Überschwemmungen, 50 Schadenmeldungen von Wassereinbrüchen, Ausbrüche des <b>Krienbach</b> . <b>Horw</b> : weite Teile des Vorortes <b>Horw</b> überschwemmt, beträchtliche Gebäude- und Wasserschäden, Ausbrüche Dorf- und <b>Steinibach</b> . Anmerkung: Generell im Grossraum Luzern vermochten Kanalisationen Wasser nicht mehr zu schlucken, Schachtdeckel wurden abgehoben; Strassen verwandelten sich in Sturzbäche, schwere Verkehrsbehinderungen, Dauereinsätze von Feuerwehren.	WSL (2015)
		Am Mittwochabend verursachten starke Niederschläge zahlreiche Überschwemmungen. In <b>Horw</b> wurden unter anderem die Tiefgarage beim Gemeindehaus sowie verschiedene private Keller und Garagen überschwemmt. Daneben überflutete das Wasser mehrere Strassen, unter anderen auch die Kantonsstrasse (unser Bild). In <b>Kriens</b> waren zudem die Schulhäuser Obernau, Roggern und Amlehn vom Unwetter betroffen. In <b>Horw</b> wie auch in <b>Kriens</b> hatte die Feuerwehren alle Hände voll zu tun. [6 Unwetterbilder von <b>Horw</b> .]	Volksbote, 25.7.1993
1993, 5.7.	Gewitter	<b>Kriens, Horw</b> : Überschwemmungen, überschwemmte Keller.	WSL (2015)
1994, 10.8.	Gewitter	<b>Kriens</b> : Keller und Strassen überschwemmt; Feuerwehreinsätze.	WSL (2015)
1996, 8.6.	Gewitter	<b>Kriens</b> : Überschwemmungen von Keller und Strassen.	WSL (2015)
1997, 11.6.	Gewitter	Gemeinde <b>Horw</b> : Der A2 - Anschluss der Gemeinde <b>Horw</b> wurde durch einen Bach überschwemmt. Allgemeine Lage: Heftige Sommergewitter mit Blitz, Donner und prasselnden Regengüssen führten zu Überschwemmungen und Verkehrsbehinderungen in den Kantonen Luzern, Obwalden und Bern. Ursache: Gewitter zogen in mehreren Schüben und stets auf den gleichen Bahnen von den klassischen Gewitterregionen Napf und Berner Oberland in Richtung Zentralschweiz. Dabei wurden folgende Niederschlagsmengen gemessen: Pilatus: 64 mm in 12 Stunden, Marbach: 106 mm in ? Stunden. Schäden: Es gab vor allem überschwemmte Keller und Kulturland, unterbrochene Verkehrswege sowie Hagelschäden. Zudem mussten zahlreiche Kiessammler und Wildbachläufe ausgebaggert werden. Der Zivilschutz kam auch zum Einsatz.	WSL (2015)
1998, 21./22.7.	Gewitter	Malters, Emmen, <b>Kriens</b> : Ein 20-Minuten-Hagelgewitter verursachte in Luzern und Agglomeration Millionenschäden. Es wurde eine bis zu 40 cm hohe Hagelschicht gemessen. Hagelkörner so gross wie Zwetschgen und Holz verstopften Einlaufschächte und Abläufe. Dies führte zu zahlreichen Überflutungen so z.B.: Autobahn A2, Strassen, Keller, Wohnungen, Büros, Restaurants und Unterführungen.	WSL (2015)
		Die Gewitterfront erreichte die Region Luzern kurz nach 16.00 Uhr. Gemessen wurden Windgeschwindigkeiten von über 100 km/h. Innert 20 Minuten fielen die Temperaturen um 12 Grad. Erfasst wurden die Stadt Luzern und der Agglomerationsgürtel mit den Gemeinden Malters, Schwarzenberg, <b>Horw</b> , <b>Kriens</b> , Emmen Rothenburg, Adligenswil und Meggen. Keller wurden überflutet, Bäume gefällt (...).	Willisauer Bote, 23.7.1998

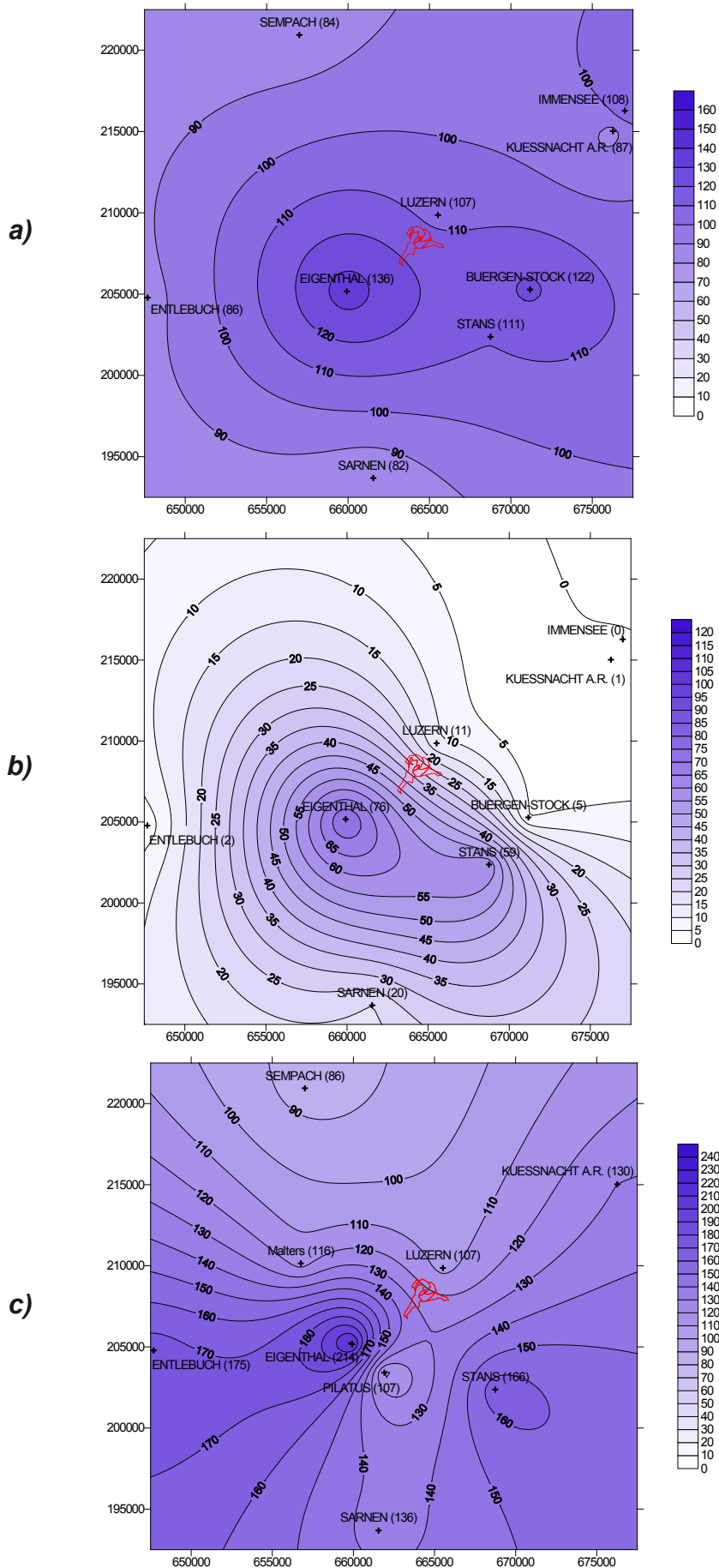
Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1999, 13.6.	Gewitter	Das heftige Gewitter vom späten Sonntagabend liess in <b>Kriens</b> Bäche über die Ufer treten; verschiedene Bacheinflüsse wurden durch Geschiebe blockiert. Strassen wurden überflutet, so die Obernauerstrasse, die St.-Niklausen-Gasse sowie die Hackenrain-, die Süd- und die Wichlernstrasse. Zahlreiche Keller und Einstellhallen wurden unter Wasser gesetzt. An der Obernauerstrasse wurden Garagentore eingedrückt und Schlamm ins Haus transportiert. Auch die Einstellhalle der Migros Hofmatt blieb nicht verschont. Die Feuerwehr war bis Montag früh mit rund 50 Mann an 25 Orten im Einsatz. Der Schaden konnte noch nicht abgeschätzt werden.	WSL (2015)
2001, 20.8.	Gewitter	Am späteren Nachmittag zog über <b>Kriens</b> und <b>Horw</b> wieder einmal ein Pilatusgewitter hinweg, das grosse Niederschlagsmengen brachte. In <b>Horw</b> gingen bei der Feuerwehr 16 Meldungen ein. 42 Personen waren im Einsatz um Keller, Garagen und Liftschächte auszupumpen. Weiter waren die Kastanienbaumstrasse und die Kantonsstrasse zeitweise überschwemmt. Die <b>Krienser</b> Feuerwehr erhielt 15 Meldungen. Keller wurden überschwemmt, besonders in Mitleidenschaft gezogen wurde die Tiefgarage des Media-Marktes. Ein Grossteil der Garage stand unter Wasser. Dieses sei durch die Schächte der Meteorwasserleitung in die Halle gedrungen, weil die Hauptleitung das Wasser nicht mehr schlucken konnte.	WSL (2015)
2002, 3.5.	Gewitter	Im Spiertunnel auf der Autobahn A2 kam es im Horwer Schlund zu einem Wassereinbruch. Der Verkehr Richtung Süden konnte über längere Zeit nur einspurig auf dem Pannestreifen geführt werden. Ausserdem entstanden in der Gemeinde zahlreiche Gebäudeschäden. Im Kanton Luzern ereigneten sich mehrere Erdbeben.	WSL (2015)
2002, 6./7.6.	Gewitter	Am Sonnenberg in <b>Kriens</b> floss das Wasser in Strömen die Strassen hinunter. Es drang in die Häuser ein und stellte Garagen bis 1 m unter Wasser. Verschiedene Bäche traten meterhoch über die Ufer, brachten viel Geschiebe und Holz mit und richteten grosse Zerstörungen auf Verkehrswegen, Kulturland und Gärten an. Schachtdeckel wurden angehoben. Unzählige Tiefgaragen, Keller und Liftschächte wurden überflutet, ganze Wohnungen wurden durch knöcheltiefen Schlamm verschmutzt, mehrere Hangrutsche verschütteten Wege und Baugruben. Im Gebiet Wichlern wurden diverse Gärten mit Schlamm überspült. In der ersten Stunde (ab 20:30 Uhr) gingen rund 50 Schadensmeldungen bei der Feuerwehr ein. [...]	WSL (2015)
2006, 17.6.	Gewitter	Ein kurzes, aber heftiges Gewitter sorgte ab ca. 18 Uhr für einige überschwemmte Keller vor allem [in Luzern] im Gebiet von Sternmattstrasse, Hirtenhof und Bodenhof. Zeitweise fiel auch Hagel. Auch in <b>Kriens</b> gab es relativ wenige Schadenmeldungen. Dort hob das in der Kanalisation zurückgestaute Wasser fünf Deckel ab.	WSL (2015)
2007, 21.7.	Gewitter	Zum 3. Mal innert 3 Tagen haben am Abend des 21.7.07 Gewitter in der Schweiz Erdbeben und Überschwemmungen verursacht. Besonders betroffen waren diesmal die Kantone Bern und Luzern. Im Berner Oberland, Emmental und Entlebuch fielen zwischen 30 und 65 l Wasser pro m <sup>2</sup> . Im Kanton Luzern waren laut Schätzungen der Kantonspolizei 30 Haushalte vom Unwetter tangiert. In Schüpfheim, Malters, <b>Kriens</b> und Emmen mussten Strassen wegen Überschwemmungen gesperrt werden. An allen Einsatzorten wurden mehrere Kellerräume mit Wasser gefüllt.	WSL (2015)
2007, 8.8.	Dauerregen	Anhaltender Regen hat in der Schweiz Flüsse über die Ufer treten lassen, Keller geflutet und Strassen überschwemmt. [...] Die Gebäudeversicherung [des Kantons Luzerns] rechnete kurz nach dem Ereignis mit 600-800 Schadenfällen und einer Schadenssumme von 6-8 Mio. Fr. Am stärksten betroffen waren die Gemeinde Littau und das Seetal. Die Feuerwehr hatte am 8.8.07 diverse Einsätze im Gemeindegebiet [von <b>Kriens</b> ] und musste am nächsten Tag noch einen Keller an der Himmelrichstr. auspumpen. Kabelstörungen / diverse Unterbrüche (Festnetz/Mobilfunk) der Swisscom als Folge des Hochwassers oder Hangrutschen gab es u.a. in <b>Kriens</b> .	WSL (2015)
2009, 26.6.	Gewitter	Im Kanton Luzern kam es am Mittag zu heftigen Regenfällen. Neben <b>Horw</b> , Malters und Schüpfheim waren auch die Gemeinden Luzern, <b>Kriens</b> , [...] betroffen. In <b>Kriens</b> war die Feuerwehr im Gebiet Kuonimatt im Einsatz.	WSL (2015)
2009, 8.8.	Gewitter	Adligenswil, Meggen, Ebikon, Dierikon, Root, <b>Kriens</b> , Malters: Starke Regenfälle haben in verschiedenen Teilen der Schweiz zu Überschwemmungen und Verkehrsbehinderungen mit Schäden von mehreren Mio. CHF geführt. Wegen schwachen Höhenwinden wurden die Regenzellen nicht weitergeblasen sondern entleerten sich lokal. Im Kanton Luzern waren die Gemeinden rund um die Stadt Luzern bzw. östlich von Luzern besonders betroffen. Verschiedene Haupt- und Nebenstrassen waren vorübergehend unpassierbar. Bäche traten über die Ufer und Keller mussten ausgepumpt werden. In der Zentralschweiz fielen zw. 50 und 55 l/m <sup>2</sup> Regen zwischen 11 und 15 Uhr. Bei der Kantonspolizei Luzern gingen über 120 Notrufe ein. Vor allem die Gemeinde Adligenswil, aber auch Udligenswil, Meggen, Ebikon, Dierikon, Root, <b>Kriens</b> und Malters waren betroffen, wo Keller und Garagen überschwemmt wurden.	WSL (2015)
2010, 10.7.	Gewitter	Ein landesweites Gewitter sorgte auch im Kanton Luzern für Schäden. Zwischen 19 und 21 Uhr gingen bei der Einsatzzentrale der Luzerner Polizei rund 300 Meldungen wegen dem Gewitter in der Stadt Luzern und in <b>Kriens</b> ein. Wegen umgestürzten Bäumen (Sturm!), einigen überfluteten Kellern, Wasser auf der Fahrbahn sowie wegen kurzzeitigen Stromausfällen mussten zuständige Ereignisdienste aufgeboden werden.	WSL (2015)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2010, 22.7.	Gewitter	Am Nachmittag gingen Gewitter u.a. auch über den Kt. Luzern. Der Gewitterzug überquerte das Kantonsgebiet vom Entlebuch her in Richtung Zug. In <b>Kriens</b> gingen 21 Schadensmeldungen ein - sie betrafen v.a. umgestürzte Bäume (Sturm!) oder überflutete Keller. Auch die Untergeschosse eines Kindergartens und des Militärmuseums erlitten Wasserschäden. Zudem kam es im Gebiet Unterstrick zu einem kleineren Hangrutsch. Im Einsatz standen 22 Feuerwehrleute.	WSL (2015)
2012, 8.6.	Gewitter	Um die Mittagszeit zog ein heftiges Gewitter über Luzern. In der Region Luzern schüttete es stellenweise wie aus Kübeln. In <b>Horw</b> verzeichnete die Feuerwehr Wasser im Keller bei der Kleinwilhöhe (südl. <b>Steinibach</b> ).	WSL (2015)
2014, 14.7.	Gewitter	Ein Unwetter wütete heftig über Obernau (Gde <b>Kriens</b> ): überflutete Keller, gesperrte Strassen und viel Schlamm. Es sind rund 30 Meldungen eingegangen - hauptsächlich wegen überfluteter Keller und Tiefgaragen. Bäche aus dem Hochwald brachten viel Geschiebe mit sich und versperrten Abflüsse, so dass das Wasser nicht mehr abfließen konnte. [...] Ursache der massiven Schäden seien aber nicht die grossen Bäche im Dorfteil Obernau gewesen ( <b>Renggbach</b> , <b>Krienbach</b> ). Vielmehr seien die zahlreichen kleineren Bäche, die aus dem Krienser Hochwald in den Talkessel fliessen für den Schaden verantwortlich gewesen.	WSL (2015)
		Naturgewalten können bedrohlich wirken. Das merkte <b>Kriens</b> am 14. Juli 2014, als sich am frühen Montagabend eine gewaltige Gewitterzelle über <b>Kriens</b> entlud. Innerhalb von zwei Stunden ergossen sich über <b>Kriens</b> jene Regenmengen, die normalerweise in zwei Juli-Wochen vom Himmel kommen. Weil die Böden schon von den Regentagen davor durchnässt waren, strömten die gewaltigen Regenmengen direkt in die Bachläufe. Diese schwollen an und rissen Geröll und Schwemmholz in unvorstellbaren Mengen mit. [...] «Wo der <b>Krienbach</b> saniert war, hielt er selbst dem grossen Unwetter mehrheitlich stand», sagt Matthias Senn. Andere Bäche etwa wie der <b>Schlossbach</b> oder der <b>Schlimbach</b> , vermochten die Wassermassen sogar ohne Probleme zu schlucken. [...]	Kriensinfo (2014)
		Das Unwetter hatte teils massive Schäden an Häusern, Strassen und Kulturland zur Folge. [...] Das erstaunte nicht, sorgte doch das Unwetter am Montag mit 85 Litern pro Quadratmeter dafür, dass in rund zwei Stunden die Hälfte jener Wassermenge vom Himmel fiel, die sonst im ganzen Monat Juli am Pilatus fallen. Die normalerweise kleinen Bäche wie der Schlossbergbach, der Zopfibach oder der Schürhofbach brachen aufgrund der grossen Regenmengen aus dem Bachbett aus und sorgten für Verwüstungen. Dabei rissen diese kleinen Bäche Fallholz und teilweise massiv Geröll mit, was zu Verengungen und Stausituationen führte. Auch wo Bäche zusammenflossen, konnte das Wasser aufgrund der hohen Wasserstände nicht mehr wie gewohnt abfliessen und trat über die Ufer. Umso erstaunlicher ist es, dass bei dieser Intensität der Regenfälle nicht noch grössere Schäden entstanden. Die in den letzten Jahren realisierten Verbauungen am <b>Renggbach</b> , die Sanierungen am <b>Krienbach</b> inklusive Überwasser-Abfluss bei der Pulvermühle und auch die Bachsanierungen am <b>Schloss- und Schlundbach</b> im unteren Dorfteil haben ihre Wirkung gezeigt. Die Verbauungen hätten selbst so intensive Regenmengen mehr oder weniger zu fassen vermocht und weitaus grössere Schäden an Hab und Gut, letztlich aber auch an Menschenleben verhindert.	Neue Luzerner Zeitung Online, 16. Juli 2014

Gewährspersonen	
Lisibach E., Fankhauser H., Schnüriger M., Brechtbühl J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hochwasser anfangs 1960er Jahre hat das Quartier Kuonimatt, Riedstrasse überschwemmt.</li> <li>- Herr Fankhauser stuft das Hochwasser von 2014 als das grösste der vergangenen 23 Jahre ein.</li> <li>- Die drei anderen Männer bestätigen dies, indem sie in ihrem überblickbaren Zeitraum das Hochwasser 2014 als grösstes Ereignis einstufen.</li> </ul>
Urfer Ursula, Anwohnerin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frau Urfer (Jg. 1936) ist seit 77 Jahren (1938) Anwohnerin am Schlimbach im Quartier Kuonimatt.</li> <li>- Als Kind hat sie öfters erlebt, dass der Schlimbach Hochwasser führte, aber er ist nie übergelaufen. Mit der Autobahn und der immer grösseren Versiegelung des Bodens seien aber die Ausbrüche gekommen. Dabei ist das Wasser jeweils oberhalb ihres Hauses (Riedstrasse 30) auf die Riedstrasse gelaufen und von dort von vorne in den Keller. Direkt vom Bach hinter dem Haus durch den Garten sei das Wasser nie ausgebrochen.</li> <li>- Das Problem sei der Einlass des Entlastungskanal weiter oben bei der Tennishalle. Dieser Einlass könne schnell verstopfen und wenn das passiert, dann funktioniert die Entlastung nicht mehr und das Wasser vom Schlimbach breche weiter unten in die Riedstrasse aus.</li> <li>- Ein grosses Hochwasser habe sich rund zwischen 1965-1985 ereignet, das sei das Schlimmste Ereignis gewesen, das sie erlebt hätte. Auch damals sei das Wasser durch die Riedstrasse in ihren Keller geflossen. Weiter sei vor 1-3 Jahren noch mal ein grosses Ereignis gewesen, aber nicht so gross wie das vorige.</li> </ul>
Brief K. Lustenberger an Kant. Amt für Flussbau, 28.6.1974	<ul style="list-style-type: none"> <li>- K. Lustenberger ist Verwalter der Liegenschaft Riedfeld, Parzelle Nr. 1224 (Grundbuch Kriens).</li> <li>- Seit Jahren tritt der Schlossbach auf der Höhe der Grundstücke Nr. 3518, 1224, 2696 bei jedem Gewitter, das sich im Pilatusgebiet entlädt, über die Ufer, wobei jedes Mal beachtliche Schäden entstehen.</li> <li>- Nachdem sich am letzten Sonntag, den 23. Juni 1974, wiederum ein Gewitter im Pilatusgebiet entladen hatte, trat der Schlossbach erneut über die Ufer. Wiederum wurde der ganze Hofraum unserer Liegenschaft bis zu 40 cm unter Wasser gesetzt.</li> </ul>
Brief Bürgerrat Stadt Luzern an Ge- meinderat Kriens, 25.8.1970	<p>In den letzten Jahren ist der Schlimbach resp. Schlossbach bei starken Regenfällen oder Gewittern im Bereiche unserer Liegenschaft Wiggenhof und Vorderschlund wiederholt über die Ufer getreten. Dabei wurden Schaden an Kulturen, Wegen (Fussweg gegen Kuonimattgebiet) und Gebäuden (überschwemmte Keller) etc. ange- richtet.</p>

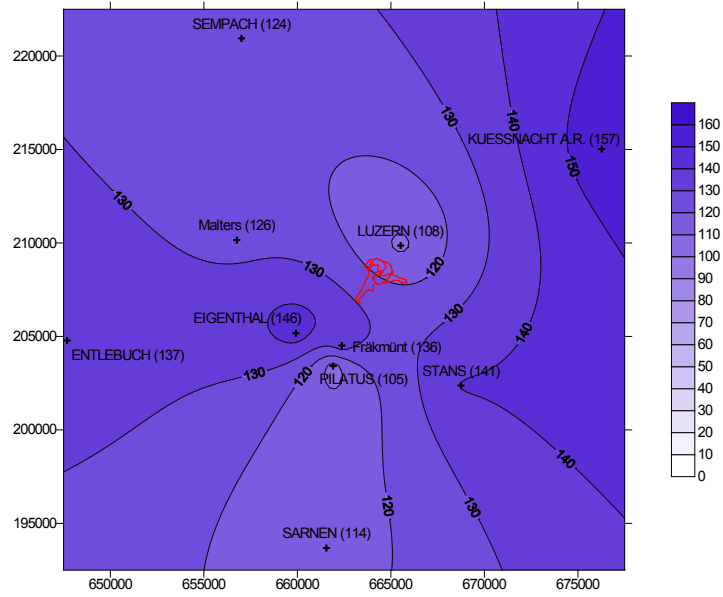


Nr. Station	4340 WEGGIS	4360 IMMENSEE	4380 KUESSNACHT A.R.	4440 STANS	4445 STANS	4470 BUERGEN-STOCK	4560 SARNEN	4590 LUZERN	4600 PILATUS	4650 ENTLEBUCH	4662 WERTHEN-STEIN	4680 EIGENTHAL	6800 SEMPACH	LU 02 Malters	Fräkünt	
x	676230	677000	676270	670410	668750	671180	661550	665520	661910	647690	650520	659920	657010	656760	662375	5-jährlich
Y	209420	216280	215020	201200	202370	205280	193680	209860	203410	204780	211550	205170	220940	210150	204517	10-jährlich
Höhe	440	485	448	455	440	855	479	456	2106	725	594	1006	515	495	1288	20-jährlich
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	7-7 Uhr	7-7 Uhr	50-jährlich
Messperiode	1893-1975	1964-1980	1882-1890, 1899-	1901, 1904-1975	1976-	1948-1986	1895-	1880-	1851-1959, 1981-	1882-	1935-1959	1882-1889, 1899-	1961-	2000-	1992-2003, 2007-	100-jährlich
Statistik	WSL (1901-1970)	WSL (1964-1977)	MeteoSChweiz (1961-2014)	WSL (1904-1970)	WSL (1904-1970)	WSL (1948-1977)	MeteoSChweiz (1896-2014)	MeteoSChweiz (1881-2014)	WSL (1892-1959)	MeteoSChweiz (1883-2013)	WSL (1935-1959)	SAG (1883-2008)	WSL (1961-1987)	keine	keine	
11.06.1910	9.0		5.3	13.5			11.0	6.4	8.2	11.5		4.5				
12.06.1910	12.0		3.1	6.3			4.7	4.0	20.4	5.7		12.0				
13.06.1910	28.5		19.7	34.8			6.0	10.4	17.2	8.5		7.3				
14.06.1910	125.0		84.5	135.0			48.8	80.5	138	92.0		101.5				
15.06.1910	16.0		23.3	15.0			23.3	15.9	18.3	17.3		19.3				
16.06.1910	0.0		0.0	0.0			0.0	0.2	0.0	0.0		0.0				
13.05.1921	1.5		1.0	0.0			0.7	0.0		1.8		0.2				
14.05.1921	0.0		0.0	0.0			0.0	0.0		0.0		0.0				
15.05.1921	0.0		0.0	37.0			15.4	2.5		7.9		108.5				
16.05.1921	1.0		13.4	0.0			4.6	10.0		5.8		17.8				
03.07.1937	0.0		0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
04.07.1937	5.3		3.6	16.0			12.8	2.1	6.9	2.1	45.9	26.7				
05.07.1937	25.0		0.6	7.3			2.4	0.0	14.1	5.8	11.2	19.2				
06.07.1937	5.0		10.0	20.0			11.8	0.2	49.5	0.5	0.0	16.0				
07.07.1937	4.0		6.9	5.3			14.7	7.4	16.0	3.4	2.0	11.3				
20.11.1972	5.3	5.3	4.7	7.1		6.2	9.8	6.7		9.1		16.3	6.4			
21.11.1972	31.2	41.3	36.3	25.6		27.1	26.9	35.9		31.8		51.3	33.6			
22.11.1972	55.8	68.1	58.4	47.5		52.8	44.0	81.6		69.8		84.7	77.9			
23.11.1972	3.7	9.8	5.8	5.5		12.6	9.3	11.1		5.7		9.8	4.5			
22.06.1974	2.2	2.2	4.8	7.0		1.3	0.9	4.4		6.2		3.2	0.2			
23.06.1974	30.8	52.5	55.6	29.5		55.2	25.8	27.2		39.8		66.1	25.8			
05.08.1978		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		0.0	0.0			
06.08.1978		14.8	8.1		8.4	10.3	7.2	7.9		7.4		7.5	13.1			
07.08.1978		107.6	86.9		110.6	122.3	81.5	106.7		86.3		135.8	83.8			
08.08.1978		15.0	10.0		4.7	5.3	5.4	3.8		7.3		6.7	7.4			
09.08.1978		0.9	1.9		1.9	2.1	2.5	0.8		0.5		1.8	0.1			
29.05.1979		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		0.0	0.0			
30.05.1979		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0		0.0	0.0			
31.05.1979		0.0	0.0		6.7	0.0	5.3	0.0		2.3		6.2	0.0			
01.06.1979		0.2	0.5		58.8	5.0	19.9	11.2		2.1		75.6	0.0			
02.06.1979		4.4	2.9		2.6	7.1	1.7	23.4		7.2		15.3	27.4			
03.06.1979		0.0	0.2		0.0	0.0	0.0	0.1		0.0		0.0	0.0			
14.07.1981			0.0		0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			
15.07.1981			0.0		0.0	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0		0.2	0.0			
16.07.1981			0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			
17.07.1981			13.7		17.1	21.4	26.2	24.0	19.5	22.1		39.6	17.3			
18.07.1981			62.5		79.0	63.9	56.7	58.5	71.3	71.3		95.8	29.4			
17.-18.7.1981			76.2		96.1	85.3	82.9	82.5	90.8	93.4		135.4	46.7			
20.06.1993			5.2		6.0		8.6	4.7	4.5	9.9		14.6	9.6			
21.06.1993			15.8		20.9		14.9	10.9	23.2	21.9		57.3	7.7			
22.06.1993			11.8		8.8		9.7	9.8	12.9	15.5		4.6	12.4			
23.06.1993			47.1		53.2		23.1	72.7	57.2	24.9		24.0	19.9			
07.08.1994			8.0		24.5		27.4	14.6	13.5	28.7		13.6	12.9			
08.08.1994			33.0		6.0		2.5	6.4	1.2	0.6		6.1	0.5			
09.08.1994			0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			
10.08.1994			56.7		33.0		15.5	52.6	20.9	45.2		43.9	34.7			
06.06.1996			0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			
07.06.1996			9.8		0.0		0.0	3.1	2.5	1.0		8.9	34.3			
08.06.1996			0.0		3.8		0.0	10.7	1.6	25.3		7.6	1.4			
10.06.1997			0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			
11.06.1997			36.0		53.3		78.6	41.6	63.9	47.0		66.1	13.2			
12.06.1997			10.3		9.9		16.5	10.9	6.2	19.5		13.9	30.9			
10.06.1999			41.7		23.7		18.6	22.7	29.5	24.5		31.6	11.0			
11.06.1999			0.0		0.0		0.1	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			
12.06.1999			0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			
13.06.1999			21.2		14.7		11.5	24.3	12.2	13.7		22.3	10.0			
14.06.1999			0.0		0.1		0.2	0.4	0.5	0.3		0.0	0.0			
18.08.2001			6.8		0.5		0.4	2.7	3.0	7.9		5.3	10.8	8.5		
19.08.2001			13.8		20.6		18.1	24.0	16.6	7.2		9.7	12.6	19.8		
20.08.2001			2.5		15.1		11.4	27.8	3.6	4.3		6.4	5.0	6.4		
21.08.2001			0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		
01.05.2002			1.5		1.7		1.3	1.6	0.9	2.5		1.4	1.0	1.6		
02.05.2002			10.7		13.8		18.3	11.7	8.8	17.7		21.0	6.0	13.9		
03.05.2002			69.9		57.7		40.1	43.2	23.4	15.3		35.6	25.0	27.8		
04.05.2002			13.6		14.7		11.8	11.9	14.2	16.1		14.5	17.0	13.1		
04.06.2002			0.0		0.0		0.0	0.0	0.1	0.9		0.2	0.0	0.1	0.0	
05.06.2002			3.3		12.0		23.9	11.5	17.7	23.0		24.5	12.0	18.1	29.5	
06.06.2002			81.3		67.9		30.3	111.8	46.0	90.3		64.9	48.5	62.3	100.5	
07.06.2002			14.6		3.9		1.0	3.4	2.7	1.8		5.0	5.0	4.4	12.0	
18.08.2005			0.4		3.2		25.6	1.6	7.8	52.9		7.8	14.2	7.3		
19.08.2005			24.4		27.4		38.3	23.6	16.6	24.2		37.7	35.5	49.8		
20.08.2005			18.5		32.3		27.8	24.5	47.9	46.2		65.0	24.4	37.2		
21.08.2005			101.5		135.3		103.5	81.1	67.1	131.4		102.3	70.2	90.0		
22.08.2005			28.6		31.0		32.3	25.9	40.1	44.0		111.5	15.3	25.7		
21.-22.8.2005			130.1		166.3		135.8	107.0	107.2	175.4		213.8	85.5	115.7		
18.07.2007			5.6		7.0		7.2	2.9	16.1	2.0		2.3	0.0	1.1	8.3	
19.07.2007			12.5		14.0		27.0	12.7	8.7	7.2		6.0	14.2	8.2	8.3	
20.07.2007			10.3		11.1		14.1	15.9	15.3	23.7		19.8	17.7	23.2	16.1	
21.07.2007			28.5		31.3		41.2	35.8	27.8	70.2		46.3	28.4	66.3	32.4	
22.07.2007			2.3		1.0		0.3	1.3	0.6	0.2		0.2	0.0	0.2	0.5	
05.08.2007			0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	
06.08.2007			12.5		35.3		2.0	0.1	33.1	1.1		21.5	0.0	1.0	38.4	
07.08.2007			82.5		75.5		58.9	50.7	51.3	64.5		69.7	48.3	54.9	65.2	
08.08.2007			74.5		65.0		55.3	57.0	54.0	72.9		76.3	76.0	71.1	70.3	
09.08.2007			4.8		1.7		3.5	4.6	2.2	7.0		2.8	6.7	5.1	3.4	
7.-8.8.2007			157.0		140.5		114.2	107.7	105.3	137.4		146.0	124.3	126.0	135.5	
25.06.2009			0.0		0.0		0.0	0.0	0.0</							

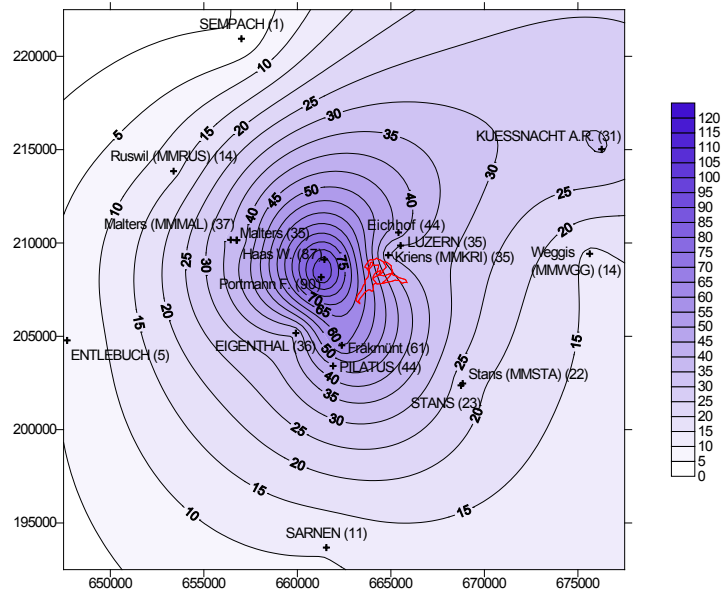


Anhang 3: Niederschlagsverteilung am a) 7.8.1978, b) 1.6.1979 c) 21./22.8.2005. (Niederschlag in mm).

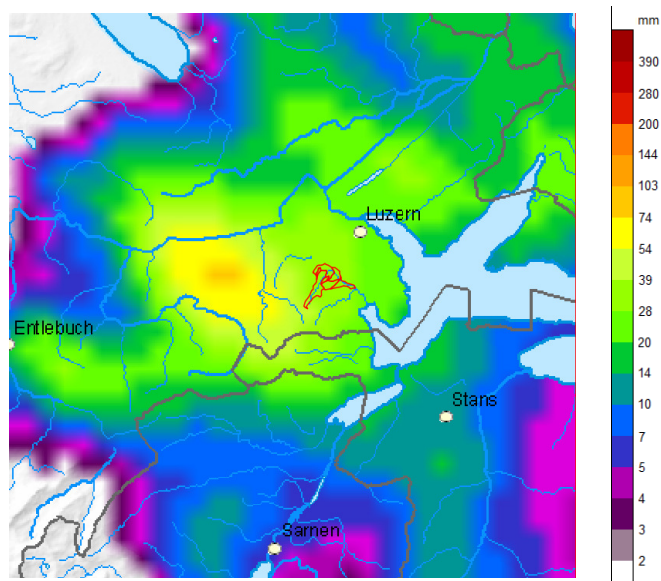
d)



e)



f)



Anhang 3: Niederschlagsverteilung am d) 7./8.8.2007, e) 14.7.2014 anhand aller Bodenstationen, f) 14.7.2014 anhand 12h-Akkumulation des Radars. (Niederschlag in mm).





Anhang 4.1: Die geologische Karte (Bundesamt für Landestopographie, 2015) mit den Einzugsgebieten (1: Krienbach, 2: Schlossbach, 3: Steinibach) und den eingezeichneten geologischen Formationen. Die eingezeichnete Profillinie (A-B) ist oben als Schnitt abgebildet (Kopp, 1962) und zeigt die komplexe Lagerung der Schichten in der Subalpinen Molasse.



### Bodentypen

O	Regosol
F	Fluvisol
R	Rendzina
Rk	Ranker
K	Kalkbraunerde
B	Braunerde
T	Parabraunerde
Y	Braunerde-Pseudogley
I	Pseudogley
V	Braunerde-Gley
W	Buntgley
G	Fahlgley
A	Aueboden
N	Halbmoor
M	Moor

### Körnung

· · ·	Sand (S), sandig (s)
— —	Silt (U), siltig (u)
= =	Ton (T), tonig (t)
= _ ·	Lehm (L), lehmig (l)
= ·	Ls
= · · ·	stark sandiger L (Ls4)
▽	Wasserspiegel

### Haupthorizonte

O	org. Auflagehorizont
T	Torf/hydromorpher org. Horizont
A	organo-mineralischer Oberbodenhorizont
E	Eluvialhorizont
I	Illuvialhorizont
B	Mittelbodenhorizont
C	Untergrund (Ausgangsmaterial)
R	Felsunterlage

### Unterteilung Haupthorizonte

#### Zustand org. Substanz

l	Streuzone
f	Fermentationszone
h	Humusstoffzone
a	Anmoor
org	organisches Material im Unterboden

#### Verwitterungszustand

ch	chem. vollständig verwittert
w	Verwitterungshorizont
z	Zersatz Muttergestein

#### Merkmale des Sauerstoffmangels

m	Marmorierungen
cn	punktförmige, schwarze Knöllchen
(g)	schwache Rostfleckung
g	mässige Rostfleckung
gg	Horizont mit starker Rostfleckung infolge periodischer Vernässung
r	dauernd, vernässter, stark reduzierter Horizont

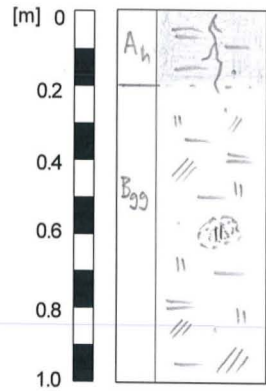
Anhang 4.3a: Die Eigenschaften der im Anhang 4.3b dargestellten Bodenprofile vom Schlossbach (SL A-K) mit der Einschätzung von Infiltration und Speichervermögen und Angabe des zu erwartenden dominanten Abflussprozesses (Abkürzungen siehe auch Legende 4.1: U, u = Silt, siltig; L, l = Lehm, lehmig; S, s = Sand, sandig; A = Oberboden, B = Unterboden, C = Ausgangsmaterial, g = Rostfleckung, h = organisches Material, r = dauernd vernässt, w = Verwitterungshorizont, z = zersetzt. Prozesse: SSF (Subsurface Flow = Abfluss im Boden), SOF (Saturated Overland Flow = gesättigter Oberflächenabfluss), DP (Deep Percolation = Tiefsickerung), SOF1: rasch, SOF2: leicht verzögert, SOF3 stark bis sehr stark verzögert abfliessend). Moräne: Würm-Moräne des Reuss-, Aare- und Brüniggletschers; USM: Untere Süsswassermolasse.

	<b>Profilbeschreibung</b>		<b>Profilbeschreibung</b>
SL A	Kriens, Ghöl Mischwald, Feuchtezeiger USM <b>Buntgley (W)</b> <b>Pürckhauer (Pürckh.)</b> Ah: dunkelbrauner Lu Bgg: brauner (teilweise grauer) Lu Infiltrationsvermögen (Inf.): normal Speichervermögen (Spv.): mässig Prozesse (Proz.): SSF2	SL B	Kriens, Schwand Mähwiese Moräne <b>Anmoor-Gley (GM)</b> <b>(Pürckh.)</b> Aa: dunkelbrauner Moder Br(h): dunkelbrauner-grauer Us Inf.: gehemmt Spv.: gering Proz.: SOF1
SL C	Kriens, Schwand Weisstannenmischwald Moräne <b>Braunerde (B)</b> <b>(Pürckh.)</b> Ah1: dunkelbrauner Us, Moder Ah2/Bw1: brauner-dunkelbrauner Us Bw2: brauner Us Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SSF3	SL D	Kriens, Vorder Buholz Mähwiese USM <b>Braunerde-Gley (V)</b> <b>(Pürckh.)</b> Ah/Bw: brauner Lu Bg(g): braun-grauer Us Br: grauer Ls4 Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SOF2
SL E	Kriens, Höllweidli Weide USM <b>W</b> <b>(Pürckh.)</b> Ah: brauner Us Bgg: braun-grauer Us Br: grauer S(u) Inf.: leicht gehemmt Spv.: mässig Proz.: SOF2	SL F	Kriens, Höllweidli Mähwiese USM <b>W</b> <b>(Pürckh.)</b> Ah: brauner Us Bgg/r: braun-grauer Us Inf.: gehemmt Spv.: mässig Proz.: SOF2
SL G	Kriens, Himmelrich Mähwiese USM <b>W</b> <b>(Pürckh.)</b> Ah: dunkelbrauner Us Bg: beige-brauner Us Bgg: grauer Us mit Rostflecken (graue Farbe von USM) Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SOF2 (3)	SL H	Kriens, Äbersrüti Mähwiese Moräne <b>B</b> <b>(Pürckh.)</b> Ah: brauner Us Bw: brauner Us Cz: beige-brauner Lu Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SOF3

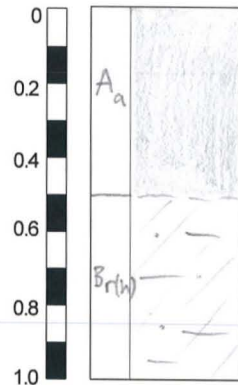
	<b>Profilbeschreibung</b>		<b>Profilbeschreibung</b>
SL I	Kriens, Ober Sidhalde Weide USM <b>B</b> <b>(Pürckh.)</b> Aw: brauner Us Bw: brauner Us Cz: beiger Sandstein Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SSF2	SL J	Kriens, Under Sidhalde Weide USM <b>B</b> <b>(Pürckh.)</b> Ah: dunkelbrauner Us Bw: brauner Us Cz: beiger Su Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SOF3 / SSF3
SL K	Kriens, Schauensee Weide USM <b>Pseudogley (I)</b> <b>(Pürckh.)</b> Ah: dunkelbrauner Us Bw: brauner Lu Bg: beiger Su Inf.: normal Spv.: mässig-gross Proz.: SSF2-SOF3		

**SL A**

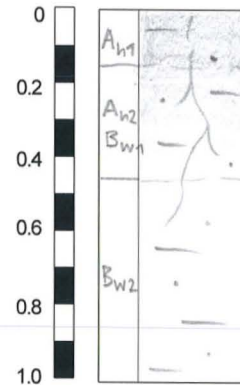
Ort: Kriens, Ghöl  
 Landnutzung (LN): Mischwald  
 Geologie (Geol.): USM  
 Bodentyp: Buntgley (W)  
 Sondierung: Pürckhauer (Pürckh.)

**SL B**

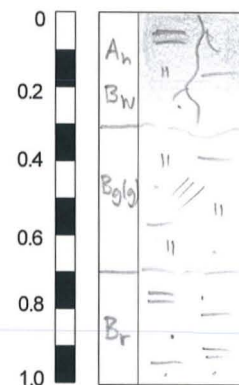
Ort: Kriens, Schwand  
 LN: Mähwiese  
 Geol.: Moräne  
 Bo.: Anmoor-Gley (GM)  
 Sond.: Pürckh.

**SL C**

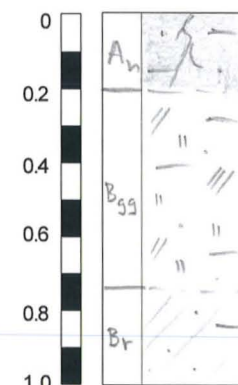
Ort: Kriens, Schwand  
 LN: Weisstannenmischwald  
 Geol.: Moräne  
 Bo.: Braunerde (B)  
 Sond.: Pürckh.

**SL D**

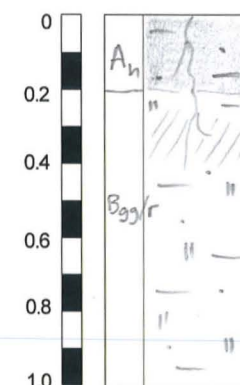
Ort: Kriens, Vorder Buholz  
 LN: Mähwiese  
 Geol.: USM  
 Bo.: Braunerde-Gley (V)  
 Sond.: Pürckh.

**SL E**

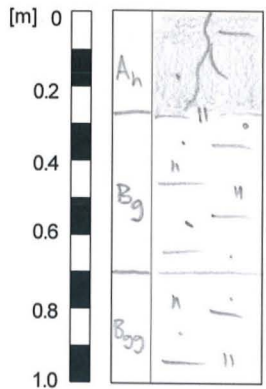
Ort: Kriens, Hölleweidli  
 LN: Weide  
 Geol.: USM  
 Bo.: W  
 Sond.: Pürckh.

**SL F**

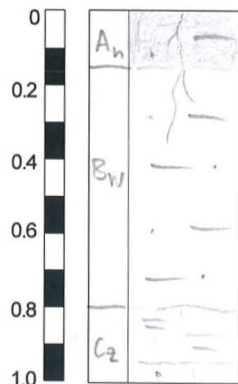
Ort: Kriens, Hölleweidli  
 LN: Mähwiese  
 Geol.: USM  
 Bo.: W  
 Sond.: Pürckh.

**SL G**

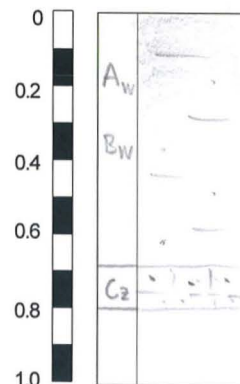
Ort: Kriens, Himmelrich  
 LN: Mähwiese  
 Geol.: USM  
 Bo.: W  
 Sond.: Pürckh.

**SL H**

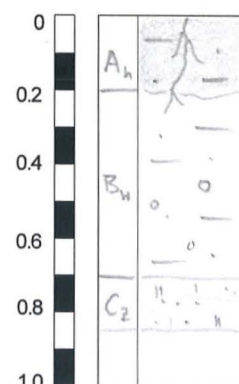
Ort: Kriens, Äbersrüti  
 LN: Mähwiese  
 Geol.: Moräne  
 Bo.: B  
 Sond.: Pürckh.

**SL I**

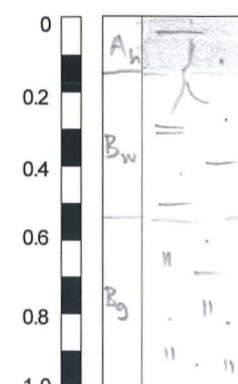
Ort: Kriens, Ober Sidhalde  
 LN: Weide  
 Geol.: USM  
 Bo.: B  
 Sond.: Pürckh.

**SL J**

Ort: Kriens, Under Sidhalde  
 LN: Weide  
 Geol.: USM  
 Bo.: B  
 Sond.: Pürckh.

**SL K**

Ort: Kriens, Schauensee  
 LN: Weide  
 Geol.: USM  
 Bo.: Pseudogley (I)  
 Sond.: Pürckh.



Anhang 4.3b: Die im Einzugsgebiet vom Schlossbach untersuchten Bodenprofile (SL A-K) mit der Angabe des Standorts, der Landnutzung, der Geologie, des Bodentyps und der Sondiermethode. Eine Beschreibung der Profile befindet sich im Anhang 4.3a.

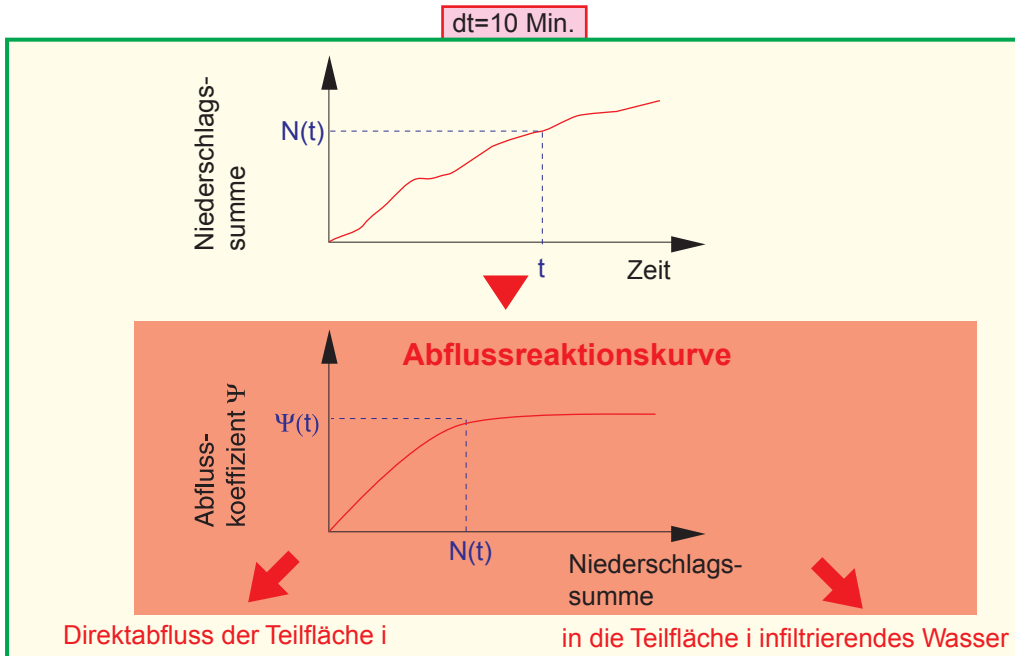




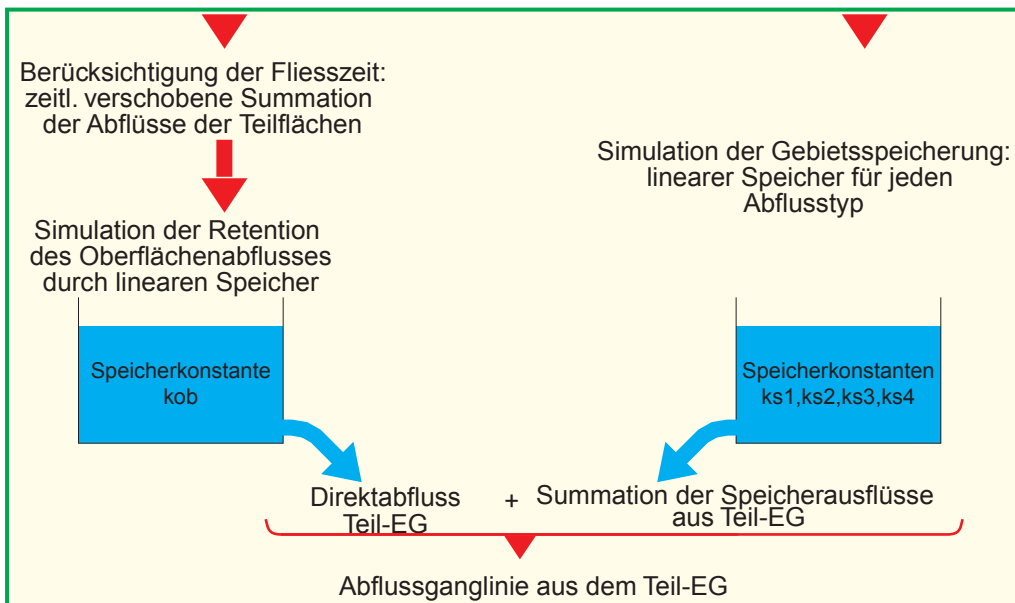
Jede Teilfläche ist charakterisiert durch

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

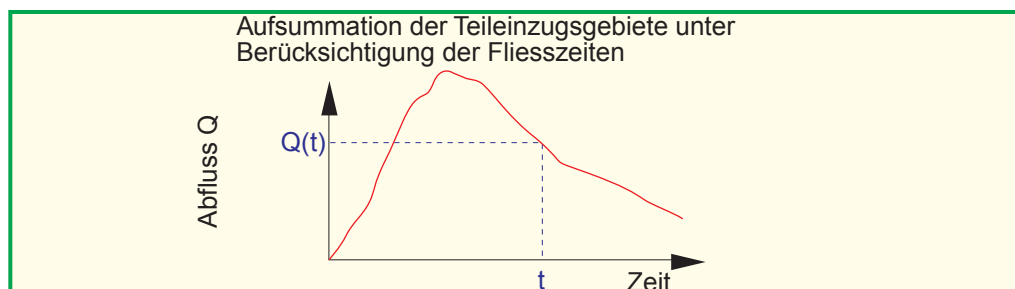
Stufe  
Teilfläche



Stufe  
Teileinzugs-  
gebiet

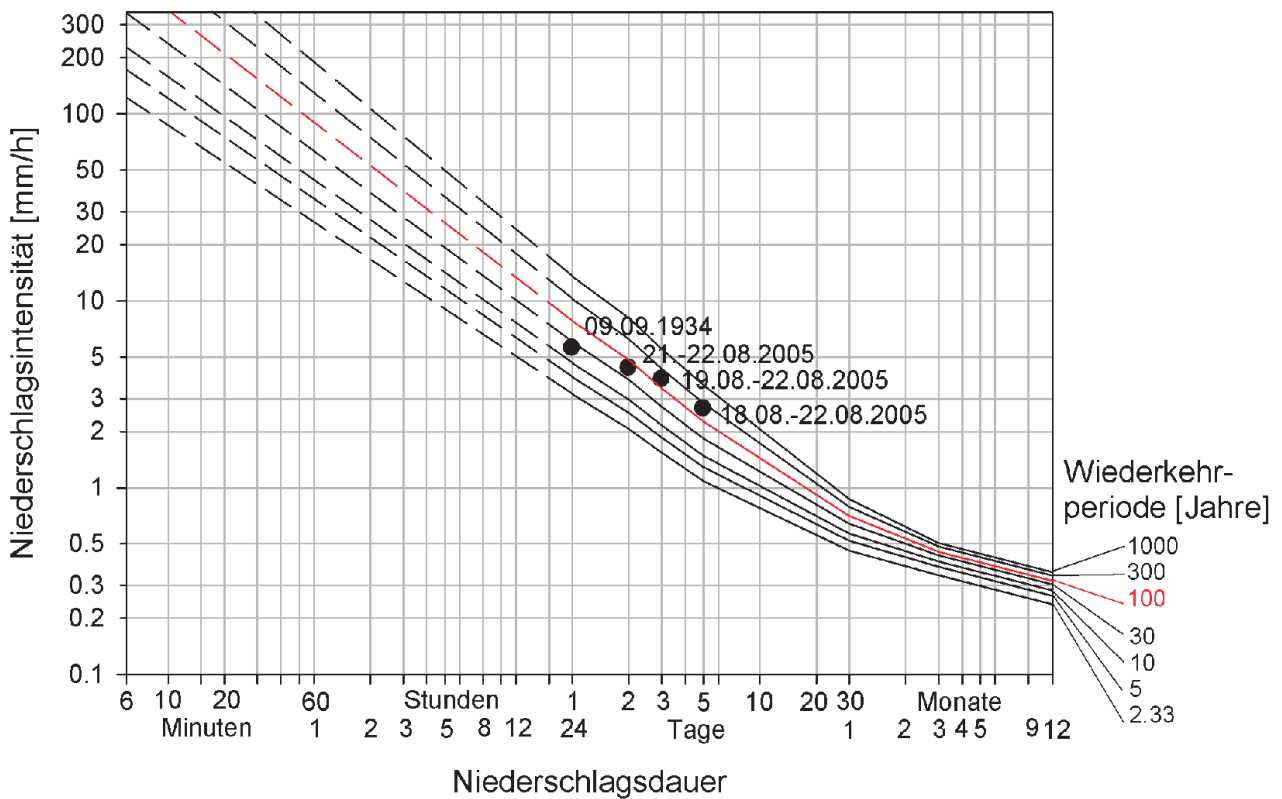
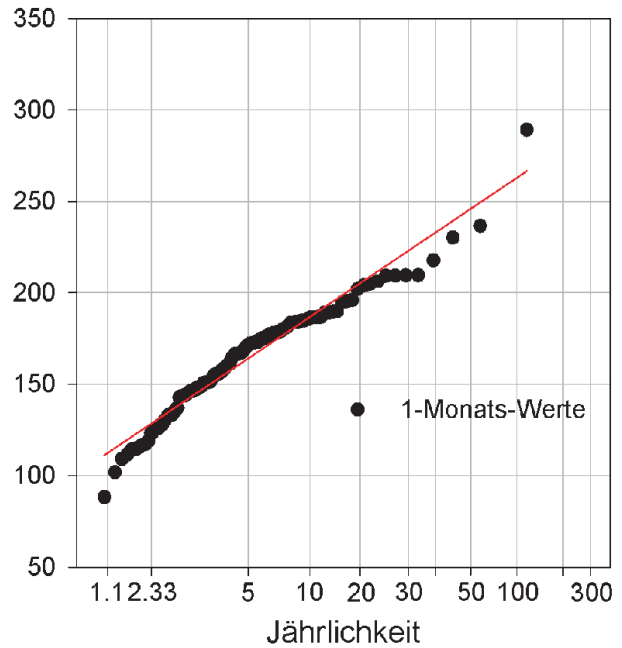
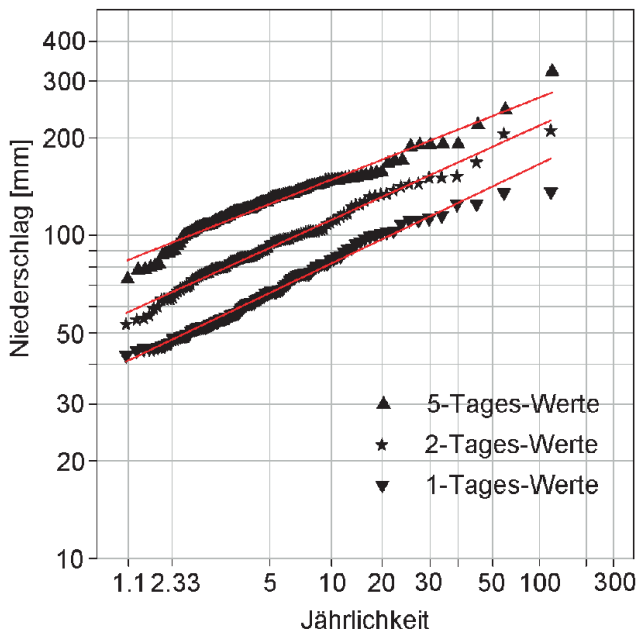


Einzugs-  
gebiet



Anhang 5: Schematischer Aufbau des Niederschlags-Abfluss-Modells  $Q_{AREA}$ . Zentrales Element ist die Abflussreaktionskurve, die für jede Teilfläche die Beziehung zwischen Niederschlags-summe und Abflusskoeffizient beschreibt.

<h1>Eigenthal</h1> <h2>1883 - 2008</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	



Anhang 6.1: Die analog zu Zeller et al. (1978) erstellte Starkniederschlagsstatistik für die Station Eigenthal (1883 - 2008).

<b>Eigenthal</b>  <b>1883 - 2008</b>	Regen und Schnee berücksichtigt
	1. Extremalverteilung: 1-Monats-Maxima
	2. Extremalverteilung: 1-, 2- und 5-Tagesmaxima
	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	09.09.1934	137	21.-22.08.2005	214	18.08.-22.08.2005	324	Aug 2005	499	Mai-Juli 1926	976	1930	2353
2	07.08.1978	136	09.-10.08.1984	209	20.06.-24.06.1973	247	Juni 1926	411	Juli-Sep 2002	948	1981	2314
3	10.08.1984	125	22.-23.06.1973	171	08.08.-12.08.1984	222	Juni 1979	400	Juni-Aug 1946	943	2002	2312
4	24.05.1990	125	09.-10.09.1934	154	20.09.-24.09.2002	193	Juli 1946	380	Apr-Juni 1930	910	1979	2284
5	29.04.1930	115	31.-01.09.2002	153	04.07.-08.07.1946	193	Juni 1912	366	Juni-Aug 1927	905	1940	2264
6	15.08.1923	113	06.-07.07.1946	153	01.06.-05.06.2004	192	Juli 1993	366	Juni-Aug 1924	865	1922	2204
7	22.08.2005	112	23.-24.05.1990	147	21.05.-25.05.1990	192	Nov 1972	366	Mai-Juli 1914	859	1965	2204
8	13.06.1912	111	07.-08.08.2007	146	18.01.-22.01.1910	190	Juli 1997	365	Juni-Aug 2005	851	1939	2197
9	15.05.1921	109	06.-07.08.1978	143	06.08.-10.08.2007	172	Juni 1924	360	Mai-Juli 1933	848	2001	2181
10	11.07.1941	103	19.-20.01.1910	140	20.11.-24.11.1972	172	Sep 2002	358	Juli-Sep 1940	832	1999	2172

Interpolierte Niederschlagsintensitäten in mm/h für ausgewählte Jährlichkeiten und Niederschlagsdauern

Niederschlagsdauer	0.5h	1h	2h	4h	6h	8h	12h	24h	2d	3d	5d	1m	3m	1y
<b>Jährlichkeit</b>														
2.33	41.6	26.2	16.5	10.4	8.0	6.6	5.0	3.2	2.1	1.54	1.08	0.46	0.34	0.24
5	56.4	35.0	21.7	13.4	10.2	8.3	6.3	3.9	2.5	1.85	1.29	0.52	0.38	0.26
10	72.3	44.2	27.0	16.5	12.4	10.1	7.6	4.6	3.0	2.15	1.48	0.57	0.40	0.28
20	91.6	55.3	33.4	20.2	15.0	12.2	9.1	5.5	3.5	2.49	1.69	0.61	0.42	0.30
30	105.0	62.9	37.7	22.6	16.8	13.5	10.0	6.0	3.8	2.71	1.83	0.64	0.43	0.30
50	124.6	74.0	43.9	26.1	19.2	15.5	11.4	6.8	4.2	3.00	2.02	0.67	0.45	0.31
100	156.8	91.9	53.9	31.6	23.1	18.5	13.6	7.9	4.9	3.46	2.30	0.72	0.46	0.32
200	197.3	114.2	66.1	38.3	27.8	22.2	16.1	9.3	5.7	3.98	2.62	0.76	0.48	0.33
300	225.6	129.6	74.5	42.8	31.0	24.6	17.8	10.2	6.2	4.32	2.83	0.79	0.48	0.34
500	267.0	152.0	86.6	49.3	35.5	28.1	20.2	11.5	7.0	4.79	3.11	0.82	0.49	0.34
1000	335.7	188.8	106.1	59.7	42.6	33.6	24.0	13.5	8.1	5.51	3.54	0.87	0.51	0.35

### Bemerkungen

fehlende Daten während folgender Zeiträume:

- Februar, August, September 1886
- April 1888
- 26.11.-30.11.1889
- 1890 - 1899
- September 1914
- Februar 1930

Entsprechend Röthlisberger et al. (1992), wurde aus regionalen Gründen die 2. Extremalverteilung zur Anpassung an die 2- und 5-Tagesmaxima verwendet, obwohl gemäss van Montfort - Test die 1. Extremalverteilung empfohlen wird.

Anhang 6.2: Die analog zu Zeller et al. (1978) erstellte Starkniederschlagsstatistik für die Station Eigenthal (1883 - 2008).