

Hydrologische Grundlagen für die Überprüfung des Hochwasserschutzes und die Erneuerung der Gefahrenkarte am Krienbach in Kriens (Kt. LU)



*Unwetter 1960, Einfahrt Brunnenhöfli.
Foto: Hermann Widmer, Obernauer Chronik*

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

Bericht 15 / 206

Reinach, März 2016

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	2
1.1 Problemstellung.....	2
1.2 Vorgehen.....	2
1.3 Gebietskennwerte.....	2
1.4 Gewährsleute.....	6
2 Verwendete Daten und Unterlagen	7
3 Historische Hochwasser	9
3.1 Einleitung.....	9
3.2 Ausbaugeschichte des Krienbachs.....	9
3.3 Die historischen Hochwasser am Krienbach.....	10
3.4 Schlussfolgerung.....	13
4 Beurteilung der Abflussreaktion des Gebiets	14
4.1 Einleitung.....	14
4.2 Geologie und Tektonik.....	14
4.3 Böden.....	14
4.4 Abflussprozesse und Abflusstypen auf natürlichen (nicht überbauten) Flächen.....	15
4.5 Abflussreaktion der Siedlungsgebiete.....	16
4.6 Abflussreaktionskurven.....	16
5 Abflussberechnungen	21
5.1 Einleitung.....	21
5.2 Grundlagen und Aufbau des Modells QArea.....	21
5.3 Modellverifikation.....	23
5.4 Niederschlag-Szenarien.....	25
5.5 Abflussberechnungen.....	26
6 Hochwasserabflüsse definierter Jährlichkeit	28
6.1 Einleitung.....	28
6.2 Krienbach oberhalb Feuerwehrlokal (BP 20).....	28
7 Anhang	32

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Der Krienbach entwässert mit dem Hang unterhalb der Krienseregg (1'030 m ü.M.) und dem Südhang des Sonnenbergs (800 m ü. M.) ein Einzugsgebiet (EZG) von ca. 7.4 km². Kriens liegt zwischen diesen Hängen auf ca. 500 m ü. M. Die Bäche, welche von der Krienseregg her abfliessen, haben tiefe Tobel geschaffen und am Unterhang mächtige Schwemmkegel geschüttet, worauf auch ein Grossteil des Siedlungsgebiets von Kriens liegt.

In den steilen Tobelbereichen sind Sandsteine und Mergel der Unteren Süsswassermolasse freigelegt, teilweise ist sie auch von Hangschutt überdeckt. Oberhalb, zwischen der Krienseregg und den Tobeln, ist das Gelände flacher und dort liegt heute noch Moräne mit zum Teil vernässten Flächen. Die unterschiedlich aufgebauten EZG-Flächen (Steilflächen, weniger steile Flächen mit Moräne, Kegel- und Siedlungsflächen, etc.) dürften unterschiedlich stark zum Abfluss beitragen und damit die zu erwartenden Hochwasserabflüsse wesentlich beeinflussen.

Am 14. Juli 2014 wurde das EZG von einem Starkregen betroffen, welcher sehr grosse Abflüsse erzeugte. Die Abflusskapazität des weitgehend ausgebauten Krienbachs wurde dabei (fast) ausgeschöpft. Wie dieses Hochwasser entstand (Auswertung der Messungen, Radarbilder des auslösenden Niederschlags, Wiederkehrperiode, Abflussspitze, Vergleich mit den Gefahrenkarten und der Ausbauwassermenge) und wie dieses Ereignis einzuordnen ist, ist noch nicht ausreichend untersucht. Für die weiteren Aktivitäten (Revision der Gefahrenkarten, verbleibender Bachausbau) ist die Einordnung eine entscheidende Frage.

Das grosse Schadenpotenzial in Kriens verlangt eine gründliche Beurteilung der bestehenden Gefährdung entlang des Krienbachs. Dazu sind hydrologische Grundlagen erforderlich, die bezüglich Hochwassergeschichte und Abflussprozesse gut abgestützt sind. Deshalb werden die bestehenden hydrologischen Grundlagen mit einer detaillierten Untersuchung überprüft.

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 zusammengestellt und die wesentlichen Erkenntnisse zusammengefasst werden.

1.3 Gebietskennwerte

Diese Kennwerte beziehen sich auf die in Abbildung 1.1 und 1.2 aufgeführten Teileinzugsgebiete.

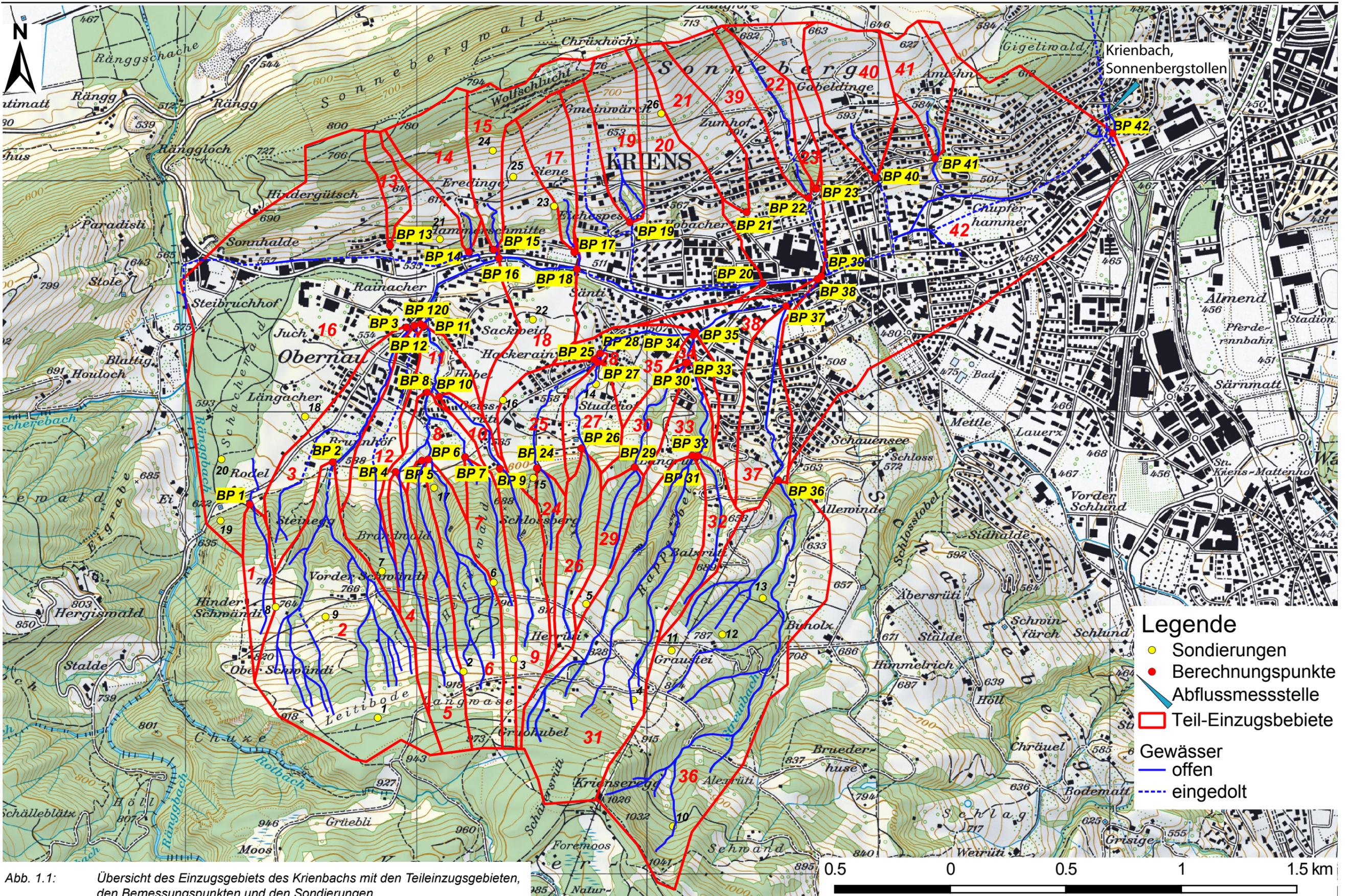


Abb. 1.1: Übersicht des Einzugsgebiets des Krienbachs mit den Teileinzugsgebieten, den Bemessungspunkten und den Sondierungen.

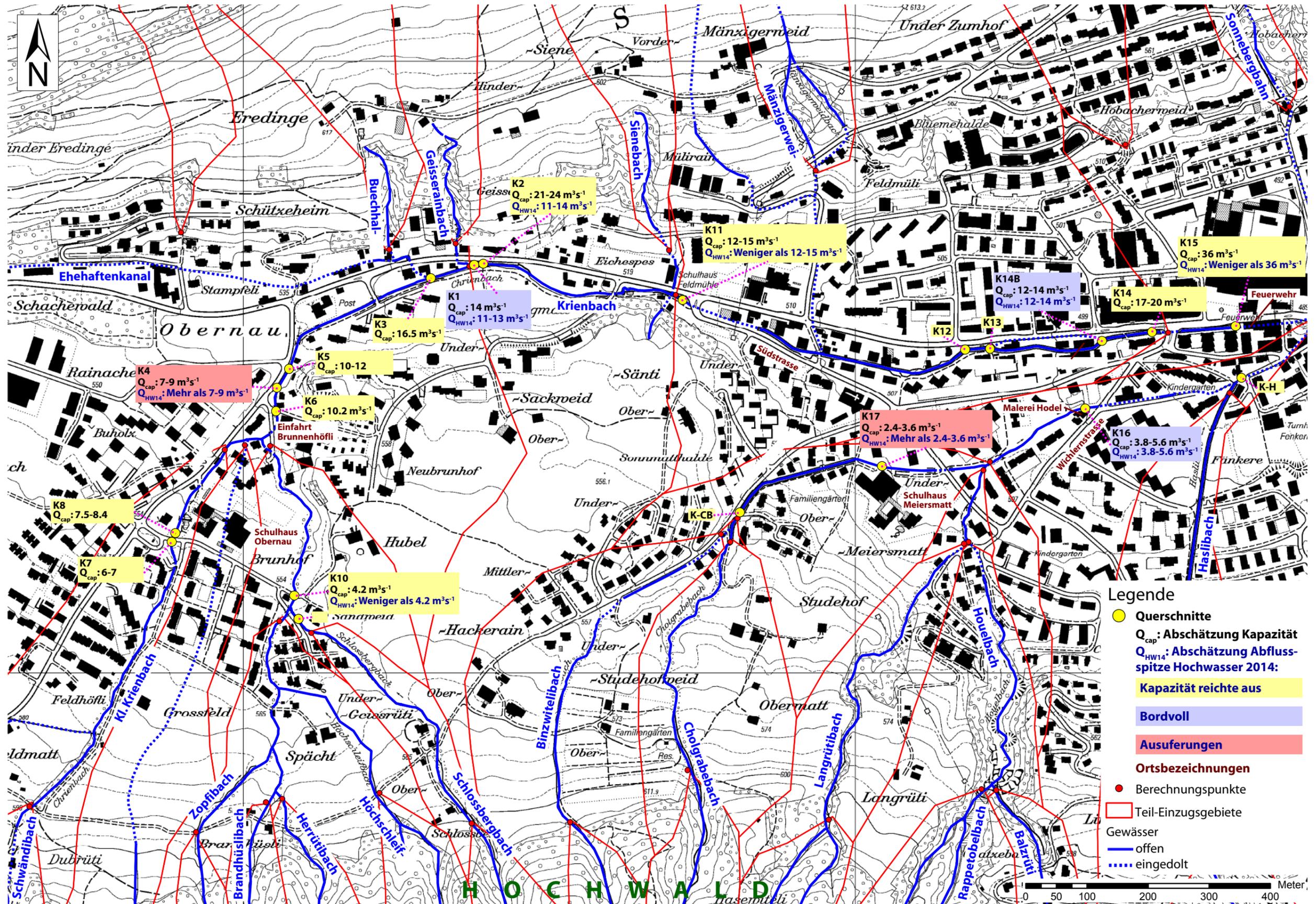


Abb. 1.2: Detailansicht des Einzugsgebiets des Krienbachs mit den Bachnamen, den bemessenen Querschnitten, den Kapazitätsberechnungen und den Abschätzungen der Abflussspitzen vom Hochwasser 2014, sowie einzelnen Ortsbezeichnungen.

Tab. 1.1: Gebietskennwerte

Höchster Punkt im Einzugsgebiet (EZG): Schwand oberhalb Krienseregg	1056 m ü. M.
Tiefster Punkt im Einzugsgebiet (EZG)	488 m ü. M.
EZG oberhalb BP 1: Rodel	0.066 km ²
EZG oberhalb BP 2: Schwändibach, Feldmatt	0.549 km ²
EZG oberhalb BP 3: Kl. Krienbach, Obernau	0.743 km ²
EZG oberhalb BP 4: Zopfibach, Brandhüsli	0.086 km ²
EZG oberhalb BP 5: Brandhüslibach, Brandhüsli	0.142 km ²
EZG oberhalb BP 6: Herrütibach, Brandhüsli	0.194 km ²
EZG oberhalb BP 7: Höchschleifbach, Ober-Schlossberg	0.113 km ²
EZG oberhalb BP 8: Zopfibach, Brunhof	0.632 km ²
EZG oberhalb BP 9: Schlossbergbach, Ober-Schlossberg	0.139 km ²
EZG oberhalb BP 10: Schlossbergbach, Sandweid	0.173 km ²
EZG oberhalb BP 11: Zopfibach, Obernau	0.876 km ²
EZG oberhalb BP 12: Grossfeld	0.155 km ²
EZG oberhalb BP 12a (120): Krienbach unterhalb Zusammenfluss Zopfibach	1.773 km ²
EZG oberhalb BP 13: Schützeheim	0.040 km ²
EZG oberhalb BP 14: Buechhaldebach	0.126 km ²
EZG oberhalb BP 15: Geisserainbach	0.139 km ²
EZG oberhalb BP 16: Krienbach, Hammerschmiede, Längmatt	3.407 km ²
EZG oberhalb BP 17: Sienebach	0.091 km ²
EZG oberhalb BP 18: Krienbach, Schulhaus Feldmühle	3.772 km ²
EZG oberhalb BP 19: Mänzigerweidbach	0.125 km ²
EZG oberhalb BP 20: Krienbach, oberhalb Feuerwehrlokal	4.432 km ²
EZG oberhalb BP 21: Hobacherweid	0.127 km ²
EZG oberhalb BP 22: Sonnenbergbahn	0.090 km ²
EZG oberhalb BP 23: Oberweinalde	0.027 km ²
EZG oberhalb BP 24: Binzwitelibach, Ober-Studehofweid	0.048 km ²
EZG oberhalb BP 25: Binzwitelibach, Under-Hackerain	0.188 km ²
EZG oberhalb BP 26: Cholgrabebach, Ober-Studehofweid	0.110 km ²
EZG oberhalb BP 27: Cholgrabebach, Under-Hackerain	0.201 km ²
EZG oberhalb BP 28: Cholgrabebach nach Zus.fluss mit Binzwitelibach	0.390 km ²
EZG oberhalb BP 29: Langrütibach, Langrütli	0.072 km ²
EZG oberhalb BP 30: Langrütibach, Under-Meiersmatt	0.143 km ²
EZG oberhalb BP 31: Rappetobelbach, Houelbach, Langrütli	0.526 km ²
EZG oberhalb BP 32: Balzrüti	0.073 km ²
EZG oberhalb BP 33: Houelbach, Under-Meiersmatt	0.677 km ²
EZG oberhalb BP 34: Houelbach mit Langrütibach, Under-Meiersmatt	0.828 km ²
EZG oberhalb BP 35: Houelbach mit Cholgrabebach, Under-Meiersmatt	1.348 km ²
EZG oberhalb BP 36: Haslibach, Geeri	0.786 km ²
EZG oberhalb BP 37: Haslibach, Wichlere	0.933 km ²
EZG oberhalb BP 38: Haslibach, Dorf	2.425 km ²
EZG oberhalb BP 39: Krienbach, Dorf	7.374 km ²
EZG oberhalb BP 40: Mittler Hustobelbach, Oberhusbach	0.176 km ²
EZG oberhalb BP 41: Grossweidbach	0.096 km ²
EZG oberhalb BP 42: Krienbach, Eichhof (topografisch ermitteltes EZG)	8.928 km ²

Für die Teileinzugsgebiete 40 bis 42 wurde keine Beurteilung der Abflussreaktion vorgenommen, auch wurden die EZG-Flächen ohne die Berücksichtigung allfälliger Überleitungen oder Entlastungen rein topografisch ermittelt.

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.)
- Haas Werner, Längacher, Obernau
- Lisibach Erwin (Jg. 1952), Werkhofleiter und Anwohner (überblickt 55 J.)
- Müller Paul (Jg. 1931), Mitglied Feuerwehr 1952-1981, ab 1970 als Kommandant
- Portmann Franz, Hinter-Schwendi, Kriens
- Renggli Marcel, ehemaliger langjähriger Bachmeister
- Schnüriger Markus, Bachmeister seit 7 J. (überblickt 15 J.)

2 Verwendete Daten und Unterlagen

- Amberg B. (1890): Beiträge zur Chronik der Witterung und verwandten Naturerscheinungen mit besonderer Rücksicht auf das Gebiet der Reuss und der angrenzenden Gebiete der Aare und des Rheins. 3 Teile [1.-16. Jahrhundert]. Luzern.
- ASF, Amt für Strassen- und Flussbau (1974): Die grössten bis zum Jahre 1969 beobachteten Abflussmengen von schweizerischen Gewässern. Beitrag zum internationalen hydrologischen Dezenium 1965-1974. Bern.
- Baechtold J. (1876): Hans Salat, ein schweiz. Chronist und Dichter aus der ersten Hälfte des XVI. Jahrhunderts. Sein Leben und seine Schriften. Basel.
- Brandstetter J.L. (1911): Naturhistorische Literatur und Naturchronik der fünf Orte für die Jahre 1906 bis 1909.
- Bundesamt für Landestopographie (2015): GeoCover - Geol. Vektordatensätze. [<https://map-geo.admin.ch/>]
- Cysat R.; bearb. von Schmid J. (1969-): Collectanea Chronica und denkwürdige Sachen pro Chronica Lucernensi et Helvetiae. Bd 4. D. Schilling, Luzern.
- FAL, Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau (1988): Bodenkarte Luzern mit Erläuterungen, 1 : 25'000.
- Flussbau AG (2015): Krienbach, Geschiebesammler und Engstelle bachabwärts der Hochwasserentlastung Obernaustrasse, Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt und die Hochwassersicherheit. Im Auftrag von Dienststelle Verkehr und Infrastruktur vif, Kanton Luzern. 21. August 2015.
- Gees A. (1997): Analyse historische und seltener Hochwasser in der Schweiz - Bedeutung für das Bemessungshochwasser. Geographisches Institut der Universität Bern. Geographica Bernensia G53.
- Heer R., Trinkler W. (-): Ausbau Krienbach. Hochwasserschutz und Gestaltung Naherholungsgebiet. Henauer Gugler AG. Luzern.
- Kanton Luzern (2015c): 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.
- Kriensinfo (2014): Auf das Unwetter gut und angemessen reagiert, Unwetter Juli 2014. In: Kriensinfo 09/14, Seiten 4-5.
- Kopp J. (1962): Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt Luzern mit Erläuterungen. Hrsg. Schweiz. Geologischen Kommission.
- 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.
- Meier J. (1939): Die Unwetter in der Schweiz 1900 – 1950. Kant. Tiefbauamt Luzern.
- Meier R. (2014): Bach über Ufer getreten – Obernau überschwemmt. In: Neue Luzerner Zeitung Online. 15. Juli 2014. [<http://www.luzernerzeitung.ch/nachrichten/zentralschweiz/lu/luzern/Regen- behindert-Verkehr-in-Kriens;art92,396415; 4.12.15>]
- Meyer W. (1995): Sanierung Krienbach. In Schweizer Ingenieur und Architekt, Band 113 (Jahrgang 1995), Heft 39. Luzern.
- MeteoSchweiz: Niederschlagsdaten verschiedener Starkregenereignisse. Witterungsberichte und Annalen, diverse Jahre.
- 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.

- Naef F., Scherrer S., Zurbrügg C. (1999): Grosse Hochwasser – unterschiedliche Reaktion von Einzugsgebieten auf Starkregen. Hydrologischer Atlas der Schweiz, Blatt 5.7.
- 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-1798) und 2. Bd (1798-1848). Zürich 1850 und 1852.
- Roesli F. (1965): Das Renggloch als geologisches Phänomen und als Beispiel einer frühen Wildbach-Korrektion. In: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, Band 58. 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.
- Scherrer S., Naef F. (2003): Hochwasserabschätzung mit Niederschlag-Abfluss-Modellen (NAM). In: Hochwasserabschätzungen in schweizerischen Einzugsgebieten, Praxishilfe. Berichte des BWG, Serie Wasser, Nr. 4.
- Scheuchzer J. J. (1716): *Helvetiae historia naturalis*. Bodmer, Zürich.
- Schilling D. (1513): Eidgenössische Chronik des Luzerners Diebold Schilling (Luzerner Schilling). Luzern, Korporation Luzern, S 23 fol., p. 176. <http://www.e-codices.ch/de/kol/S0023-2/177/0/>.
- Spieler J. (1930): Die Verbauung des Renggbaches und seiner Zuflüsse. Referat, gehalten anlässlich der Hauptexkursion des schweiz. Forstvereins am 16. September 1930.
- Stirnimann V. (1882): Der Renggbach in der Gemeinde Kriens und dessen rationelle Verbauung. Luzern Buchdruckerei von J. L. Bucher, 1882.
- 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.
- Weikinn C. (1960): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850; Quellensammlung zur Hydrographie und Meteorologie, Band 1, Teil 2 (1501-1600); Berlin; Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin; Institut für physikalische Hydrographie.
- Widmer H. (1991): Obernauer Chronik. Quartierverein Obernau (Kriens).
- WSB (1981): Hackenrainstrasse, Verlegung des Kohlgrabenbaches. Ingenieure WSB. Gemeinde Kriens, Kanton Luzern. Archiveinheit Staatsarchiv Luzern: A 825/573 R.049.1458.006 Kohlgrabenbach, 1982.
- WSB (1983): Projekt für die Sanierung des Krienbaches. Neuer Krienbach mit Stollen. Technischer Bericht und Kostenvoranschlag. Schröter + Hofer Inh. Ingenieure WSB. Luzern.
- WSL, Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (2015): Ereignisdokumentation Hochwasserschäden in den Gemeinden Luzern, Kriens und Horw (1972-2014).
- 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

Abflussmessungen liegen beim Eingang des Krienbachs in den Sonnenberg-Stollen seit 2008 vom REAL (Recycling Entsorgung Abwasser Luzern) vor. Diese sind viel zu kurz, um seltene Hochwasser statistisch herzuleiten. Mit der Untersuchung historischer Hochwasser können Hinweise über Häufigkeit, Grösse und Verlauf von Hochwasserereignissen gesammelt werden. Durch Informationen aus Zeitungen, Archiven und verbürgten Angaben konnte die Hochwassergeschichte in Kriens mit einem Beobachtungszeitraum von über 500 Jahren zusammengetragen werden. Neben Literaturquellen sind die Hochwasser der letzten Jahre aufgrund von Zeugenaussagen belegt. Anhand dieser Aussagen konnten die Abflussspitzen jener Hochwasser grob rekonstruiert werden. Dies erlaubte, die beobachteten Hochwasser einzuordnen.

In der Abbildung 1.2 sind wesentliche Stellen für Ausbaugeschichte und historische Hochwasser im EZG des Krienbachs dargestellt.

3.2 Ausbaugeschichte des Krienbachs

Um historische Hochwasser vergleichen zu können, ist die Kenntnis des früheren Verlaufes, der Gerinnegeometrie sowie der Kapazität eines Baches erforderlich. Die Ausbaugeschichte des Rengg- und Krienbachs kann mittels Literatur und aus alten Landkarten beschrieben werden.

Früher hat neben dem Krienbach auch der Renggbach Überschwemmungen in Kriens verursacht. Bis ins 18. Jahrhundert brach er regelmässig bei grossen Gewittern aus und floss Richtung Kriens und Luzern. Aus diesem Grund wurde das Renggloch bereits im 16. Jahrhundert durch Sprengungen erweitert, ebenso wurde der Renggbach kontinuierlich ausgebaut, so dass der Renggbach seit 1738 nie mehr nach Kriens ausgebrochen ist. Die VAW (1999) untersuchte die Gefahr eines Ausbruchs des Renggbachs nach Kriens und kam zum Schluss, dass dank den umfangreichen Bachverbauungen, dem Unterhalt im EZG und den Hochwasserschutzmassnahmen nur noch eine „Restgefährdung“ besteht. Die zukünftige Entwicklung der Gefährdung hängt primär vom Umfang des Unterhalts ab. In der vorliegenden Studie wurde deshalb davon ausgegangen, dass ein Ausbruch des Renggbachs nicht stattfindet.

Der Krienbach war bis Anfangs 20. Jahrhundert ein offener Bachlauf. Um 1920 wurde er unterhalb des Feuerwehrlokals (K15) eingedeckt und als Vorfluter für die Kanalisation verwendet (Meyer, 1995). Dieser Krienbachkanal wurde gemäss WSB (1983) auf 30 m³/s ausgelegt.

Nach dem Bau der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Buholz (1974) musste der gesamte Krienbachkanal zusammen mit der Schmutzfracht in die ARA geführt werden. Bei Hochwasser führte dies wegen Geschiebe zu Problemen und Ausfällen der ARA und man entschied sich für eine Trennung des Krienbaches und der Schmutzwasserleitungen. So wurde 1991-1994 die Sanierung des Krienbachs veranlasst (Meyer, 1995). Der Krienbach wurde ab dem Feuerwehrlokal (K15) in einem neuen gedeckten Gerinne mit einer Kapazität von 45 m³/s geführt und anschliessend durch den Sonnenberg-Stollen (Kapazität 75 m³/s) geleitet. Dem Stollen wird auch die Regenentlastung der Ortsentwässerung zugeführt. Im Zuge der Sanierung Krienbach 1991-1994 wurden im Zentrum von Kriens auch Fassungen verschiedener Nebenbäche und Einleitungen realisiert und ein Vereinigungsbauwerk für den Haslibach erstellt.

Seit 2008 wird im Sonnenberg-Stollen, als auch in der Entlastung aus der Siedlungsentwässerung der Abfluss hochaufgelöst gemessen. Aus der Differenz der beiden Messungen kann der Abfluss des Krienbachs unterhalb des BP 39 bestimmt werden.

Durch die zunehmende Überbauung von Obernau hat die Hochwassergefahr zugenommen. So wurde im Jahr 2007 der Krienbach im Abschnitt zwischen Obernau und Wolfängere (K13) saniert, wobei das Profil erweitert und der Bach renaturiert wurde (Heer et al.; o.J.). Der Abschnitt zwischen K11 (Südstrasse) und Wolfängere wurde gemäss Bauplan auf einen hundertjährigen Dimensionierungsabfluss von 24 - 26 m³/s ausgelegt. Der Abschnitt zwischen K6 (Obernau) und K11 wurde dabei auf 15 - 24 m³/s ausgelegt und noch weiter im Oberlauf wurde der kleine Krienbach auf 10 m³/s ausgebaut. Gemäss unseren eigenen Abschätzungen an gewissen Querschnitten wird diese Kapazität jedoch überschätzt (siehe Abbildung 1.2).

3.3 Die historischen Hochwasser am Krienbach

Im Anhang 1 sind sämtliche zusammengetragenen Informationen über historische Hochwasser detailliert aufgeführt. Die Hochwassergeschichte des Krienbachs liess sich weit zurückreichend rekonstruieren (Anhang 1).

Viele historische Hochwasser in Kriens im 14. bis 18. Jahrhundert neben dem Krienbach auch durch den Renggbach verursacht. Der Renggbach entspringt am Fusse des Pilatus, fliesst im Westen an Obernau vorbei durch das Renggloch in die Kleine Emme. Er hat im Vergleich zum Krienbach (ca. 7.4 km²) mit 12.4 km² ein deutlich grösseres EZG. Der Renggbach ist früher bei extremen Hochwasserereignissen immer wieder nach Osten ausgebrochen und hat Kriens überschwemmt. Die erste Nachricht über einen solchen Ausbruch stammt aus dem Jahr 1333. In den nachfolgenden Jahrhunderten bis zum Jahr 1738 sind insgesamt 27 Ausbrüche des Renggbachs nach Kriens überliefert. 1738 war der letzte und gleichzeitig der grösste bekannte Ausbruch des Renggbachs nach Kriens. Davon zeugt die Hochwassermarke von 1.6 m über dem Trottoir am alten Spital in Luzern. Deshalb werden die Überschwemmungen von Kriens nur seit 1738 betrachtet. So ergibt sich ein Beobachtungszeitraum von rund 280 Jahren.

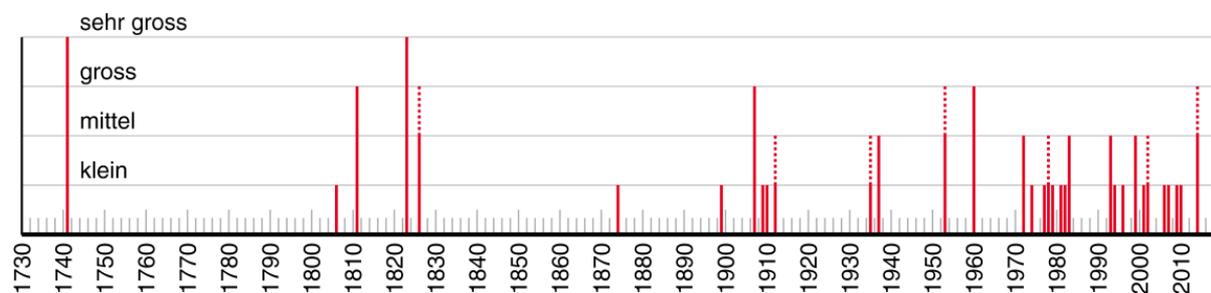


Abb. 3.1: Historische Hochwasser am Krienbach seit 1740. Charakterisierung der Grösse einzelner Hochwasser anhand der untersuchten Quellen.

Die Grösse der einzelnen Hochwasser wurde gemäss den Kriterien in Tabelle 3.1 charakterisiert. Neben den Abflussschätzungen einzelner grösserer Hochwasser aufgrund detaillierter Angaben wurden sämtliche zusammengetragenen Informationen (Anhang 1) zu den Hochwassern im EZG betrachtet und unter Berücksichtigung der im Laufe der Zeit veränderten Abflussverhältnisse gewertet.

Tabelle 3.1: Einordnungskriterien zur Wertung historischer Hochwasser am Krienbach.

	Beschreibung
klein	Hochwasser erwähnt, keine/leichte Überschwemmung
mittel	Lokale Überschwemmung, kleinere Sachschäden
gross	Überschwemmung mit grossen Sachschäden
sehr gross	Grosse Überschwemmung mit sehr grossen Sachschäden

Der Krienbach wird von Chronikern erstmals **1475** in Zusammenhang mit einem Hochwasser erwähnt. Am **9.8.1741**, hat sich im EZG des Krienbachs ein Hochwasser ereignet, das ähnlich gross war wie der Ausbruch des Renggbachs 1738:

Die Strassen waren so stark mit Geschiebe und Schutt aufgefüllt, dass man sie sogar zu Fuss nicht mehr passieren konnte. Sowohl Bäume und Äste, als auch Holz, welches unter anderem von den Sägereien mitgerissen wurde, fanden über den Hirschengraben ihren Weg bis zum See und zerstörte einen Teil der Kapellbrücke. Trümmerstücke der Brücke trieben dann weiter abwärts zur Reussbrücke, welche dadurch ebenfalls zerstört wurde (Keller, 2013).

Am **5.7.1811** liess ein Gewitter alle Bäche anschwellen und überschwemmte sowohl den Krienser Boden als auch die Stadt Luzern, wobei grosse Schäden entstanden.

Auch am **7.7.1823** führte ein intensives Gewitter zu starken Überschwemmungen und bedeutendem Schaden. Das Wasser soll mehr als einen Schuh tief auf den Strassen und Plätzen Luzerns gestanden haben. Bereits drei Jahre später, am **12. Juni 1826** ereignete sich eine ähnlich grosse Überschwemmung.

Am **12.6.1907** führte ein Gewitter zu einer Überschwemmung mit einem Todesopfer und grossem Schaden. In Luzern werden 64 mm und auf dem Pilatus 48 mm Niederschlag in rund 4 h gemeldet:

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 Krienbach, der glücklicherweise durch die Korrektur 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 Krienbach abzulenken, glitt aus und wurden von den Fluten fortgerissen (Wächter am Pilatus, 15.6.1907).

In den darauffolgenden 50 Jahren kam es zu einigen kleineren Hochwasser-Ereignissen (1909, 1910, 1912, 1935). Am **6.7.1937** ereignete sich ein grösseres Hochwasser. Wiederum war ein Gewitter mit Niederschlagswerten von 50 mm auf dem Pilatus verantwortlich.

Ein weiteres Hochwasser ereignete sich am **30.6.1953**, wobei Zeitungsberichte keine Überschwemmung belegen. Der damalige Feuerwehrkommandant Herr Paul Müller stuft dieses Ereignis als das grösste Hochwasser im Zeitraum von 1952 bis 1981 ein. Das Wasser sei die Obernauerstrasse hinunter geflossen und bei der Kreuzung Schachenstrasse/Obernauerstrasse (etwas unterhalb von K15) 30 cm tief gewesen.

Am **31.7.1960** führte ein schweres Unwetter zu Überschwemmungen in Obernau und Kriens, welche fotografisch dokumentiert sind (siehe Titelbild). Der Kleine Krienbach, die Zufahrt zum Brunnenhöfli und die Hergiswaldstrasse bildeten einen einzigen reissenden Bach. Die Abflussspitze konnte an diesem Ort (K4 gemäss Abb. 1.2) anhand des Fotos sowie anhand der Ausbaugeschichte auf $> 7 - 9 \text{ m}^3/\text{s}$ rekonstruiert werden. Der langjährige Anwohner und heutige Werkhofleiter Erwin Lisibach hat dieses Hochwasser als Bub erlebt und es als das grösste Ereignis der vergangenen 55 Jahre eingestuft.

In den darauffolgenden 30 Jahren wird häufig von kleineren Hochwasser oder leichten Überschwemmungen in Kriens berichtet (23.11.1972, 23.6.1974, 14.7.1977, 7.8.1978, 13.6.1979, 25.6.1981, 17.7.1981 und 15.8.1982). Diese Ereignisse wurden fast ausschliesslich durch Sommergewitter verursacht. Dabei wird oft von einigen Feuerwehreinsätzen wegen überschwemmter Keller berichtet. Beim Ereignis vom **24.6.1983** wird ein Ausbruch des Langgrütibaches sowie des Houelbaches erwähnt.

Am **23.6.1993** wird von Überschwemmungen in Kriens und Ausbrüchen des Krienbaches berichtet, wobei das Schulhaus Obernau betroffen war.

Ein heftiges Gewitter liess am **13.6.1999** die Bäche in Kriens über die Ufer treten. So wurden die Obernauerstrasse, St.-Niklausengasse, Hackenrain-, Süd- und Wichlernstrasse überflutet. Es wird als drittgrösstes Ereignis der vergangenen 55 Jahre eingestuft.

Am **6.6.2002** wird erstmals von Problemen mit den Bächen am Sonnenberg berichtet. So «traten mehrere Bäche über die Ufer» und «das Wasser floss in Strömen die Strassen herunter».

Am frühen Montagabend des **14.7.2014** wütete ein rund zweistündiges Gewitter über Obernau und Kriens. Neben nationalen, kantonalen und privaten hochaufgelöst messenden Niederschlags-Stationen wurden die Messungen der Landwirte Werner Haas in Längacher, Obernau (87 mm) und Franz Portmann in Hinter-Schwendi (90 mm) verwendet.

Durch das Unwetter traten mehrere kleine Bäche oberhalb von Obernau über die Ufer. Dies auch deshalb, weil sie viel Geschiebe und Schwemmholz aus dem Hochwald mitbrachten und Querschnitte verstopften. In Obernau strömte das Wasser des Krienbachs über den Pausenplatz und flutete die Aula. Weiter unten reichte die Kapazität des Krienbachs zwischen Obernau und dem Feuerwehrlokal mancherorts nur sehr knapp aus, an mehreren Stellen schwappte Wasser über. In der folgenden Tabelle 3.2 sind die Aussagen der Gewährspersonen, sowie die rekonstruierten Abflussspitzen zusammengefasst. Das Hochwasser vom 14.7.2014 wird als zweitgrösstes Ereignis der vergangenen 55 Jahre eingestuft.

Tabelle 3.2: Die Abschätzungen der Abflussspitze des Hochwassers am 14.7.2014 an verschiedenen Stellen.

Bach Querschnitt, Ort	Aussage	Quelle	Rekonstruktion
Krienbach K1, Längmatt	Wasser schwappte auf Strasse.	Fotos, Video	11 - 13 m ³ /s
Krienbach K2, Längmatt	Querschnitt reichte aus.	Fotos, Video	11 - 14 m ³ /s
Krienbach K4, Obernau Brunnenhöfli	Leichte Ausuferungen oberhalb Bushaltestelle Stampfeli.	Lisibach, Fankhauser, Schnüriger, Brechbühl	Mehr als 7 - 9 m ³ /s
Kleiner Krienbach K7 & K8, Schulhaus Obernau	Schulhaus Obernau überschwemmt, Grund dafür sind jedoch die Ausuferungen 200 m oberhalb.	Lisibach, Fankhauser, Schnüriger, Brechbühl	Nicht möglich
Zopfibach K10, Zopfibach	Kapazität reichte aus.	Lisibach, Fankhauser, Schnüriger, Brechbühl	Weniger als 4.2 m ³ /s
Krienbach K11, Schulhaus Feldmühle	Letzte Holzschwelle bis hierher transportiert, Kapazität reichte jedoch knapp aus.	Lisibach, Fankhauser, Schnüriger, Brechbühl	Weniger als 12 - 15 m ³ /s
Krienbach K14B, Morgenstern/oberhalb Feuerwehrlokal	Wasser schwappte auf Strasse.	Fotos, Video, Lisibach, Fankhauser, Schnüriger, Brechbühl	12 - 14 m ³ /s
Krienbach K15, Feuerwehrlokal	Keine Probleme, Kapazität reichte problemlos aus.	Lisibach, Fankhauser, Schnüriger, Brechbühl	Weniger als 36 m ³ /s
Houelbach K16, Malerei Hodel	Bordvoll.	Lisibach, Fankhauser, Schnüriger, Brechbühl	3.8 - 5.6 m ³ /s
Cholgrabenbach K17, Meiersmatt	Leichte Ausuferungen.	Lisibach, Fankhauser, Schnüriger, Brechbühl	Mehr als 2.4 - 3.6 m ³ /s

Die extremen Niederschläge am 9.9.1934 (120 - 150 mm in 2 h, 137 mm grösster Tagesniederschlag bei der Station Eigenthal von 1883 - 2008) führten nur zu einem geringen und kaum dokumentierten Hochwasser des Krienbachs. Weitere grosse Niederschläge ereigneten sich in

der Gegend: Am 23.6.1912 93 mm Tagesniederschlag (Eigenthal), am 15.5.1921 109 mm Tagesniederschlag (Eigenthal), am 6.7.1937 60 - 80 mm Tagesniederschlag (Gewittergebiet), am 26.6.1941 120 mm in 1 - 2 h (Gewittergebiet), am 11.7.1941 91 mm in 2 h (Eigenthal) und 63 mm Tagesniederschlag (Pilatus) und am 26.7.1972 70 mm in 2 h (Luzern). Sie waren teilweise lokal eng begrenzt und führten im Krienbach nicht immer zu grossen Hochwassern.

Auffallend ist, dass bedeutende Dauerregen-Ereignisse wie 1846, 1852, 1881, 1910, sowie 21./22.8.2005 und 8.8.2007 im Zusammenhang mit dem Krienbach nicht erwähnt werden. Solche Dauerregen, welche regional oder überregional zu grossen Überschwemmungen geführt haben, sind für das EZG des Krienbachs nicht massgebend.

So wurden die historischen Hochwasser in Kriens fast ausschliesslich durch kurzzeitige, lokale aber intensive Niederschläge in Gewitterform verursacht. Dabei sind immer wieder Ereignisse mit grossen bis extremen Niederschlagsmengen dokumentiert worden (Anhang 1).

3.4 Schlussfolgerung

Aus den Erkundungen historischer Hochwasser lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Durch die Recherchen über historische Hochwasser eröffnet sich zwar ein Beobachtungszeitraum von über 500 Jahren. Seit 1738 brach der Renggbach nie mehr Richtung Kriens aus. Daher beschränkt sich die Einordnung auf die vom Krienbach verursachten Hochwasser auf die letzten 280 Jahre .
- Für die Überschwemmungen des Krienbaches waren fast ausschliesslich Gewitter verantwortlich. Langandauernde ergiebige Landregen hingegen führten zu keinen Problemen in der Gemeinde Kriens.
- Das grösste Ereignis, in der von Gewährspersonen überblickbaren Periode von 55 Jahren, ereignete sich am 31.7.1960 mit einer Abflussspitze beim Brunnenhöfli, Obernau (BP 12a) von mindestens 7 - 9 m³/s.
- Die Abflussspitze des Hochwassers am 14.7.2014 konnte an verschiedenen Stellen abgeschätzt werden. So betrug der Abfluss beim Restaurant Morgenstern, oberhalb des Feuerwehrlokals (BP 20), 12 - 14 m³/s. Es war das zweitgrösste Ereignis der vergangenen 55 Jahre und hatte somit eine Wiederkehrperiode von etwa 30 Jahren.
- Wird der gesamte Zeitraum von 280 Jahren betrachtet, so liegt das Hochwasser 2014 auf Rang 6 (maximal) bis 8 (Wiederkehrperiode von 35 bis 50 Jahre).

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 Krienbachs 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**. Von Norden gegen Süden lassen sich folgende Schichten unterscheiden: Die Obere Meeresmolasse (OMM) bildet den herausragenden Sonnenberg. Er besteht zum überwiegenden Teil aus Sandstein. Etwa auf halber Höhe des Sonnenbergs setzt die Untere Süsswassermolasse (USM) ein, die aus Sandsteinen und Mergeln aufgebaut ist.

Zwischen Kriens und Obernau bedecken mächtige Schuttfächer des Renggbachs und des Krienbachs und seiner Seitenbäche die Talmulde. In den steilen Hängen unmittelbar oberhalb von Kriens liegt wiederum USM. In steilen Flanken sind Sandsteine und Mergel aufgeschlossen. Oberhalb der Steilhänge Richtung Krienseregg liegt verbreitet Moräne des Aare-Brüniggletschers. Die starke Vernässung deutet darauf hin, dass es sich mancherorts um Grundmoräne handelt. In vielen dieser Moränengebiete liegen daher heute noch Sümpfe. Ein grösseres versumpftes Gebiet liegt im EZG des Steinibachs. Im obersten Teil dieses Baches ist auch Rissmoräne anzutreffen und die Tonmergel der Unteren Meeresmolasse (UMM) bilden einen Teil dieses EZG.

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. Die Schichten der OMM und USM stehen im Sonnenberg fast senkrecht. Nördlich der Krienseregg ist die USM gefaltet.

Diese Gesteine verwittern und bilden daher unterschiedliche Ausgangsmaterialien für die Bodenbildung.

4.3 Böden

Im EZG des Krienbaches 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.

Um detailliertere Informationen über den Aufbau der Böden zu erhalten, wurden 26 Sondierungen (K1 – K26) 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.

In den flacheren Gebieten der Schwemmkegel in der Krienser Talmulde wurden durchwegs Braunerden angetroffen (K14, K16, K18, K22) auf dem Schwemmkegel des Renggbach (K20) sind die Böden noch kaum entwickelt (Regosol). Das Fehlen von Rost- und Gleyflecken in diesen Profilen deutet auf ihre grosse Durchlässigkeit und die des Untergrundes hin.

Am Hang des Sonnenbergs (K21-K26) wurden über den Sandsteinen und Mergeln der USM ebenfalls Brauerden angetroffen, allerdings war die Mächtigkeit teilweise geringer (K21, K23, K26). Auch am Gegenhang Richtung Krienseregg wurden in den steileren Passagen (K15, K17, K19) Braunerdeböden mit nur gerade 50 cm Mächtigkeit angetroffen. Oberhalb der Kante wurden im Bereich der USM etwas mächtigere Braunerdeböden angetroffen (K6, K7). Dort, wo Moräne die Molasse überdeckt, nimmt der Stau- resp. Hangwassereinfluss sofort zu und es wurden pseudovergleyte Braunerden, Braunerde-Gleye, Buntgleye, sowie Anmoorgleye beobachtet (K1-K4, K8, K9-K13).

Die Braunerden sind in Regel sandig-schluffig, teilweise 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.

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 Q_{AREA}.

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: 0.6 % 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, 16.1 %).

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 (28.8 %).

Ein Grossteil der Böden in der Talmulde in Kriens und am Sonneberg sind 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, 31.5 %). Im günstigen Fall sickert das Niederschlagswas-

ser in den durchlässigen Untergrund (Tiefensickerung, DP, Abflusstyp 5, 4.0 %). Solche Flächen sind auf dem Schwemmkegel des Renggbachs vorhanden.

4.5 Abflussreaktion der Siedlungsgebiete

Die überbauten Flächen im EZG mit 19 % wurden nach ihrer Hochwasserrelevanz gesondert kartiert. Die Beurteilung basiert auf den Erfahrungen der Glatstudie (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 Q_{AREA} dienen.

Die Abflusstypen 1-3 und die Siedlungstypen machen insgesamt 64.5 % des EZG aus. Die Abflussreaktion des Krienbachs wird daher als stark bis sehr stark beurteilt. Betrachtet man nur den südlich gelegenen oberen Gebietsteil (Steilhang und oberhalb gelegene Moränengebiete) stellt man eine Konzentration der Abflusstypen 1-3 fest. Dieser Bereich ist sehr stark beitragend.

4.6 Abflussreaktionskurven

Abbildungen 4.2a und 4.2b zeigen die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen und Siedlungsgebiete. Auf der Grundlage von Beregnungsversuchen (Scherrer, 1997) wurden den fünf Abflusstypen der natürlichen Flächen je eine Abflussreaktionskurve zugeordnet. Die Kurven beschreiben den Anteil des abfliessenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagsmenge. Eingetragen sind die Spitzen- und die Volumenabflusskoeffizienten. Letztere zeigen, dass von den flächenmässig dominierenden Abflusstypen 3 und 4 der natürlichen Flächen (28.8 % resp. 31.8 % 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 (2.6 % des EZG) bei einem Niederschlag von 100 mm rund 85 % ab, bei S2 (11.4 % des EZG) 42 % und S3 (5 % des EZG) 20 %.

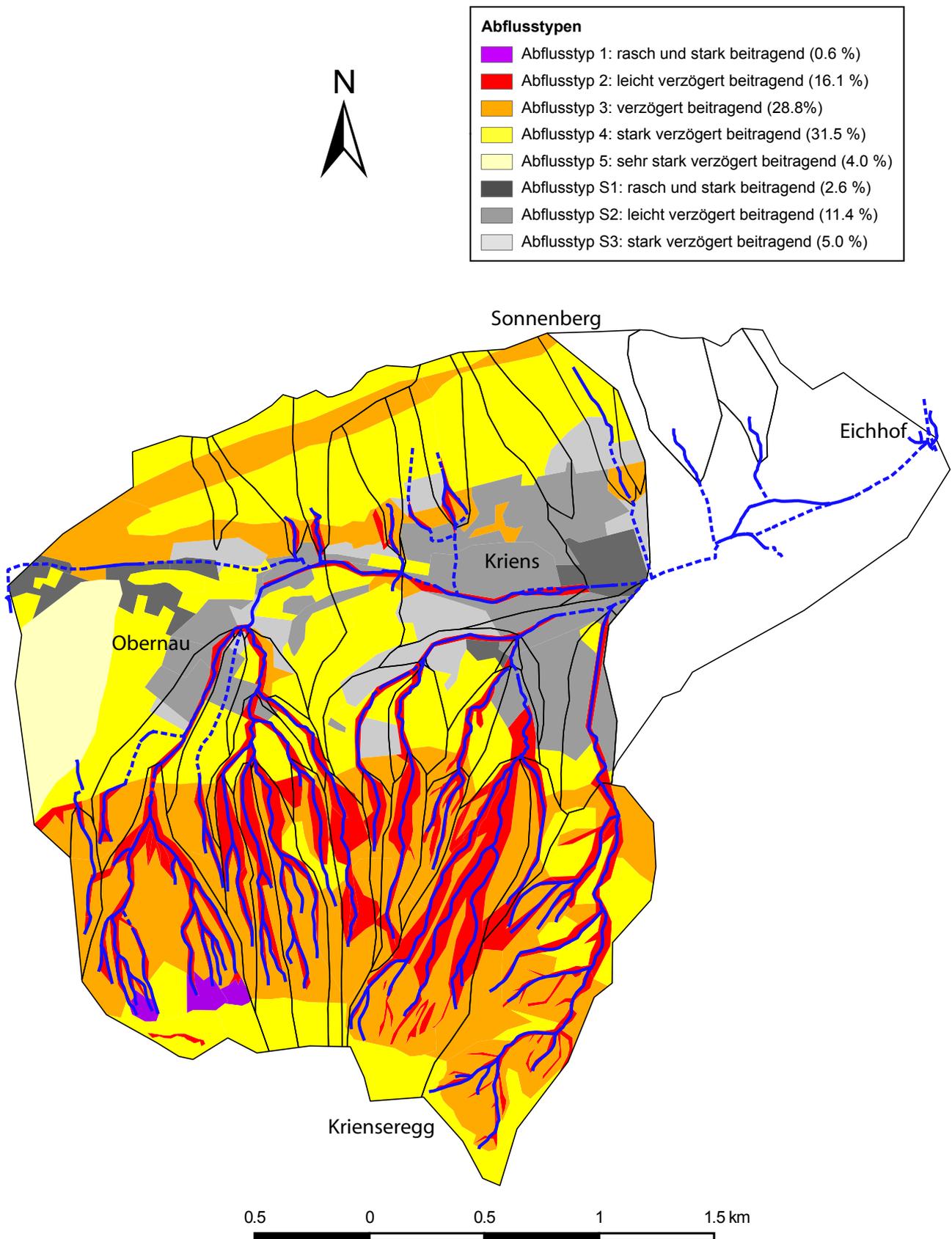


Abb. 4.1: Flächen ähnlicher Abflussbereitschaft (Abflusstypen) in den Teileinzugsgebieten des Kriensbachs.

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

Abflusstyp	Abflussreaktion	Dominante Abflussprozesse	Massgebende Gebietseigenschaften	Flächenanteil am EZG	
				(km ²)	(%)
1	Rasch und stark beitragende Flächen	Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF1)	Schwach durchlässige Böden mit Gefälle, verrutschte Gerinneflanken.	0.04	0.6
		Sofortiger gesättigter Oberflächenabfluss (SOF1)	Feuchtflecken		
2	Leicht verzögert beitragende Flächen	Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF2)	Schwach durchlässige Böden mit geringem Gefälle.	1.19	16.1
		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 bebauete Siedlungsflächen. Nasse Flächen in ebener Lage.	2.12	28.8
		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.	2.33	31.5
		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).	0.30	4.0
		Sehr stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3)	Tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fließwegen, gerinnefern.		
Total				5.98	81

Tab. 4.2: Klassierung der Siedlungsflächen nach Abflusstypen.

Abflusstyp	Abflussreaktion	Massgebende Gebietseigenschaften	Flächenanteil	
			(km ²)	(%)
S1	rasch und stark beitragend	sehr dicht bebaute Flächen leicht geneigte, dicht bebaute Flächen stark geneigte, mässig dicht bebaute Flächen	0.19	2.6
S2	leicht verzögert beitragend	ebene, dicht bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen geneigte, locker bebaute Flächen	0.84	11.4
S3	verzögert beitragend	geneigte, locker bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen	0.37	5.0
Total			1.40	19.0

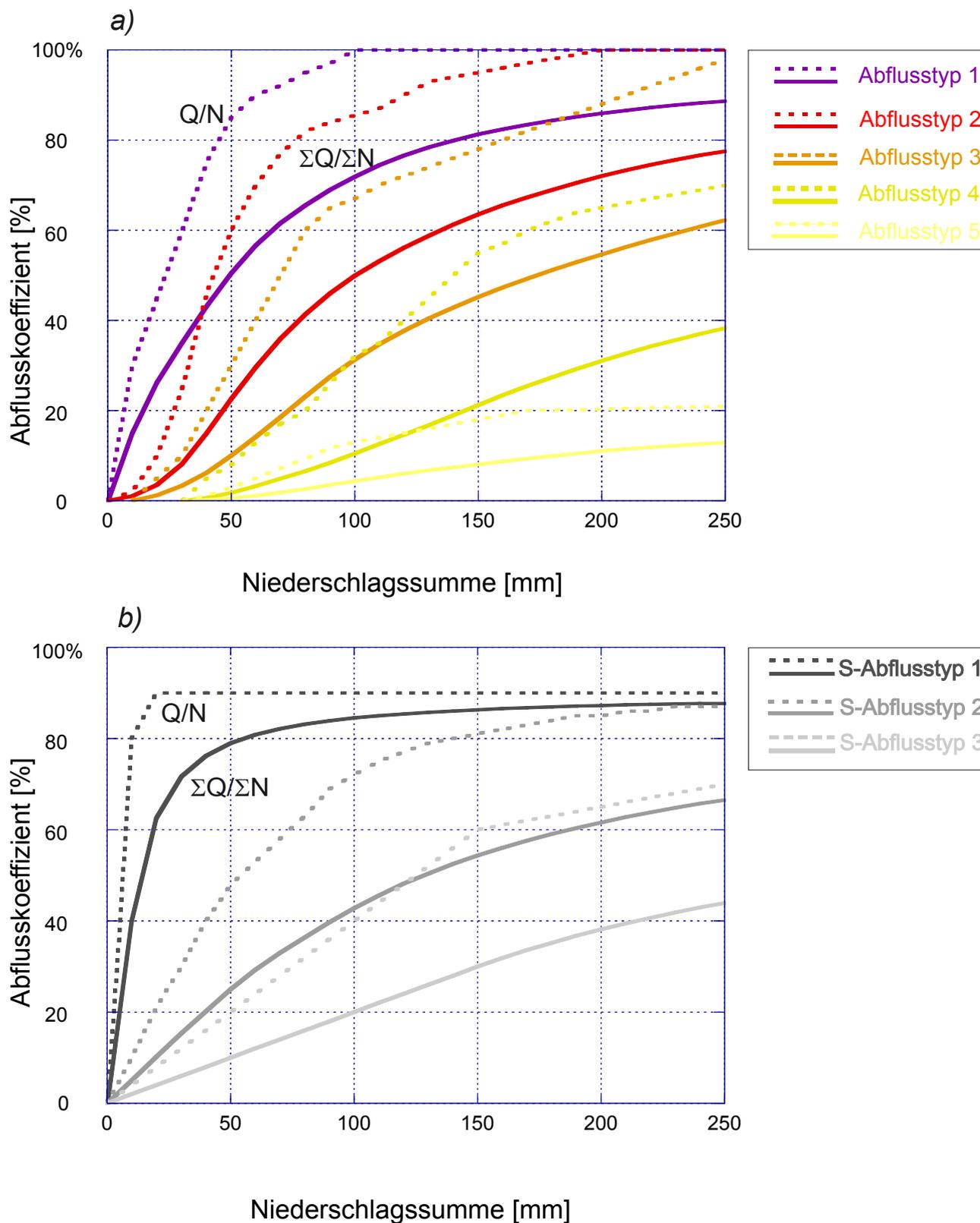


Abb. 4.2: Die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen (Abb. 4.2a) und für Siedlungsflächen (Abb. 4.2b). Sie definieren den Anteil des abfließenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagssumme. Eingetragen ist der Spitzenabflusskoeffizient (Q/N , strichliert) und der Volumenabflusskoeffizient ($\Sigma Q/\Sigma N$, 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 (Scherrer & Naef, 2003). 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.

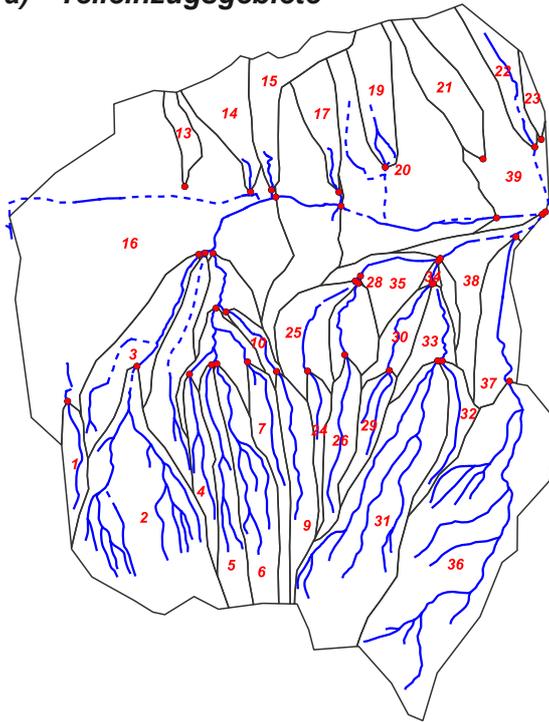
5.2 Grundlagen und Aufbau des Modells Q_{AREA}

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

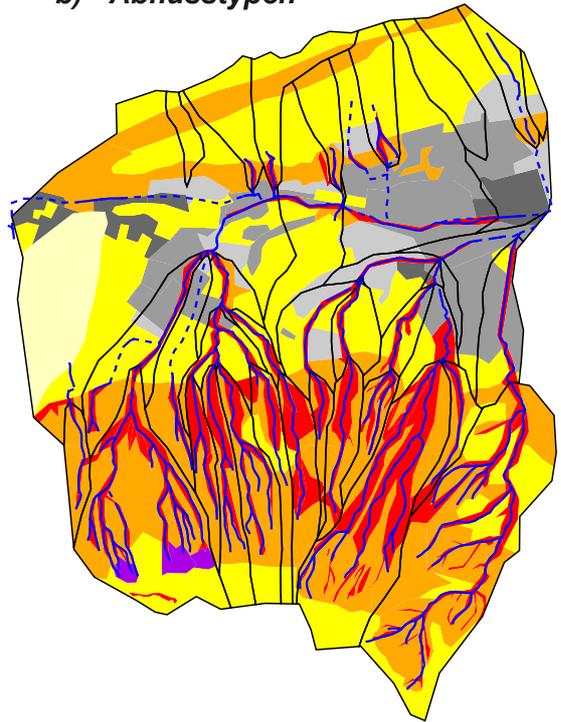
- Das NAM ist aus Teileinzugsgebieten aufgebaut mit Bemessungspunkten (BP, Abb. 5.1a)
- Das NAM basiert auf der Klassifizierung der **Abflussbereitschaft** der Teileinzugsgebietsflächen (Abflusstypen, Abb. 5.1b) und den dazugehörigen Abflussreaktionen (Abflussreaktionskurven, Abb. 5.1c, Kap. 4.6).
- 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.

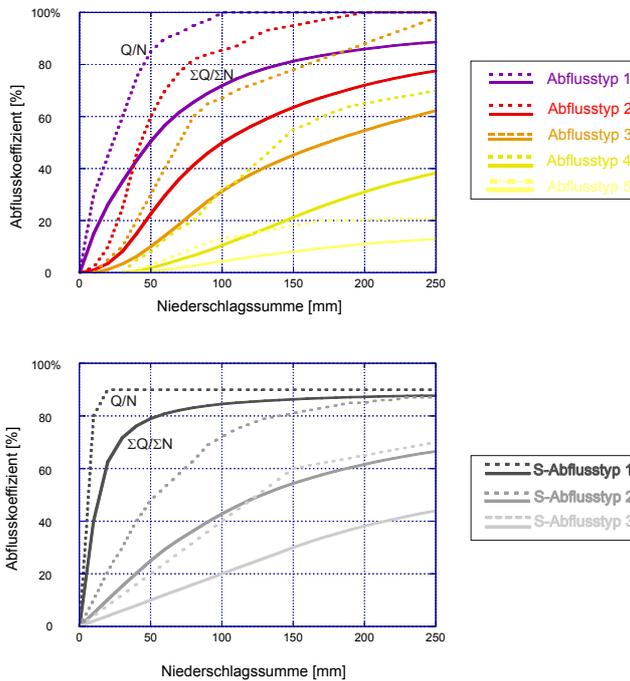
a) Teileinzugsgebiete



b) Abflusstypen



c) Abflussreaktionskurven



d) Fließzeiten in Minuten (Isochronen)

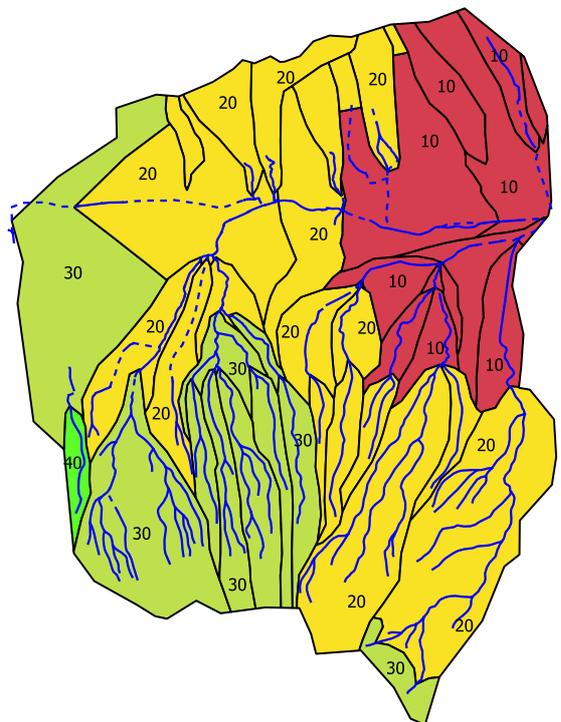


Abb. 5.1: Die Grundlagen des Niederschlag-Abfluss-Modells QAREA
a) Die Teileinzugsgebiete mit den Berechnungspunkten,
b) die Abflusstypen,
c) die Abflussreaktionskurven,
d) die Fließzeiten in Minuten (Isochronen).

5.3 Modellverifikation

Für die Modelleichung wurden die Hochwasser vom 21./22. August 2005 (Abb. 52a) und vom 8. August 2007 (Abb. 52b) 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, waren aber immer kleiner als die vorhandenen Kapazitäten. Die Abflussspitzen der Hochwasser 2005 und 2007 konnten befriedigend nachgerechnet werden. Über den Verlauf der Hochwasser und die Abflussvolumina konnten allerdings keine Details in Erfahrung gebracht werden.

Über das Hochwasser vom 14.7.2014, das von einem Gewitter ausgelöst wurde ist mehr bekannt (Anhang 3g – i). Die **Niederschlagsverteilung** konnte durch die vielen lokalen Angaben aus dem EZG und der unmittelbaren Umgebung gut 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 Malers zur Verfügung. Am Geeignetsten für die Verifikation war die Station Fräkmünt.

Neben mehreren Kapazitätsabschätzungen (Abb. 1.2) ist auch die **Abflussganglinie** im Kriensbachstollen bekannt (Abb. 5.2c). Die Resultate zeigen für alle vorhandenen Abschätzungen gute Übereinstimmung der Berechnungen mit den abgeschätzten Abflussspitzen. Auch das Abflussvolumen stimmt gut überein.

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

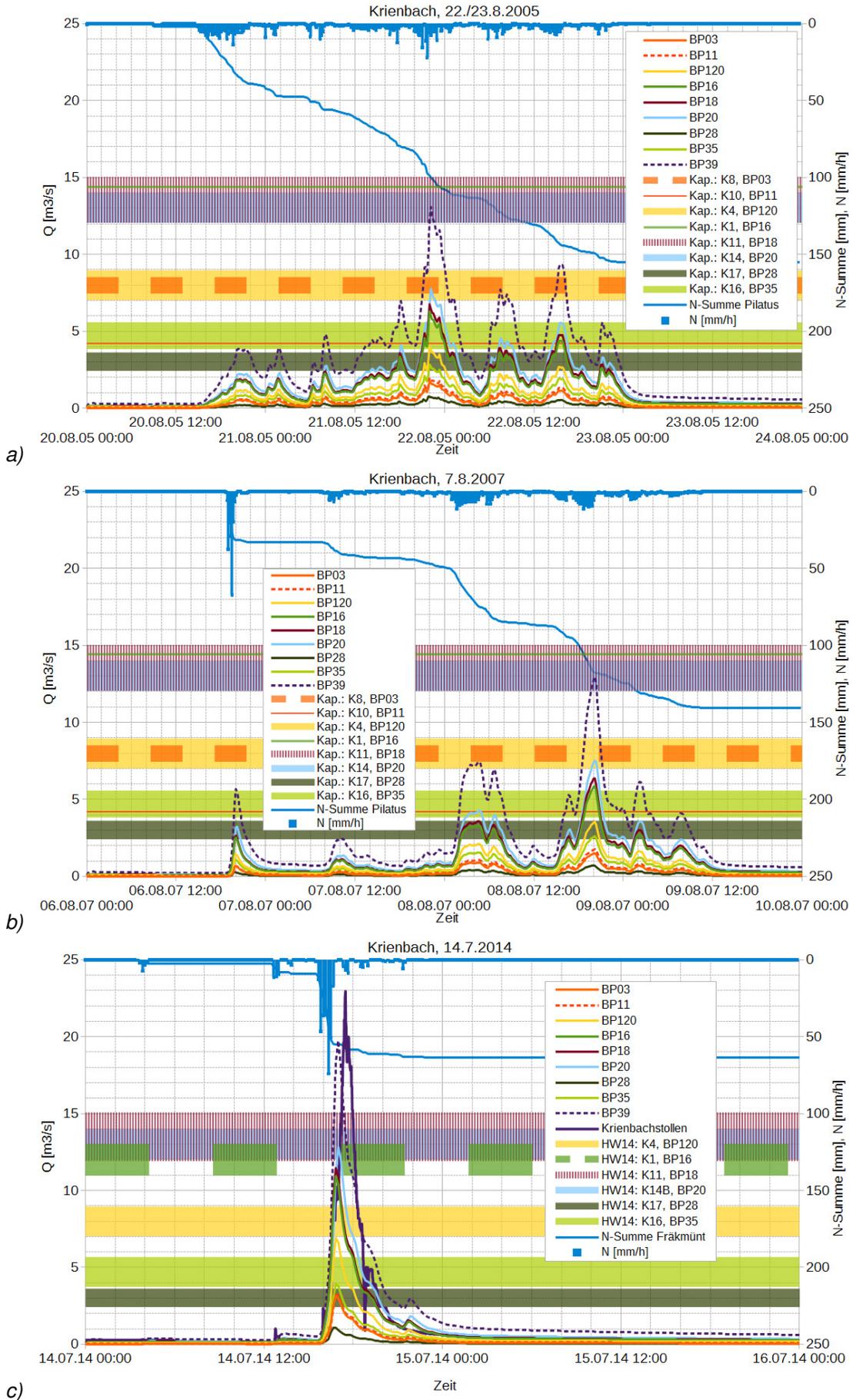


Abb. 5.2: Modellverifikation a) 21./22.8.2005, b) 8.8.2007, c) 14.7.2014.

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 (≤ 4 h Dauer) fallen, sind auf wenige km^2 begrenzt. Weil aber die Fläche des EZG mit ca. 7 km^2 klein ist, können auch kurze Starkniederschläge das Gebiet voll überregnen. Daher wurde eine gleichmässige räumliche Niederschlagsverteilung angenommen.

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 Krienbachs liegen die Niederschlagsstationen Eigenthal (4 km SW des Zentrums des EZG) und Luzern (2 km E), die sowohl über eine lange Messdauer und über eine aktualisierte Statistik verfügen. Die Station Eigenthal weist eine lange Messreihe seit 1883 auf. Für diese Messreihe gibt es eine statistische Auswertung (Scherrer AG, 2009; Anhang 6). 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.

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. Der Vergleich mit den historisch belegten Ereignissen spricht für dieses Vorgehen.

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.

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

Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlags-dauer [h]	Wiederkehrperiode [Jahre]	Zeitliche Verteilung des Niederschlags	Niederschlagsmenge [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 Gewitterniederschlägen von 1 bis 4 Stunden Dauer die grössten Abflussspitzen erzeugen.

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

Wiederkehrperiode [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 7	BP 8	BP 9	BP 10	BP 11	BP 12	BP 120	BP 13	BP 14	BP 15	BP 16	BP 17	BP 18	BP 19
30	0.5h30j_dreieck	Dreieck	0.18	1.6	2.04	0.31	0.39	0.50	0.28	1.7	0.49	0.58	2.4	0.35	4.8	0.06	0.18	0.19	7.6	0.12	8.1	0.17
	1h30j_dreieck	Dreieck	0.20	1.8	2.30	0.34	0.44	0.56	0.32	1.9	0.54	0.64	2.7	0.39	5.4	0.07	0.20	0.22	8.7	0.14	9.3	0.20
	2h30j_dreieck	Dreieck	0.22	1.9	2.40	0.36	0.46	0.60	0.34	2.0	0.56	0.67	2.9	0.41	5.7	0.08	0.23	0.25	9.2	0.16	9.8	0.22
	4h30j_dreieck	Dreieck	0.22	1.8	2.30	0.34	0.45	0.58	0.33	2.0	0.54	0.64	2.8	0.40	5.5	0.08	0.24	0.25	8.8	0.16	9.4	0.22
	12h30j_block	gleichmässig	0.14	1.1	1.49	0.21	0.29	0.39	0.22	1.3	0.33	0.40	1.8	0.29	3.6	0.06	0.19	0.20	6.0	0.13	6.5	0.18
	24h30j_block	gleichmässig	0.10	0.8	1.02	0.14	0.20	0.27	0.15	0.9	0.22	0.27	1.2	0.20	2.5	0.05	0.14	0.15	4.2	0.10	4.6	0.14
	48h30j_block	gleichmässig	0.07	0.5	0.71	0.10	0.14	0.19	0.11	0.6	0.15	0.19	0.9	0.14	1.7	0.04	0.11	0.12	3.0	0.08	3.3	0.10
100	0.5h100j_dreieck	Dreieck	0.45	3.8	4.70	0.71	0.93	1.23	0.69	4.1	1.12	1.33	5.7	0.83	11.2	0.16	0.49	0.52	17.5	0.34	18.6	0.45
	1h100j_dreieck	Dreieck	0.47	3.9	4.96	0.73	0.97	1.28	0.71	4.2	1.15	1.36	6.0	0.87	11.7	0.17	0.52	0.55	18.8	0.36	20.1	0.48
	2h100j_dreieck	Dreieck	0.45	3.7	4.79	0.69	0.92	1.23	0.69	4.1	1.09	1.29	5.7	0.84	11.4	0.17	0.53	0.56	18.5	0.36	19.9	0.49
	4h100j_dreieck	Dreieck	0.40	3.2	4.17	0.59	0.81	1.08	0.60	3.6	0.94	1.11	5.0	0.75	9.9	0.16	0.48	0.51	16.2	0.33	17.5	0.44
	12h100j_block	gleichmässig	0.21	1.7	2.28	0.30	0.44	0.60	0.34	2.0	0.48	0.59	2.7	0.45	5.5	0.11	0.32	0.35	9.3	0.23	10.2	0.31
	24h100j_block	gleichmässig	0.14	1.1	1.45	0.19	0.28	0.38	0.22	1.3	0.30	0.37	1.8	0.29	3.5	0.07	0.21	0.23	6.0	0.15	6.6	0.21
	48h100j_block	gleichmässig	0.09	0.7	0.98	0.13	0.19	0.26	0.15	0.9	0.20	0.25	1.2	0.20	2.4	0.05	0.15	0.16	4.1	0.11	4.5	0.14
300	0.5h300j_dreieck	Dreieck	0.76	6.1	7.68	1.13	1.53	2.06	1.14	6.7	1.78	2.11	9.4	1.41	18.3	0.29	0.90	0.96	29.0	0.62	31.0	0.82
	1h300j_dreieck	Dreieck	0.76	6.2	7.98	1.14	1.56	2.09	1.17	6.9	1.81	2.15	9.6	1.44	19.0	0.30	0.94	1.00	30.7	0.64	33.0	0.86
	2h300j_dreieck	Dreieck	0.71	5.7	7.48	1.04	1.45	1.94	1.09	6.4	1.66	1.97	8.9	1.35	17.8	0.29	0.90	0.97	29.3	0.62	31.7	0.84
	4h300j_dreieck	Dreieck	0.60	4.9	6.38	0.88	1.23	1.66	0.93	5.4	1.40	1.67	7.6	1.18	15.2	0.26	0.80	0.86	25.2	0.56	27.4	0.75
	12h300j_block	gleichmässig	0.30	2.4	3.23	0.42	0.63	0.85	0.49	2.8	0.67	0.81	3.9	0.64	7.7	0.16	0.48	0.52	13.3	0.34	14.7	0.46
	24h300j_block	gleichmässig	0.19	1.5	1.98	0.26	0.39	0.53	0.30	1.7	0.41	0.49	2.4	0.40	4.8	0.10	0.30	0.32	8.2	0.21	9.0	0.29
	48h300j_block	gleichmässig	0.12	0.9	1.24	0.16	0.24	0.33	0.19	1.1	0.25	0.31	1.5	0.25	3.0	0.06	0.19	0.21	5.2	0.14	5.7	0.18

Wiederkehrperiode [Jahre]	Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlags-szenario	Abflussspitzen [m3/s] bei den Berechnungspunkten																			
			BP 20	BP 21	BP 22	BP 23	BP 24	BP 25	BP 26	BP 27	BP 28	BP 29	BP 30	BP 31	BP 32	BP 33	BP 34	BP 35	BP 36	BP 37	BP 38	BP 39
30	0.5h30j_dreieck	Dreieck	9.5	0.19	0.12	0.05	0.17	0.43	0.37	0.53	1.0	0.23	0.41	1.6	0.21	2.1	2.5	3.8	1.8	2.2	6.6	17.2
	1h30j_dreieck	Dreieck	11.0	0.22	0.13	0.05	0.19	0.48	0.41	0.59	1.1	0.26	0.46	1.8	0.24	2.3	2.8	4.3	2.0	2.5	7.4	19.5
	2h30j_dreieck	Dreieck	11.7	0.23	0.14	0.06	0.20	0.50	0.44	0.63	1.1	0.27	0.48	1.9	0.25	2.4	2.9	4.5	2.2	2.7	7.8	21.0
	4h30j_dreieck	Dreieck	11.3	0.22	0.15	0.06	0.19	0.49	0.42	0.60	1.1	0.26	0.46	1.8	0.24	2.3	2.8	4.3	2.1	2.7	7.5	20.2
	12h30j_block	gleichmässig	7.7	0.18	0.13	0.04	0.12	0.34	0.26	0.40	0.8	0.17	0.30	1.2	0.16	1.5	1.8	2.8	1.5	1.8	5.0	13.6
	24h30j_block	gleichmässig	5.5	0.14	0.10	0.03	0.08	0.25	0.17	0.28	0.5	0.11	0.21	0.8	0.11	1.0	1.2	1.9	1.0	1.2	3.4	9.5
	48h30j_block	gleichmässig	3.9	0.11	0.08	0.03	0.05	0.18	0.12	0.20	0.4	0.08	0.15	0.5	0.08	0.7	0.8	1.4	0.7	0.9	2.4	6.8
100	0.5h100j_dreieck	Dreieck	21.6	0.45	0.30	0.11	0.39	1.01	0.88	1.27	2.3	0.55	0.96	3.9	0.50	4.8	5.8	8.7	4.5	5.4	15.1	38.8
	1h100j_dreieck	Dreieck	23.4	0.47	0.32	0.11	0.40	1.05	0.90	1.31	2.4	0.57	0.99	4.0	0.52	5.0	6.0	9.1	4.7	5.7	16.0	41.5
	2h100j_dreieck	Dreieck	23.5	0.48	0.33	0.11	0.38	1.01	0.85	1.25	2.3	0.54	0.94	3.8	0.49	4.8	5.8	8.8	4.6	5.6	15.5	41.5
	4h100j_dreieck	Dreieck	20.8	0.44	0.30	0.10	0.33	0.90	0.74	1.10	2.0	0.47	0.82	3.3	0.43	4.1	5.0	7.7	4.0	4.9	13.5	36.8
	12h100j_block	gleichmässig	12.1	0.32	0.22	0.07	0.17	0.54	0.38	0.62	1.2	0.24	0.46	1.7	0.24	2.2	2.7	4.2	2.3	2.8	7.5	21.1
	24h100j_block	gleichmässig	7.9	0.21	0.15	0.05	0.11	0.35	0.24	0.40	0.8	0.16	0.29	1.1	0.15	1.4	1.7	2.7	1.5	1.8	4.8	13.7
	48h100j_block	gleichmässig	5.3	0.15	0.10	0.04	0.07	0.24	0.16	0.27	0.5	0.11	0.20	0.7	0.10	0.9	1.1	1.8	1.0	1.2	3.2	9.2
300	0.5h300j_dreieck	Dreieck	35.7	0.80	0.55	0.19	0.62	1.68	1.41	2.08	3.8	0.90	1.56	6.2	0.82	7.7	9.3	14.1	7.6	9.1	24.7	64.2
	1h300j_dreieck	Dreieck	38.4	0.85	0.58	0.20	0.63	1.73	1.42	2.13	3.9	0.91	1.59	6.3	0.83	7.9	9.6	14.6	7.8	9.4	25.7	68.0
	2h300j_dreieck	Dreieck	37.4	0.83	0.57	0.19	0.58	1.62	1.30	1.97	3.6	0.83	1.47	5.8	0.77	7.4	8.9	13.7	7.3	8.9	24.2	65.5
	4h300j_dreieck	Dreieck	32.5	0.75	0.52	0.17	0.49	1.41	1.10	1.69	3.1	0.70	1.26	4.9	0.65	6.2	7.6	11.7	6.3	7.6	20.7	56.9
	12h300j_block	gleichmässig	17.4	0.46	0.32	0.10	0.24	0.77	0.53	0.88	1.7	0.34	0.64	2.4	0.33	3.1	3.8	5.9	3.3	4.0	10.6	30.0
	24h300j_block	gleichmässig	10.7	0.29	0.20	0.07	0.14	0.48	0.32	0.54	1.0	0.21	0.40	1.5	0.20	1.9	2.3	3.7	2.1	2.5	6.5	18.5
	48h300j_block	gleichmässig	6.8	0.18	0.13	0.04	0.09	0.31	0.20	0.34	0.7	0.13	0.25	0.9	0.13	1.2	1.4	2.3	1.3	1.5	4.1	11.7

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 Krienbach oberhalb Feuerwehrlokal (BP 20)

Die wesentlichen Punkte der einzelnen Untersuchungen sind:

Ergebnisse der Erkundung historischer Hochwasser (Kap. 3):

- Durch die Recherchen über historische Hochwasser eröffnet sich zwar ein Beobachtungszeitraum von über 500 Jahren. Seit 1738 brach der Renggbach nie mehr Richtung Kriens aus. Daher beschränkt sich die Einordnung auf die vom Krienbach verursachten Hochwasser auf die letzten 280 Jahre .
- Für die Überschwemmungen des Krienbaches waren fast ausschliesslich Gewitter verantwortlich. Langandauernde ergiebige Landregen hingegen führten zu keinen Problemen in der Gemeinde Kriens.
- Das grösste Ereignis, in der von Gewährspersonen überblickbaren Periode von 55 Jahren, ereignete sich am 31.7.1960 mit einer Abflussspitze beim Brunnenhöfli, Obernau (BP 12a) von mindestens 7 - 9 m³/s.
- Die Abflussspitze des Hochwassers am 14.7.2014 konnte an verschiedenen Stellen abgeschätzt werden. So betrug der Abfluss beim Restaurant Morgenstern, oberhalb des Feuerwehrlokals (BP 20), 12 - 14 m³/s. Es war das zweitgrösste Ereignis der vergangenen 55 Jahre und hatte somit eine Wiederkehrperiode von etwa 30 Jahren.
- Wird der gesamte Zeitraum von 280 Jahren betrachtet, so liegt das Hochwasser 2014 auf Rang 6 (maximal) bis 8 (Wiederkehrperiode von 35 bis 50 Jahre).

Ergebnisse der Beurteilung der Abflussreaktion (Kap. 4):

Die Abflusstypen 1-3 und die Abflusstypen der Siedlungsflächen machen insgesamt 64.5% des EZG aus. Die Abflussreaktion des Krienbachs wird daher als stark bis sehr stark beurteilt. Ein wesentlicher Grund für diese Einschätzung sind die flachgründigen und die von Stau- und Hangwasser beeinflussten Böden im Südteil des EZG.

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

Die Berechnungen mit den Modellregen erweitern die Erkenntnisse aus den historischen Hochwassern und sind in Abbildung 6.1 violett dargestellt. Sie ermöglichen die Abschätzung seltener Hochwasser. Die roten Linien markieren den Unsicherheitsbereich für die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit. Ein HQ₁₀₀ liegt beim BP 20 demnach im Bereich von 21 – 24 m³/s.

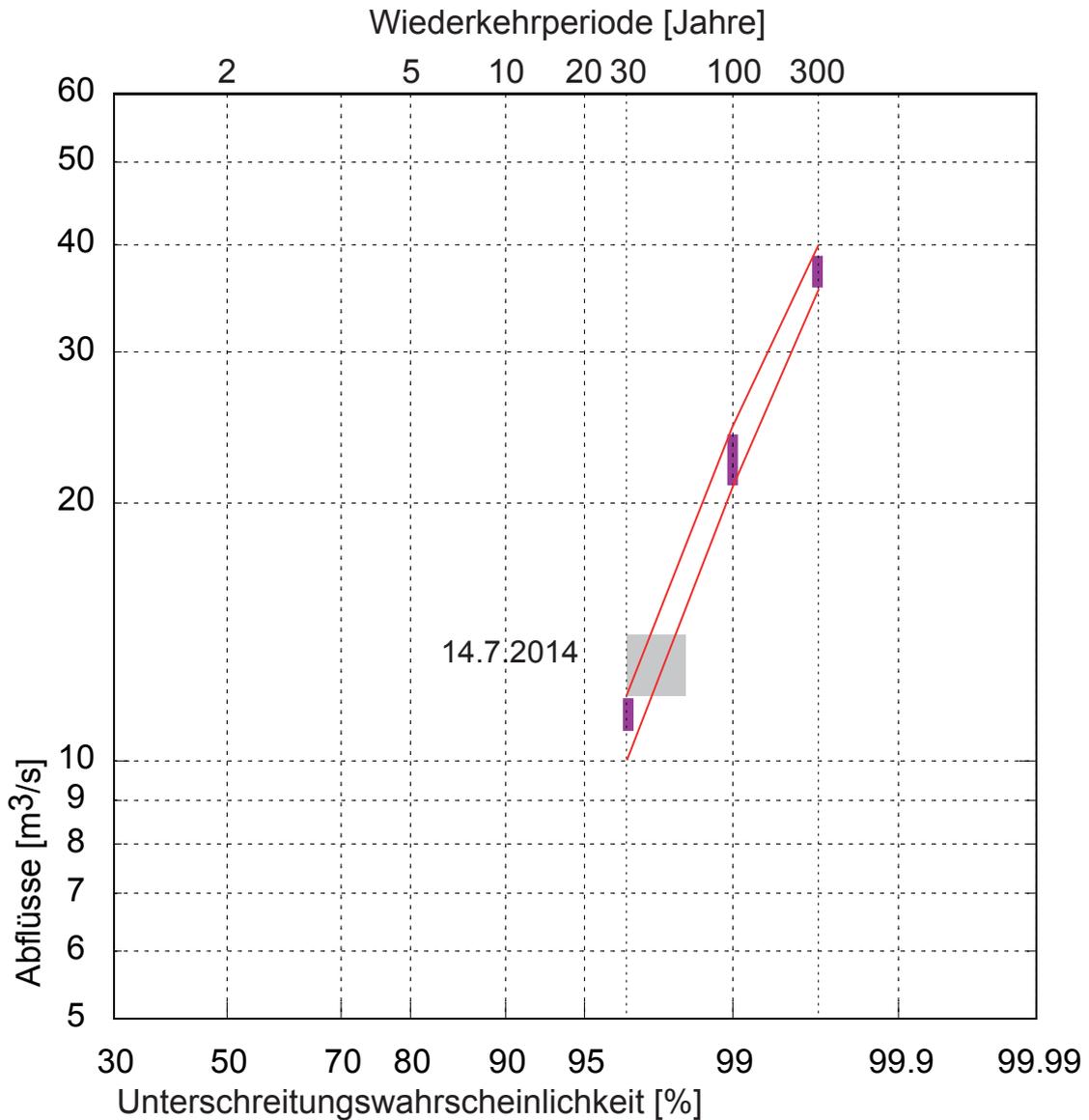


Abb. 6.1: Frequenzdiagramm des Krienbachs oberhalb Feuerwehr (BP 20; 4.4 km²). Der graue Balken zeigt den Unsicherheitsbereich für das Hochwasser vom 14.7.2014, das aufgrund der historischen Erkundungen als 30 - 50 jährliches Hochwasser eingeordnet werden konnte. Die Resultate der Berechnungen mit Modellregen sind violett dargestellt. 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). Während die 30-jährlichen Hochwasserabflüsse innerhalb des überblickbaren Zeitfensters liegen, ist die Festlegung des HQ_{100} und des HQ_{300} eine auf dem NAM gestützte Extrapolation. Diese Extrapolation beruht auf der Niederschlagsstatistik von Eigenthal mit einer Auswerteperiode von 126 Jahren (1883 – 2008).

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

BP	Zugeordneter Gerinneabschnitt	HQ_{30} [m ³ /s]	HQ_{100} [m ³ /s]	HQ_{300} [m ³ /s]
1	Rodel (0.066 km ²)	0.20 - 0.25	0.45 - 0.50	0.70 - 0.80
2	Schwändibach, Feldmatt (0.55 km ²)	1.8 - 2.0	3.7 - 4.1	6.0 - 7.0
3	Kl. Krienbach, Oberrau (0.74 km ²)	2.1 - 2.5	4.6 - 5.3	7.5 - 8.5
4	Zopfibach, Brandhüsli (0.086 km ²)	0.35 - 0.40	0.70 - 0.80	1.0 - 1.2
5	Brandhüslibach, Brandhüsli (0.14 km ²)	0.45 - 0.50	0.9 - 1.1	1.5 - 1.7
6	Herrütibach, Brandhüsli (0.19 km ²)	0.60 - 0.65	1.2 - 1.4	1.9 - 2.2
7	Höschleibach, Ober-Schlossberg (0.11 km ²)	0.35 - 0.40	0.70 - 0.80	1.0 - 1.2
8	Zopfibach, Brunhof (0.63 km ²)	1.9 - 2.2	4.0 - 4.5	6.5 - 7.5
9	Schlossbergbach, Ober-Schlossberg (0.14 km ²)	0.55 - 0.65	1.0 - 1.2	1.7 - 2.0
10	Schlossbergbach, Sandweid (0.17 km ²)	0.65 - 0.75	1.3 - 1.5	2.0 - 2.3
11	Zopfibach, Oberrau (0.88 km ²)	2.7 - 3.1	5.5 - 6.5	9.0 - 10.5
12	Grossfeld (0.15 km ²)	0.4 - 0.45	0.8 - 1	1.3 - 1.5
120	Krienbach unterhalb Zusammenfluss Zopfibach (1.77 km ²)	5.0 - 6.0	10 - 12	17 - 20
13	Schützeheim (0.04 km ²)	0.05 - 0.10	0.15 - 0.20	0.30 - 0.35
14	Buechhaldebach (0.13 km ²)	0.25 - 0.30	0.50 - 0.60	0.9 - 1.1
15	Geisserainbach (0.14 km ²)	0.25 - 0.30	0.50 - 0.60	0.9 - 1.1
16	Krienbach, Hammerschmiede, Längmatt (3.4 km ²)	9.0 - 10.5	17 - 19	28 - 32
17	Sienebach (0.091 km ²)	0.15 - 0.20	0.35 - 0.40	0.6 - 0.7
18	Krienbach, Schulhaus Feldmühle (3.8 km ²)	9.5 - 11.5	18 - 21	30 - 35
19	Mänzigerweidbach (0.13 km ²)	0.20 - 0.25	0.45 - 0.50	0.80 - 0.90
20	Krienbach, oberhalb Feuerwehrlokal (4.4 km ²)	10 - 12	21 - 24	35 - 40
21	Hobacherweid (0.13 km ²)	0.25 - 0.30	0.50 - 0.60	0.8 - 1.0
22	Sonnenbergbahn (0.090 km ²)	0.15 - 0.20	0.35 - 0.40	0.55 - 0.65
23	Oberweinalde (0.027 km ²)	0.05 - 0.10	0.10 - 0.15	0.20 - 0.25
24	Binzwilibach, Ober-Studehofweid (0.048 km ²)	0.20 - 0.25	0.40 - 0.45	0.60 - 0.70
25	Binzwilibach, Unter-Hackerain (0.19 km ²)	0.50 - 0.60	1.0 - 1.2	1.6 - 1.8
26	Cholgrabebach, Ober-Studehofweid (0.11 km ²)	0.40 - 0.45	0.8 - 1.0	1.3 - 1.5
27	Cholgrabebach, Unter-Hackerain (0.2 km ²)	0.60 - 0.70	1.2 - 1.4	2.0 - 2.3
28	Cholgrabebach nach Zusammenfluss mit Binzwilibach (0.39 km ²)	1.0 - 1.2	2.2 - 2.6	3.7 - 4.1
29	Langrütibach, Langrütli (0.072 km ²)	0.25 - 0.30	0.50 - 0.60	0.8 - 1.0
30	Langrütibach, Unter-Meiersmatt (0.14 km ²)	0.45 - 0.55	0.9 - 1.1	1.5 - 1.7
31	Rappetobelbach, Houelbach, Langrütli (0.53 km ²)	1.9 - 2.1	3.8 - 4.2	6.0 - 7.0
32	Balzrütli (0.073 km ²)	0.25 - 0.30	0.50 - 0.60	0.75 - 0.95
33	Houelbach, Unter-Meiersmatt (0.68 km ²)	2.1 - 2.5	4.6 - 5.3	7.5 - 8.5
34	Houelbach mit Langrütibach, Unter-Meiersmatt (0.83 km ²)	2.8 - 3.2	5.5 - 6.5	9.0 - 10.5
35	Houelbach mit Cholgrabebach, Unter-Meiersmatt (1.35 km ²)	4.3 - 4.7	8.5 - 9.5	13.5 - 15.5
36	Haslibach, Geeri (0.79 km ²)	2.0 - 2.4	4.5 - 5.2	7.5 - 8.5
37	Haslibach, Wichlere (0.93 km ²)	2.5 - 2.9	5.0 - 6.0	8.5 - 10.0
38	Haslibach, Dorf (2.4 km ²)	7.5 - 8.5	14.5 - 16.5	23 - 27
39	Krienbach, Dorf (7.4 km ²)	19 - 22	40 - 45	65 - 70
40	Mittler Hustobelbach, Oberhusbach (0.18 km ²)	0.35 - 0.40	0.70 - 0.80	1.1 - 1.3
41	Grossweidbach (0.096 km ²)	0.20 - 0.25	0.50 - 0.60	0.80 - 0.90
42	Krienbach, Eichhof (topografisch ermitteltes EZG) (8.9 km ²)	22 - 25	47 - 52	75 - 80

Die Resultate der Berechnungen mit dem Niederschlag-Abflussmodell wurden für die ausserhalb des beurteilten Gebietes flächenproportional übertragen¹. Für die beiden BP 40 und 41 wurde als Basis das EZG oberhalb des BP 21, für den BP 42 das gesamte beurteilte Gebiet verwendet.

Das HQ_{30} am Krienbach in Kriens (BP 39) beträgt 19 – 22 m³/s, das HQ_{100} 40 – 45 m³/s und das HQ_{300} 65 – 70 m³/s. Die Untersuchung hat gezeigt, dass am Krienbach grosse Abflüsse mit hohen spezifischen Abflüssen auftreten können. Dies sind Folge der starken Abflussreaktion und der intensiven Gewittern, die sich am Fusse des Pilatus immer wieder ereignen.

In der vorliegenden Studie wurde davon ausgegangen, dass ein Ausbruch des Renggbachs in Richtung Kriens nicht stattfindet. Es ist für den Krienbach und den Renggbach zu beachten, dass die vorhandenen Gerinnekapazitäten durch Geschiebetransport, Schwemmholz, Murgänge und Rutschungen beeinflusst werden können.

Scherrer AG
Hydrologie und Hochwasserschutz

Dr. Simon Scherrer

Dr. Daniel Näf-Huber

Reinach, 8. März 2016

Sachbearbeiter:

Dr. Simon Scherrer, Dipl. Geograph Uni Basel

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

Florian Howald, BSc Umwelt-Ing., ETH Zürich

¹Umrechnung nach folgender Formel: $HQ_x = (F_{lx}/F_{ly})^{2/3} * HQ_y$

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
1224		Dieses Kloster habe nun durch einen Ausbruch des Renggbaches grossen Schaden erlitten und deshalb habe die Stifterin, Gräfin Gutta, auf Abhilfe gedacht. Im Jahre 1224 sei der Ordensstifter, der hl. Franz von Assis, in Luzern durchgereist und dieser habe dann der Gräfin Gutta gerathen, sie solle zur Abwendung der Gefahr den Felsen zwischen dem Sonnenberg und dem Blatterberg durchbrechen lassen und so dem Renggbach seinen Weg direkt in die Emme weisen. Diesen Vorschlag habe Gutta acceptiert, sie habe den Felsen durchbrechen, d.h. das Renggloch herstellen lassen.	Stirnemann (1882)
1333		Die erste geschichtlich beglaubigte Nachricht über den Renggbach besitzen wir aus dem Jahr 1333 und betrifft dieselbe eine Ueberschwemmung. [...] Schon Johann von Winterthur (ein Chronist der um diese Zeit geschrieben) berichtet unter Anderem, dass bei dieser Ueberschwemmung der Amboss einer Schmiede bis zum Stadtgraben von Luzern geschwemmt wurde. R. Cysat sagt über das gleiche Ereignis: "Der Krienzbach ging us bergwassern us dem berg Pilati so grusam an, dass er viel hüser, schüwren und spycher hintruog, grosse bäum us der erden riss und merckliche stein ab statt fure, dass das gelend und die strasse bis in die stadt hinein über schediget."	Stirnemann (1882)
		Der Kampf mit den Wildwassern des Renggbaches hat sich seit Menschengedenken ununterbrochen bis in die jüngste Zeit fortgesetzt. Die geschichtlichen Aufzeichnungen über die Verheerungen dieses Baches reichen zurück bis zum Jahre 1333 und geben uns Kenntnis von 27 schrecklichen Ausbrüchen, Katastrophen, die in der Periode von 1333 - 1737 Kulturen vernichteten, Wohnungen wegrissen, Menschen und Vieh den Tod brachten, oftmals die Kleinstadt Luzern überschwemmten und mit völliger Zerstörung bedrohten. Deshalb machte man sich schon früh das Bedürfnis geltend, den verderbendrohenden Elementen Einhalt zu tun. Die erste in dieser Absicht ausgeführte Arbeit ist der Durchbruch des Felsens zwischen Sonneberg und Blatterberg - das sog. Renggloch - um den Abfluss gegen die Emme zu erleichtern. Angeblich zum ersten Male 1224 auf Anordnung der Stifterin des Franziskanerklosters in der Au, Gräfin Gutta, verwitwete Freiin von Schauensee, aus Rothenburg stammend, zum Schutze des Klosters ausgeführt, wurde das Renggloch 1572, 1576 und 1586 durch Beschluss der Obrigkeit der Stadt Luzern erweitert.	Spieler (1930)
1419		Weber [Luzerner Staatsarchivar, 1913] erwähnt deren vier [Überschwemmungen]: 1419, 1460, 1472 und 1475.	Roesli (1965)
1460		Weber [Luzerner Staatsarchivar, 1913] erwähnt deren vier [Überschwemmungen]: 1419, 1460, 1472 und 1475.	Roesli (1965)
1472		Weber [Luzerner Staatsarchivar, 1913] erwähnt deren vier [Überschwemmungen]: 1419, 1460, 1472 und 1475.	Roesli (1965)
1475, 23.6.	Gewitter	Ein ganz bedeutender Ausbruch fand 1475 statt. Während Cysat darüber bloss meldet, "der Krienzbach schädiget aber wie zuvor", gibt uns der Chronist Diebold Schilling (1513) eine detaillierte Schilderung hievon; [...] "In dem obgenanten jar, als man zalt von der gepurt Csti unnsers heren tusend vierhundert fünff und sibentzig jar, kam uff sant Johans aben, im summer nach dem nachtmal zuo Lucern ein sollich ungestüm wätter, als daselbs je erläpt was worden, ouch dem nach nie erläpt, und begab sich das also. [...] Es was aber ze besorgen, wann es kamm ein sollich ungehür grosz wätter mit tonder, blicks und ungehörtem rügen, das der Krienzbach angieng und so grosz waert, das er über alle acker, matten und zün zuo Kriens und den Obern Grund durhnider ablüff, das er gantze hüser, spicher lüt und güt ertranckt, enwäg truog und verdarpt, zerstiess am Barfüss tor den schutzgatter, dar dar die Kriempach bruck, ouch der stäg darunder die Rüs nider runnend, sollicher mass, das wib und man in die Cleinen statt ire kind und ander ding flocktend, erschrackend ouch so hart, dz sy besorgtend, die Cleine statt wölte gantz verderben und undergan, wann es mocht nieman me darinn gan, sunder muost man von eim huss zuo dem andern faren."	Stirnemann (1882), siehe auch Roesli (1965)
		Ein furchtbares Unwetter zog vom Pilatus über Luzern gegen Einsiedeln und Zürich. Ursache: «...ein noch nie erlebtes, ungestümes Wetter mit Donner, Blitz und unerhörtem Regen...». Unter anderem brach der Renggbach aus und verwüstete Kriens und Luzern. Viele Leute ertranken.	Röthlisberger (1991)
		An St. Johannes Tag Abend hat sich gegen den Pilatus Berg ein sehr schweres Wetter ausgelähret, worvon der Krienzbach also angeloffen, dass viel Aecker und matten überschwemm und in Kriens verschiedene Häuser und Scheuren mit Leuth und Vieh weggeschwemmt worden. Es stunde auch die kleine Statt Lucern in grosser Gefahr.	Scheuchzer (1716)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1475, 23.6.		Am 23. Juni 1473 [dasselbe Ereignis wie 1475, widersprüchliche Angaben] wurde die Kleinstadt bei der wohl bekanntesten Überschwemmung des 15. Jahrhunderts unter Wasser gesetzt. Eine Abbildung dieses Überschwemmungsereignisses ist in der Luzerner Bilderchronik des Diebold Schilling enthalten. Schilling berichtet, dass an diesem Tag ein heftiges Gewitter am Pilatus tobte. Dieser ist im Hintergrund des Bildes zu sehen und ist sehr wirklichkeitsgetreu abgebildet worden. Der Ränggbach brach schliesslich aus und vereinigte sich mit dem Kriembach. In der hinteren Bildmitte ist dieser vom Pilatus her kommend zu sehen und fliesst dann vom linken Bildrand in Richtung der Luzerner Stadtmauer weiter. Baumstämme, Steine und ganze Häuser seien vom Wasser mitgerissen worden und Menschen ertranken. Die Kriembachbrücke links im Bild wurde zerstört, genauso wie das Schutzgatter beim Barfüssertor. Im Bild ist auch zu sehen, dass der eigentlich trockene Hirschengraben neben der Stadtmauer überflutet wurde. Das Wasser stand so hoch, dass man teilweise nur noch mit Booten zu den Häusern gelangen konnte. Man glaubte, die ganze Luzerner Kleinstadt würde untergehen.	Keller (2013)
1532, 27.7.	Gewitter	[...] kam nachmittag ein wetter mit hagel, doch nit gar vil, und kam ein wasser entweris (in die Quere) dahar gegen schulthess Hugon gut bi Kriens, über den berg harin, ganz ungestüm, das in Kriensbach sich zutrug mit grossem schaden der garten und güter dern obern grund ab. Es folgen Ueberschwemmungen 1532 und 1554.	Baechtold (1876) Stirnimann (1882)
1554, 20.7.	Gewitter	Es folgen Überschwemmungen 1532 und 1554; über letztere erzählt Cysat: "Der Kriembach gieng abermals grusam an, us Bergwassern, überflüssigem Regen und Wolkenbruch verursacht, lief über alles Gelend und den Boden gegen Krienz und bis zur statt, dass das Wasser alles Gelend zwischen beiden mueren so bi 100 Schritten wit ist, überschwemmt und ouch zum selben Thor über die Brugg und unterhalb dem Grendel zur selben Thüren herin, durch die ganze minder statt nieder in die Barfüsserkilchen lief by 2 Schue tief, truog grosse hölzer; man sturmp und besorgt man, es würde die mindere Stadt vertränken. Die Burgerschaft hat grosse Arbeit, den abschwimmenden hölzernen und Bäumem zu weren, dass sy sich nit anhängtend zum Schaden der statt. Dess kam ouch ein redlicher Burger, der Werenmeister umb syn Leben, dann als er uffdem stäg oder brügklin by den alten Badstuben gegen die Pfistergassen die hölzer half abschalten, hat die die Ungestüme des Wassers inn mit dem stäg hinweggenommen, dass inne niemand reken mögge. Diese Verflözung und Wolkenbruch tat ouch oberhalb durchuff bis für Obernow uffhin, uff 2 stund wegs wyt, merklichen Schaden." In Folge vielen Regens und eines Wolkenbruchs trat der Kriembach aus. Starker Schaden. In der Barfüsserkirche stand das Wasser 2 Schuh hoch.	Stirnimann (1882) Weikinn (1960)
1558		Bei einer Kriembach-Überschwemmung floss das Wasser zum Kriensertor hinein bis zum Choraltar der Barfüsserkirchen.	Weikinn (1960)
1570, 28.8.	Gewitter	"Aber eine solche und ganz glychförmige Verflözung des Kriembaches uff Pelagi" (Cysat) Das Wasser ging nach gleicher Quelle in der Barfüsserkirche bis zum Frauenaltar. Grosse Kriembach-Überschwemmung infolge eines Wolkenbruchs. Das Wasser fliesst durch das Kriensertor und in der Barfüsserkirche bis zum Hochaltar. Das nächste durch den Kriembach/Ränggbach verursachte Hochwasser ereignete sich am 28. August 1570. Wieder war Regen die Ursache für die Überschwemmung und wieder war auch die Barfüsserkirche überflutet. Das Wasser in der Kirche war ungefähr knietief. In der Luzerner Kleinstadt benutzte man Schiffe, um sich fortzubewegen. Viele Keller wurden überflutet und Gebäude beschädigt.	Stirnimann (1882) Amberg (1890) Keller (2013)
1577		Um aber den Abfluss selbst zu verbessern und die Ausbrüche des Baches zu verhindern, wurde gleichzeitig eine Erweiterung des Renggloches beschlossen und ausgeführt, wie dies schon 5 Jahre früher geschehen. "1572 liessen mine herren das Loch im Felsen oberhalb Obernow, da der Kriembachs der grösste Theil hindurch gegen Platten nieder in die Emmen flüst, erwytern, damit es der statt und den güeteren daselbst eben nit mehr so grossen Schaden thäte; als aber das noch nit genugsam, sondern der Bach darüber bis in die statt wiederumb übel (1577) geschedigt, liesset mine G. H. dies loch abermal erwytern, 3 Bergklaffer lang, so viel wyt und 2 Bergklaffer tief, [...]"	Stirnimann (1882)
1588		Das Wasser fliesst durch das Kriensertor in die Barfüsserkirche.	Weikinn (1960)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1597, 24.7. +30.7.	Gewitter	Vom Jahre 1597 erzählt uns Cysat wieder von einer Ueberschwemmung: "Der Kriensbach ist dieses Jahr den 24. Juli, Abends um Vesperzeit, durch gächen und schweren Regen, so man einen Wolkenbruch geschetzt, also stark angegangen, dass er oben an der Landwöhr ob Kriens das Wuhr zer-rissen, usbrochen, ein grusam Last Holz und Steine usgeworfen, ja Stein wie ziemlich Schüwren oder Spycher getragen und durch den Boden hinab durch die statt bis in die Reuss merklichen Schaden gethan." "Eben desselben Jars den 30ten Tag selbigen Monats um 6 Uhr ist er durch gleiche Ursach wiederumb also angeloffen, hat abermals grossen Scha-den gethan und eine Oberkeit der statt Lucern hiemit wie zuvor mehr in grosse Kosten verursacht, [...]"	Stirnemann (1882)
1598, 17.7.		Das nächste Jahr bringt nichts besseres: "Anno 1598 auf Donnerstags sant Ulrike den 17ten Tag Höwmonats Abends um 6 Uren hat es abermalen in gleicher Gfahrd und Schaden erzeiget." (Cysat)	Stirnemann (1882)
1611		Herr Dr. v. Liebenau zählt in folgenden Jahren Ausbrüche und Überschwemmungen der Stadt Luzern auf: 1611, 1626, 1641, 1643, und 1673 und fügt bei, dass 1626 und 1641 das Wasser des Kriensbachs in die Barfüsserkirche eindrang, so dass die Priester auf Stegen Messe lesen mussten.	Stirnemann (1882)
1616		Jost Mohr giebt in seiner 1840 über den Renggbach erschienen Broschüre noch an: "1616 und 1617 wurden die Hochöfen im Kriensbache und beide Male die Hammerschmiede weggeschwemmt."	Stirnemann (1882)
1617		Jost Mohr giebt in seiner 1840 über den Renggbach erschienen Broschüre noch an: "1616 und 1617 wurden die Hochöfen im Kriensbache und beide Male die Hammerschmiede weggeschwemmt."	Stirnemann (1882)
1626		Herr Dr. v. Liebenau zählt in folgenden Jahren Ausbrüche und Überschwemmungen der Stadt Luzern auf: 1611, 1626, 1641, 1643, und 1673 und fügt bei, dass 1626 und 1641 das Wasser des Kriensbachs in die Barfüsserkirche eindrang, so dass die Priester auf Stegen Messe lesen mussten. Jedoch ist bekannt, dass im Frühjahr 1626 der Ränggbach ausbrach, grosse Verwüstungen in der Stadt anrichtete und auch die Barfüsserkirche überflutete. Die Messe in der Franziskanerkirche musste deswegen auf einem Boden aus Holzbrettern gehalten werden.	Stirnemann (1882) Keller (2103)
1641		Herr Dr. v. Liebenau zählt in folgenden Jahren Ausbrüche und Überschwemmungen der Stadt Luzern auf: 1611, 1626, 1641, 1643, und 1673 und fügt bei, dass 1626 und 1641 das Wasser des Kriensbachs in die Barfüsserkirche eindrang, so dass die Priester auf Stegen Messe lesen mussten.	Stirnemann (1882)
1643		Herr Dr. v. Liebenau zählt in folgenden Jahren Ausbrüche und Überschwemmungen der Stadt Luzern auf: 1611, 1626, 1641, 1643, und 1673 und fügt bei, dass 1626 und 1641 das Wasser des Kriensbachs in die Barfüsserkirche eindrang, so dass die Priester auf Stegen Messe lesen mussten.	Stirnemann (1882)
1652, August		Im August 1652 fand ein Hochwasser im Ränggbach statt, welches ebenfalls in den Kriensbach -Rechnungen erwähnt wird. Obwohl das Bachbett des Ränggbachs im Juni bereits mit einem Geissfuss von Geschiebmaterial befreit wurde, musste der Bach nach dem Hochwasser erneut ausgeräumt werden, da er wieder vollständig mit Geschiebe aufgefüllt war. Zudem mussten auch zerstörte Wuhre repariert und teilweise gänzlich ersetzt werden. Bis Ende August wurden allein für die Reparaturarbeiten durch die Bachknechte insgesamt 146 Tagelöhne ausgezahlt.	Keller (2013)
1662, August		Im August des gleichen Jahres ging der Kriensbach/Ränggbach über seine Ufer und verwüstete die Verbauungen im Wasser und wohl auch seine Umgebung. Trotzdem beliefen sich die Kosten lediglich auf 17 fl, obwohl zusätzlich zu den Reparaturen auch ein Neubau erstellt wurde.	Keller (2013)
1673	Dauerregen	Herr Dr. v. Liebenau zählt in folgenden Jahren Ausbrüche und Überschwemmungen der Stadt Luzern auf: 1611, 1626, 1641, 1643, und 1673 und fügt bei, dass 1626 und 1641 das Wasser des Kriensbachs in die Barfüsserkirche eindrang, so dass die Priester auf Stegen Messe lesen mussten. Überschwemmungen in der Innerschweiz und im Bergell wegen anhaltendem Regenwetter. Schäden notierte man im Schächental, in Kriens und in Luzern (Renggbach).	Stirnemann (1882) Röthlisber- ger (1991)
1686		Im Ränggbach fand 1686 ein kleineres Hochwasser statt, welches in anderen Quellen, womöglich aufgrund des geringen Sachschadens, unerwähnt bleibt. Es wird lediglich von der Zerstörung eines Wuhrs berichtet, für dessen Reparatur nur gerade 3 fl 24 β aufgewendet werden mussten.	Keller (2013)
1709, August		Jedoch könnte im August 1709 ein Hochwasser im Kriensbach/Ränggbach stattgefunden haben. Für die „Reparierung des Kriensbachs sampt Knechten und fuohrlon“ wurden 214 fl 24 β aufgewendet. Die Charakterisierung der Tätigkeiten als Reparaturarbeiten und die Bezugnahme auf den Bach als Ganzes und nicht auf einzelne Wuhre könnten auf ein Hochwasser hinweisen.	Keller (2013)
1717, Mai		1716/17 folgt ein weiterer Hinweis auf ein Hochwasser. Im Mai 1717 wurden 48 fl bezahlt, um „die Brugg Wo Man in Herrgotts-Wald gehet widerumb daazu machen, das Selbige wuhr aufzurichten, und für Sonstige arbeit“. Dies deutet auf ein Hochwasser hin, welches die Brücke und das dazugehörige Wuhr beschädigt hatte.	Keller (2013)
1723		Einen neuen Ausbruch finden wir 1723 verzeichnet, welcher wieder bedeutende Arbeiten nach sich zog und den Aufsehern Anlass zu Betrügereien gab.	Stirnemann (1882)
1735		Eine kleine Ausgabe im Jahr 1735 in Höhe von 1 fl 21 β gibt einen Hinweis auf ein Hochwasser im Mittleren Kriensbach , welcher unabhängig vom Ränggbach viel Wasser geführt hat. Die Kosten beziehen sich auf die zusätzliche Arbeit der Knechte „beim grossen Wasser“.	Keller (2013)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1738, 1.6.	Gewitter	Seit jeher sind die Siedlungsgebiete von Kriens , Horw und der Stadt Luzern durch Hochwasser des Rengg- und des Krienbachs bedroht. Davon zeugen die umfangreichen Verbauungsmassnahmen im Einzugsgebiet sowie im Mittel- und Unterlauf des Renggbachs . Dank dieser Massnahmen verursachte der Renggbach seit seinem letzten grossen Ausbruch im Jahre 1738 keine Schäden mehr im überbauten Gebiet.	VAW (1999)
		Am 1. Juni 1738 wird der Renggbach wieder von einer Wassergrösse heimgesucht, und an diesem Tage fand der bis heute letzte Ausbruch des Baches nach Luzern statt. An dieser Überschwemmung, die ganz bedeutenden Schaden anrichtete, erinnert die beim Spital angebrachte Tafel mit einer Marke, welche den Wasserstand anzeigt (1.60 m über dem Trottoir) und folgender Inschrift: Anno 1738 den ersten Brachmonat, An Allerheiligen Dreyfaltigkeit Tag Auf den Abend Um Vier Uhr, Ist der Krienbach Also Gross Angeloffen, Das Durch Den Grund Hinunter Und Die Klein Stadt Alles überschwemmt Worden. Die Höhe Des Wassers Ist Gegangen Bis An Diesen Strich. Gott Und Seine Liebe Mutter Behütte Uns Weiters Alle, Samt Der Stadt Von Einer Solch Grausamen Wasser Fluth. Einen interessanten Bericht über diesen Ausbruch hat uns Frz. Urs Balthasar hinterlassen, den wir hier in der Hautsache wiedergeben wollen. "Betreffend den Ueberguss ist selber den 1. Juny an dem heiligen Dreifaltigkeit Sonntag erfolgt und gegen halber 6 Uhr Abends in der Stadt verspühret worden. Vorher umb 4 Uhr hat sich undden an dem Pilatusberg ein starkes Gewitter erhebet und in einen Platz-Regen eingelassen: wodurch sich alle auch sonst nur kleine Bächlein ergossen und in den Krienbach versamlet, welcher mit grossem Ungestümm mit Führung, Stein, Holz, Erden den Berg herab-gerollet und zuerst an den Wuhren solchen Widerstand gefunden, dass er nit gleich durchbrechen vermöchte, obschon er bei der Schlucht gegen der Rengg-Brugg wohl 37 Schuh hoch gestiegen und an selber Felsenstein und Holz zerschmetterte und zermahlete; Ja so grimmig durchstriefte, dass er auch selbigen Durchbruch bey dem Anschutz umb die Hälfte vast erweitert hat. Hierbey bliebe es aber nicht lang, dass Unglück wollte, dass der Fischernbach, so herwerts dem Herrgottwald sich auch in den Krienbach ergiesset, von dem Wolkenbruch gleichfältig angetrieben, mit eben so grossem Getöss und Gerassel herabgerumplet, Stein, Bäum und was er ergriffen mögen, mitgeföhret und gleichsam den Lauf des Krienbbaches zerschnitten und gehämnet: welches dann augenblicklich verursacht, dass selber allen mitgeföhrt Wuost müsse liegen lassen, und weil er solchen nicht fortzutreiben vermöchte, dass Bett völlig anhäuften. Auf welchen Erfolg er die Wuhr überstiegen in der Kriener-Boden gedrungen, sich dorten ergossen erbreitert und also seinen Lauf der Statt zugenommen." "Was er nun bey denen Saagen und Häusern an Holz und schwimmender Materi angetroffen, das musste alles herhalten, und mit geschleppt werden. Weilen anbey der Schwahl des Wassers der Tieffe zutruege, thate der obere mit dem unteren Bach sich vereinigen, wodurch dann gleich das kleine Krienzbach.Bett überfüllt wurde, dass er sich auf beide musste ausgiessen. Das stäte Anwachsen trohete denen am Bach nahe anliegenden Häusern den völligen Untergang. Bei vielen hat er augenblicklich die Keller, Stuben und Küchen mit Wasser gehäuften, bey dem obern Thor, weil der gemeine Ausfluss zu schmal war, thäte er sich heftig schwellen [...] "Der Fahl des eindringenden Bachs hat das Erdreich bis an zwei Schuh an das Spital-Egg hinweggespühlet, dass amn auch dorten anfienge in Sorge zu stehen, es möchte dieseses Gebäu noch kosten." [...] "So viel Schrecken und Jammer aussert dem Thor, nicht weniger Kummer ware innert desselben: die ganze Pfistergass stunde mit Wasser angefüllt" [...] "Den anderen Tag hat man erst mit traurigen Augen den Schaden gesehen: Die gantze Klein Stadt befande sich mit Lätt und Wuost übersarret, die Keller voll Wasser, der Hirschengraben mit Stein, Holz etc. angefüllt."	Stürnimann (1882)
		Der Abfluss des Ränggbachs wurde dadurch gehemmt und das Geschiebe häufte sich mehr und mehr an, sodass der Bach schliesslich in Richtung Kriens und Luzern ausbrach. Auf dem Weg zum Krienbach riss der Ränggbach alles, was nicht fest im Boden verankert war, mit sich. Auch der Krienbach trat dann aufgrund des vielen Geschiebes über seine Ufer und setzte augenblicklich alle angrenzenden Häuser unter Wasser. In der Stadt angekommen, staute sich das Wasser vor dem Oberen Tor, da der Durchlass zu klein war. Die Brücke wurde stark beschädigt und die Ecke des Spitals wurde unterspült, sodass man fürchtete, das Gebäude würde einstürzen. Das Wasser floss durch die Spitalkirche hindurch und überflutete auch den Jesuitenplatz. Die Mauer am Hirschengraben vor dem Tor wurde vom Wasser und Geschiebe eingedrückt. Dadurch konnte sich der Bach in Richtung des Frauenklosters im Bruch ausbreiten, was noch grössere Schäden in der Kleinstadt verhindert hatte. Die Pfistergasse stand unter Wasser. An der Krienbrücke versuchte man, das angeschwemmte Holz mit langen Stöcken um die Pfeiler herum zu führen, damit dieses sich nicht verkeilen konnte. Gleichzeitig drohten beim Restaurant Sternen die Häuser einzubrechen, da der Boden vom Wasser ausgefressen wurde. Man versuchte dort mit Holzplatten und Steinen, das Wasser abzuhalten, was dazu führte, dass das gegenüberliegende Wäschehaus stärker angegriffen wurde und einzusinken begann. Gegen 22.00 Uhr ging die Überschwemmung langsam zurück. Erst am nächsten Tag wurde das Ausmass der Katastrophe sichtbar. Die ganze Kleinstadt war mit Geschiebe überhäuft, die Keller standen unter Wasser und überall war „alles zerstört und zerrüttet“. Zudem waren die meisten Brunnen, welche ihr Wasser vom Krienser Boden her bezogen, abgestanden. Noch heute erinnert eine Gedenktafel am alten Spital an die verheerende Überschwemmung von 1738 und zeigt mit einem horizontalen Strich den Stand des Hochwassers mit 1.6 Metern über dem Trottoir an.	Keller (2013)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1738, 1.6.		Dass alle in den Jahren 1532 - 1737 ausgeführten Arbeiten, für welche sich allein die Barauslagen auf Fr. 200'000.-- nach heutigen Geldwerten belieben, nicht imstande waren, ein grösseres Unheil abzuwenden, bewies die Katastrophe vom 1. Juni 1738. Durch ein am Pilatus niedergehendes Gewitter schwoh der Renggbach in gewaltiger Weise an und stürzte mit einer Unmasse von Geschiebe zu Tal (bei der Hergiswaldbrücke soll der Strom 37 Fuss Höhe erreicht haben). Unglücklicherweise war auch der Fischereibach in gleicher Höhe angeschwollen und versperrte mit seinem Geschiebe bei seiner Einmündung in den Renggbach dessen Abfluss nach dem Renggloch, so dass der Renggbach gegen Kriens und Luzern gedrängt wurde, Not und Verderben bringend auf seinem Wege. Beim Spital in Luzern stand das Wasser 1.60 Meter über dem Trottoir. Die Verheerungen waren derart, dass der Bauausschuss bei einem nochmaligen Ausbruche des Baches den Untergang der Kleinstadt befürchtete. Glücklicherweise fand an diesem Tage der letzte Ausbruch des Baches nach Luzern statt. Nachdem der Bach wieder verschiedene Male mit Ausbruch gedroht, wurde in den Jahren 1749 und 1766 das Renggloch wieder erweitert durch Sprengung von 1500 m ³ Fels.	Spieler (1930)
		Sehr starke Überschwemmung des Krienbaches . Luzern teilweise unter Wasser. Grosse Schaden.	Weikinn (1960)
1741, 9.8.	Gewitter	1741: Wieder Wassergrösse im Renggbach , in Folge eines 2 Stunden dauernden Wolkenbruches, die aber keinen Durchbruch verursachte. Die Kleinstadt hatte zwar am gleichen Tage (9. August) eine gefährliche Überschwemmung, wobei nach den Verhandlungsprotokollen des Rathes "die grausame Wasserfluth 2 Schuh höher als 1738" stand (eine offenbare Übertreibung); diese Überschwemmung rührte übrigens vom unteren Krienbach her. Der Renggbach wurde aber gleichen Tags nach dem Bericht vom Krienbach meister Rusconi ebenfalls vollständig mit Steinen angefüllt und die Fischernbrücke weggerissen.	Stirmimann (1882)
		Heisser Sommer mit «Ungewittern und vielen grossen Wassern». In der Innerschweiz ereigneten sich viele Überschwemmungen, Erdbrüche und Schlipfe. Unter anderem wurde die Klein-Stadt in Luzern durch den unteren Krienbach überflutet.	Röthlisberger (1991)
		Grosse Überschwemmung des Kriensbaches . Luzern teilweise unter Wasser. Grosse Schaden.	Weikinn (1960)
		Bei der Überschwemmung wurden die Brücken, welche über den Krienbach führten, zerstört. Beim Oberen Tor und dem Spital waren die Schäden noch grösser als 1738. Die Strassen waren so stark mit Geschiebe und Schutt aufgefüllt, dass man sie sogar zu Fuss nicht mehr passieren konnte. Sowohl Bäume und Äste, als auch Holz, welches unter anderem von den Sägereien mitgerissen wurde, fanden über den Hirschengraben ihren Weg bis zum See und zerstörte einen Teil der Kapellbrücke. Trümmerstücke der Brücke trieben dann weiter abwärts zur Reussbrücke, welche dadurch ebenfalls zerstört wurde. Hilfsmannschaften arbeiteten bis um zwei Uhr in der Nacht und versuchten den Schaden gering zu halten.	Keller (2013)
1749	Gewitter	Ein Wolkenbruch vom Jahre 1749 hätte den Renggbach nahezu wieder zum Ausbruch gegen Luzern gebracht.	Stirmimann (1882)
		[...] als 1749 wieder eine der häufigen Fast-Katastrophen erfolgte.	Roesli (1965)
1766		Im Jahre 1766 drohte der [Rengg-]Bach wieder an 3 Orten auszubrechen und zwar hauptsächlich bei der Herrgottswaldbrücke; gemäss noch vorhandenem Bericht des Amtmanns, welcher den Augenschein vornahm, fand dieser "die Brugg, die in den Herrgottswald geht, so ungefähr 40 Fuss hohl gelegen, ausgefüllt, dass kein Kind grad darunter durchgehen kann." Viele Wuhren waren zerissen und oberhalb der Fischernbrücke "der Bach beiderseits bis an eine Hand breit ausgefüllt". Kleine Ausbrüche fanden statt: links in den Blattighof und rechts in die Rüttimatt unterhalb des Schachenwaldes.	Stirmimann (1882)
1784		Im August 1784 erscheint nach längerer Zeit wieder ein eindeutiger Hinweis auf eine Überschwemmung im Ränggbach/Krienbach . „Wegen über lauff des wasser[s]“ mussten zusätzliche – jedoch sehr geringe – Summen aufgewendet werden, sodass es sich hier vermutlich nur um ein kleineres Hochwasser gehandelt hat.	Keller (2013)
1806, 24.5.		Überschwemmung in Kriens . 25 Betroffenen erlitten einen Schaden an Kulturen in Höhe von Fr. 38'080.	Lanz-Stauf-fer & Rom-mel (1936)
1811, 5.7.	Gewitter	1811 den 5. Juli trat wieder eine Wassergrösse ein und der [Rengg-]Bach brach oberhalb der Fischernbrücke links in die anstossenden Güter aus; [...]	Stirmimann (1882)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1811, 5.7.		Wolkenbrüche, Überschwemmungen, Rutschungen in Malters, Werthenstein und Kriens . 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 Krienser Boden, als auch die Stadt. An den Bachverbauungen und den Höfen in der Umgebung entstanden dabei grosse Schäden. Zudem kam es auch zu Hangrutschungen, 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 Kriensbach , das Wasser bedeckte die Gassen, Kriens und Umgebung. Bedeutender Schaden.	Pfyffer (1852)
		Ein durch einen langen und intensiven Platzregen verursachtes Hochwasser am 7. Juli 1823 führte zwar zu Schäden im Bach, der Damm blieb jedoch ganz. Auch der Kriensbach und der Gütschbach stiegen an diesem Tag rasch an. Der Kriensbach verursachte grosse Schäden im Krienser Boden. Beim alten Spital in Luzern betrug die Wasserhöhe mehr als einen Schuh und das Wasser verteilte sich vom Franziskanerplatz aus sowohl in Richtung des Wirtshauses Wilden Mann, als auch auf den Vorplatz der Jesuitenkirche. Stirnimann erwähnt für dieses Ereignis auch einen Rapport des Feuerwehrkommandanten. Darin sei zu lesen, dass die Brücken im Obergrund weggeschafft wurden, weil sie bei Hochwasser leicht beschädigt werden und sich allenfalls auch Holz in den Brückenpfeilern verkeilen könnte. Dies weist darauf hin, dass man sich bei starkem und plötzlichem Regen durchaus der Gefahr einer drohenden Überschwemmung bewusst war und sich darauf vorbereitete, indem man Massnahmen einleitete.	Keller (2013)
1826, 12.6.		Schon am 12. Juni 1826 folgte die nächste Überschwemmung des Kriensbachs , welche fast genau so hohe Wasserstände wie 1823 zur Folge hatte.	Keller (2013)
1835, 5.6.	Gewitter	Der 5. Juni 1835 brachte in Folge Hochgewitters eine Wassergrösse, wobei der Fischernbach gleichzeitig mit dem Renggbach mächtig anschwell. Ersterer trat aus, nachdem er den grossen Steinwalm oberhalb der Fischernbrücke, seinem Einlaufe schief gegenüber, total unterspült hatte, griff die Schale im Rücken an und durchschlug dieselbe an zwei Stellen; zwei Stücke von zusammen 40 m Länge waren in kurzer Zeit verschwunden.	Stirnimann (1882)
1840, 7.6.	Gewitter	Renggbach : Ein Wolkenbruch am 7. Juni 1840 brachte wieder Wassernoth; die Wogen stiegen ausserordentlich hoch und trieben mit rasender Eile und mit unwiderstehlicher Gewalt Berge von Geschieben und Holz durch die Schale. Nach kurzer Zeit griff die Gewalt des Wassers die rechtsseitige Bachmauer beim Giessbett an, durchschlug den Ehehaften-Kanal und hölte dann an dieser Stelle einen Kanal von 5 m Tiefe aus. Indem sich nun diese Vertiefung bachaufwärts im Rücken der Schale verlängerte, verlor letztere rechterseits die Unterlage und musste weichen; 160 m des mit grossen Kosten erstellten Bauwerks waren in Zeit von weniger als einer Stunde verschwunden.	Stirnimann (1882)
1846, 24.8.	Dauerregen	Überschwemmungen in der ganzen Nordschweiz verursacht durch Wolkenbrüche und gewaltige Regengüsse. [...] Luzern: Überschwemmungen durch die Reuss, Emme und andere Bäche. Schwerpunkte waren das Entlebuch und die Regionen Willisau, Malters, Luzern, Hochdorf und Sursee.	Röthlisberger (1991)
1852, 17./18.9.	Dauerregen	Dieses Hochwasser gilt als eines der grössten des schweizerischen Mittellandes. Die Überschwemmungsgebiete reichten vom Boden- bis zum Genfersee. Ursache waren 52stündige, ununterbrochene Regenfälle mit Hochgewitter. [...] Luzern: Verwüstungen durch die Wigger, Pfaffern, Rot und Kleine Emme.	Röthlisberger (1991)
1865, 28.7.		Überschwemmungen und Erdschlipfe in Horw .	Lanz-Stauf-fer & Rom-mel (1936)
1874, 12.7.	Gewitter	Der 12. Juli dieses Jahres aber sah den Renggbach wieder in seiner natürlichen Wildheit. In Folge eines Hochgewitters schwoll derselbe am genannten Tage zu schreckenerregender Höhe an und führte eine Unmasse von Geschieben und insbesondere auch Holz mit. [...] Oberhalb der Fischernbrücke wurden links alle Holzwuhren und rechts eine 30 m lange Mauer weggerissen; die Bachsohle erhöhte sich stellenweise durch Ablagerungen über die Höhe des angrenzenden Landes und der Bach trat in die Blattiggüter aus. An der Fischernbrücke, beim Einlauf des Ehehaftenbaches, war die rechtseitige Mauer zerstört und bei weiterem Andauern der Wassergrösse hätte hier unbedingt ein Ausbruch gegen Kriens stattgefunden. Von der Steinschale wurde unten der senkrechte Abschluss und ein Stück der Schale selbst weggerissen, ebenso die Ufermauern links und rechts unterhalb der Schale und beim Stolleneggsteg. Weiter unten war beidseitig Land weggespült bis auf 15 m Breite und beim Renggloch hatte sich eine Unmasse von hergeschwemmtem Holz in einem bunten Knäuel aufgethürmt.	Stirnimann (1882)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1874, 12.7.		Am 12. Juli 1874 drohte der Renggbach bei der Fischerenbrücke neuerdings auszubrechen.	Spieler (1930)
		Kriens . Letzten Sonntag Abend, ca. um 7 Uhr, entlud sich über den Pilatus ein furchtbares Gewitter, das besonders die Gemeinde Schwarzenberg in Folge Überschwemmung des Bergbaches „Rümlig“ schwer heimsuchte; auch Kriens hat durch die „Rengg“ und den „ Krienbach “ gelitten, hauptsächlich aber die Stadtgemeinde Luzern, welche durch den kaum eine halbe Stunde andauernden Wolkenbruch bedeutende Wuharbeiten im „Rengloch“ und bis weit hinauf gegen die „Herrgotswaldbrücke“ neu zu erstellen hat.	Wächter am Pilatus, 15.7.1984
1880, 12.7.		Renggbach : [...] Die Strecke oberhalb der Fischernbrücke wurde wieder, wie gewöhnlich, mit Geschieben vollständig angefüllt und es musste an dieser Stelle die bedenkliche Thatsache konstatiert werden, dass auch heute noch ein Durchbruch des Baches gegen Kriens gar wohl möglich ist, ohne dass die wuhrpflichtige Stadtgemeinde Luzern irgend welches Verschulden träge.. der Bach war vorher total ausgeräumt und doch ragte an einer Stelle nach dem Hochwasser die vorher 4.20 m hohe Stützmauer nur noch 30 cm aus dem Schutte hervor.	Stirnemann (1882)
		Ein erneuter Ausbruch des Ränggbachs in Richtung Kriens und Luzern blieb nur ganz knapp aus.	Keller (2013)
1880, 26.8.	Gewitter	Lokale Gewitter über dem östlichen Kantonsteil von Zug [...], der Pilatusgegend und im Thurgau.	Röthlisberger (1991)
1881, 2.9.	Dauerregen	[...] Der zweitägige Regen hat die Bächlein, Bäche und Flüsse stark anschwellt, so dass man von Überschwemmungen hören wird.	Luzerner Tagblatt
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	Leichtes (<0.2 Mio CHF) Hochwasser im Krienbach .	Gees (1997)
		Wolkenbruch in Kriens . 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, Kriens , 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 Krienbach , 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 Krienbach 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. [...] Das Unwetter hat die Schweiz tatsächlich vom Lemman zum Boden[see] durchstrichen, und zwar in 7 Stunden, indem es noch um 4 Uhr am Genfersee sich bemerkbar machte, ca. 11 Uhr aber an der Ostmark das Land verliess. Es werden folgende Regenmenge gemeldet: [...] Pilatus 48 mm.	Wächter am Pilatus, 15. Juni 1907
		In Kriens richtete der Hagel, ein Wolkenbruch und der ausgetretene tobende Krienbach grossen Schaden an. Ein Mann wurde von den reissenden Fluten fortgerissen und ertrank.	Brandstetter (1911)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1907, 12.6.		Grosses Hochwasser und starker Hagel auch im Amt Luzern und Entlebuch. Luzern und Entlebuch 64 mm Niederschlag.	Meier (1939)
1909, 13.7.		In Kriens ist der Kriensbach hoch angeschwollen.	Brandstet- ter (1911)
		Kriens : Am Sonntag Abend ist der 50 jährige Landwirt Hr. Holzern, Unterhaus, auf seinem Heimweg in den hochangeschwollenen Kriensbach gefallen und ertrunken.	Katholi- scher Volksbote, 17. Juli 1909
1910, 19.1.	Dauerregen, Schnee- schmelze	Überschwemmungen vor allem in der Westschweiz infolge einsetzender Schneeschmelze verbunden mit reichlichen Niederschlägen. [...] In der Innerschweiz wurden die Kantone Uri (u.a. Verklausung der Reuss durch die Bristenlaui mit Durchbruch und Flutwelle), Obwalden und Luzern (Entlebuch, Willisau, Sursee) getroffen.	Röthlisber- ger (1991)
		Überschwemmungen in vielen Gegenden des Kantons Luzern. Katastrophales Hochwasser in der Westschweiz, 3-tägiger Landregen von 100-200 mm.	Meier (1939)
		Horw . 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.	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 Stau- regen 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 Stal- lungen, zerstörte Dämme, unterbrochene Strassen und Eisenbahnlinien, viele weggeschwemmte Brücken. Am 14. Juni auf dem Pilatus 138 mm Nie- derschlag.	Meier (1939)
		Auch in Horw hat das Unwetter arg gehaust. In der Nacht vom 14. auf 15. Juni musste ein Teil der Feuerwehr aufgebeten 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 Brützbächli 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.	Luzerner Tagblatt, 19.6.1910
		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.[...]	Katholi- scher Volksbote, 18. Juni 1910
1910, 6.9.		Grosses Hochwasser in den Gegenden Kriens , Horw u.a.	Meier (1939)
1912, 23./24.6.	Gewitter	Gewitter, wolkenbruchartiger Regen und grosses Hochwasser zwischen Kriens und Luzern (Kriensbach), Eigenthal 93 und 33 mm, Luzern 64 und 27 mm	Meier (1939)
		Die Hochwasser vom 15. Mai 1911 und 23. Juni 1912, besonders letzteres, haben mit den am untern Renggbach bestehenden Bauten fast vollständig aufgeräumt, mit Ausnahme der in Mörtelwerk erstellten Objekte.	Spieler (1930)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1917, 9.6.		9.6: Wasser- + Rutschungsschäden in Horw . 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, 15.3.		Wasserschaden in Kriens . Schaden: 10'850 sFr.	Lanz-Stauf- fer & Rom- mel (1936)
1921, 15.5.	Gewitter	Gewitter, wolkenbruchartiger Regen und Gewaltiges Hochwasser im nördlichen und nordöstlichen Pilatusgebiet: Rümli, Renggbach , Steinibach und Hinterbach, bei Ziegelfabrik und Bahnhof Horw ein See. Eigenthal 109 mm	Meier (1939)
		Überschwemmung in Horw durch den Hinter- + Steinibach . Kulturen und Bodenschaden Fr. 13,000. 30 Betroffene.	Lanz-Stauf- fer & Rom- mel (1936)
1927, 2.8.	Gewitter	Unwetterkatastrophe über den mittleren Teil des Kantons Luzern: Gewitter, wolkenbruchartig, katastrophal, schwerer Sturm. [...] Gross war auch der Hochwasserschaden; die Niederschlagsmenge wird 50-80 mm innert ½-1h betragen haben. [Die Gemeinden Kriens oder Horw werden nicht explizit erwähnt.]	Meier (1939)
1928, Mitte Fe- bruar	Dauerregen, Schnee- schmelze	Überschwemmungen und Rutschungen in 12 Kantonen infolge einsetzender Schneeschmelze und anhaltender Niederschläge. Schäden wurden aus folgenden Kantonen gemeldet: Uri (Reuss- und Schächental), Schwyz, Obwalden, Luzern (durch Ilfis und Kleine Emme), Graubünden (Prättigau, fünf Dörfer), St. Gallen, Appenzell, Thurgau (Thur und Murg), Zürich (Töss und Thur), Bern, Solothurn und Waadt.	Lanz-Stauf- fer & Rom- mel (1936)
1931, 26.-30.5.	Gewitter	Gewitter mit Überschwemmungen in 8 Kantonen. Schwer betroffen wurde vor allem der Nordosten des Kantons Aargau (Zurzach, Surbtal u.a.) und das Eigental (Emmental).	Röthlisber- ger (1991)
1934, 9.9.	Gewitter	Renggbach : ca. 250 m ³ Pflasterung der Schale Renggschachen weggerissen.	VAW (1999)
		Abflussspitze -Stolenegg: 103 m ³ /s.	
		Renggbach , Kriens-Stolensteg; Abflussspitze: 103 m ³ /s	ASF (1974)
		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. [...] Der Renggbach führte ungeheure Wassermengen und ohne das grosse Verbauungswerk hätte dieses riesige Hochwasser für Kriens und Luzern von katastrophalen Folgen sein müssen, wie dies in früheren Jahrhunderten wiederholt der Fall war.	Meier (1939)
1935, 25.5.	Gewitter	Heftiges Gewitter, wolkenbruchartig, starker Hagel: Grosses Hochwasser südöstlich von Kriens (Himmelrich)	Meier (1939)
1937, 6.7.	Gewitter	Heftiges Gewitter, wolkenbruchartig: Grosses Hochwasser und grössere Erdrutschungen im nordöstlichen Pilatusgebiet; Gemeinde Kriens , Horw , Hergiswil, Alpnach; namentlich durch Schlossbach , Schlundbach, Hinterbach, Steinibach . Niederschlag (Pilatus): 50 mm, im Wolkenbruchgebiet wahrscheinlich 60 - 80 mm.	Meier (1939)
1937, 31.8.	Gewitter	Gewitter, wolkenbruchartiger Regen und Gewaltiges Hochwasser des Renggbaches , 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, 26.6.	Gewitter	Ein ähnlicher Wolkenbruch (wie am 11.7., s.u.) von mindestens 120 mm Niederschlag innert ein bis zwei Stunden, vermischt mit starkem Hagel-schlag, entlud sich am 26.Juni, nachmittags im obern Renggbach gebiet und verursachte gewaltige Hochwasser des Rotbachs und des Renggba-ches . Schäden an Wuhren und Verbauungen, sowie Kulturschaden durch Überschwemmungen und Hagelschlag. Die Regenmessstation Buchsteg welche schon ausserhalb des Wolkenbruches lag und keine Hochwasser meldete, hatte noch 55 mm Niederschlag gemessen.	Meier (1939)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
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 Renggbaches , sowie dessen Zuflüsse, die bedeutenden Schaden an Wuhren, Strassen und Kulturen anrichteten. Enormer Schaden auch durch starken Hagelschlag, 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 (Eigentel) 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 Höchberg.), 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 m ³ /s, Einzugsgebiet 18 km ² . Zus.: Niederschlagskarte	Meier (1939)
1948, 2.8.	Gewitter	Renggbach : Ablagerungen in der Kleinen Emme. ca. 4'000 m ³ . Pflasterung der Schale Renggschachen bei der Mündung in die Kleine Emme weggerissen.	VAW (1999)
		Abflussspitze Renggbach -Blattigbrücke: 65 - 100 m ³ /s	
		Renggbach , Kriens-Stolensteg; Abflussspitze: 115 m ³ /s	ASF (1974)
		Renggbach -Breitenschachen (Schale SBB); Abflussspitze: 137 m ³ /s	ASF (1974)
		Unwetter: Montag nachmittags wurde das Gebiet südwestlich der Stadt Luzern von einem überaus schweren Gewitter heimgesucht. Im Eigental und besonders in Schwarzenberg fiel Hagel, er die Frucht zum grossen Teil vernichtete. Der Rümli trat über die Ufer und führte Baumstämme, Geröll und Schlamm in die Niederung. Die Kantonsstrasse Luzern – Wolhusen wurde an vier Stellen überschwemmt und für den Verkehr unpassierbar. Bei Thorenberg, Blatten, Malters und Schachen floss Wasser über die Strasse. In Malters sammelte sich viel Geröll an. Die Felder standen zu einem grossen Teil unter Wasser und auch in Häuser drangen die Fluten ein. Der Schaden ist gross.	Entlebucher
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.	Röthlisberger (1991)
		Leichtes (<0.2 Mio CHF) Hochwasser in Horw (Krienbach).	Gees (1997)
1960, 31.7.	Gewitter	Renggbach : Abflussspitze Renggbach -Blattigbrücke: 65 - 100 m ³ /s	VAW (1999)
		Ein schweres Unwetter hat gestern Sonntagnachmittag ca. 16 Uhr Malters, Blatten, Littau, Kriens , und Luzern heimgesucht. [...] Im Weiteren wurde Kriens 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 verschlammmt, Dächer abgedeckt, Leitungen beschädigt. Um 22 Uhr war Kriens noch ohne elektrischen Strom.	Entlebucher Anzeiger (1.8.1960)
		Nach dem Unwetter Ende Juli 1960 mit Sturm, Hagel und gewaltigen Regenfällen bildeten der Kleine Krienbach , die Zufahrt zum Brunnenhöfli und die Hergiswaldstrasse einen einzigen reissenden Bach. [Foto auf Titelblatt] Standort des Fotografen: einige Meter südlich des Wegweisers „Brunnenhöfli“, vor dem Haus Hergiswaldstrasse 7/9.	Widmer (1999)
1972, 26.7.	Gewitter	Ausbruch des Althoftobelbaches. Anmerkung: Im Gebiet (betroffene Orte: Luzern, Horw , 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 Horw .	WSL (2015)
1972, 23.11.	Dauerregen	Das anhaltende Regenwetter hat auch in Kriens 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. Besonders böse sah es zeitweise an der Wiggerhalde (oberhalb des Motels) und an der Weinhalde wie im Bereich der Waldheimstrasse aus. Schmutzigbraun 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.	Dauerregen	Kriens : in Horw und Kriens (beide separat aufgenommen) Feuerwehreinsätze (Überschwemmungen).	WSL (2015)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1974, 23.6.		Leichtes (< 0.2 Mio. CHF) Hochwasser in Horw , Kriens , Luzern.	Gees (1997)
		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.	K. Lustenberger, 28.6.1974
1977, 14.7.	Gewitter	Horw : überschwemmte Keller und Strassen; Kanalisationen verstopft. In Kriens oder Horw Erdbeben. Anmerkung: im Gebiet von 16:30 bis 16:45 Uhr heftiges Gewitter ohne Blitze und mit viel Regen.	WSL (2015)
		Leichtes (< 0.2 Mio. CHF) Hochwasser in Luzern, Kriens , Horw .	Gees (1997)
1978, 7.8.	Dauerregen	Kriens : in Kriens zahlreiche Keller und Strassen unter Wasser. Anmerkung: im Gebiet zahlreiche Bachausbrüche. Kriens/ Horw - Schlimmbach : Ausbruch des Krienser Schlossbaches (Schlimmbach oder Schliembach) und des Dorfbaches (beide Bäche separat aufgenommen).	WSL (2015)
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 Renggbach gebiet bei Kriens (LU).	Röthlisberger (1991)
		Renggbach : Grosse Schäden an den Verbauungen im EZG. Rohre an der Untersicht der Blattigbrücke zerrissen. Kleine Schäden an der Schale Renggschachen. Abflussspitze Renggbach -Blattigbrücke: 80 - 120 m ³ /s.	VAW (1999)
		Renggbach gebiet (Ränggloch bis in den Bächen oberhalb Rosshütten Kote 954): Hochwasserschäden an Verbauungen des Renggbaches . Anmerkung: Schadenbereich bei Banzenloch (1000 bis 1100 m ü. M.) ist separat aufgenommen; Hochwasserschäden an Verbauungen des Renggbaches und seinen Zuflüssen. Viele Sperren (v. a. Holzkastensperren) zerstört, aber auch 30 Natursteinsperren zerstört; Sanierung sieht nur noch Betonsperrern vor. Zit. nach LUZERNER NEUESTE NACHRICHTEN, vom 1. Juni 1979: Unwetterschäden am Renggbach werden behoben. Seit Juni 1979 sind am Renggbach Sanierungs- und Reparaturarbeiten im Gange, die im Frühling 1981 abgeschlossen sein sollten. Fritz Rast vom Bauamt Kriens erklärte allerdings, dass anschliessend noch verschiedene Zuflüsse instand gestellt werden müssten. Bezahlt werden die Arbeiten von der Renggbach -Schutzgenossenschaft. 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 Kriens richtete das Gewitter Schäden in Millionenhöhe an.	WSL (2015)
1979, 13.6.	Gewitter	Kriens / Littau: Gewitter über Kriens bis Emmenbrücke; Keller, Garagen und Wohnungen überschwemmt; mehr als 60 Notrufe.	WSL (2015)
1981, 25.6.	Gewitter	Kriens : Insgesamt 27 Feuerwehreinsätze; überschwemmte Keller, Garagen u. a. Quartiere: Spitzmatt und Kehrhof.	WSL (2015)
1981, 17.7.	Gewitter	Kriens : Ausbruch des Krienbaches (wahrscheinlich überschwemmte Keller). Kriens-Sonnenberg: Erdschlipf am Sonnenberg; Zufahrtstrasse gesperrt. Littau: In Littau überschwemmte Keller.	WSL (2015)
1982, 15.8.	Gewitter	Kriens : In Kriens überschwemmte Keller.	WSL (2015)
1983, 24.6.	Gewitter	Kriens -Langrütibach: Unwetter am Freitagnachmittag; Ausbruch Langrütli- und Houelbach (separat aufgenommen); in der Folge Strassen in Kriens mit Schutt und Geschwemmsel überschwemmt; insgesamt 10 Schadenmeldungen (Bagatellfälle). Kriens -Houelbach: Unwetter am Freitagnachmittag; Ausbruch Houel- und Langrütibach (separat aufgenommen);	WSL (2015)
1990, 24.5.	Gewitter	Horw : Hochwasser des Dorfbaches, einige Keller überschwemmt.	WSL (2015)
1992, 21.7.	Gewitter	Horw : Überschwemmte Keller und Strassen, Ausbruch Dorfbach.	WSL (2015)
1992, 21.8.	Gewitter	Horw : Überschwemmungen und Rutschungen. Anmerkung: Hagelfront längs der Linie Romoos-Wolhusen-Malters-Luzern-Inwil-Adligenswil.	WSL (2015)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1993, 23.6.	Gewitter	Kriens: Überschwemmungen, 50 Schadenmeldungen von Wassereintrüben, Ausbrüche des Krienbach . Horw: weite Teile des Vorortes Horw überschwemmt, beträchtliche Gebäude- und Wasserschäden, Ausbrüche Dorf- und Steinibach . Anmerkung: Generell im Grossraum Luzern vermochten Kanalisations 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 Horw 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 Kriens waren zudem die Schulhäuser Oberrau, Roggern und Amlehn vom Unwetter betroffen. In Horw wie auch in Kriens hatte die Feuerwehren alle Hände voll zu tun. [6 Unwetterbilder von Horw .]	Volksbote, 25.7.1993
1993, 5.7.	Gewitter	Kriens, Horw: Überschwemmungen, überschwemmte Keller.	WSL (2015)
1993, 3.8.	Gewitter	Kriens: Ausbruch Krienbach , beträchtliche Schäden. 30 Einsätze, Schäden an 3 Schulhäusern.	WSL (2015)
1994, 10.8.	Gewitter	Kriens: Keller und Strassen überschwemmt; Feuerwehreinsätze.	WSL (2015)
1996, 8.6.	Gewitter	Kriens: Überschwemmungen von Keller und Strassen.	WSL (2015)
1996, 2.8.	Gewitter	Kriens: Im Gebiet "Blattig" Erdrutsch gegen Haus.	WSL (2015)
1997, 11.6.	Gewitter	Gemeinde Horw: Der A2 - Anschluss der Gemeinde Horw 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, Kriens: 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, Horw, Kriens , Emmen Rothenburg, Adligenswil und Meggen. Keller wurden überflutet, Bäume gefällt (...).	Willisauer Bote, 23.7.1998
1999, 13.6.	Gewitter	Das heftige Gewitter vom späten Sonntagabend liess in Kriens Bäche über die Ufer treten; verschiedene Bacheinläufe wurden durch Geschiebe blockiert. Strassen wurden überflutet, so die Oberrauerstrasse, die St.-Niklausen-Gasse sowie die Hackenrain-, die Süd- und die Wichlernstrasse. Zahlreiche Keller und Einstellhallen wurden unter Wasser gesetzt. An der Oberrauerstrasse 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)
2000, 7.7.	Gewitter	Wegen eines heftigen Gewitters flossen aus dem Hinterbach rund 1000 m ³ Wasser in den neuen Autobahntunnel Spier in Horw: Der Geschiebesammler des Hinterbachs wurde mit angeschwemmten Holz und Geröll gefüllt und der Bachdurchlass verstopft. Der Bach trat über das Ufer und gelangte über die Seeblickstrasse auf die Autobahn. Via Fahrbahn floss das Wasser in den tiefer gelegenen Tunnel. [...]	WSL (2015)

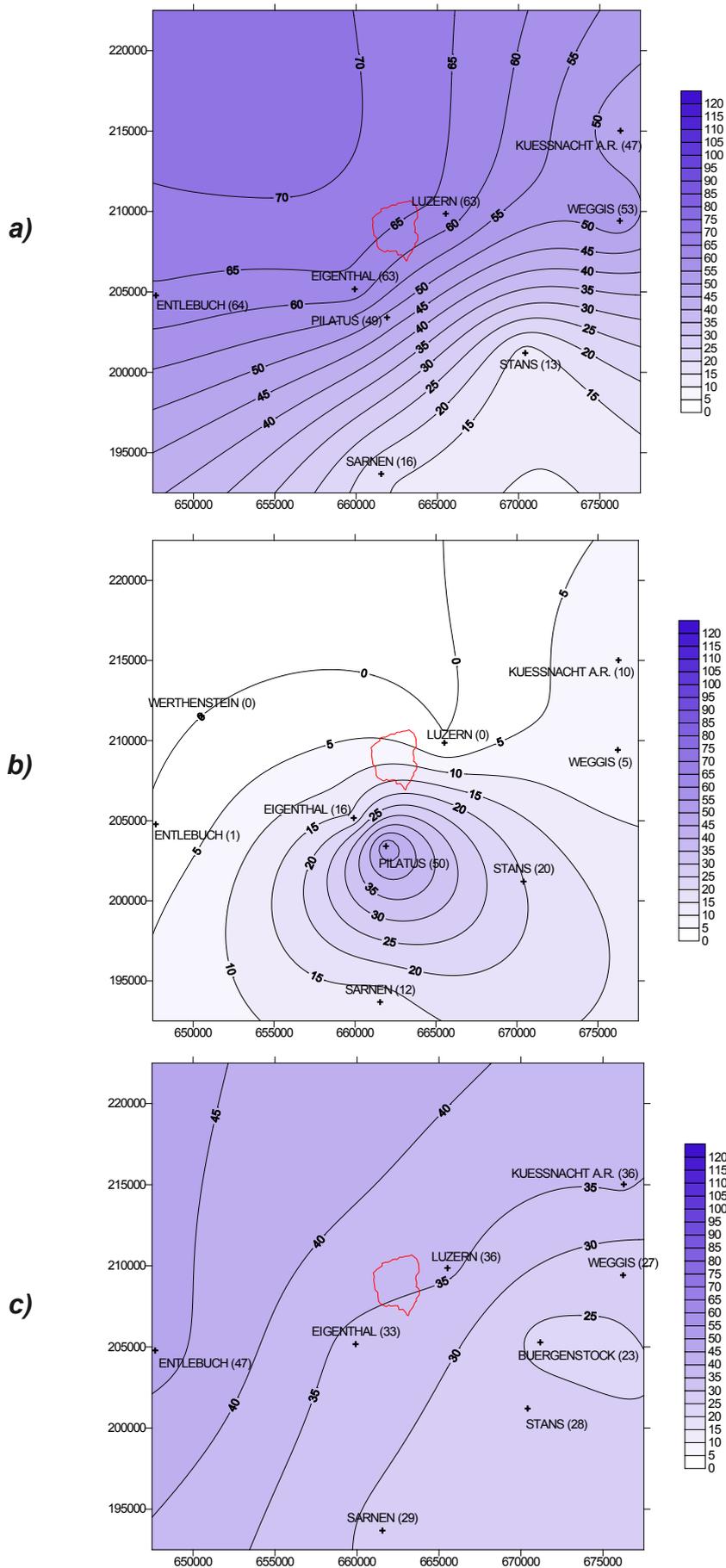
Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2001, 20.8.	Gewitter	Am späteren Nachmittag zog über Kriens und Horw wieder einmal ein Pilatusgewitter hinweg, das grosse Niederschlagsmengen brachte. In Horw gingen bei der Feuerwehr 16 Meldungen ein. 42 Personen waren im Einsatz um Keller, Garagen und Liftschächte auszupumpen. Weiter waren die Kastanienbaumstrasse und die Kantonsstrasse zeitweise überschwemmt. Die Krienser 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 Kriens 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. Auf die Verbindungsstrasse Kriens -Malters ging im Ränggloch eine Rufe nieder. Ca. 300 m ³ Material landeten auf der Strasse. Auch die Sonnenbergstrasse wurde im Bereich der Liegenschaften Vogelsang und Hochrüti durch zwei grosse Geröllniedergänge blockiert. Die Unterführung Grosshof (Autobahn) zwischen Kriens und Luzern wurde überschwemmt.	WSL (2015)
		In Eigenthal rutschte gegen 4:00 ein Teil eines Hangs ins ehemalige Restaurant Hammer. Die Bewohner wurden darauf evakuiert. Es entstanden zahlreiche Gebäudeschäden. Auch Schäden am Kulturland waren zu beklagen; sie wurden auf mehrere hunderttausend Franken geschätzt. Die Strassenverbindung Eigenthal- Kriens wurde unterbrochen.	WSL (2015)
2006, 9.3.	Gewitter	Die Feuerwehr Kriens hatte zwei Einsätze. Einerseits gab es eine Wasserstauung am Zumhofweg, andererseits Wasser im Keller an der Ehrendingenstrasse.	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 Kriens 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 ² . Im Kanton Luzern waren laut Schätzungen der Kantonspolizei 30 Haushalte vom Unwetter tangiert. In Schüpfheim, Malters, Kriens 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 Kriens] 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 Kriens .	WSL (2015)
2009, 26.6.	Gewitter	Im Kanton Luzern kam es am Mittag zu heftigen Regenfällen. Neben Horw , Malters und Schüpfheim waren auch die Gemeinden Luzern, Kriens , [...] betroffen. In Kriens war die Feuerwehr im Gebiet Kuonimatt im Einsatz.	WSL (2015)
2009, 28.7.	Gewitter	Wegen Wind und Regen in der Nacht auf den 28.7.09 kam es in den Kantonen Bern und Luzern sowie in der Innerschweiz zu überschwemmten Kellern und Sturmschäden. Kanton Luzern: [...] In Kriens hatte die Feuerwehr zwei Einsätze: Zuerst wegen dem starken Regen am Sonnenberg in Obernau, dann wegen Wasser im Keller des Schulhauses Meiersmatt.	WSL (2015)
2009, 8.8.	Gewitter	Adligenswil, Meggen, Ebikon, Dierikon, Root, Kriens , 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 ² 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, Kriens und Malters waren betroffen, wo Keller und Garagen überschwemmt wurden.	WSL (2015)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2009, 26.9.	Gewitter	Im Kanton Luzern kam es am Mittag zu heftigen Regenfällen. Neben Horw , Malters und Schüpfheim waren auch die Gemeinden Luzern, Kriens , Meggen, Malters, Root, Gisikon, Honau und das Michelsamt (=Gemeinden Beromünster, Schwarzenbach, Rickenbach (LU), Neudorf, Pfeffikon, Gunzwil) betroffen. In Kriens war die Feuerwehr im Gebiet Kuonimatt im Einsatz.	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 Kriens ein. Wegen umgestürzten Bäumen (Sturm!), einigen überfluteten Kellern, Wasser auf der Fahrbahn sowie wegen kurzzeitigen Stromausfällen mussten zuständige Ereignisdienste aufgeboten werden.	WSL (2015)
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 Kriens 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, 7.6.	Gewitter	In den Kantonen Zug und Luzern war es am Abend nach heftigen Regenfällen zu Überschwemmungen gekommen. Gesamthaft standen 120 Feuerwehrleute von 8 Feuerwehren im Kanton LU im Einsatz. Laut Gebäudeversicherung entstanden nur geringe Schäden. Man erwartete insgesamt ca. 50 Meldungen mit einer gesamten Schadenssumme von 0.5 Mio. CHF (7. und 8.6.12). Die Feuerwehr Kriens verzeichnete einen Wassereinbruch nach Gewitter an der Rengglochstrasse.	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 Horw verzeichnete die Feuerwehr Wasser im Keller bei der Kleinwilhöhe.	WSL (2015)
2014, 14.7.	Gewitter	Ein Wetter wütete heftig über Obernau (Gde. Kriens): 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. Im Gebiet Stampfeli/Obernau wurden Häuser, Strassen und Keller überflutet. Weiter oben in Obernau traten mehrere kleine Bäche über die Ufer. Betroffen wurden dabei zahlreiche Wohnhäuser im Quartier sowie das Schulhaus Obernau. Die Schulanlage Obernau wurde von einer Schlammlawine überrollt. Das Wasser strömte vom Krienbach über den Pausenplatz. Die Aula stand knöcheltief unter Wasser. Die Böden in der Aula, der Bibi und in einigen Klassenzimmern mussten ausgewechselt werden. An Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie am Schulhaus sorgte eindringendes Wasser für grossen Sachschaden. Im Quartier Kleinbuholz mussten Einfahrten und Gehwege vom Schlamm gesäubert werden (keine Sachschäden). Viele Keller von Mehrfamilienhäusern wurden überschwemmt. Teile der Obernauerstrasse war unter Wasser. Die Bachläufe wurden von Geröll und Geschiebe befreit. Es gab teilweise massive Schäden an Häusern, Strassen und Kulturland und Flur. Zusammen mit den Kosten für die Aufräumarbeiten wurde von einer Schadenssumme von mehreren Hunderttausend Franken gerechnet. Ursache der massiven Schäden seien aber nicht die grossen Bäche im Dorfteil Obernau gewesen (Renggbach , Krienbach). Vielmehr seien die zahlreichen kleineren Bäche, die aus dem Krienser Hochwald in den Talkessel fliessen für den Schaden verantwortlich gewesen. Die Hergiswaldstrasse ist an 5 Stellen verschüttet worden (u.a. Rutsch zwischen Forsthof Stalden und Rest. Hergiswald). Die Verbindung von Obernau ins Eigenthal musste deswegen gesperrt werden. [...] Der Grossteil der Feuerwehreinsätze fand in den westlichen Agglomerationen von Luzern und im Entlebuch statt. Die Gebäudeversicherung Luzern ging davon aus dass zwischen 50-70 Gebäude (Annahme: im Kanton) beschädigt wurden. Die geschätzte Schadenssumme betrage 0.5 Mio. CHF. Im Kanton LU standen 11 Feuerwehren im Einsatz.	WSL (2015)
		Während dem Ereignis vom 14. Juli 2014 kam es auf dem Schwemmkegel im Gebiet Obernau an verschiedenen Stellen zu Ausuferungen sowie grossflächigen Geschiebe- und Schwemmh Holzablagerungen (Bild 5). Zwischen Obernau und dem Einlauf in den Stollen beim Feuerwehrlokal reichte die Gerinnekapazität des Krienbachs oftmals nur sehr knapp aus. An mehreren Stellen schwappte Wasser über und überflutete angrenzende Liegenschaften sowie die Hergiswald- und die Obernaustrasse (vgl. Bild 6 und Bild 11). [...] Bild 6: Bordvolles Gerinne entlang der Hergiswaldstrasse am 14. Juli 2014 mit sichtbaren Ausuferungen. Blick bachaufwärts. [...] Bild 8: Geschiebesammler Längmatt während dem Hochwasser vom 14. Juli 2014 mit Wasserwalze und auf die Obernaustrasse (rechts) überschwappendem Wasser. Blick bachaufwärts [...] Bild 11: Bordvolles Gerinne vor der Engstelle bachabwärts der Hochwasserentlastung Obernaustrasse mit sichtbarer Verklauung und Ausuferungen nach links auf die Obernaustrasse.	Flussbau AG (2015)

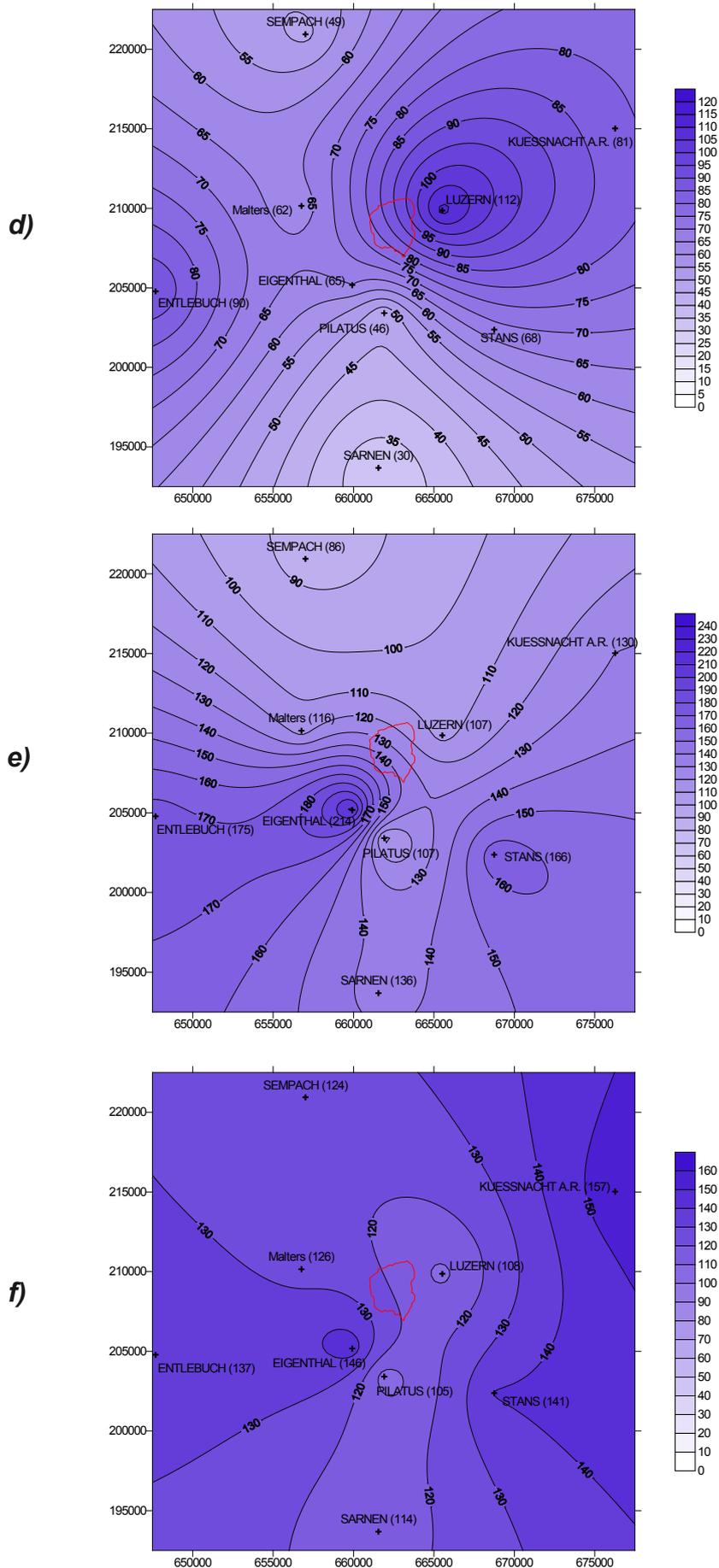
Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 2014, 14.7.		<p>Naturgewalten können bedrohlich wirken. Das merkte Kriens am 14. Juli 2014, als sich am frühen Montagabend eine gewaltige Gewitterzelle über Kriens entlud. Innerhalb von zwei Stunden ergossen sich über Kriens jene Regenmengen, die 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 schwellen an und rissen Geröll und Schwemmholz in unvorstellbaren Mengen mit. Dies führte zu einer Überlastung selbst kleiner Bäche, die an verschiedenen Orten das Bachbett verliessen und sich ihren Weg über Kulturland oder durch besiedeltes Gebiet bahnten. Zu Schaden kamen im Obernau zahlreiche Privathäuser und das Schulhaus Obernau. [...] «Wo der Krienbach saniert war, hielt er selbst dem grossen Unwetter mehrheitlich stand», sagt Matthias Senn. Andere Bäche etwa wie der Schlossbach oder der Schlimbach, vermochten die Wassermassen sogar ohne Probleme zu schlucken. Die Bachverbauungen am Renggbach sowie der Schutzwald hätten sogar nachweislich noch deutlich schlimmere Folgen verhindert.</p>	Kriensinfo (2014)
		<p>Laut Andreas Vonesch, Feuerwehrkommandant von Kriens, gingen die ersten Schadensmeldungen am Montagabend um 17.50 Uhr ein. «Das Problem war, dass die Bäche aus dem Hochwald so viel Geschiebe mit sich führten, dass schliesslich die Abflüsse versperrt wurden und das Wasser nicht mehr abfliessen konnte», erklärte Vonesch auf Anfrage. Die Folge: Der Krienbach trat an verschiedenen Stellen über die Ufer und setzte zahlreiche Keller unter Wasser. Von den Überschwemmungen betroffen war auch das Schulhaus Obernau. Die Aula sowie die Bibliothek standen bis zu 30 Zentimeter unter Wasser.</p>	Meier (2014)
		<p>Das Unwetter hatte teils massive Schäden an Häusern, Strassen und Kulturland zur Folge. [...] Ursache der massiven Schäden seien aber nicht die grossen Bäche im Dorfteil Obernau gewesen (Renggbach, Krienbach). Vielmehr seien die zahlreichen kleineren Bäche, die aus dem Krienser Hochwald in den Talkessel fliessen für den Schaden verantwortlich gewesen. Das erstaune 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 Renggbach, die Sanierungen am Krienbach inklusive Überwasser-Abfluss bei der Pulvermühle und auch die Bachsanierungen am Schloss- und Schlundbach 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. Die Probleme entstanden denn auch überall dort, wo der Krienbach noch nicht saniert ist - zum Beispiel auf der Höhe Stampfeli. Die Gemeinde Kriens werde die dort geplanten Arbeiten aufgrund des aktuellen Unwetters überprüfen und zeitnah umsetzen.</p>	Neue Luzerner Zeitung Online, 16. Juli 2014

Gewährspersonen	
Lisibach E., Fankhauser H., Schnüriger M., Brechtbühl J.	<ul style="list-style-type: none"> - Bei dem Dauerregen 2005 sei im Krienbach nichts passiert, es habe keine Probleme in Kriens gegeben. - Herr Lisibach hat des Gewitter 1960 als Bub erlebt und es als für den Zeitraum 1960 bis heute als grösstes Ereignis eingestuft. Der Niederschlag sei ein heftiges Gewitter mit Sturm und Hagel und einer Dauer von rund 2 Stunden gewesen. - Als zweitgrösstes Ereignis im Zeitraum 1960 erwähnt Herr Lisibach das Hochwasser von 2014. Die drei anderen Männer bestätigen dies, indem sie in ihrem überblickbaren Zeitraum das Hochwasser 2014 als grösstes Ereignis einstufen. Die vier Mitarbeiter beim Werkhof Kriens haben über das Hochwasser 2014 verschiedene spezifische Aussagen gemacht (siehe Tabelle in Kapitel 3.3.2).
Müller P.	<ul style="list-style-type: none"> - In seiner Zeit bei der Feuerwehr (1952-1981) sei der Krienbach ab und zu an einzelnen Stellen auf die Obernauerstrasse geflossen. Die Sanierung und der Ausbau des Krienbaches (mit Geschiebesammler) hätten eine Verbesserung gebracht und Überschwemmungen seien etwas seltener geworden. - Herr Müller stuft das Ereignis 1953 als das grösste Hochwasser im Zeitraum von 1952 bis 1981 ein. Damals sei der Krienbach ausgebrochen, das Wasser die Obernauerstrasse hinunter geflossen und es sei bei der Kreuzung Schachenstrasse/Obernauerstrasse (etwas unterhalb von K15) 30 cm tief gewesen.

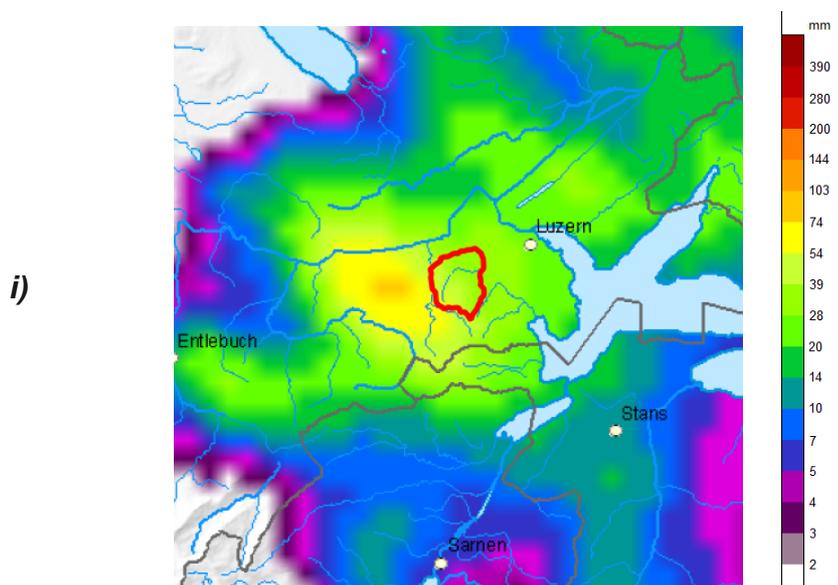
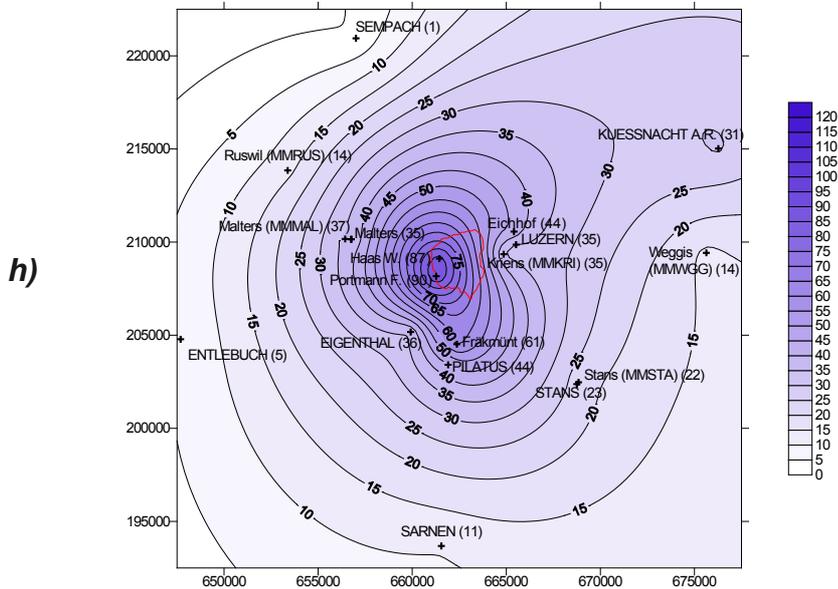
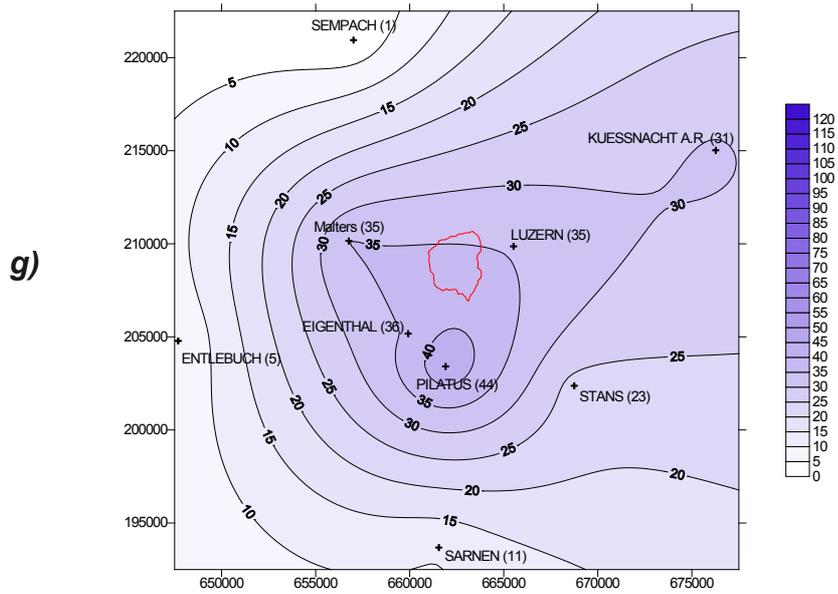
Nr. Station	4340 WEGGIS	4360 IMMENSEE	4380 KUESSNACH T.A.R.	4440 STANS	4445 STANS	4470 BUERGENSTOCK	4560 SARNEN	4590 LUZERN	4600 PILATUS	4650 ENTLEBUCH	4662 WERTHENSTEIN	4680 EIGENTHAL	6800 SEMPACH	LU 02 Malters	Fräkmünt	
x	676230	677000	676270	670410	668750	671180	661550	665520	661910	647690	650520	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	
10.06.1907	5.5		6.9	0.0			0.8	21.5	1.7	17.2		13.0				
11.06.1907	0.0		0.0	0.0			0.0	6.0	1.2	0.5		0.0				
12.06.1907	53.0		46.5	12.5			16.3	63.4	48.5	64.0		63.1				
13.06.1907	14.0		9.6	4.5			10.4	15.9	23.4	23.3		35.8				
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			15.9	18.3	15.8	17.3		19.3				
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				
22.06.1953	0.2		4.7	10.5		8.9	8.1	9.1		15.6	40.6	12.1				
23.06.1953	3.5		2.1	3.5		3.5	5.5	3.6		7.6	11.6	6.1				
24.06.1953	31.8		30.8	21.7		21.6	14.8	13.3		19.0	13.7	17.6				
25.06.1953	53.7		42.5	40.2		50.7	27.5	36.7		25.1	30.7	44.7				
26.06.1953	46.4		33.3	38.6		51.1	29.8	34.0		49.6	42.1	68.3				
27.06.1953	2.5		0.3	3.2		1.9	10.2	1.7		6.4	9.3	4.2				
28.06.1953	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0				
29.06.1953	10.4		13.8	3.5		6.7	0.8	0.6		2.5	0.2	1.0				
30.06.1953	6.2		25.8	21.8		58.1	5.2	33.4		11.1	9.1	24.3				
29.07.1960	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0		0.0				
30.07.1960	5.2		10.0	6.3		8.0	4.2	18.0		28.4		21.4				
31.07.1960	26.5		35.6	28.2		23.2	28.6	36.1		47.2		33.4				
01.08.1960	33.9		35.6	21.9		27.6	15.8	25.0		32.5		36.0				
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			
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			
23.06.1983			0.0		0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	2.7		5.0	0.0			
24.06.1983			0.1		0.0	0.9	3.6	2.3	2.8	2.6		6.0	5.3			
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			
02.08.1993			0.0		0.0		15.4	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			
03.08.1993			4.2		5.6		1.3	5.7	3.0	1.8		2.6	15.8			
04.08.1993			3.9		2.0		1.6	29.8	9.0	24.2		8.0	6.3			
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			
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			
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	
26.07.2009			0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		
27.07.2009			36.7		21.4		30.2	34.7	18.7	36.8		19.0	40.5	33.1		
28.07.2009			0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		
11.07.2014			15.0		16.7		8.3	12.4	13.2	28.1		15.1	40.2	35.7	13.7	
12.07.2014			16.7		10.2		6.2	25.9	23.1	21.8		34.0	15.6	24.1	25.3	
13.																



Anhang 3: Niederschlagsverteilung am a) 12.6.1907, b) 6.7.1937 c) 31.7.1960. (Niederschlag in mm).



Anhang 3: Niederschlagsverteilung am d) 6.6.2002, e) 21.-22.8.2005 f) 7.-8.8.2007. (Niederschlag in mm).



Anhang 3: Niederschlagsverteilung am 14.7.2014, g) MeteoSchweiz Bodenstationen, h) alle am Boden verfügbaren NS-Informationen und i) aus Radar (12h-Akkumulation). (Niederschlag in mm).



Anhang 4.1: Die geologische Karte (Bundesamt für Landestopographie, 2015) mit den Einzugsgebieten (Krienbach, Schlossbach, Steinibach) und den eingezeichneten geologischen Formationen. Die eingezeichnete Profilinie (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

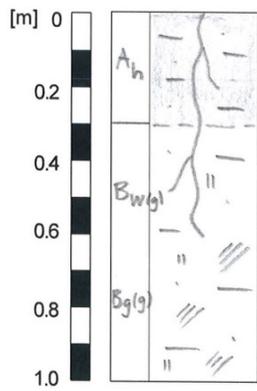
Anhang 4.3a: Die Eigenschaften der im Anhang 4.3 b, c und d dargestellten Bodenprofile vom Krienbach (K1-K26) mit der Einschätzung von Infiltration und Speichervermögen und Angabe des zu erwartenden dominanten Abflussprozesses (Abkürzungen siehe auch Legende 4.2: U, u = Silt, siltig; L, l = Lehm, lehmig; 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; OMM: Obere Meeresmolasse.

	Profilbeschreibung		Profilbeschreibung
K1	Kriens, Leitibode Fichtenforst mit Heidelbeere Moräne Braunerde (B), pseudovergleyt Pürckhauer (Pürckh.) Ah: brauner Us, modrig Bw(g): beige-brauner Us Bg(g): beige-brauner Us Infiltrationsvermögen (Inf.): normal Speichervermögen (Spv.): gross Prozesse (Proz.): SSF3	K2	Kriens, Langwasen Weide, Feuchtezeiger Binsen Moräne Anmoor-Gley (GM) (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Moder, Us? Br: grauer Us Inf.: gehemmt Spv.: gering Proz.: SOF1-2
K3	Kriens, Langwasen Mähwiese Moräne Buntgley (W) (Pürckh.) Ah: brauner Us Bgg: brauner Us Bgg(r): braun-grauer Ls Cz: grauer Sand Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SOF2	K4	Kriens, l de Böde Weide Moräne Hanggley (Hang-G) (Pürckh.) Ah1: dunkelbrauner Us Br: grauer Us Ah2: braun-schwarzer Humus Inf.: gehemmt Spv.: gering Proz.: SOF1-2
K5	Kriens, Herrüti Mähwiese Moräne W (Pürckh.) Ahg: dunkelbrauner Us Bgg1: brauner Us Bgg2: grauer Us Inf.: gehemmt Spv.: mässig-gering Proz.: SOF2	K6	Kriens, Herrütswald Fichtenmischwald Moräne B (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us, Moder Bw(g): brauner Us-Su Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SSF3
K7	Kriens, Brandwald Fichtenwald Moräne B (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us Bw: brauner Us-Su Cz: beige-brauner Su Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SSF3	K8	Kriens, Hinterschwändi Mähwiesen Moräne W (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us Bgg: braun-grauer Us Br: grauer S-Su Inf.: normal Spv.: mässig-gering Proz.: SOF2

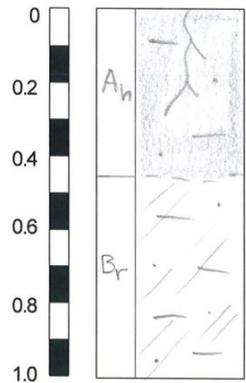
	Profilbeschreibung		Profilbeschreibung
K9	Kriens, Vorderschwändi Weide Moräne W (B) (Pürckh.) Ah/Bw: dunkelbrauner Lu Bgg: braun-grauer Us Inf.: nomral Spv.: mässig Proz.: SOF2	K10	Kriens, Eggwiti Mischwald Moräne Braunerde-Gley (V) (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us Bw: brauner Us Br: grau-brauner Us Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SSF2
K11	Kriens, Grausteibode Mähwiese Moräne V (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us Bg(g): brauner Us Cr: grauer Su (Wassergesättigt) Inf.: leicht gehemmt Spv.: mässig Proz.: SOF2	K12	Kriens, Graustei Weisstanne-Mischwald Moräne B, pseudovergleyt (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us Bw: brauner Us Cg: brauner Us Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SSF3
K13	Kriens, Ober Balzrüti Fichtenwald USM V (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us Bw: beige-brauner Us Br: grauer Us Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SSF2 (SOF2)	K14	Kriens, Under Studehofweid Mähwiese Deltaschotter B (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us Bw: brauner, stellenweise grauer Us, keine Rostflecken Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SOF3
K15	Kriens, Binzwiteli Weissstannenwald USM B (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us (Moder) Bw: beige-brauner Us Cz: verwitterter Sandsteinfels Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SSF1-2	K16	Kriens, Ober Hackerain Mähwiese Schwemmfächer / Deltaschotter B (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us Bw1: brauner Lu Bw2: beige-brauner Ls Inf.: normal Spv.: gross (evtl. sehr gross) Proz.: SOF3
K17	Kriens, Hubelbach Brandhüsli Mischwald USM B (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us Bw: beiger Su Cz: verwitterter Sandstein Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SSF2 (1)	K18	Kriens, Oberfeld Mähwiese Schwemmfächer B (Pürckh.) Ah: brauner Us Bw: brauner Us Inf.: normal Spv.: gross (sehr gross) Proz.: SOF3
K19	Kriens, Ober Rodel Steinegg Buchenmischwald USM (Mergel) B, flachgründig (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us Bw/Cz: beiger Lu C: grauer Mergel Inf.: normal Spv.: gering Proz.: SSF1-2	K20	Kriens, Ober Rodel Schachewald Mischwald Schwemmfächer Regosol (O) (Pürckh.) Ah: dunkelbrauner Us C(z): Bachschutt, blockig Inf.: übermässig Spv.: sehr gross Proz.: DP

	Profilbeschreibung		Profilbeschreibung
K21	Kriens, Schützeheim Weide USM Mergel B (Pürckh.) Ah: brauner Us Bw: brauner Lu Cz: beige-grauer Mergel Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SSF2 / SOF3	K22	Kriens, Ober Sackweid Mähwiesen Schwemmfächer B (Pürckh.) Ah: brauner Lu Bw: brauner Lu Cz: beiger Lu Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SOF3
K23	Kriens, Sienen Mischwald USM (Sandstein) B (Pürckh.) Ah: brauner Us Bw: brauner Us Cz: Sandstein verwittert C: Sandstein hart Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SSF2	K24	Kriens, Ehrendingen Weide USM (Sandstein) B (Pürckh.) Ah: brauner Us Bw: brauner Us Cz: verwitterter Sandstein Inf.: normal Spv.: mässig-gross Proz.: SOF2-3
K25	Kriens, Ehrendingen Weide Moräne B (Pürckh.) Ah: brauner U Bw: brauner Lu Cz: grau-brauner Lu Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SOF3	K26	Kriens, Zumhof Weide USM (Sandstein) B (Pürckh.) Ah: brauner Us Bw: brauner Us Cz: grau-brauner Sandstein Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SOF3 / SSF3

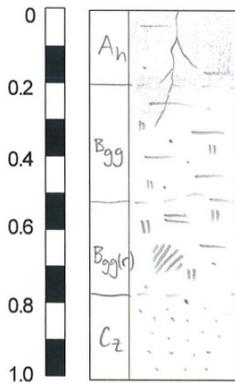
K1
 Ort: Kriens, Leitibode
 Landnutzung (LN): Fichtenforst
 Geologie (Geol.): Moräne
 Bodentyp: Braunerde (B), pseudovergleyt
 Sondierung: Pürckhauer (Pürckh.)



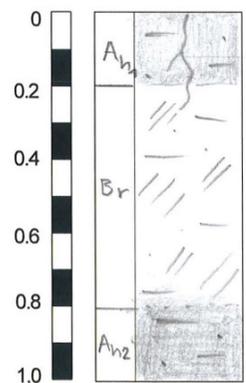
K2
 Ort: Kriens, Langwasen
 LN: Weide, Feuchtezeiger Binsen
 Geol.: Moräne
 Bo.: Anmoor-Gley (GM)
 Sond.: Pürckh.



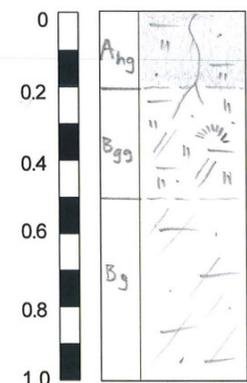
K3
 Ort: Kriens, Langwasen
 LN: Mähwiese
 Geol.: Moräne
 Bo.: Buntgley (W)
 Sond.: Pürckh.



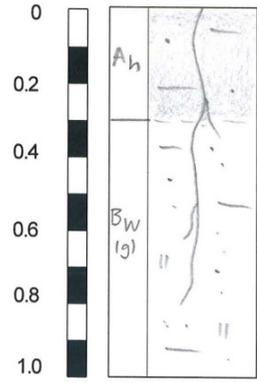
K4
 Ort: Kriens, I de Böde
 LN: Weide
 Geol.: Moräne
 Bo.: Hanggley
 Sond.: Pürckh.



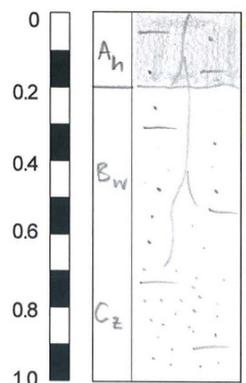
K5
 Ort: Kriens, Herrüti
 LN: Mähwiese
 Geol.: Moräne
 Bo.: W
 Sond.: Pürckh.



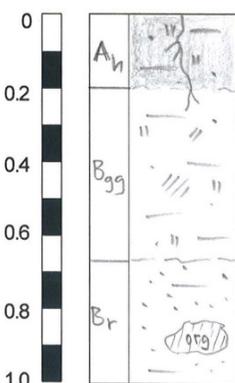
K6
 Ort: Kriens, Herrütivald
 LN: Fichtenmischwald
 Geol.: Moräne
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



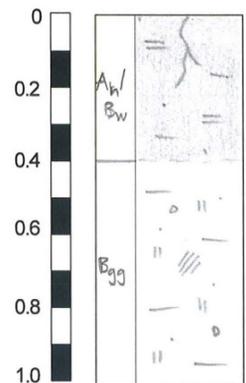
K7
 Ort: Kriens, Brandwald
 LN: Fichtenwald
 Geol.: Moräne
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



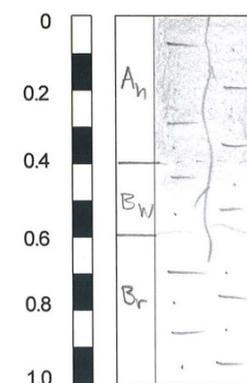
K8
 Ort: Kriens, Hinterschwändi
 LN: Mähwiesen
 Geol.: Moräne
 Bo.: W
 Sond.: Pürckh.



K9
 Ort: Kriens, Vorderschwändi
 LN: Weide
 Geol.: Moräne
 Bo.: W (B)
 Sond.: Pürckh.

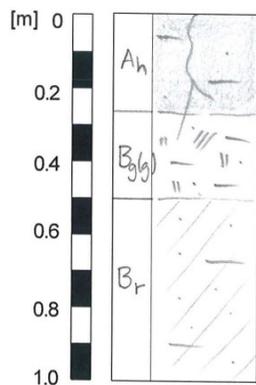


K10
 Ort: Kriens, Eggwiti
 LN: Mischwald
 Geol.: Moräne
 Bo.: Braunerde-Gley (V)
 Sond.: Pürckh.

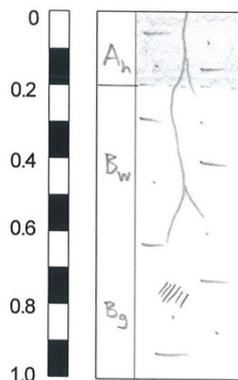


Anhang 4.3b: Die im Einzugsgebiet vom Krienbach untersuchten Bodenprofile (K1-K10) mit der Angabe des Standorts, der Landnutzung, der Geologie, des Bodentyps und der Sondiermethode. Eine Beschreibung der Profile befindet sich im Anhang 4.3a.

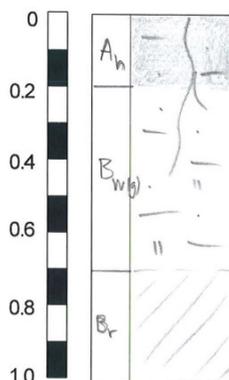
K11
 Ort: Kriens, Grausteibode
 Landnutzung (LN): Mähwiese
 Geologie (Geol.): Moräne
 Bodentyp: Braunerde-Gley (V)
 Sondierung: Pürckhauer (Pürckh.)



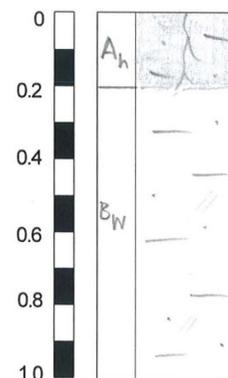
K12
 Ort: Kriens, Graustei
 LN: Weisstanne-Mischwald
 Geol.: Moräne
 Bo.: Braunerde (B), pseudovergleyt
 Sond.: Pürckh.



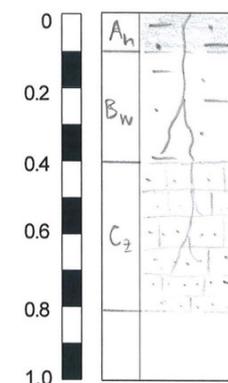
K13
 Ort: Kriens, Ober Balzrüti
 LN: Fichtenwald
 Geol.: USM
 Bo.: V
 Sond.: Pürckh.



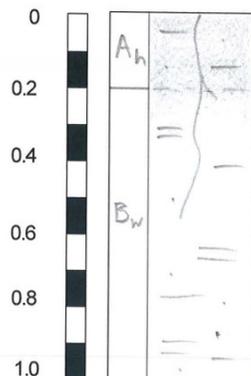
K14
 Ort: Kriens, Under Studehofweid
 LN: Mähwiese
 Geol.: Deltaschotter
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



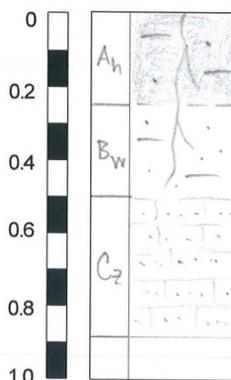
K15
 Ort: Kriens, Binzwiteli
 LN: Weisstannenwald
 Geol.: USM
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



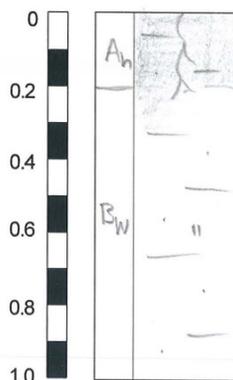
K16
 Ort: Kriens, Ober Hackerain
 LN: Mähwiese
 Geol.: Schwemmfächer / Deltaschotter
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



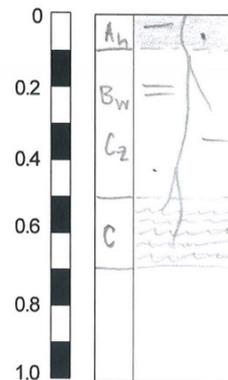
K17
 Ort: Kriens, Hubelbach Brandhüsli
 LN: Mischwald
 Geol.: USM
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



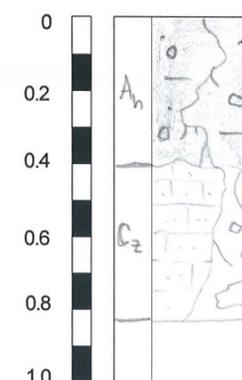
K18
 Ort: Kriens, Oberfeld
 LN: Mähwiese
 Geol.: Schwemmfächer
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



K19
 Ort: Kriens, Ober Rodel Steinegg
 LN: Buchenmischwald
 Geol.: USM (Mergel)
 Bo.: B, flachgründig
 Sond.: Pürckh.

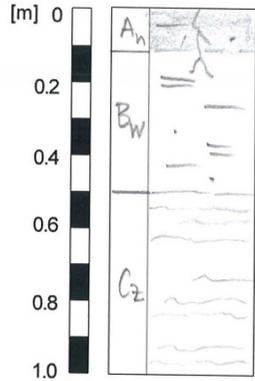


K20
 Ort: Kriens, Ober Rodel Schachewald
 LN: Mischwald
 Geol.: Schwemmfächer
 Bo.: Regosol (O)
 Sond.: Pürckh.

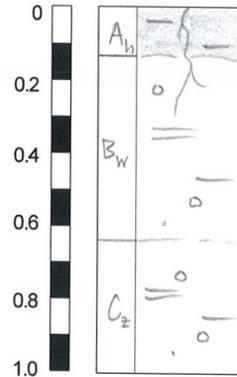


Anhang 4.3c: Die im Einzugsgebiet vom Krienbach untersuchten Bodenprofile (K11-K20) mit der Angabe des Standorts, der Landnutzung, der Geologie, des Bodentyps und der Sondiermethode. Eine Beschreibung der Profile befindet sich im Anhang 4.3a.

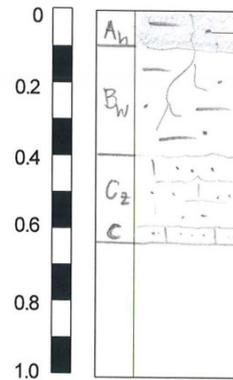
K21
 Ort: Kriens, Schützeheim
 Landnutzung (LN): Weide
 Geologie (Geol.): USM (Mergel)
 Bodentyp: Braunerde (B)
 Sondierung: Pürckhauer (Pürckh.)



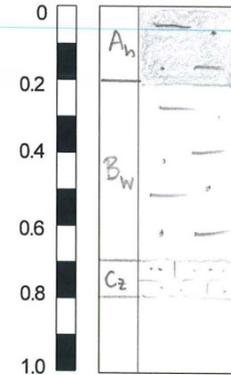
K22
 Ort: Kriens, Ober Sackweid
 LN: Mähwiese
 Geol.: Schwemmfächer
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



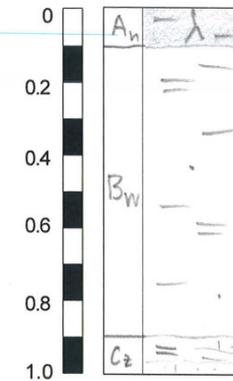
K23
 Ort: Kriens, Sienen
 LN: Mischwald
 Geol.: USM (Sandstein)
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



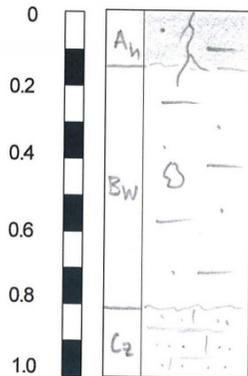
K24
 Ort: Kriens, Ehrendingen
 LN: Weide
 Geol.: USM (Sandstein)
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



K25
 Ort: Kriens, Ehrendingen
 LN: Weide
 Geol.: Moräne
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



K26
 Ort: Kriens, Zumhof
 LN: Weide
 Geol.: USM (Sandstein)
 Bo.: B
 Sond.: Pürckh.



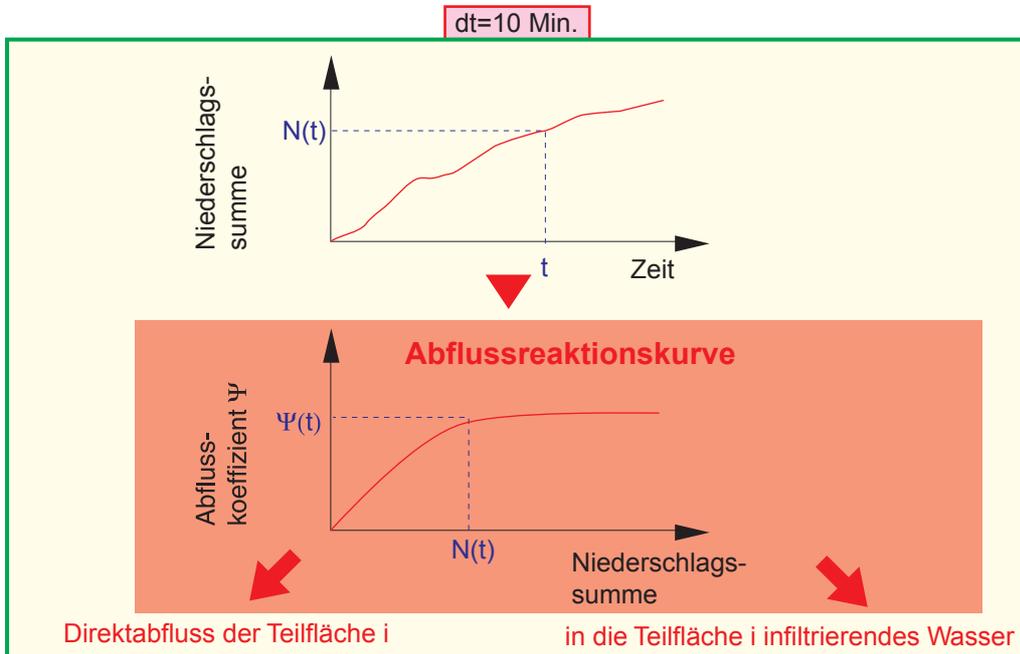
Anhang 4.3d: Die im Einzugsgebiet vom Kriensbach untersuchten Bodenprofile (K21-K26) mit der Angabe des Standorts, der Landnutzung, der Geologie, des Bodentyps und der Sondiermethode. Eine Beschreibung der Profile befindet sich im Anhang 4.3a.



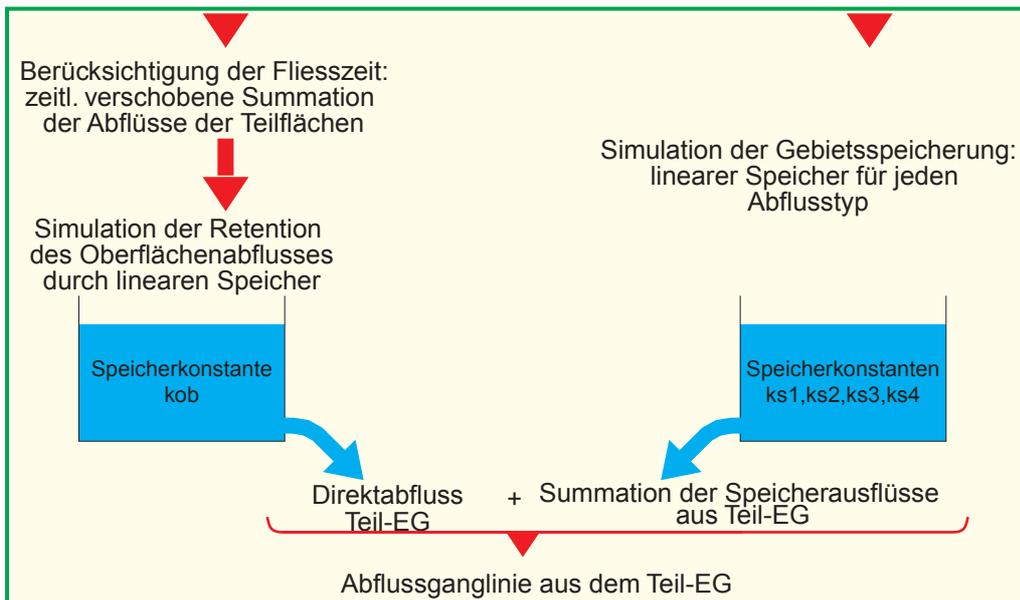
Jede Teilfläche ist charakterisiert durch

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

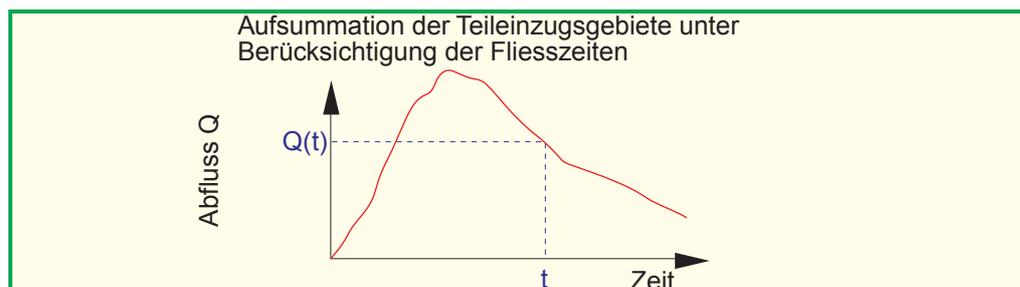
Stufe
Teilfläche



Stufe
Teileinzugs-
gebiet

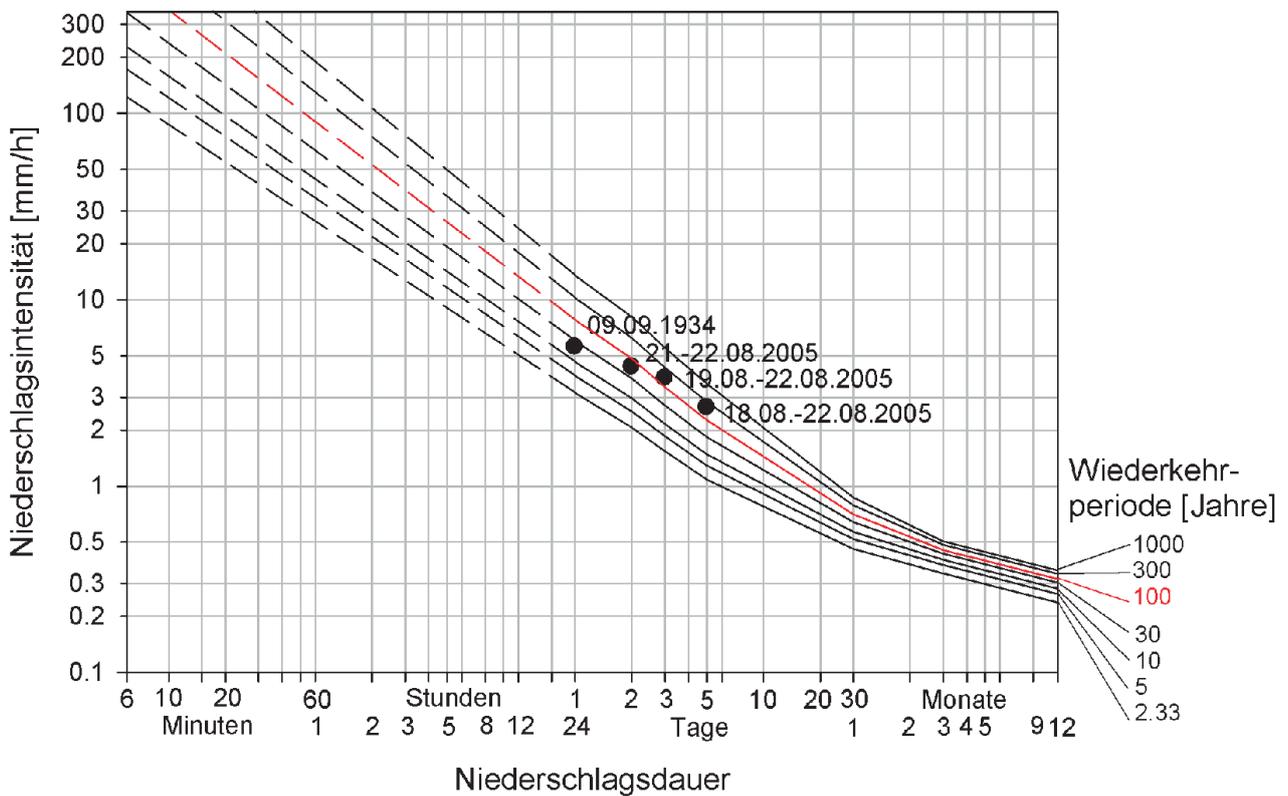
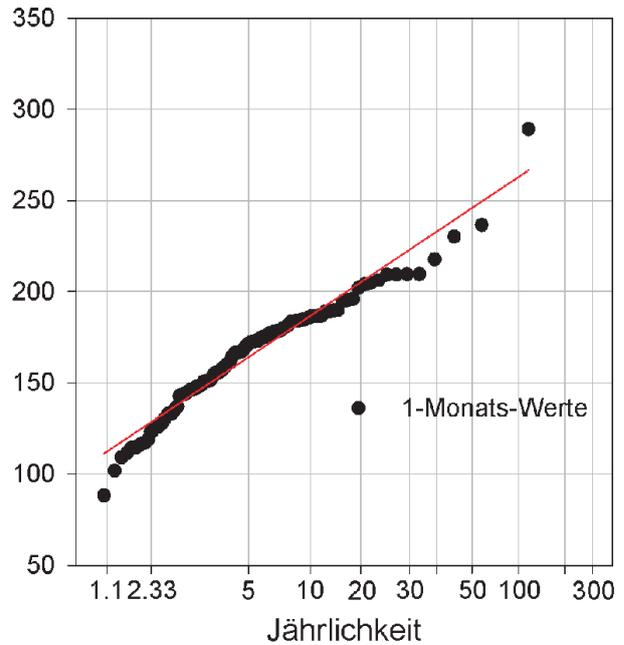
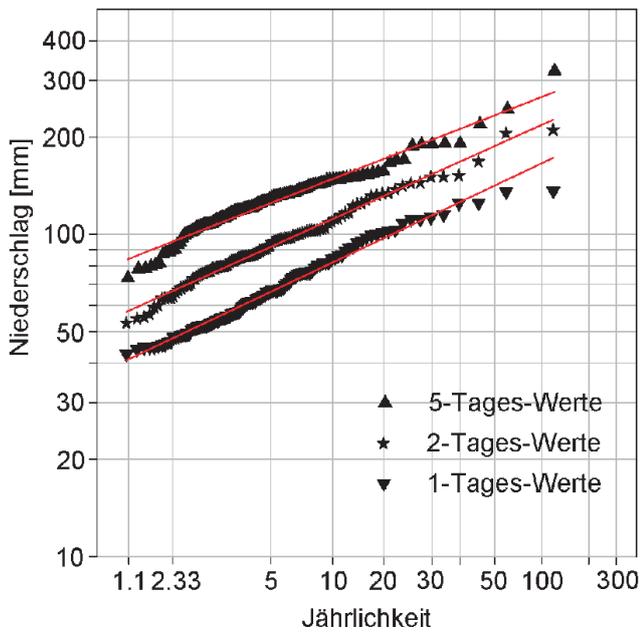


Einzugs-
gebiet



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).

Eigenthal 1883 - 2008	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
Jährlichkeit														
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).