

Hydrologische Grundlagen für den Götzentalbach in Dierikon (Kt. LU)

unter Berücksichtigung des Hochwassers vom 7. Juni 2015



*Während (oben) und nach (unten) dem Hochwasser vom 7. Juni 2015 am Götzentalbach in Dierikon Eintwurf
(Fotos: Guido Baumgartner, Rudolf Gilli, OekoB).*

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

1 Einleitung.....	2
1.1 Problemstellung.....	2
1.2 Vorgehen.....	3
1.3 Gebietskennwerte.....	5
1.4 Gewährsleute.....	5
2 Verwendete Daten und Unterlagen.....	6
3 Historische Hochwasser.....	7
3.1 Einleitung.....	7
3.2 Die historischen Hochwasser am Götzentalbach.....	7
3.3 Einordnung aufgrund der Aussagen.....	14
3.4 Schlussfolgerungen.....	15
4 Beurteilung der Abflussreaktion des Gebiets.....	16
4.1 Einleitung.....	16
4.2 Geologie, Böden, Abflussprozesse und Abflusstypen.....	16
4.2 Abflussreaktionskurven.....	20
5 Abflussberechnungen.....	22
5.1 Einleitung.....	22
5.2 Grundlagen und Aufbau des Modells QArea.....	22
5.3 Modellverifikation.....	24
5.4 Niederschlag-Szenarien.....	24
5.5 Abflussberechnungen.....	27
6 Hochwasserabflüsse definierter Jährlichkeit.....	29
6.1 Einleitung.....	29
6.2 Götzentalbach beim BP1 (Dörfli oberhalb Einmündung Rigibach).....	29
7 Zusammenfassung.....	32
8 Anhang.....	33

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Der Götzenthalbach in Dierikon entwässert ein ca. 2.5 km² grosses, ländliches Einzugsgebiet (EZG). Der Untergrund des EZG ist aus Molasse (Obere Meeresmolasse und Unterer Süswasser Molasse) aufgebaut, die vorwiegend aus Sandsteinen und untergeordnet auch aus Mergeln besteht. Das markante Götzenttal mit seinen steilen Hängen erstreckt sich von 400 – 800 m ü. M. Das Dorf Dierikon liegt am Ausgang des Götzentals, unterhalb eines Tobelbereichs. In Dierikon verläuft der Götzenthalbach teilweise eingedolt.

Am Abend des 7. Juni traf ein intensives Gewitter den Raum Luzern, und verursachte Gebäudeschäden von mehreren Millionen Franken. Die Intensität des Unwetters war in den Gemeinden Adligenswil, Udligenswil und Dierikon sehr stark. In Dierikon trat der Bach aus, überflutete Strassen und mehrere Häuser. Es kam in der Folge zu einem tragischen Unfall mit zwei Todesopfern.

Die Gefahrenkarte liegt in Dierikon vor und zeigt Gefährdungsflächen von mittlerer und schwacher Intensität sowie Restgefährdung. Der Kanton plant für Dierikon den Hochwasserschutz, welches die Ausdolung und Renaturierung des Baches in Dierikon vorsieht. Für die Ron wurde 2011 eine Hydrologiestudie (Scherrer AG, 2011) erstellt, welche die massgebenden Hochwasserabflüsse (HQ_x) entlang der Ron festlegte. Die Seitenbäche, so auch der Götzenthalbach, waren aber damals nicht Bestandteil der Betrachtung.

Nach diesem Ereignis stellen sich verschiedene Fragen:

- Wie ist das Hochwasser vom 7. Juni 2015 entstanden (Niederschlagsmenge, zeitlicher Verlauf) und wie gross war die Abflussspitze in Dierikon? Wie vergleicht sich dieser Abfluss mit den HQ_x der Gefahrenkarten.
- Wie ordnet sich dieses Ereignis in die Hochwassergeschichte des Götzentalbachs ein?
- Müssen die hydrologischen Grundlagen für die weitere Planung des Hochwasserschutzes am Götzenthalbach angepasst werden?

Um diese Fragen zu beantworten, sind verlässliche hydrologische Grundlagen erforderlich. Für die Herleitung dieser Grundlagen wurde folgendermassen vorgegangen:

1.2 Vorgehen

1. Datengrundlagen zusammentragen (Kap. 2)
2. Aufarbeitung der Hochwassergeschichte am Götzenthalbach unter Berücksichtigung des Ereigniskatasters und der Rekonstruktion einzelner Hochwasser insbesondere das vom 7. Juni 2015 (Kap. 3) für die Verifikation des Niederschlag-Abfluss-Modells.
3. Überprüfung der Abflussbereitschaft des EZG (Kap. 4)
4. Niederschlag-Abflussmodellierung (Kap. 5):
 - 4.1 Erarbeiten von Szenarien für Niederschläge unterschiedlicher Jährlichkeit und Dauer für die Modellrechnungen anhand der 2011 aktualisierten Niederschlagsstatistik von Luzern.
 - 4.2 Aufbau eines Niederschlag-Abfluss-Modells (NAM) für die Abflussberechnungen mit 2 Berechnungspunkten. Verifizierung des Modells anhand vergangener Hochwasser.
 - 4.3 Abflussberechnungen für Starkniederschläge unterschiedlicher Dauer und Jährlichkeit anhand der Niederschlagsszenarien.
5. Synthese: Herleiten der massgebenden Abflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit unter Berücksichtigung aller Untersuchungen (Kap. 6).

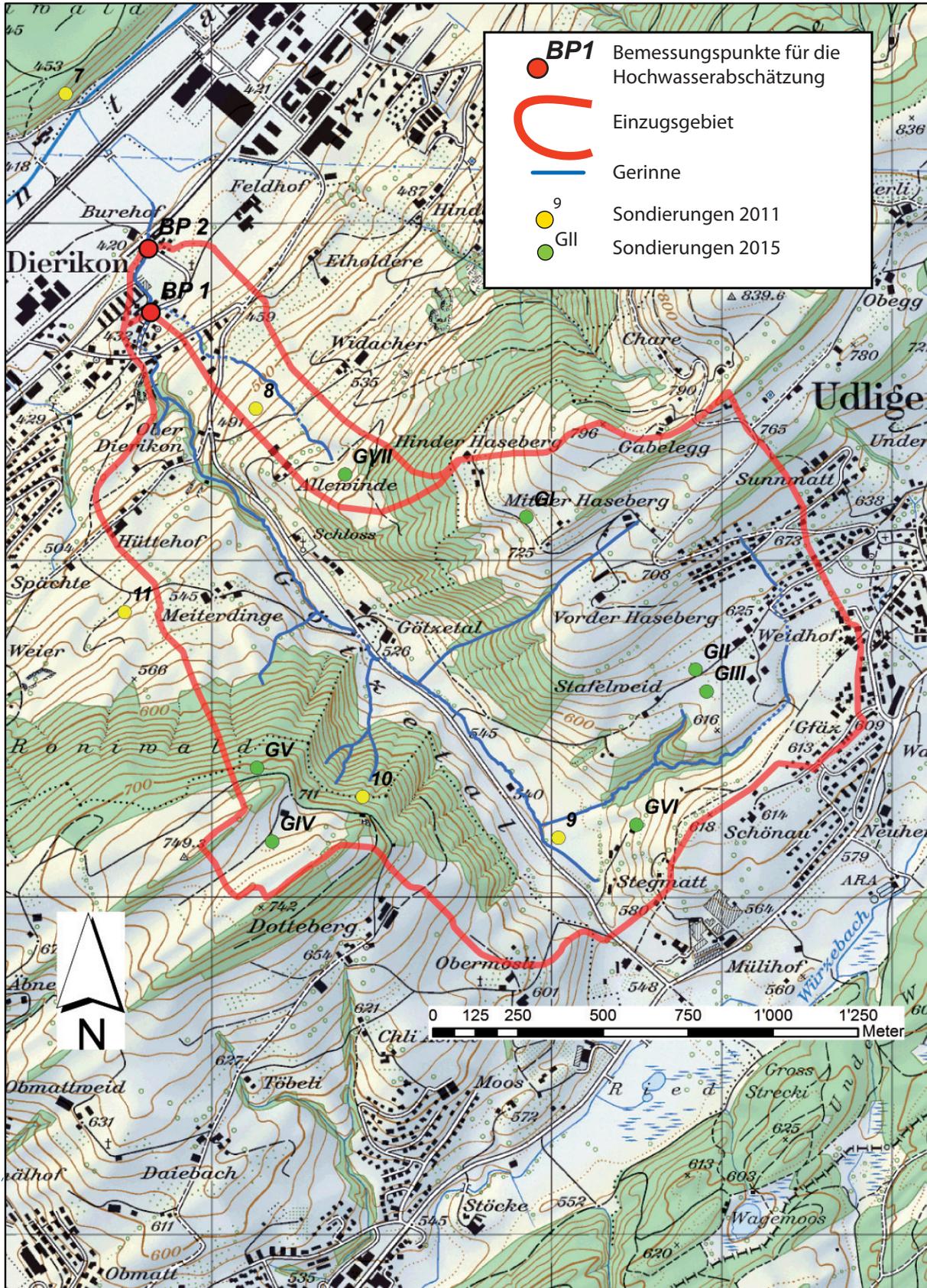


Abb. 1.1: Übersicht des Einzugsgebiets des Götzentalbachs mit den Teileinzugsgebiets, den Bemessungspunkten und den Sondierungen.

1.3 Gebietskennwerte

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

Tab. 1.1: Gebietskennwerte

Höchster Punkt im Einzugsgebiet (EZG) (Gabelegg)	805 m ü. M.
Tiefster Punkt im EZG (Burenhof)	420 m ü. M.
EZG oberhalb BP 1: Dörfli, oberhalb Mündung Rigibach	2.49 km ²
EZG oberhalb BP 2: Burenhof	2.73 km ²

1.4 Gewährsleute

Folgende Personen haben uns bei unseren Untersuchungen mit Informationen zu Hochwasser am Götzenthalbach unterstützt:

- Brunner Joseph, Bäcker
- Brunner Manuel, Bäcker
- Baumgartner Guido, Anwohner im Bereich Dörfli seit 1982
- Gebistorf Richard, Anwohner Dörfli seit 1955
- Gilli Rudolf, Fotograf, ehem. Feuerwehrmann (1982 - 2002)
- Gisler Hans, Udligenswil, Gabelegg (Niederschläge)
- Hediger Mathias, Anwohner Dörfli seit 2005
- Hermann Marcel, Gemeindeschreiber Dierikon
- Imhof Joseph, Udligenswil, Hasenberg (Niederschläge)
- Lang Alexandra, Gemeindeamtfrau Dierikon
- Marfurt Martin, Kdt. Feuerwehr Ebikon-Dierikon
- Meier Walter, Landwirt vom Burenhof
- Meierhans Bruno, Udligenswil (Niederschläge)
- Meyer Martin, Udligenswil (Niederschläge)
- Pürro Urs, Dierikon (Niederschläge)
- Widler Joseph, Gärtnerei und Anwohner
- Zimmermann Hanspeter, Werkhof Dierikon
- Zimmermann Josef, ehemaliger Gemeindeammann und Feuerwehrkommandant

2 Verwendete Daten und Unterlagen

- AF Colenco AG / Keller & Lorenz AG (2010): Gefahrenkarte Rontal.
- Arnet X. (1881): Die Niederschläge in Luzern in den Jahren 1861 – 1880, Anhang No. 1 zum Jahrgang 1881 der Annalen der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt.
- Geiger H., Zeller J., Röthlisberger G. (1991): Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes, Bd. 7, Hrsg. von der Eidg. Anstalt für Wald, Schnee und Landschaft.
- Holinger (2013): Hochwasserschutz Götzenthalbach; Dierikon, Dörfli. Technischer Bericht Konzeptstudie im Auftrag des Kt. LU, Verkehr und Infrastruktur, vif, September 2013.
- Lanz-Stauffer, H. und C. Rommel (1936): Elementarschäden und Versicherung. Studie des Rückversicherungsverbandes kantonal-schweizerischer Feuerversicherungsanstalten zur Förderung der Elementarschadenversicherung, Band 2. Selbstverlag des Rückversicherungsverbandes. Bern.
- MeteoSchweiz: Niederschlagsdaten verschiedener Starkregenereignisse. Witterungsberichte und Annalen, diverse Jahre.
- MeteoSchweiz (2015): Expertise Radar 2015106 vom 7./8.6.2015.
- Naef F., Scherrer S., Zurbrugg C. (1999): Grosse Hochwasser – unterschiedliche Reaktion von Einzugsgebieten auf Starkregen. Hydrologischer Atlas der Schweiz, Blatt 5.7.
- Peyer K. (1988): Bodenkarte Luzern, Blatt 1150, Massstab 1: 25'000, mit Erläuterungen. Hrsg. Eidg. Forschungsanstalt für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Reckenholz.
- 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 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 AG (2011): Massgebende Hochwasserabflüsse und Beckenberechnungen an der Ron bei Ebikon (LU). Auftraggeber: Verkehr und Infrastruktur (vif) Kanton Luzern. Bericht 11/149.
- Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich (1992): Abschätzung des 100jährigen Hochwassers der Ron unter Berücksichtigung der Retention im Ronkanal, Bericht 4053 im Auftrag des Tiefbauamts des Kt. LU.
- WSL, Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (2015): Ereignisdokumentation Hochwasserschäden in der Gemeinde Dierikon (1972-2014).
- Zeitungen, verschiedene.
- 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 am Götzentalbach keine vor. Durch die Untersuchung historischer Hochwasser werden Hinweise über Häufigkeit, Grösse und Verlauf von Hochwasserereignissen gesammelt. Durch das Zusammentragen solcher Informationen aus Zeitungen, Archiven und verbürgten Angaben konnte ein Beobachtungszeitraum von 60 - 160 Jahren erschlossen werden. Die Hochwasser der letzten Jahre sind aufgrund von Zeugenaussagen belegt. Anhand dieser Aussagen konnten die Abflussspitzen jener Hochwasser grob rekonstruiert werden. Dies erlaubte, die beobachteten Hochwasser einzuordnen.

3.2 Die historischen Hochwasser am Götzentalbach

3.2.1 Überblick

Im Anhang 1 sind sämtliche Informationen über historische Hochwasser detailliert zusammengestellt. Als kleiner Bach findet der Götzentalbach in Zeitungen und Chroniken (z.B. Röthlisberger, 1991) kaum Erwähnung, während von der grösseren Ron oft die Rede ist. Deshalb spielen Befragungen von Gewährspersonen (Kap. 1.4), die entlang des Baches wohnen, eine wichtige Rolle. Die wesentlichen Stellen im Bereich des Dorfes Dierikon sind in Abbildung 3.1 dargestellt.

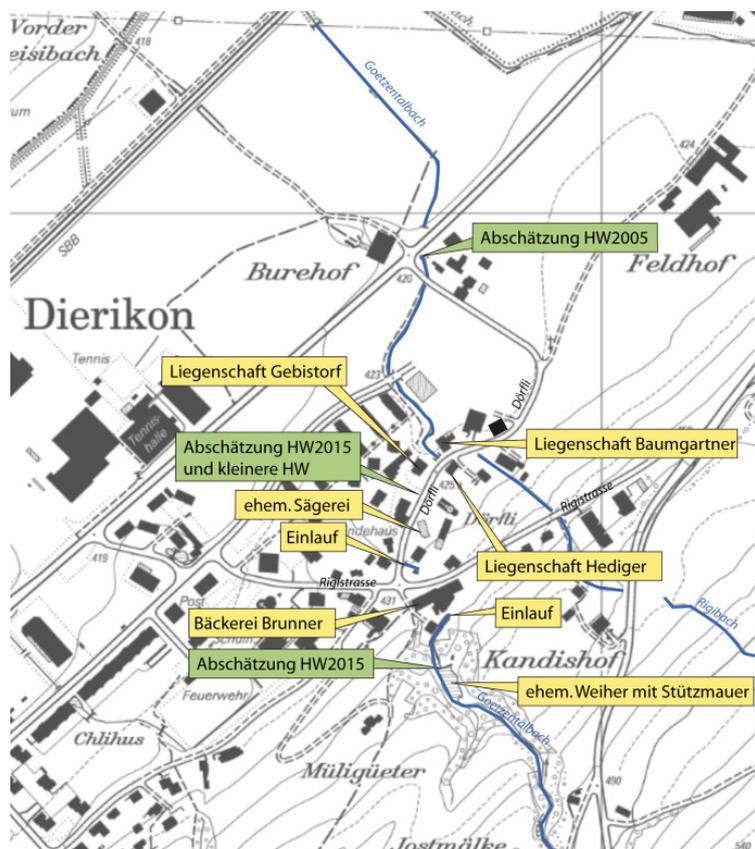


Abb. 3.1: Die wesentlichen Stellen im Zusammenhang mit dem Hochwasser 2015 am Götzentalbach.

Oberhalb der Bäckerei Brunner befand sich lange Zeit ein Weiher, welcher der Sägerei diente. Die Stützmauer mit der Auslaufsektion und der alte Damm sind heute noch sichtbar. Der Weiher verlandete ab den 1970er-Jahren zunehmend und vor allem durch das Geschiebe des Hochwassers 2005.

Bei der Bäckerei Brunner wird der Bach in ein Rohr geleitet, das die Bäckerei und die Rigi-Strasse unterquert ($d_{\text{Min}} = 1.25 \text{ m}$). Unterhalb der Rigi-Strasse kommt der Bach für wenige Meter nochmals zum Vorschein bevor er in ein Rohr ($d = 0.8 \text{ m}$) kleinerer Kapazität geführt wird. Der Bach fliesst unterirdisch unter einzelnen Gebäuden und in der Dörflistrasse bis zu den Liegenschaften Baumgartner und Hediger. Dort macht er eine Linkskurve und vereinigt sich mit dem kleineren Rigibach. Ab der Liegenschaft Baumgartner läuft er wieder offen.

Die Unterquerung der Bäckerei wurde in den 1960er-Jahren erstellt, wie es früher aussah, ist heute unklar. Gemäss Landeskarte von 1970 floss der Götzenthalbach im Dörfli noch offen. Nach Aussagen der Anwohner verlief der Bach noch bis in die 1960er-Jahre offen und wurde dann eingedolt.

Nachfolgend werden die bekannten Hochwasser am Götzenthalbach kurz beschrieben.

Erstmals im Zusammenhang mit Hochwasser wird Dierikon 1910 (Dauerregen: 81 mm¹), 1912 (Dauerregen: 78 mm) und 1927 (Gewitter: 30 mm) erwähnt. Ob es sich um Hochwasser am Götzenthalbach oder an der Ron handelt, ist unklar. Namentlich wird der Götzenthalbach erst am **23.8.1975** erwähnt, als bei einem Dauerregen (106 mm/3d) im Götzenthal der Bach ausbrach, sich Seen bildeten und die Strassen überschwemmt wurden.

Am **10.7.1993** wird abermals von überschwemmten Strassen in Dierikon berichtet. Im Jahr 2002 ist Dierikon drei Mal von Hochwasser betroffen. Am **16.7.2002** werden nach einem Dauerregen Schäden am Gerinne des Rigibachs erwähnt. Vom **6.6.2002** und **1.12.2002** berichtet der Anwohner Guido Baumgartner, dass der Bach schuh- bis stiefelhoch die Dörflistrasse herunterfloss.

Am **19.8.2005** lösten viertägige ergiebige Niederschläge auf der Alpennordseite extreme Hochwasser aus. Auch im Gebiet des Götzenthalbachs fielen ergiebige Niederschläge (172 mm/3d; Anhang 3), wobei ein Grossteil des Niederschlags in zwei etwas intensiveren Phasen unterbrochen von einer mehrstündigen Pause fiel. Der Bach floss die Dörflistrasse hinunter und richtete an mehreren Gebäuden Schaden an. Die Abflussspitze konnte auf der Dörflistrasse (schuh- bis stiefeltief: 1.0 bis 1.8 m³/s) und anhand von Angaben und Fotos beim Durchlass beim Burenhof rekonstruiert werden (ca. 5 – 6 m³/s).

Im **2006** (vermutlich am 21.6.) floss der Bach nach einem Gewitter wieder die Dörflistrasse hinunter. Vergleichbar, aber etwas kleiner war laut Mathias Hediger und Guido Baumgartner der Abfluss auf der Dörflistrasse im Jahr **2007** (Gewitter am 21.7. oder beim Dauerregen am 8.8.2007 von insgesamt 107 mm).

Im Jahr **2009** war die Region zwei Mal von Hochwasser betroffen, ob auch der Götzenthalbach über die Ufer trat, ist unsicher.

2013 (vermutlich am 31.5.) floss der Götzenthalbach abermals die Dörflistrasse hinunter. Das Hochwasser war bewältigbar, weil an der Liegenschaft Hediger Vorkehrungen (Schieber bei der Türe) getroffen wurden und das Wasser in die Strassenentwässerung geleitet werden konnte.

Am **29.8.2014** überflutete der auf der Dörflistrasse abfliessende Götzenthalbach zum wiederholten Male die Geländemulde bei der Liegenschaft Hediger.

¹ Die Niederschlagsmessungen beziehen sich auf Luzern.

Bei den Ereignissen 2002 (2x), 2005, 2006, 2007, 2013 und 2014 lag die Abflussspitze auf der Dörflistrasse zwischen 1.0 und 1.8 m³/s, der entsprechende Abfluss durch den eingedolten Bach kann nicht bestimmt werden, könnte aber zusätzlich maximal 4 – 4.5 m³/s (unter Druck 6 m³/s) betragen haben.

3.2.2 Das Hochwasser vom 7.6.2015

Niederschlagsverlauf: Verschiedene kontinuierliche Niederschlagsmessungen in der Umgebung des EZG zeigen den zeitlichen Verlauf gut auf (Abb. 3.2).

Der Niederschlag setzte gemäss Abbildung 3.2 um 20:30 Uhr ein. 45 Min. später, um 21.15 Uhr, war der Hauptniederschlag bereits vorbei. Die Niederschlagssumme liegt bei allen Stationen und auch beim Radar zwischen 22 und 38 mm (Abb. 3.2 und 3.3). Die maximale Niederschlagsintensität im Götzenthal hätte demnach nur etwa 45 mm/h betragen. Die relativ kleine Niederschlagsmenge überrascht angesichts der grossen Abflüsse und verheerenden Schäden, die beobachtet wurden. Es wird vermutet, dass der Kern des Starkniederschlags weder von den umliegenden Niederschlagsstationen noch vom Radar erfasst wurde.

Daher wurde versucht, weitere Informationen zur Niederschlagsmenge im Gebiet zu erhalten. Zahlreiche Personen, v.a. Landwirte, messen mit Messbechern (Fassungsvermögen 30 mm) den Niederschlag (siehe auch Anhang 1). Auf dem Hasenberg hat ein Landwirt seinen Messbecher während des Ereignisses geleert und insgesamt 65 mm gemessen. Andere Messungen zeigen im oberen Teil des Einzugsgebiets ebenfalls Werte zwischen 55 und 66 mm Niederschlag, in Dierikon liegt ein Wert von 48 mm vor (Abb. 3.3). Bezogen auf die Dauer des Niederschlags wurden also am Boden Intensitäten von bis zu 90 mm/h beobachtet, die markant höher sind als die, der umliegenden Stationen und des Radars². Bei den weiteren Betrachtungen wurden von die im EZG beobachteten Werte berücksichtigt. Abbildung 3.3 zeigt die räumliche Verteilung des Niederschlags am 7.6.2015 anhand aller Beobachtungen im EZG und seiner Umgebung.

² Die Radarbilder mit Pixelgrösse von 1 km x 1 km haben nur begrenzte Auflösung. Dies dürfte der Grund sein, weshalb die maximalen Intensitäten nicht erfasst wurden.

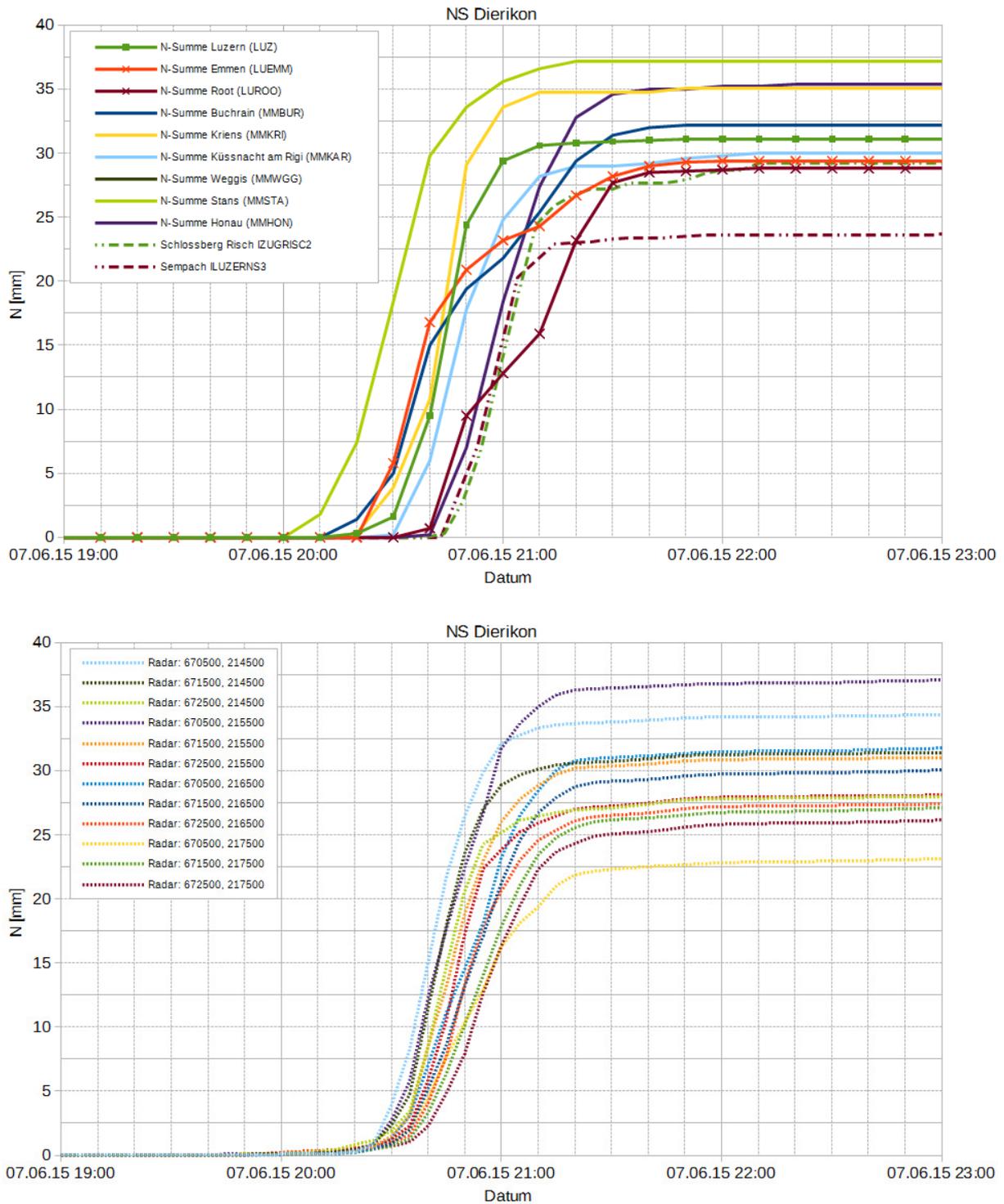


Abb. 3.2: Niederschlagsverlauf des Ereignisses vom 7.6.2015 aufgrund der Bodenstationen (oben), und der Radardaten (unten).

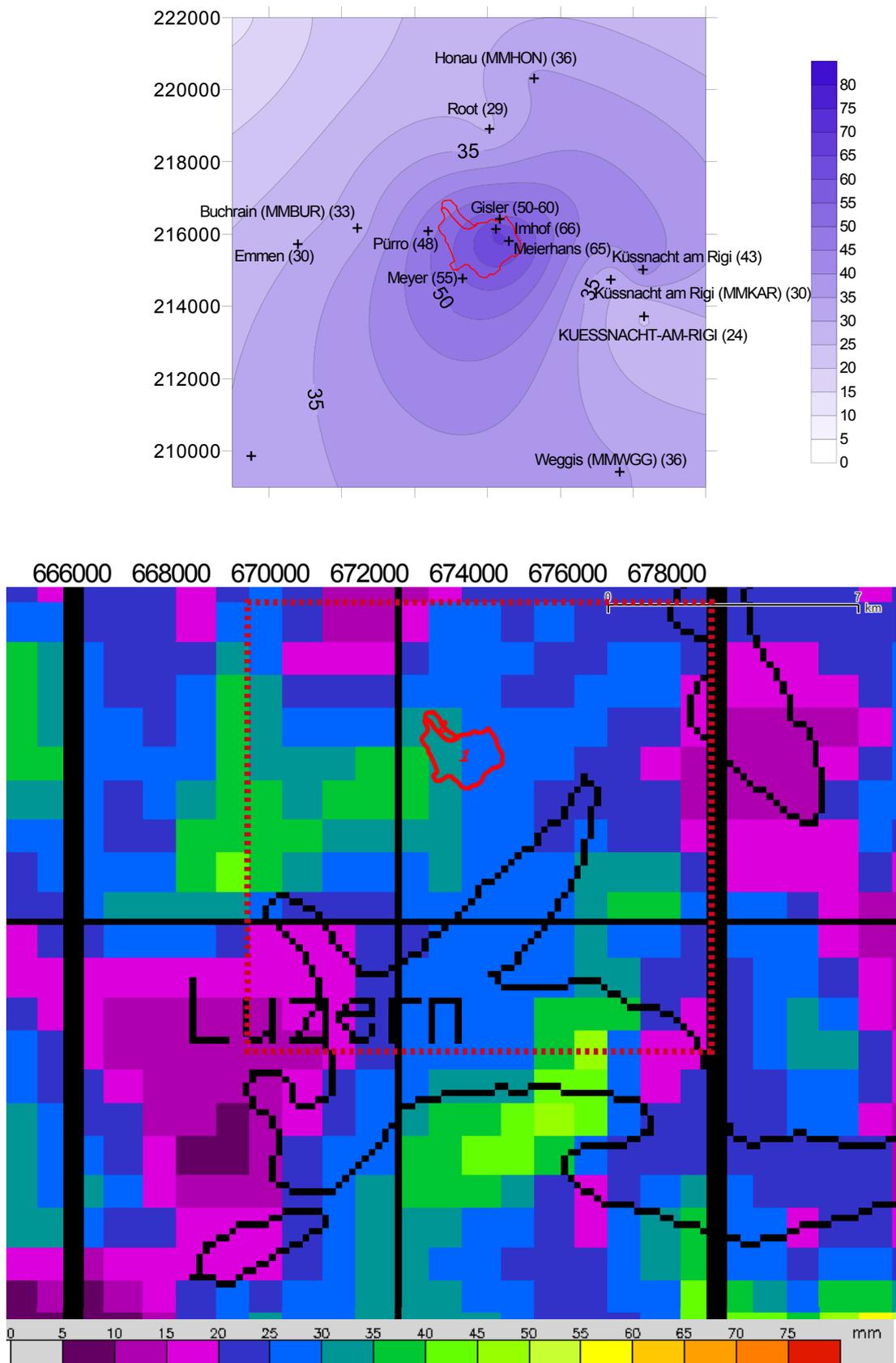


Abb. 3.3: Niederschlagsverteilung anhand der Bodendaten (oben) und der Radardaten (unten) für das Ereignis vom 7.6.2015

Verlauf des Hochwassers: Anhand von Fotos von Guido Baumgartner konnte der Verlauf des Hochwasser rekonstruiert werden (Tab. 3.1).

Um 20:45 Uhr fließt noch kein Wasser auf der Strasse und der Bach gelangt durch die Eindohlung das Dörfli herunter. Um 20:57 Uhr fließt der Bach schon auf der Strasse und erreicht zwischen 21:30 Uhr und 22 Uhr die Abflussspitze. Schon bald nimmt der Abfluss aber wieder ab (kurz nach 22 Uhr) und um 23 Uhr ist das Hochwasser vorbei.

Anhand von Aussagen und Fotos während und nach dem Ereignis konnte die Grösse der Abflussspitze an verschiedenen Stellen abgeschätzt werden. Demnach lag die Abflussspitze zwischen 13 und 16 m³/s (Abb. 3.4).

Tab. 3.1: Ablauf des Ereignisses 2015 im Dörfli

Zeit	Beobachtung
20:30 Uhr	Niederschlagsbeginn
20:45 Uhr	das Gerinne entlang Baumgartners Gartens war ziemlich voll
20:57 Uhr	Beginn Abfluss auf der Dörfli Strasse
21.30 – 22 Uhr	Durchgang der Abflussspitze (ca. 13 - 16 m ³ /s)
Nach 22 Uhr	Abnehmender Abfluss
23 Uhr	Auf der Dörflistrasse floss nur noch wenig Abfluss.

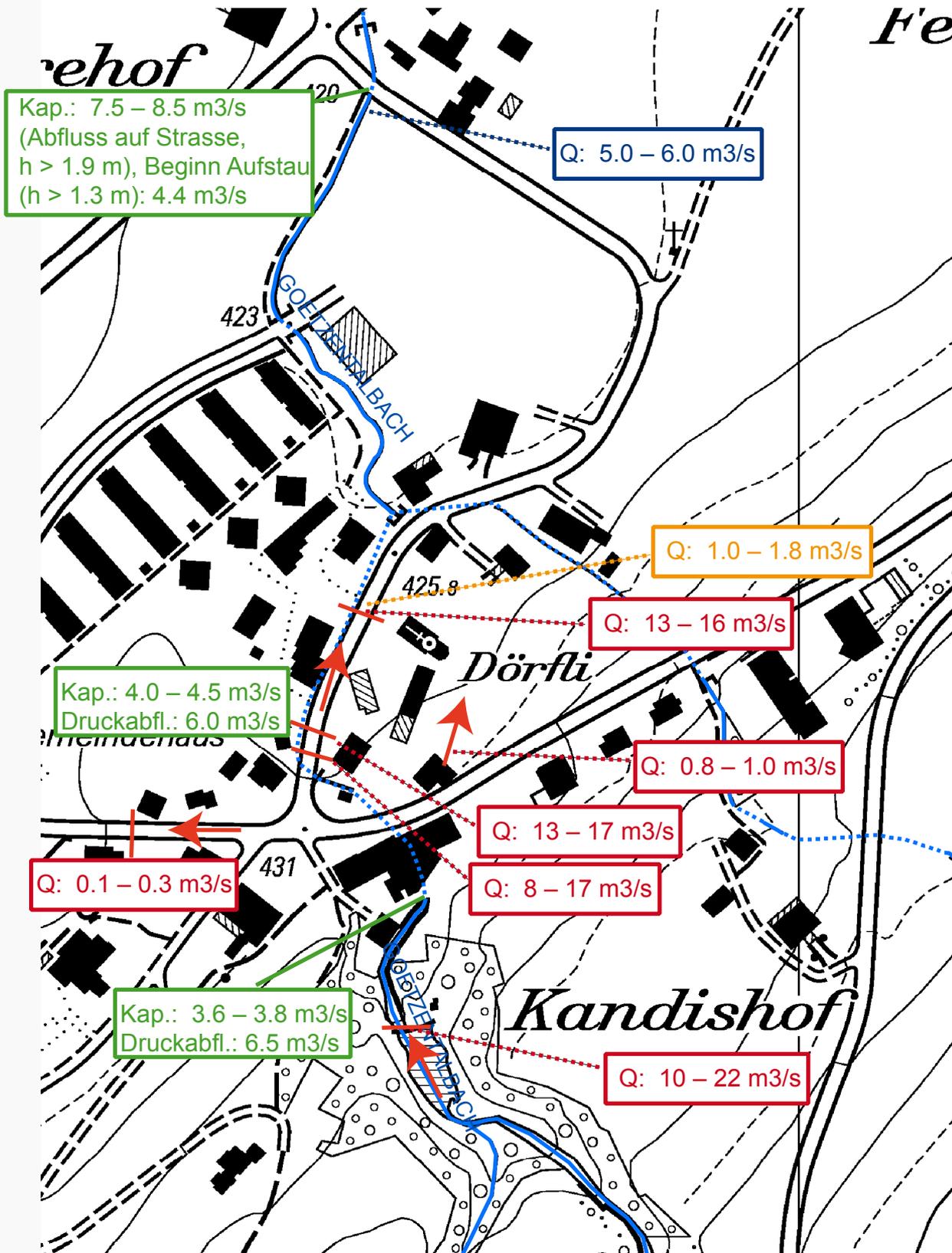


Abb. 3.4: Kapazität der Eindolungen (grün), sowie Abschätzung der Abflussspitzen während des Hochwassers vom 7.6.2015 (rot), resp. des Hochwassers vom 7./8.8.2005 (blau) und mehrerer kleineren Hochwassern z.B. 2014 (orange).

3.3 Einordnung aufgrund der Aussagen

Die Hochwassergeschichte liess sich in Dierikon nicht weit zurückreichend rekonstruieren (siehe Anhang 1). Verschiedene langjährige Einwohner haben heute ein Alter von 60 – 70 Jahren und haben ihr Leben im Dörfli verbracht. Anhand von Aussagen von diesen Gewährsleuten kann ein Zeitfenster von mindestens 60 Jahren erschlossen werden. An katastrophale Hochwasser wie 2015 kann sich niemand erinnern.

Der Einlauf bei der Bäckerei Brunner hat eine Kapazität von 3.6 – 3.8 m³/s, das Rohr kann nach Holinger (2013) unter Druck sogar bis 7 m³/s abführen (sofern kein Geschwemmsel und kein Geschiebe den Abfluss beeinträchtigt). Bei all den Ereignissen seit 1960 (abgesehen vom Hochwasser 2015) vermochte dieser Einlauf den Abfluss immer zu schlucken. Der Bach trat oft erst beim Einlauf unterhalb der Rigistrasse auf die Strasse, sei es, weil Geschwemmsel den Einlauf verstopfte oder die Kapazität erschöpft war.

Das Hochwasser 2005 (ca. 5 – 6 m³/s) wird vom Anwohner Guido Baumgartner als zweitgrösstes Hochwasser der letzten 32 Jahre eingestuft (ca. 16 bis 30- (- 35)jährlich).

In den letzten 14 Jahren floss der Bach mindestens 8 Mal die Dörflistrasse hinunter. Der Abfluss auf der Strasse betrug dabei maximal 1 – 1.8 m³/s (abgesehen von Hochwasser 2005 und 2015). Wieviel in der Eindolung abfloss, ist fraglich, lässt sich aber eingrenzen. Beim zweitgrössten Ereignis (Hochwasser 2005) flossen beim Burenhof 5- 6 m³/s ab. Bei den kleineren Ereignissen der letzten 14 Jahre wurde dort diese Abflusshöhe nie erreicht. Also liegt die Obergrenze der kleineren Ereignisse bei maximal etwa 5 m³/s.

Familie Brunner und ihre Vorfahren leben seit 160 Jahren vor Ort. Josef Brunner ist heute 64jährig. Weder der Vater noch der Grossvater von Josef Brunner äusserten sich je über extreme, die Bäckerei gefährdende Hochwasser, die sich in ihrem Leben ereignet hätten. Wahrscheinlich war das Hochwasser 2015 also das grösste Hochwasser nicht nur der letzten 60 Jahre, sondern sogar das grösste der letzten 160 Jahre (Wiederkehrperiode: 60 – 160jährlich).

Eventuell war das Ereignis 2015 noch seltener als 160jährlich, wenn man den auslösenden Niederschlag betrachtet. Ein Starkniederschlag an der Station Luzern von 66 mm in 45 Minuten hat gemäss Statistik (Anhang 6) eine Wiederkehrperiode von 300 Jahren oder ist sogar noch seltener.

3.4 Schlussfolgerungen

Aus den Erkundungen historischer Hochwasser lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Durch die Recherchen über historische Hochwasser eröffnet sich ein Beobachtungszeitraum von 60 bis maximal 160 Jahren. Der Bach wurde in den 1960er-Jahren eingedolt. Der heute verlandete Sägeweiher oberhalb der Sägerei dürfte früher Geschiebe zurückgehalten haben und die Hochwassersituation entschärft haben.
- Sowohl Gewitter als auch Landregen erzeugten im Götzentalbach verschiedene Hochwasser mit Überschwemmungen in Dierikon.
- Das grösste Hochwasser der vergangenen wahrscheinlich 160 Jahre wurde am 7. Juni 2015 durch einen intensiven Gewitterregen von 66 mm in 45 Min. ausgelöst und erreichte dabei in Dierikon eine Abflussspitze von 13 - 16 m³/s. Das zweitgrösste der letzten 35 Jahre war das Hochwasser vom 19.-22.8.2005 mit 5 – 6 m³/s, das von einem ergiebigen Landregen erzeugt wurde. Dessen Wiederkehrperiode liegt im Bereich von 16 – 35 Jahren.
- In den letzten 14 Jahren floss der Bach mindestens 8 Mal die Dörflistrasse hinunter. Der Abfluss auf der Strasse betrug dabei maximal 1 – 1.8 m³/s (abgesehen von Hochwasser 2005 und 2015). Wieviel in der Eindolung abfloss, ist fraglich, lässt sich aber eingrenzen. Beim zweitgrössten Ereignis (Hochwasser 2005) flossen beim Burenhof 5- 6 m³/s ab. Bei den kleineren Ereignissen der letzten 14 Jahre wurde dort diese Abflusshöhe nie erreicht. Also liegt die Obergrenze der kleineren Ereignisse bei maximal etwa 5 m³/s.
- Dem Abfluss des Hochwassers 2015 wird eine Wiederkehrperiode von 60 - 160 Jahren zugeordnet. Möglicherweise war das Hochwasser 2015 noch seltener, wenn man den auslösenden Niederschlag berücksichtigt. Ein Starkniederschlag von 66 mm in 45 Minuten hat an der Station Luzern eine sehr grosse Wiederkehrperiode.

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 Beregnungsversuchen 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 Götzentals nach der Abflussbereitschaft lehnt sich eng an diesen Bestimmungsschlüssel an.

Im Bericht Scherrer AG (2011) über das Rontal wurden die geologischen Verhältnisse, die Böden und Abflussreaktion detailliert beschrieben. Hier werden die wesentlichen Informationen zusammengefasst und die zusätzlich durchgeführten Sondierungen sowie die Neuinterpretation der zum Abfluss beitragenden Flächen ausgeführt.

4.2 Geologie, Böden, Abflussprozesse und Abflusstypen

Geologie: Das Götzenttal liegt in der subalpinen Molasse im Übergangsbereich zur mittelländischen Molasse. Tektonisch handelt es sich bei den Steilhängen des Dietschibergs und des Dottenbergs um eine Antiklinale (Würzenbach-Antiklinale), ein geschlossenes Gewölbe ist aber heute nicht mehr sichtbar. In den steilen Hängen ist vor allem grauer (Luzerner) Sandstein zu finden.

Böden: Die Bodenkarte im Massstab 1 : 25'000 von Peyer (1988) gibt einen guten Überblick der Böden im unbebauten EZG. Die Böden werden grösstenteils als Braunerden beschrieben, in Steilhängen flach- bis mittelgründig, in weniger geneigten Flächen mittel- bis tiefgründig. Meist sind sie normal durchlässig, nur vereinzelt sind etwas von Stau- oder Hangwasser beeinflusste Böden (z.B. Hang bei Dierikon) kartiert. Im Götzenttal wurden auch Gleyböden (Buntgleye), Braunerde-Gleye oder Pseudogleye ausgewiesen.

Um die Angaben der Bodenkarte und der Sondierungen von 2011 (Nr. 8, 9, 10) zu ergänzen und hydrologisch zu interpretieren, wurden in Scherrer AG (2011) an 6 Standorten (GI – VII) zusätzliche Bodensondierungen mit der Schlagsonde nach Pürckhauer (Kerndurchmesser 2 cm) ausgeführt. Die Lage der Sondierungen ist in Abbildung 1.1 ersichtlich. Diese Profile wurden nach Infiltration, Speichervermögen und zu erwartendem Abflussprozess beurteilt und bilden zusammen mit den Luftbildern des Götzentals nach dem Hochwasser 2015 die Grundlage für die Kartierung des Gebiets nach der Abflussbereitschaft.

Abflussprozesse und Abflusstypen: Die Beurteilung der Flächen stützt sich im Wesentlichen auf die Bodenkarte, die geologische Karte und die Bodensondierungen. Zudem wurden die Luftbilder des Götzentals nach dem Hochwasser 2015 berücksichtigt, welche die Abflussbereitschaft der Hänge zeigen. Diese Informationen gingen in die Kartierung des Gebiets nach **Abflusstypen** ein (Abb. 4.1), welche als Grundlage für die Abflussberechnungen mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell Q_{AREA} dient. Abflusstypen sind Flächen ähnlicher Abflussbereitschaft.

Folgende **Abflussprozesse** werden unterschieden: 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. Ihre Flächenausdehnung ist allerdings im Gebiet gering und werden als Abflusstyp 1 zusammengefasst (1.2 % Flächenanteil).

Feuchte Mulden und die unteren Teile langer Hänge weisen in Bachnähe ein geringes Feuchtedefizit auf und sättigen sich bei Starkregen (verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund der Sättigung: SOF2). Bewaldete Steilhänge mit flachgründigen Böden ermöglichen raschen Abfluss im Boden (SSF1). Diese Flächen tragen leicht verzögert zur Entstehung von Hochwasser bei (Abflusstyp 2, 16.8 %).

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 (41.2 %).

Ein kleiner Teil der Böden im EZG des Götzetalbachs 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, 34.4 %). Im günstigen Fall sickert das Niederschlagswasser in den durchlässigen Untergrund, DP, Abflusstyp 5, 0 %). Solche Flächen sind im EZG nicht vorhanden.

Die Siedlungsflächen wurden separat kartiert (Tab. 4.2: Abflusstyp 6 – 8: 6.4%). Abflusstyp 6 (0.4%) fasst die dicht bebauten Siedlungsflächen zusammen, Abflusstyp 7 (0.5%) die mässig und Abflusstyp 8 (5.5%) die schwach bebauten Flächen.

Die Abflusstypen 1-3 und 6-8 sind die Flächen im EZG, welche bei einem Gewitter zum Abfluss beitragen und zwei Drittel des EZG ausmachen. Deshalb wird die Abflussreaktion des Götzetalbachs als stark bis sehr stark beurteilt. Ein wesentlicher Grund dafür sind die steilen Hänge mit den flachgründigen Böden.

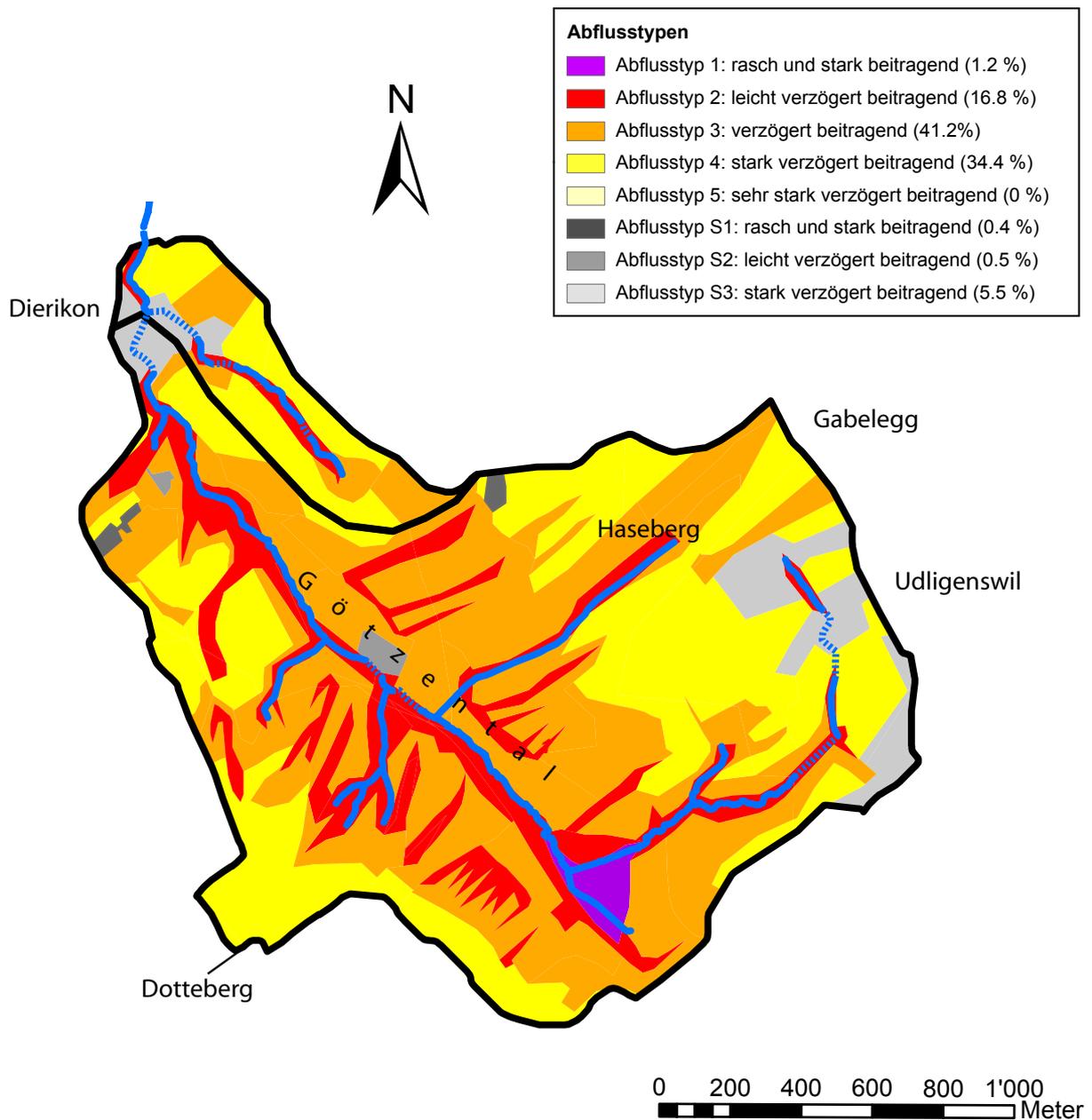


Abb. 4.1: Flächen ähnlicher Abflussbereitschaft (Abflusstypen) im Einzugsgebiet des Götzentalbachs.

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

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.	0.03	1.2
		Sofortiger gesättigter Oberflächenabfluss (SOF1)	Feuchtfächen		
2	Leicht verzögert beitragende Flächen	Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF2)	Schwach durchlässige Böden mit geringem Gefälle.	0.46	16.8
		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.	1.13	41.2
		Verzögerter Abfluss im Boden (SSF2)	Mässig tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fließwegen über Fels oder Moräne, Flächen in Gerinnenähe, drainierte Böden in flacher Lage.		
4	Stark verzögert beitragende Flächen	Sehr stark verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF3)	Tiefgründige Böden mit guter Durchlässigkeit.	0.94	34.4
		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).	0.0	0
		Sehr stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3)	Tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fließwegen, gerinnefern.		
Total				2.56	93.6

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	0.01	0.4
S2	leicht verzögert beitragend	ebene, dicht bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen geneigte, locker bebaute Flächen	0.01	0.5
S3	verzögert beitragend	geneigte, locker bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen	0.15	5.6
Total			0.18	6.4

4.2 Abflussreaktionskurven

Abbildung 4.2 zeigt die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen. 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 (22.3% resp. 68.2 % des EZG) bei einem Niederschlag von 100 mm rund 30 % resp. 10 % abfliesst. Die Abflusstypen (Abb. 4.1) und die Abflussreaktionskurven (Abb. 4.2) sind eine wichtige Grundlage für das Niederschlag-Abfluss-Modell (NAM). Sie beschreiben im Wesentlichen die Abflussbildung des Gebiets.

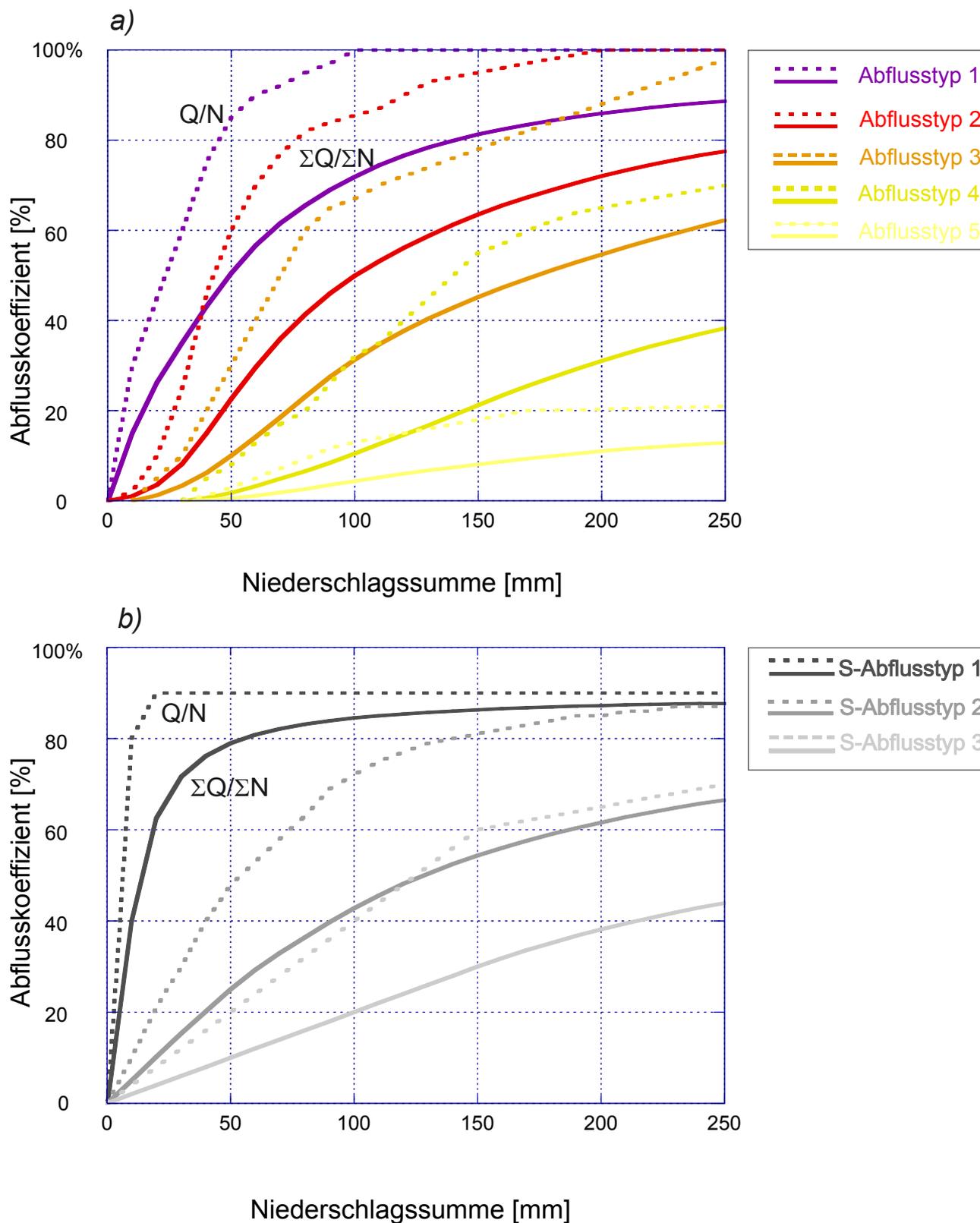


Abb. 4.2: Die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen (Abb. 4.2a) und für Siedlungsflächen (Abb. 4.2b). Sie definieren den Anteil des abfließenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagssumme. Eingetragen ist der Spitzenabflusskoeffizient (Q/N , strichliert) und der Volumenabflusskoeffizient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

5 Abflussberechnungen

5.1 Einleitung

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

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 Götzenthalbach erstellt. Zusammenfassend die wichtigsten Grundlagen und Eigenschaften des Modells Q_{AREA}:

- Das NAM basiert auf der Klassifizierung der **Abflussbereitschaft** der Teileinzugsgebietsflächen (Abflusstypen, Abb. 5.1b) und den dazugehörigen Abflussreaktionen (Abflussreaktionskurven, Abb. 5.1c, Kap. 4.5).
- 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 (Abb. 5.1e).

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.

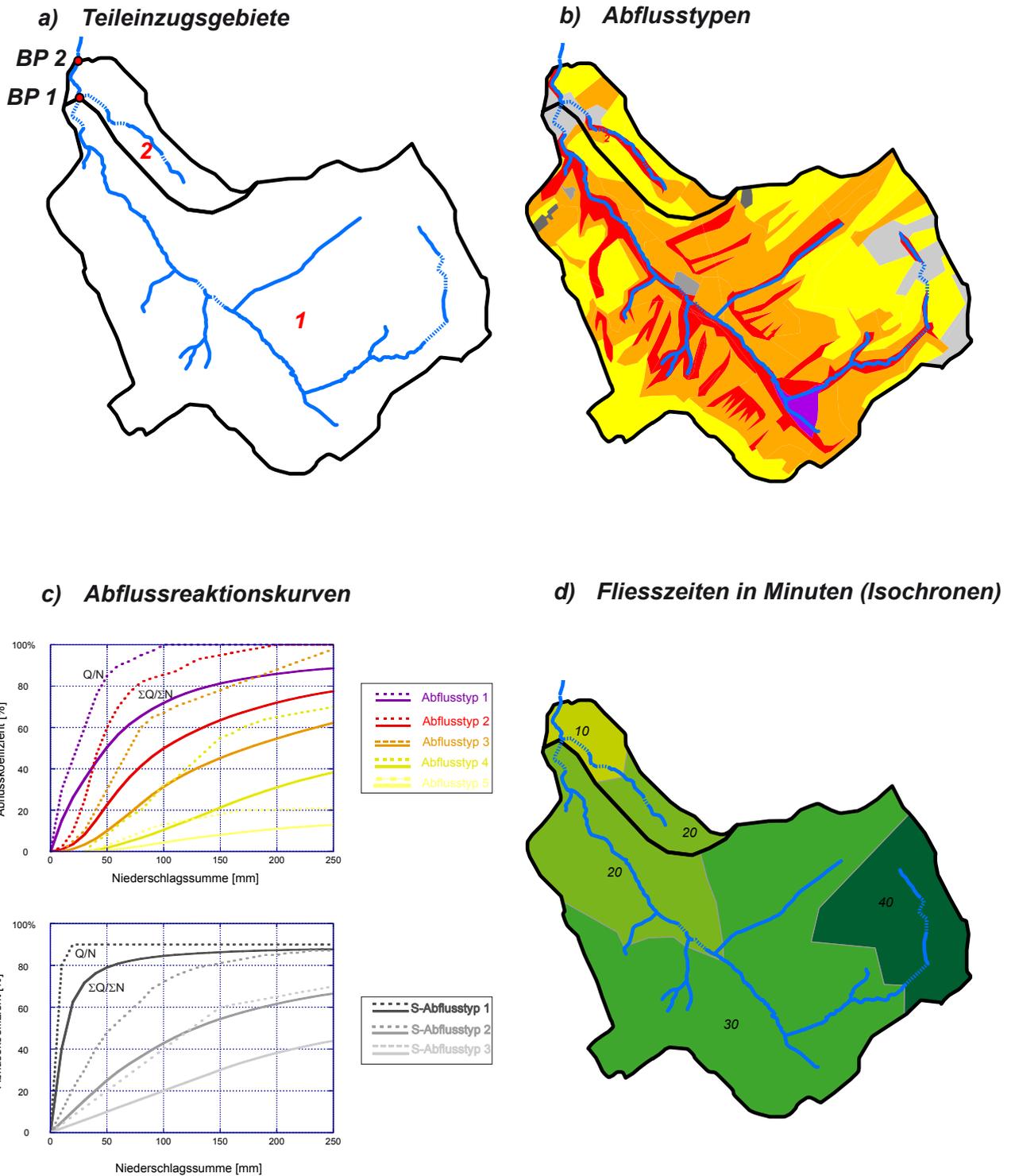


Abb. 5.1: Die Grundlagen des Niederschlag-Abfluss-Modells QAREA
a) Die Teileinzugsgebiete mit den Berechnungspunkten,
b) die Abflusstypen,
c) die Abflussreaktionskurven,
d) die Fließzeiten in Minuten (Isochronen).

5.3 Modellverifikation

Für die Modelleichung wurden die Hochwasser vom 21./22. August 2005 (Anhang 5a) und vom 8. August 2007 (Anhang 5b) nachgerechnet. Bei diesen Hochwasserereignissen waren folgende Voraussetzungen für eine Modelleichung gegeben:

- Es waren Niederschlagsereignisse, welche die ganze Region betrafen, wobei das Hochwasser 2009 durch ein Gewitter ausgelöst wurde. Es wurden die zeitlichen Niederschlagsverteilungen der hoch aufgelösten messenden kantonalen Stationen Emmen und Root für den Niederschlagsinput verwendet³.
- 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 konnten befriedigend nachgerechnet werden. Über den Verlauf der Hochwasser und die Abflussvolumina konnten allerdings keine detaillierten Beobachtungen in Erfahrung gebracht werden. Die beobachtete Abflussspitze des Hochwassers 2009 konnte nur mit dem Niederschlagsverlauf der Station Root nachgerechnet werden (Anhang 5c). Die Station Emmen registrierte eine viel geringere Niederschlagsintensität. Insgesamt ergibt das Modell plausible Ergebnisse und kann für die Abflussberechnungen (Kap. 5.5) eingesetzt werden.

Zusätzlich sind die Abflussganglinien für das Ereignis vom 7.6.2015 basierend auf der Niederschlagsganglinie der Station Root, resp. der Radarganglinie in Anhang 5d und 5e dargestellt.

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 2.7 km^2 klein ist, können auch kurze Starkniederschläge das Gebiet voll überregnen. Daher wurde eine gleichmässige räumliche Niederschlagsverteilung angenommen (Abb. 5.1e).

5.4.2 Zeitliche Niederschlagsverteilung und Niederschlagsintensitäten

Südwestlich des EZG des Götzentalsbaches liegt die Regenmessstation Luzern der MeteoSchweiz. Von den Regenmessstationen, die über eine statistische Auswertung verfügen, liegt Luzern dem EZG des Götzentalsbaches am nächsten (Zeller et al. 1978). In der Niederschlagsstatistik von Zeller et al. (1978) wurden die Jahre 1881 – 1977 ausgewertet. Seit den 1990er-Jahren gab es eine Häufung von extremen Starkregen, welche in dieser Statistik nicht berücksichtigt sind. Daher wurden die Daten aus Jahrbüchern und digitalen Daten der MeteoSchweiz (Messreihe von 1881 – 2010) zusammengetragen und statistisch analog zu Zeller et al. (1978) ausgewertet⁴. Für den Götzentalsbach wurden zusätzlich die hoch aufgelösten Niederschlagsdaten der Station Luzern der Jahre 1981 bis 2014 ausgewertet (Anhang 6).

Folgende Ergänzungen zur Auswertung der hochaufgelösten Messreihe von Luzern sind zu berücksichtigen:

³ Dargestellt sind nur die Ereignisse mit dem Niederschlagsverlauf der Station Root.

⁴ Die neuen statistischen Werte der Station Luzern sind gegenüber Zeller et al. (1978) für den 100-jährlichen 1-Tageswert ca. 5 % höher.

- Zeller et al. (1978) haben die Pluviographenstreifen von 1959 bis 1977 ausgewertet. Ergänzt wurden die Daten mit der Reihe von 1981 bis 2014, so dass eine 53 jährliche Messreihe vorliegt (10 Min., 20 Min., 1 h und 4 h).
- Geiger et al. (1944) erwähnen folgende Extremwerte ausserhalb dieser Periode:
 - 57 mm in 45 Min. am 4.6.1875 und
 - 100 bis 105 mm in 25 Minuten am 24.8.1944.
- Arnet (1881) ergänzt folgende Details: „1875, 4. Juni, Nachmittags Gewitter mit Hagel in $\frac{3}{4}$ Stunden Niederschlag 57 mm.“
- Zeller et al. (1978): „Am 24. August 1944 wurde in 25 Minuten eine Rekordmenge von 100 mm gemessen, die einem über 10000jährigen Ereignis entspricht. (Laut Angaben der MZA vorwiegend Hagel).“
- Die Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt 1944, einundachtzigster Jahrgang (1945) erwähnen das Ereignis wie folgt: „Sehr bemerkenswert ist ein intensiver lokaler Starkregen, der am 24. August in Luzern niederging. Hier sind nach Feststellungen der Armeeewetterwarte zwischen 2055 h und 2120 h mindestens 105 mm (total 111 mm) gefallen. Von Luzern aus erstreckt sich noch ein Niederschlagsgebiet mit mehr als 30 mm in Gestalt eines Streifens von 10 bis 20 km Breite westsüdwestwärts dem Voralpenrand entlang, bezeichnet durch die Stationen: Entlebuch (57 mm), Marbach (57), Beatenberg (40) bis Zweisimmen (82). Es handelt sich um die Niederschläge von Gewittern, die durch eine leichte westostwärts wandernde Störungslinie ausgelöst wurden. Hier liegt vermutlich ein ähnlicher Fall vor, wie bei dem denkwürdigen Starkregen im Rigigebiet am 9. September 1934.“

Nach Anhang 6 waren seit 1880 nur die Tagesniederschläge vom 6.6.2002 (112 mm), vom 24.8.1944 (111 mm) und vom 7.8.1978 (107 mm) grösser als 100 mm. Nach Arnet (1881) war der grösste Tagesniederschlag zwischen 1861 und 1880 92 mm. Demzufolge ist sicher, dass der 25 Minuten Niederschlag vom 24.8.1944 mit 100 bis 105 mm sicher der grösste seit 1861, d.h. der vergangenen 153 Jahre ist. Zu bemerken bleibt ferner, dass es sich hiermit um den grössten in der Nordschweiz gemessenen Niederschlag dieser Dauer handelt, in Morges wurde ein ähnlich grosser 30 Min. Niederschlag von 110 mm gemessen (Geiger et al., 1991).

Aufgrund der 1875, 1944 und in diesem Jahr in EZG des Götzentalbachs beobachteten Gewitterniederschläge wurden die mit der neuen Statistik (Anhang 6) ermittelten Niederschläge von 0.5 bis 4 h um den Faktor 1.2, 1.3 und 1.4 erhöht (Abb. 5.2 und Tab. 5.2).

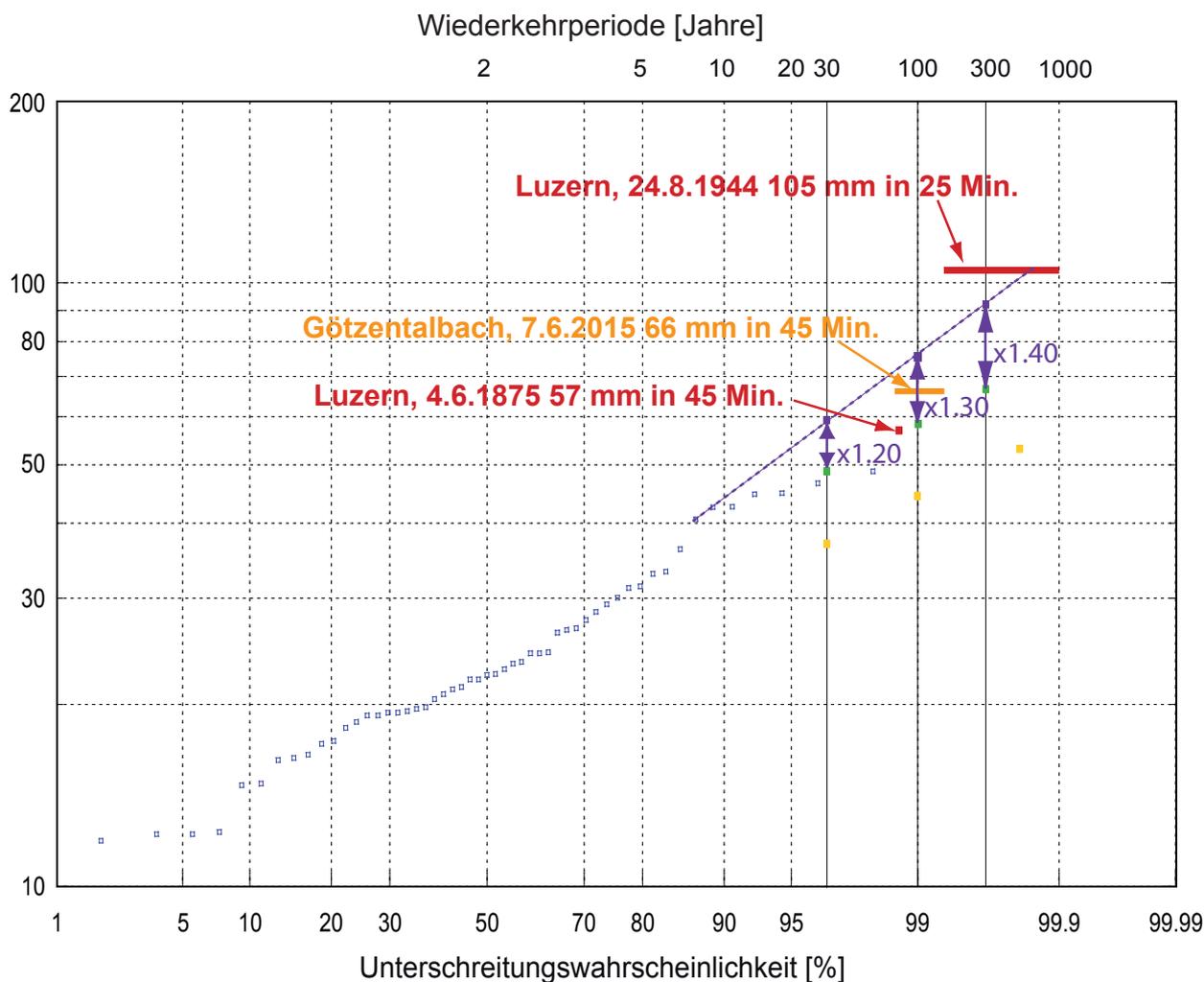


Abb. 5.2: Das Frequenzdiagramm des 1 Stunden Niederschlags in Luzern. Die 53 jährliche Messreihe (1959-1977 und 1981 bis 2014) ist blau dargestellt. Rot eingetragen sind die Niederschläge vom 4.6.1875 mit 57 mm in 45 Min. (hier als 1h NS mit Rang 2 der gesamten Messperiode von 1861 bis 2014 angenommen) und vom 24.8.1944 mit 105 mm in 25 Min. (hier als 1h NS im Rang 1 von 153 bis 1000 J. angenommen). Zum Vergleich ist der 45 Min. Niederschlag im EZG des Götzentalbachs vom 7.6.2015 in orange dargestellt. In Grün, resp. gelb sind die für die Niederschlagsstatistik für 1h (nach Anh. 6), resp. 30 Min. Niederschläge verwendeten Werte dargestellt. In violett die vorgeschlagenen Erhöhung der Gewitterniederschläge.

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 5.1 zeigt die für die Modellrechnungen verwendeten Werte:

Tab. 5.1: Die für die Modellrechnungen verwendeten Niederschlagswerte (Luzern 1881 – 2014, nicht erhöhte Werte).

Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlagsdauer [h]	Wiederkehrperiode [Jahre]	Zeitliche Verteilung des Niederschlags	Niederschlagsmenge [mm]	Max. Niederschlagsintensität [mm/h]
0.5h30j_dreieck	0.5	30	Dreieck	37.6	112.9
1h30j_dreieck	1	30	Dreieck	48.5	84.9
2h30j_dreieck	2	30	Dreieck	56.1	52.6
4h30j_dreieck	4	30	Dreieck	61.8	29.9
12h30j_block	12	30	Blockregen	89.7	7.5
24h30j_block	24	30	Blockregen	102.1	4.3
48h30j_block	48	30	Blockregen	118.9	2.5
0.5h100j_dreieck	0.5	100	Dreieck	44.1	132.4
1h100j_dreieck	1	100	Dreieck	57.9	101.2
2h100j_dreieck	2	100	Dreieck	67.4	63.2
4h100j_dreieck	4	100	Dreieck	73.4	35.6
12h100j_block	12	100	Blockregen	106.3	8.9
24h100j_block	24	100	Blockregen	119.5	5.0
48h100j_block	48	100	Blockregen	138.1	2.9
0.5h300j_dreieck	0.5	300	Dreieck	50.0	150.1
1h300j_dreieck	1	300	Dreieck	66.3	116.1
2h300j_dreieck	2	300	Dreieck	77.7	72.8
4h300j_dreieck	4	300	Dreieck	84.0	40.7
12h300j_block	12	300	Blockregen	121.4	10.1
24h300j_block	24	300	Blockregen	135.3	5.6
48h300j_block	48	300	Blockregen	155.5	3.2

5.5 Abflussberechnungen

Die Analyse der Hochwasserereignisse vom August 2005 (Anhang 5a) und August 2007 (Anhang 5b) zeigte, dass in den 1.5 Tagen vor den das Hochwasser auslösenden intensiven Niederschlägen bereits jeweils etwa 70 mm Regen fielen, die das Abflussverhalten des EZG beeinflussten. Deshalb wurden für die Berechnung der langen 12 h-, 24 h- und 48 h- Niederschläge mit einem Vorregen von 70 mm gerechnet⁵.

Tabelle 5.2 zeigt die Resultate der Modellrechnungen. Fett gedruckt sind die grössten Abflüsse. Die Berechnungen zeigen, dass Gewitterniederschlägen von 1 und 2 Stunden Dauer die grössten Abflussspitzen erzeugen. Bei den häufigeren Ereignissen erzeugen 12-stündige Niederschläge beinahe dieselben Abflüsse wie längere Gewitter. Die Resultate der Abflussberechnungen stehen damit im Einklang mit den Beobachtungen historischer Hochwasser (vgl. Kap. 3.3). Auch die Erkundung historischer Hochwasser ergab hohe Abflüsse nach Landregen (2005) aber auch nach Gewittern (2015).

⁵Heftige Gewitter fallen in der Regel eher auf trockene Vorbedingungen, weshalb bei den kurzen Niederschlägen bis 4 h Dauer kein Vorregen berücksichtigt wird.

Tab. 5.2: Die Resultate der Berechnungen mit dem NAM QA_{REA} .

Wiederkehrperiode [Jahre]	Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlags-szenario	Vor-regen [mm]	Niederschlags-faktor [-]	Abflussspitzen [m ³ /s] bei den Berechnungspunkten	
					BP 1	BP 2
30	0.5h30j_dreieck	Dreieck	0	1.20	3.6	3.8
	1h30j_dreieck	Dreieck	0	1.20	5.0	5.3
	2h30j_dreieck	Dreieck	0	1.20	5.1	5.4
	4h30j_dreieck	Dreieck	0	1.20	4.2	4.5
	12h30j_block	gleichmässig	70	1.00	3.9	4.2
	24h30j_block	gleichmässig	70	1.00	2.3	2.5
	48h30j_block	gleichmässig	70	1.00	1.4	1.6
100	0.5h100j_dreieck	Dreieck	0	1.30	6.5	6.8
	1h100j_dreieck	Dreieck	0	1.30	9.1	9.6
	2h100j_dreieck	Dreieck	0	1.30	9.1	9.6
	4h100j_dreieck	Dreieck	0	1.30	7.2	7.8
	12h100j_block	gleichmässig	70	1.00	4.8	5.2
	24h100j_block	gleichmässig	70	1.00	2.8	3.1
	48h100j_block	gleichmässig	70	1.00	1.7	1.9
300	0.5h300j_dreieck	Dreieck	0	1.40	10.3	10.8
	1h300j_dreieck	Dreieck	0	1.40	14.2	15.0
	2h300j_dreieck	Dreieck	0	1.40	13.9	14.9
	4h300j_dreieck	Dreieck	0	1.40	10.7	11.5
	12h300j_block	gleichmässig	70	1.00	5.6	6.1
	24h300j_block	gleichmässig	70	1.00	3.3	3.6
	48h300j_block	gleichmässig	70	1.00	2.0	2.2

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 Götzentalbach beim BP1 (Dörfli oberhalb Einmündung Rigibach)

Die wesentlichen Punkte der einzelnen Untersuchungen:

Ergebnisse der Beurteilung der Abflussreaktion (Kap. 5): Aufgrund der Verteilung der Abflusstypen tragen bei Starkregen oder ergiebigen Landregen zwei Drittel des EZG zum Abfluss bei. Die Abflussreaktion des Götzentalbachs wird daher als stark bis sehr stark beurteilt. Ein wesentlicher Grund dafür sind die steilen Hänge mit den flachgründigen Böden.

Ergebnisse der Erkundung historischer Hochwasser (Kap. 3):

- Es eröffnet sich ein Beobachtungszeitraum von 60 bis maximal 160 Jahren. Der Bach wurde in den 1960er-Jahren eingedolt. Der heute verlandete Sägeweiher oberhalb der Sägerei dürfte früher Geschiebe zurückgehalten haben und damit die Hochwassersituation früher entschärft haben.
- Sowohl Gewitter als auch Landregen lösten im Götzentalbach verschiedene Hochwasser mit Überschwemmungen in Dierikon aus (graue Kästchen in Abb. 6.1). Die Obergrenze des Abflusses der kleineren Hochwasser lag bei ca. 5 m³/s.
- Das grösste Hochwasser der vergangenen 160 Jahre wurde am 7. Juni 2015 durch einen intensiven Gewitterregen von 66 mm in 45 Min. ausgelöst und erreichte dabei eine Abflussspitze in Dierikon von ca. 13 - 16 m³/s. Das zweitgrösste der letzten 35 Jahre war das Hochwasser vom 19.-22.8.2005 mit 5 – 6 m³/s, das von einem ergiebigen Landregen erzeugt wurde. Die Wiederkehrperiode des Hochwassers 2005 liegt im Bereich von 16 – 35 Jahren.
- Dem Abfluss des Hochwassers 2015 wird also eine Wiederkehrperiode von 60 - 160 Jahren zugeordnet. Möglicherweise war das Hochwasser 2015 aber noch seltener, denn der auslösende Niederschlag von 66 mm in 45 Minuten hat an der Station Luzern eine sehr grosse Wiederkehrperiode.

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

Die Ergebnisse der Abflussberechnungen (violette Balken in Abb. 6.1) ergänzen die Ergebnisse der historischen Erkundungen und ermöglichen die Abschätzung seltener Hochwasser. Die roten Linien markieren den Unsicherheitsbereich und die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit. Für ein HQ₃₀ ergibt sich aus den grössten 3 mit dem NAM berechneten Werten beim BP1 (Dörfli, oberhalb Einmündung Rigibach) ein Bereich von 5.0 – 5.1 m³/s, für ein HQ₁₀₀ 7.2 - 9.1 m³/s und für ein HQ₃₀₀ 13.9 -14.2 m³/s.

Aufgrund aller Untersuchungen schlagen wir beim BP 1 (Dörfli oberhalb Einmündung Rigibach) ein HQ₃₀ von 4.2 – 5.5 m³/s, ein HQ₁₀₀ von 7 – 9.5 m³/s und ein HQ₃₀₀ von 10.7 – 14.2 m³/s vor (Tab. 6.1).

Unter Berücksichtigung der Modellrechnungen konnten die Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit für den Berechnungspunkt 2 in analoger Weise festgelegt werden (Tab. 6.1).

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

BP	zugeordneter Gerinneabschnitt	HQ₃₀ [m³/s]	HQ₁₀₀ [m³/s]	HQ₃₀₀ [m³/s]
1	EZG oberhalb BP 1: Dörfli, oberhalb Mündung Rigi-bach (2.49 km ²)	4.0 – 5.5	7.0 – 9.5	11.5 – 14.5
2	EZG oberhalb BP 2: Burenhof (2.73 km ²)	4.5 – 6.0	7.5 – 10.0	12.0 – 15.0

7 Zusammenfassung

Mit einer Synthese aus den Ergebnissen der Erkundung historischer Hochwasser, der Beurteilung der Abflussreaktion des Einzugsgebiets und Abflussberechnungen mit dem Niederschlag-Abflussmodell wurden die am Götzenthalbach massgebenden Hochwasserabflüsse hergeleitet. Das Hochwasser vom 7. Juni 2015 spielte dabei eine zentrale Rolle. Die Entstehung dieses Hochwassers wurde analysiert und der Verlauf und die Abflussspitze rekonstruiert.

Das Hochwasser vom 7. Juni 2015 wurde durch einen intensiven Gewitterregen von 66 mm in 45 Min. ausgelöst und erreichte dabei eine Abflussspitze in Dierikon von ca. 13 – 16 m³/s. Aufgrund der historischen Betrachtung wurde diesem Hochwasser eine Wiederkehrperiode von 160 Jahren zugeordnet, möglicherweise war es auch seltener.

Aufgrund der Gebietseigenschaften (Geologie, Böden, Geomorphologie) wurden die massgebenden Abflussprozesse und damit die Stärke der Abflussreaktion beurteilt. Aufgrund der Verteilung der Abflusstypen tragen bei Starkregen oder ergiebigen Landregen zwei Drittel des EZG zum Abfluss bei. Die Abflussreaktion des Götzenthalbachs wird daher als stark bis sehr stark beurteilt. Ein wesentlicher Grund dafür sind die steilen Hänge mit den flachgründigen Böden. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde ein Niederschlagabflussmodell aufgebaut, welches die Reaktion des Gebiets auf seltene meteorologische Bedingungen untersuchen lässt.

Aufgrund aller Untersuchungen schlagen wir beim BP 1 (Dörfli oberhalb Einmündung Rigibach) ein HQ₃₀ von 4 – 5.5 m³/s, ein HQ₁₀₀ von 7 – 9.5 m³/s und ein HQ₃₀₀ von 11.5 – 14.5 m³/s vor.

Scherrer AG

Hydrologie und Hochwasserschutz



Dr. Simon Scherrer



Dr. Daniel Naef-Huber

Reinach, 20. August 2015

Sachbearbeiter:

Dr. Simon Scherrer, Dipl. Geograph Uni Basel

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

8 Anhang

- Anhang 1: Historische Hochwasser
- Anhang 2: Tagesniederschläge
- Anhang 3: Räumliche Niederschlagsverteilung
- Anhang 4: Modellaufbau
- Anhang 5: Modellverifikation
- Anhang 6: Niederschlagsstatistik Luzern (1881 - 2014)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1910, 14./15.6.	Dauerregen 13.6.: 10 mm* 14.6.: 80 15.6. 15 (Total 105 mm)	LNN vom 14.6.1910: "Gebiet zwischen Gisikon und Ebikon (wurde) in einen See verwandelt." Botschaft des Regierungsrates des Kantons Luzern an den grossen Rat betreffend Subventionierung der Arbeiten für die Korrektur der Ron in den Gemeinden Ebikon, Dierikon, Buchrain und Root: "Die Hochwasser von 1910 und 1912 hatten die Häuser im Unterdorfe Root gefährdet und durchflutet."	VAW (1992)
		Root. Auch hier richtet das Unwetter gewaltige Verheerungen an. Das Unterdorf Root, Perlen zum Teil und der Schachen bei der Reuss befinden sich völlig unter Wasser, und noch regnet es in Strömen. Viele Häuser werden geräumt, und es müssen, um das Verlassen zu ermöglichen, Brücken geschlagen werden. (Eine Mitteilung aus Buchrain bestätigt dies; beigefügt wird, dass die Gegend zwischen Inwil und der Reuss in einen See verwandelt sei.	Luzerner Tagblatt, 16.6.1910
		Nicht so gefährlich sieht es in Root selber aus. Abgesehen von einem Schlipf am Berge, ist nur die Gegend bei der Einmündung des Ronbaches in Mitleidenschaft gezogen. Diesem, der schon von Ebikon weg grosse Wasserlachen bildet, ist hier der Einfluss in die Reuss verwehrt, und die Fluten wogen zurück und bilden einen See.	Luzerner Tagblatt, 17.6.1910
		In Root wurde die Feuerwehr aufgeboten. Das Vieh musste aus einigen Ställen im Unterdorf und Gisikon ins Freie gebracht werden. Einen so hohen Wasserstand hat man hier noch nie erlebt.	Vaterland, 17.6.1910
1912, 13.6.	Dauerregen 13.6.: 78 mm*	Botschaft des Regierungsrates des Kantons Luzern an den grossen Rat betreffend Subventionierung der Arbeiten für die Korrektur der Ron in den Gemeinden Ebikon, Dierikon, Buchrain und Root: "Die Hochwasser von 1910 und 1912 hatten die Häuser im Unterdorfe Root gefährdet und durchflutet."	VAW (1992)
1927, 2.8.	Gewitter 2.8.: 30 mm*	2. August. Das Unwetter, das am Nachmittag von Montreux über Thun, Langnau (Kanton Bern), Ruswil, Neuenkirch, Rothenburg, Eschenbach, Inwil und über die zugerische Gemeinde Risch bis nach Zürich zog, richtete im Kanton Luzern gewaltige Schäden an. Besonders der Hagel, daneben aber auch der Sturm und die wolkenbruchartigen Regengüsse führten zu ungewohnten Zerstörungen an Kulturen und Gebäuden, ja selbst an Fahrnis sowie an Wegen und Strassen. Ungefähr 4000 Besitzer kamen zu Schaden. Am schwersten betroffen wurden die Ämter Hochdorf und Luzern, während das Entlebuch nur geringere Schäden notierte und das Amt Willisau diesmal von der Katastrophe verschont blieb. Gesamtschaden Ebikon: Fr. 362'357.--, Buchrain: Fr. 184'482.--, Dierikon : 85'495.--, Root: 256'263.--	Lanz-Stauffer & Rommel (1936)
1975, 23.8.	Dauerregen 21.8.: 8 mm* 22.8. 24 23.8.: 75 (Total: 106 mm)	In den Gemeinden Ebikon, Dierikon und Root. Bachausbrüche und Überschwemmungen. Im Götzental (Dierikon) Erdbeben und Bachausbrüche; Seenbildung und unterbrochene Strassen. Ausbruch des Mühlebachs in Ebikon.	WSL (2015)
1993, 10.7.	10.7.: 59 mm*	Dierikon : Strasse überschwemmt.	WSL (2015)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2002, 6.6.	Gewitter 5.6.: 11 mm* 6.6.: 111 mm (Total: 122 mm)	Über der Region Luzern ging am Donnerstagabend nach 20 Uhr ein heftiges Gewitter nieder. Innert 1 - 1.5 h fielen 51 l/m ² Regen. Von 20 Uhr am 6.6. bis 12 Uhr am 7.6. waren es 115 l/m ² (Allmend Luzern). Im Bahnhof Luzern wurden gegen 20:45 Uhr die ganze Bahnhofeinfahrt und alle Weichen überschwemmt; der Betrieb musste vorübergehend eingestellt werden. Um 23 Uhr wurde der Betrieb auf zwei Geleisen wieder aufgenommen. Viele Strassen im Stadtkern waren nicht mehr passierbar, teilweise verwandelten sie sich in 50 cm hohe Bäche. Über 50 Keller standen unter Wasser, zum Teil über 1 m tief, z.B. an der Klosterstrasse. In einem Liftschacht der Migros-Tiefgarage im Bruchquartier stand das Wasser ca. 1.5 m tief. Diese und eine weitere Tiefgarage mussten von Schlamm und Wasser befreit werden. [29] Im Maihof und bei der Klinik St. Anna stand das Wasser 50 cm hoch. Bei einer Bank drang Wasser ein; auch im Quartier Würzenbach wurden Keller bis 1 m tief unter Wasser gesetzt. Im Restaurant Drei Könige drang das Wasser in die Gaststube; im Keller des Restaurants Rütli stand das Wasser 1.5 m hoch. Insgesamt entstanden in der Stadt Luzern 200 Gebäudeschäden, grösstenteils wegen überfluteten Kellern (evtl. z.T. Hagel). Am 10.6. war der Bahnhof Luzern noch einmal für rund 20 min blockiert. Grund war eine Weiche, deren Motor bei den Überschwemmungen vom 6.6. einen Defekt erlitten hatte und repariert werden musste.	AF Colenco AG / Keller & Lorenz AG (2010)
		Bach kam die Dörflistrasse herunter (Schuh- Stiefelhöhe).	Baumgartner Guido, Anwohner
2002, 16.7.	Dauerregen 15.7.: 33 mm* 16.7.: 0 17.7.: 45 (Total: 78 mm)	Dierikon: Bei einem Unwetter im Sommer wurde der Nebenlauf des Götzentalbaches bei der Rigistrasse stark beschädigt. Eine Sanierung wurde notwendig. Annahme: Die Schäden entstanden beim Unwetter vom 15./16. Juli.	WSL (2015)
2002, 1.12.	2.12.: 36 mm* 3.12. 14	Bach kam die Dörflistrasse herunter (Schuh- Stiefelhöhe).	Baumgartner Guido, Anwohner
2005, 20.8.	Dauerregen	Dierikon: 5 Überschwemmungen: Ausuferungen von Bächen (alles Götzentalbach?), verstopfte Durchlässe; 11 Gebäude betroffen (1 Wohnhaus, 10 "Gebäude"?); Fussballfeld überflutet, Untergeschoss des Schulhauses überflutet; 1 Weiher aufgefüllt und Staumauer beschädigt; eine Hauptstrasse kurze Zeit gesperrt, einmal nur überflutet; Götzentallstrasse gesperrt; Ablagerungen im Land (Holz, Steine, Schlamm), 10 m ³ Schwemmholz. 1 Murgang (Oberdierikon): Brücke und Böschungen beschädigt.	WSL (2015)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2005, 21./22.8.	Dauerregen: 18.8.: 1 mm ¹⁺ 19.8.: 16 20.8.: 72 21.8. 71 22.8. 29 (Total: 189 mm)	<p>Hochwasser: Reuss: Wegspülung des Bodens bis 2 m tief; Überschwemmung mit Ablagerung von Sand und Schlamm, auch im Wald bis 1 m; bei der Far (Reuss Kanal?) 80 Personen evakuiert bzw. in Buchrain-Perlen und im Far 80->100 Menschen evakuiert; Wasser im Keller der Papierfabrik (3 Tage Produktionsausfall) (Reuss und Fabrikkanal); 1 Holzschopf betroffen; 200 m Damm zerstört; min. 20 m³ Schwemmholz beschädigt das Wehr von Perlen (mehrere tausend Tonnen Schwemmholz und Geschiebe); A14 zwischen Gisikon und Rotsee gesperrt; Reussbrücke gesperrt (Buchrain - Inwill), Hauptstrasse Ebikon - Buchrain gesperrt; Ortsverbindungsstrasse Buchrain - Perlen - Root gesperrt [...] Ron: Überschwemmung, Strasse kurz gesperrt. 1 Erdrutsch/Hangmure: Hauptstrasse 3 Tage gesperrt. Reuss im Forstkreis 1 und 2: 96h/300mm: 45 Wohnhäuser, 10 Gew./Ind.gebäude, 10 LW-Gebäude, 5 öff. Geb./Infrastruktur beschädigt > Gisikon, Root und Buchrain. [...]</p> <p>In Ebikon 50 Keller ausgepumpt, entlang der Ron etwa die Hälfte des Familiengartenareals übersart. In versch. Betrieben entlang der Ron standen die UGs bis 0.4m unter Wasser. A14 zwischen Gisikon und Rotsee gesperrt. Hauptstrasse Ebikon - Buchrain gesperrt. Strasse gesperrt. Pumpwerke mussten abgeschaltet werden, weil Reusswasser in die Wasserfassung floss (Verunreinigung mit Kolibakterien). Schäden Wasserbau: Reusszuflüsse Schwellen, Uferverbauung, Profilerweiterung 60'000.- [...]</p> <p>Root: ca. 20 Überschwemmungen/-sarungen: Reuss Böschung beschädigt, Baumbestand geschädigt. 5 Gebäude beschädigt, Sägewerk Schilliger 1 Woche ausser Betrieb (Reuss und Fabrikkanal), Fussballfelder beschädigt. Pumpwerk der ARA beschädigt, Personal evakuiert. Klausbach: Durchlässe zu klein, Leitung geborsten, viel Geschiebe. Wasserschäden an Häusern beidseits der Oberwilstrasse; Wasser über Wiese in Gärten, Vorplätze und Garagen des Wohnquartiers Chlausmatt, Elektromotoren-Werkstatt Walter Portmann stand unter Wasser, Parkplatz und Turnhalle überflutet. Wasser auf Oberwil- und Hagenmattstrasse (Belagsschäden) und auf Klausmattstr. Ron: Rückstau Reuss, Verklausung der Ronunterführung bei Bahnlinie, linksseitiger Damm bei Rain überspült. Überflutung weitere Bereiche im Unterdorf (im Mühlehof max 1m hoch): Gebäude erlitten teils erhebliche Schäden in EG, Kellern, Ställen und Garagen; auch Überschwemmung Quartier Rain: einige Garagen (evt. auch Wohnhäuser), auf dem Hof bis max. 40cm hoch. Unterführung der Bahnlinie überschwemmt. Weitere (u.a. Oberwilbach): zahlreiche Menschen in Gden. Root, Buchrain und Ebikon evakuiert. Durchlässe zu klein, Ufererosionen (mit Rutschung), Schwemmholz, Geschiebesammler voll. 3-200 Keller geflutet, 6-7 Gärten überflutet. Geissbach entleerte Wasser in der Hauptstrasse gegen Gisikoner Brücke. 1 Zufahrtsstrasse übersart, 1 Feldstrasse beschädigt, 1 Forststrasse überflutet und zerstört, Ortsverbindungsstrasse Root - Perlen gesperrt. Wiesland. Felsbrocken, z.T. Strassensignale mitgerissen. Bahnlinie Luzern-Zürich z.T. unterbrochen. Reuss im Forstkreis 1 und 2: 96h/300 mm; 45 Wohnhäuser, 10 Gew./Ind.gebäude, 10 LW-Gebäude, 5 öff. Geb./Infrastruktur beschädigt > Gisikon, Root und Buchrain. Schäden Wasserbau: Reuss und Zuflüsse Schwellen, Uferverbauung und Profilerweiterung 750'000.-</p>	WSL (2011)
		Fotos dokumentieren die Hochwasserspuren an verschiedenen Stellen am Götzentalbach	Scherrer AG
		Der Einlauf bei der Bäckerei verstopfte wegen einer Aluleiter. Nach Entfernung der Leiter lief das Wasser wieder unter der Bäckerei durch.	Hediger Mathias, Anwohner

 1 Urs Pürro, Dierikon⁺

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
		Bach kam die Dörflistrasse herunter (Schuh- Stiefelhöhe). Wird als 2.-grösstes zwischen 1983 – 2015 eingeordnet.	Baumgartner Guido, Anwohner
		Beim Hochwasser 2005 fehlten nur wenige cm und das 2 m - Rohr (Einlauf oberhalb des Gebäudes) wäre eingestaut gewesen. Dieses grosse Rohr wurde 1964 erstellt, vorher verlief der Bach offen.	Brunner Joseph (Bäckerei)
		Das HW 2005 ist das grösste, welches der 22jährige erlebte. Wasser floss gerade noch durch die Röhre unter dem Haus. Der Bach kommt unterhalb Rigistrasse für ein paar Meter wieder ans Licht. Das verengte Rohr konnte das Wasser nicht abführen und es floss auf die Dörflistrasse.	Brunner Manuel (Bäckerei)
		Der Bach kam die Dörflistrasse herunter (Schuh- Stiefelhöhe).	Baumgartner Guido, Anwohner
2007		Der Bach kam die Dörflistrasse herunter (Schuh- Stiefelhöhe).	Baumgartner Guido, Anwohner
2007, 21.7.	Gewitter 21.7.: 0 mm*	Ebikon: Zum 3. Mal innert 3 Tagen haben am Abend des 21.7.07 Gewitter in der Schweiz Erdrutsche und Überschwemmungen verursacht. Besonders betroffen waren diesmal die Kantone Bern und Luzern. Im Berner Oberland, Emmental und Entlebuch fielen zw. 30 und 65 l Wasser pro m ² . Im Kanton Luzern waren laut Schätzungen der Kantonspolizei 30 Haushalte vom Unwetter tangiert. Eine Fahrbahn der Autobahn A2 Richtung Norden musste gesperrt werden, weil ein Erdrutsch vor dem Rathausentunnel niederging.	WSL (2011)
2007, 8.8.	Dauerregen 7.8.: 50 mm* 8.8.: 57 (Total: 107 mm)	Anhaltender Regen hat in der Schweiz Flüsse über die Ufer treten lassen, Keller geflutet und Strassen überschwemmt. Der Kanton Luzern rief am Abend des 8.8.07 den Kantonalen Krisenstab zusammen. Mehr als 1500 Feuerwehrleute standen in der Nacht im ganzen Kanton im Einsatz. Am Mittag des 9.8.07 konnte der Krisenstab wieder Entwarnung geben. Die Gebäudeversicherung rechnete kurz nach dem Ereignis mit 600-800 Schadenfällen und einer Schadenssumme von 6 - 8 Mio. Fr. Am stärksten betroffen waren die Gemeinde Littau und das Seetal. Die Feuerwehr hatte am 8. und 9.8.07 Einsätze wegen dem Unwetter. In Dierikon trat der Spechtenbach über die Ufer. Die Ron trat in Gebieten Neuhalten, "a de Ron" und Moos über die Ufer. Der Charenbach (Grenzbach on / Root) brachte viel Schwemmholz. Oberhalb beim Durchlass an der Götzenthalstrasse trat der Bach über die Ufer. Gebäude scheinen nicht stark betroffen zu sein. Der Durchlass unterhalb der Hauptstrasse war verstopft und Wasser lief über den Parkplatz. Ein Nebengewässer des Charenbachs war ebenfalls verstopft. Austretender Abfluss floss auf die Strasse und z.T. zurück in den Charenbach. In Dierikon oberhalb der Sportplatzes brach infolge Verklausung der Spechtenbach aus und lagerte Geröll und Sand unterhalb ab. Das Wasser lief auf die Tartanbahn und den Sportplatz. Die Wiese unterhalb des Durchlasses wurde stark erodiert.	WSL (2011) AF Colenco AG, Keller + Lorenz AG (2010)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2009, 8.8.	Gewitter 30 mm*	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. Der Schaden wurde kurz nach dem Ereignis auf 5 - 6 Mio. CHF geschätzt (KGV: 150-200 Schadensfälle). Vor allem die Gemeinde Adligenswil, aber auch Udligenswil, Meggen, Ebikon, Dierikon , Root, Kriens und Malters waren betroffen, wo Keller und Garagen überschwemmt wurden. Der Grenzbach Dierikon - Root hielt die Feuerwehr auf Trab.	WSL (2015)
		Beim HW 2008 (?) oder 2009 war die Röhre nicht verstopft und das Wasser drang auf die Dörflistrasse.	Brunner Manuel, Bäckerei
2013, 31.5.?	31.5.: 56 mm* 1.6.: 26	Der Bach kam über die Dörflistrasse , doch das Wasser war bewältigbar.	Hediger Mathias, Anwohner
2014, 29.8.	41 mm*	Im Bereich Dörfli 14 stand das Wasser ca. 60 cm hoch.	Hediger Matthias, Anwohner
		Der Bach kam die Strasse hinunter (Schuh- Stiefelhöhe). Beim Rohrauslass kam ebenfalls Wasser bei Baumgartners. Höchststand des Abflusses zeigt sich durch das Geschwemmsel, das auf dem Trottoir lag. Entlang seines Gartens war das Gerinne ziemlich voll.	Baumgartner Guido, Anwohner
		Beim HW 2014 war die Röhre nicht verstopft und das Wasser drang auf die Dörflistrasse	Brunner Manuel, Bäckerei

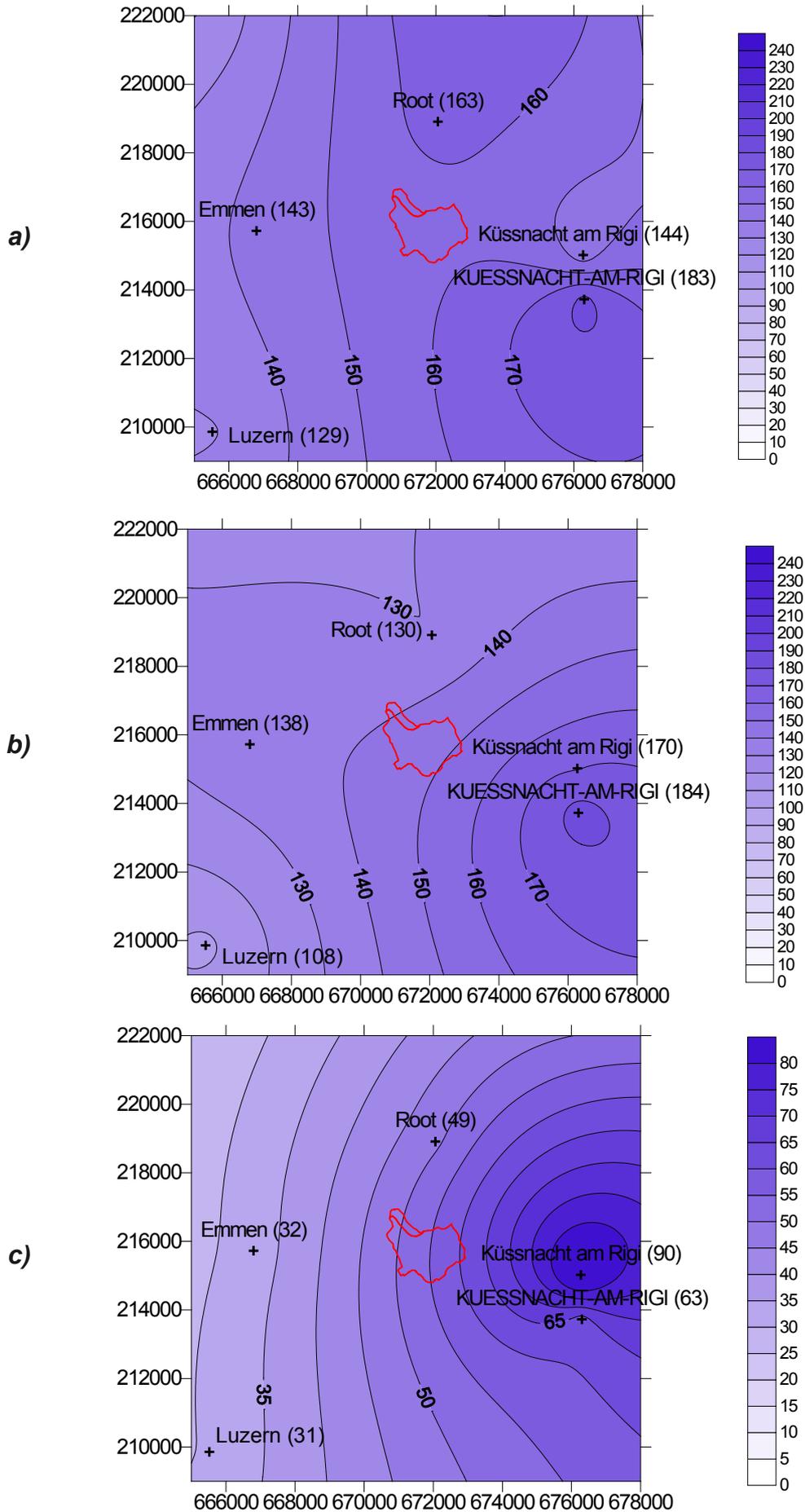
Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2015, 7.6.	Gewitter	<p>Heftige Gewitter sorgten am Sonntagabend in der Region für Überschwemmungen. Stark betroffen war der Kanton Luzern, insbesondere Dierikon. Das heftige Unwetter am Sonntagabend forderte im Kanton Luzern zwei Tote: In Dierikon sind eine 32-jährige Mutter und ihre 5-jährige Tochter im Untergeschoss ihres Wohnhauses im Dörfli ertrunken. Während ihr Ehemann Auto und Roller aus der Tiefgarage in Sicherheit brachte, gingen die beiden Opfer aus unbekanntem Gründen ins Untergeschoss. Dort wurden sie gemäss Luzerner Polizei vom schnell eindringenden Wasser überrascht. Die beiden Opfer wurden von der Feuerwehr tot aufgefunden, als sie das Kellergeschoss auspumpten.</p> <p>Tiefe Betroffenheit in Dierikon: «Wir sind sehr betroffen vom Unglück», sagte Hans Burri, Gemeindepräsident von Dierikon. Der Ehemann der ertrunkenen Frau werde von einem Care-Team betreut. So massiv sei ein Unwetter in dieser Gegend noch nie gewesen. «Das grosse Problem war, dass der Götzenthalbach in einer Röhre unter der Strasse hindurchführt und diese Röhre verstopft war. Dadurch trat der Bach über die Ufer und setzte viele Keller unter Wasser», so Burri. Viele Bewohner des Dörfli sind fassungslos: «Ich wohne seit 60 Jahren hier, aber so etwas habe ich noch nie erlebt», sagt ein Anwohner gegenüber Luzernerzeitung.ch. Gemeinde und Kanton hätten es verpasst, in den Hochwasserschutz zu investieren. Gemäss der Luzerner Polizei ist es in diesem Gebiet bekannt, dass Wasser bei Unwetter in Tiefgaragen laufe. «Das Unwetter vom Montag lässt sich mit dem Unwetter von 2005 vergleichen», sagt Martin Marfurt, Kommandant der Feuerwehr Ebikon-Dierikon. Jetzt sei das Schadensausmass aber viel grösser.</p> <p>165 Schadensmeldungen im Kanton Luzern: Feuerwehren und Polizei waren am Sonntagabend in vielen Zentralschweizer Regionen im Grosseinsatz. In der Stadt Luzern musste die Polizei eine 75-jährige Frau aus ihrem Auto evakuieren. Ihr Auto blieb aufgrund des Wassers stecken. Sie konnte unverletzt ihren Nachbarn übergeben werden, wie die Luzerner Polizei in einer Mitteilung schreibt. Leser berichten von überfluteten Kellern und Strassen. Ein Leser erzählt per Telefon, er sei vom Sturzregen überrascht worden und innert Sekunden patschnass gewesen, das Wasser ströme nur so die Strasse entlang. Die Polizei registrierte von 19.30 Uhr bis 23.30 Uhr 165 Schadensmeldungen. Hauptsächlich wurde eindringendes Wasser (132 Fälle) gemeldet. Vom Unwetter am meisten betroffen waren neben Dierikon und Luzern die Gemeinden Sörenberg, Adligenswil und Udligenswil. Im Einsatz waren rund 20 Feuerwehren, wie der Feuerwehrinspektor in der Nacht auf Montag auf Anfrage sagte. Die Kantonsstrasse zwischen Udligenswil und Küssnacht sowie die Götzenthalbachstrasse zwischen Udligenswil und Dierikon sind wegen Sturmschäden in beide Richtungen gesperrt. Gemäss MeteoneWS fielen in Luzern am innert wenigen Stunden 31 Liter Regen.</p>	Neue Luzerner Zeitung, 8.6.2015

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
		<p>(...) Nach dem Unwetter wird das Gerinne des Götzentalbaches nun aufgeräumt, sodass wieder ein normaler Abfluss möglich ist. Vor der Eindolung wird provisorisch ein Rechen angebracht. Dieser soll eine erneute Verklausung verhindern.</p> <p>Das Gewitter, das am Sonntagabend den Raum Luzern heimgesucht hatte, dürfte Gebäudeschäden von mehreren Millionen Franken verursacht haben. Die Gebäudeversicherung Luzern (GVL) geht am Dienstag von 300 bis 400 Schäden in der Höhe von 3 Millionen Franken aus. Peter Sidler, Abteilungsleiter Versicherung, sagte auf Anfrage der sda, es habe auch einzelne grössere Schäden von mehreren 100'000 Franken gegeben.</p> <p>Die Intensität des Unwetters sei vorab in den Gemeinden Adligenswil, Udligenswil und Dierikon sehr stark gewesen - vergleichbar mit demjenigen von 2005, sagte Sidler. Im Unterschied zu damals sei das Unwetter am Sonntag aber nur sehr lokal gewesen und habe nicht den ganzen Kanton betroffen. (...)</p> <p>Das Unwetter und das Hochwasser vom August 2005 hatten der GVL einen Schaden von 240 Millionen Franken verursacht.</p>	<p>Neue Nidwalder Zeitung, 9.6.2015</p>
		<p>Aus seinen Fotos zeigt sich folgendes: ca. 20:30 Uhr setzte der Starkniederschlag ein, ca. 20:45 Uhr war das Gerinne entlang seines Gartens ziemlich voll, 20:57 Uhr erschien Abfluss auf der Strasse, zwischen 21:30 und 22 Uhr ging die Abflussspitze durch, 22:01 Uhr war die Spitze bereits vorbei. Die Fotos zeigen, dass sich auf dem Strassenabschnitt bei der Kirche kein Geschiebe abgelagerte.</p>	<p>Baumgartner Guido, Anwohner</p>
		<p>Er war hautnah dabei, als das Wasser aus der Bäckerei quoll. Etwas Wasser floss auch die Rigistrasse runter. Das Hochwasser 2015 stuft er als bisher noch nicht beobachtet ein. Bach lief wildbachmässig auf der Strasse. Man hätte die Strasse nicht überqueren können.</p>	<p>Gilli Rudolf, ehem. Feuerwehrmann</p>
		<p>Er ist seit 23 Jahren für Werkhof tätig. Das war das grösste Ereignis, welches er erlebt hat. Das Ereignis hebt sich markant von den anderen ab. In den letzten 15 Jahre floss ca. 4 Mal Wasser auf der Dörflistrasse.</p>	<p>Zimmermann Hanspeter, Werkhof</p>
Allgemeine Aussagen		<p>Er wohnt 60 Jahre dort. In dieser Zeit hat der Bach im Bereich seiner Liegenschaft keine Überschwemmungen angerichtet. Die Bäckerei ist nun 160 Jahre in Besitze der Familie. Von Grossvater und Vater ist bekannt, dass sie keine extremen Hochwasser erlebt hatten.</p>	<p>Brunner Joseph (Bäckerei)</p>
		<p>Er selber hat in seiner Zeit bei der Feuerwehr (1982 – 2002) 10 – 15 Einsätze in Zusammenhang mit den Bächen erlebt.</p>	<p>Gilli Rudolf, ehem. Feuerwehrmann</p>
		<p>1978/1979 hat die Hochwasserhäufigkeit zugenommen. Er sieht dies im Zusammenhang mit dem Weiher oberhalb der Bäckerei, der nicht mehr unterhalten wurde und verlandete. Auf der Höhe der Kirche reichte das Wasser bei den häufigen Hochwassern bis zur Trottoirkante oder leicht darüber.</p>	<p>Gebistorf Richard, Anwohner</p>

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
		Seit 1982 lebt er im Dörfli. Zwischen 1982 und 2002 floss kein Abfluss auf der Strasse. Bei den grösseren Ereignissen 2002 (2x) 2005, 2006 und 2014 lief das Wasser nach seinem Haus auf den Schotterplatz. Bei Hedigers (am tiefsten Punkt) war der Wasserspiegel oft ca. 60 cm hoch.	Baumgartner Guido, Anwohner
		Seit er in Dierikon wohnt (2005) lief der Bach etliche Mal die Strasse runter und überschwemmte üblicherweise sein Haus bis zu 60 cm hoch. Wehrmassnahmen (z.B. Schieber bei Türe) machten die kleineren Ereignisse bewältigbar, sofern auf der Strasse die Schächte geöffnet wurden. 2014 stand das Wasser 60 cm hoch, 2013 etwas weniger hoch.	Hediger Mathias, Anwohner
		Bis auf das Hochwasser 2015 reichte der Durchlass unter der Kantonsstrasse immer. Er ist seit 60 Jahren auf dem Hof. Wichtig ist, dass während der Ereignisse Geschwemmsel und Treibgut entfernt wird.	Meier Walter, Burenhof

* Niederschlagstation Luzern

Nr. Station	4380 Küssnacht am Rigi	4590 Luzern (Musegg)	4590 Luzern (Wesemlin)	4590 Luzern (Werkhof)	4590 Luzern	4859 Cham	4860 Cham	Agrometeo Buchrain	Agrometeo Hohenrain	Agrometeo Hünenberg	Agrometeo Küssnacht am Rigi	Agrometeo Nottwil	Agrometeo Urswil	MeteoGroup Buchrain (MMBUR)	MeteoGroup Küssnacht am Rigi (MMKAR)	MeteoGroup Weggis (MMWGG)	MeteoGroup Honau (MMHON)	LU 01 Emmen	LU 03 Root
Messperiode	1882-1890; 1899-	1880-1919	1919-1971	1970-1978	1978-	1993-	1882-1892, 1900-1918, 1960-2001											1999-	1999-
X	676270	665940	666450	666920	665520	677825	676720	669888	666800	674916	676300	653478	664939	668434	675387	675631	673283	666800	672060
Y	215020	211850	212650	210500	209860	226880	225920	216871	226300	225296	213725	219435	222403	216169	214742	209422	220311	215725	218910
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	7-7 Uhr	7-7 Uhr	7-7 Uhr	7-7 Uhr
Statistik	1901-1970	1881-2010	1881-2010	1881-2010	1881-2010	keine	1901-1917, 1960-1977	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
09.06.1910	0.0	0.0					0.0												
10.06.1910	0.7	1.6					0.8												
11.06.1910	5.3	6.4					6.9												
12.06.1910	3.1	4.0					14.9												
13.06.1910	19.7	10.4					17.8												
14.06.1910	84.5	80.5					104.8												
15.06.1910	23.3	18.3					18.5												
16.06.1910	0.0	0.2					0.0												
14.-15.06.1910	107.8	98.8					123.3												
13.-15.06.1910	127.5	109.2					141.1												
06.06.1912	1.2	1.2					0.0												
07.06.1912	11.4	12.9					4.5												
08.06.1912	7.9	3.8					6.0												
09.06.1912	14.3	7.0					20.0												
10.06.1912	0.0	0.0					0.4												
11.06.1912	0.0	0.0					0.0												
12.06.1912	3.5	1.4					0.0												
13.06.1912	95.4	78.0					84.3												
14.06.1912	0.0	0.1					0.0												
12.-13.06.1912	98.9	79.4					84.3												
26.07.1927	0.0		0.0																
27.07.1927	21.6		30.1																
28.07.1927	7.8		5.4																
29.07.1927	12.9		19.2																
30.07.1927	0.0		0.2																
31.07.1927	0.0		0.0																
01.08.1927	1.3		1.8																
02.08.1927	15.5		30.9																
03.08.1927	0.0		0.0																
15.08.1975	32.6			40.4			18.5												
16.08.1975	0.0			0.0			0.0												
17.08.1975	4.8			2.4			12.7												
18.08.1975	16.4			5.2			23.3												
19.08.1975	0.0			0.0			0.0												
20.08.1975	0.0			0.0			0.0												
21.08.1975	3.4			8.3			15.2												
22.08.1975	27.2			24.1			25.8												
23.08.1975	74.2			65.7			42.5												
24.08.1975	12.8			15.4			13.0												
22.-23.08.1975	101.4			89.8			68.3												
22.-24.08.1975	114.2			105.2			81.3												
28.06.1993	0.0			0.0			0.0												
29.06.1993	0.0			0.0			0.0												
30.06.1993	0.4			2.0			0.0												
01.07.1993	0.4			0.7			2.4												
02.07.1993	5.3			6.3			4.7												
03.07.1993	0.0			0.0			0.0												
04.07.1993	0.0			0.0			0.0												
05.07.1993	64.4			94.4			77.6												
06.07.1993	0.3			0.0			0.0												
07.07.1993	0.0			0.0			0.0												
08.07.1993	0.0			0.0			0.0												
09.07.1993	2.9			1.4			3.7												
10.07.1993	67.2			59.5			74.6												
11.07.1993	18.0			18.0			14.0												
01.06.2002	0.0			0.0	0.0													0.0	0.0
02.06.2002	0.0			0.0	0.0													0.0	0.0
03.06.2002	7.8			21.0	3.1													6.7	10.4
04.06.2002	0.0			0.0	0.0													0.0	0.0
05.06.2002	3.3			11.5	1.7													8.1	2.8
06.06.2002	81.3			111.8	30.8													80.5	49.1
07.06.2002	14.6			3.4	3.5													3.3	6.6
12.07.2002	11.1			9.8	4.2													8.5	3.9
13.07.2002	0.6			0.2	1.6													0.0	0.4
14.07.2002	2.1			3.2	1.2													3.1	3.2
15.07.2002	15.1			33.5	13.7													23.5	33.3
16.07.2002	0.7			0.5	0.0													1.9	0.3
17.07.2002	40.1			45.7	33.9													41.5	39.6
18.07.2002	0.3			0.5	0.0													0.2	0.3
26.11.2002	0.9			1.4	2.1													1.3	1.1
27.11.2002	0.1			0.0	0.2													0.1	0.1
28.11.2002	10.3			5.1	5.7													4.8	5.9
29.11.2002	4.8			4.8	4.3													4.9	5.9
30.11.2002	4.4			5.0	4.5													2.6	2.5
01.12.2002	4.7			1.7	0.7													2.3	2.8
02.12.2002	3.9			0.6	1.2													1.4	1.1
15.08.2005	28.0			38.0	20.8		26.4	33.4	14.6	32.2								36.9	27.0
16.08.2005	3.8			1.3	4.5		5.0	3.2	1.6	2.4								2.8	2.8
17.08.2005	0.0			0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0								0.0	0.0
18.08.2005	0.4			1.6	0.1		0.4	1.0	20.8	0.8								0.9	0.3
19.08.2005	24.4			23.6	25.2		30.2	27.8	25.0	32.8	</								

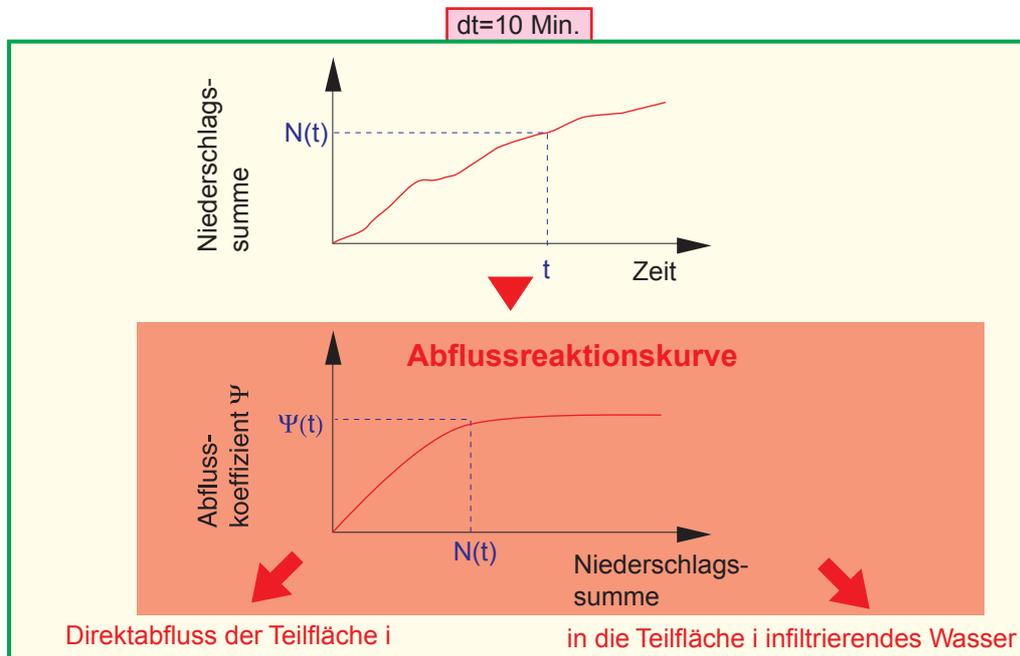


Anhang 3: Niederschlagsverteilung am a) 19.-21.8.2005, b) 6.-8.8.2007 und c) 8.8.2009 (Niederschlag in mm).

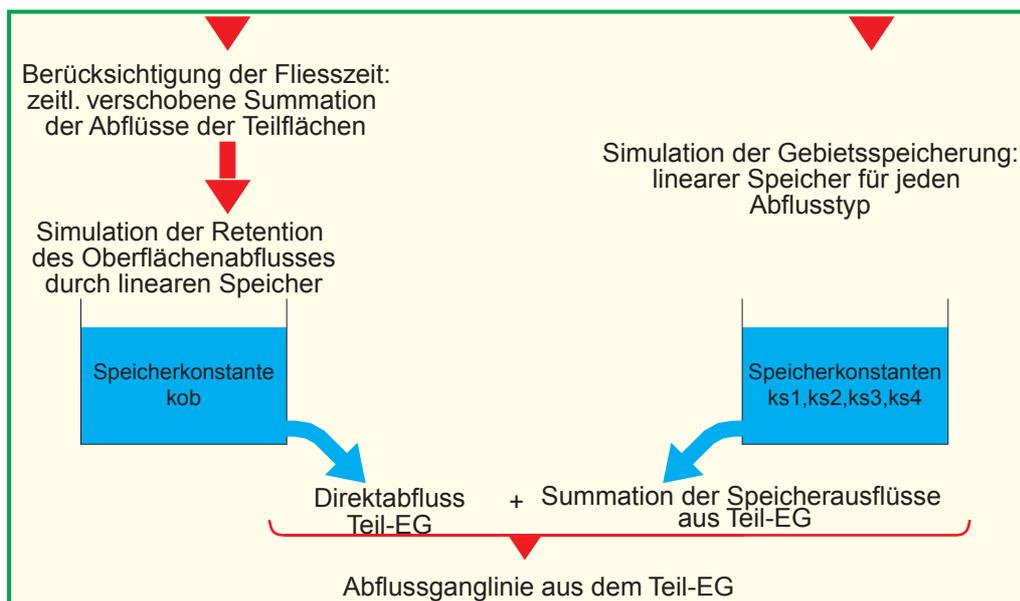
Jede Teilfläche ist charakterisiert durch

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

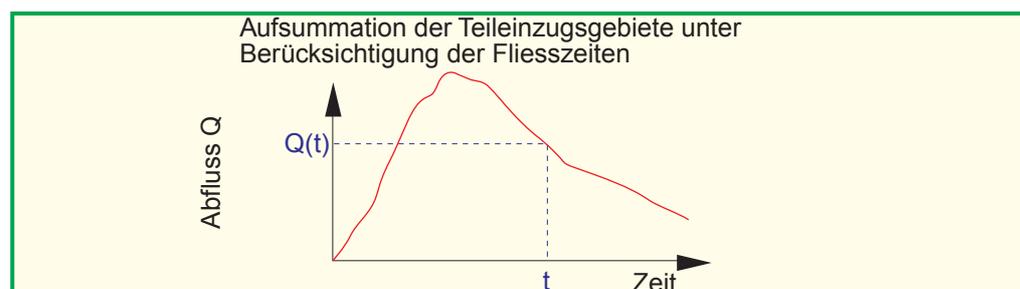
Stufe
Teilfläche



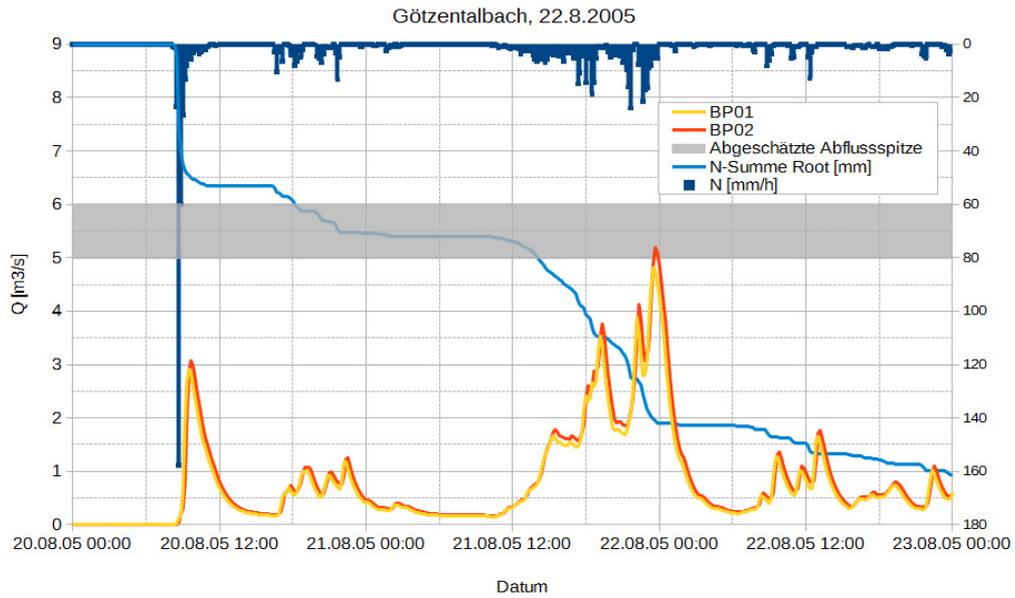
Stufe
Teileinzugs-
gebiet



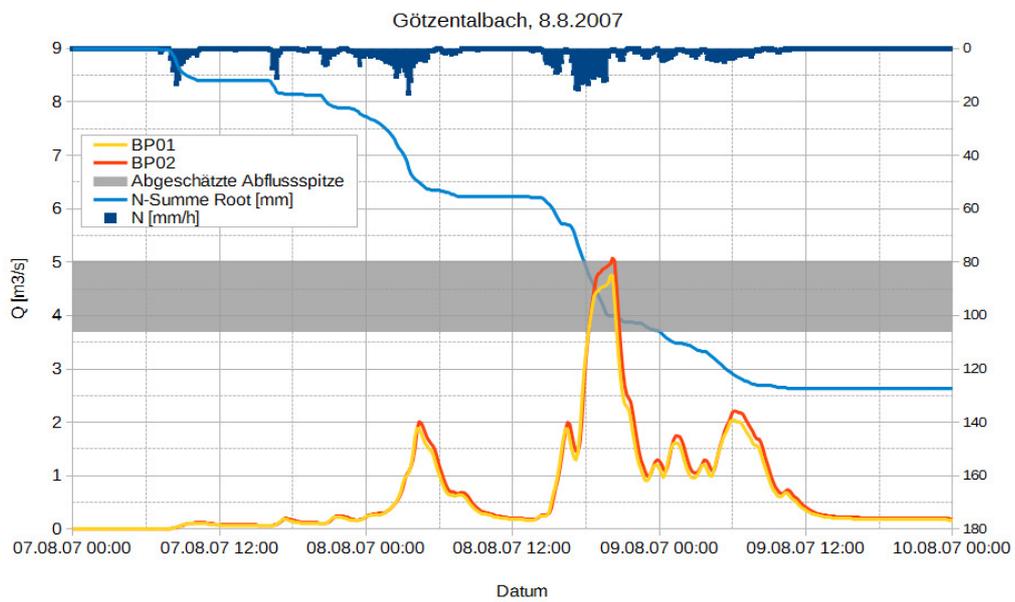
Einzugs-
gebiet



Anhang 4: 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.

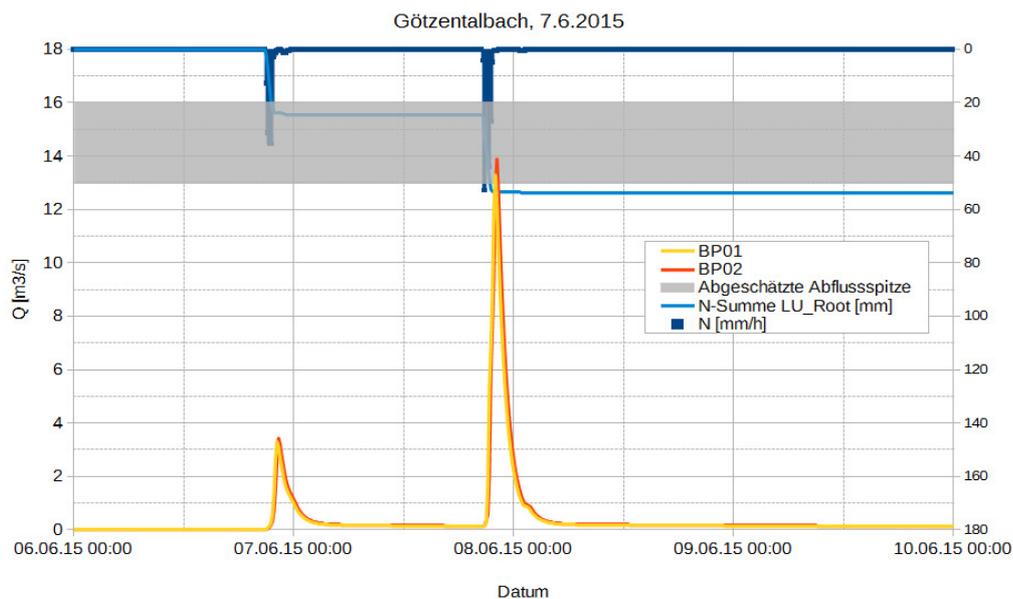


a)

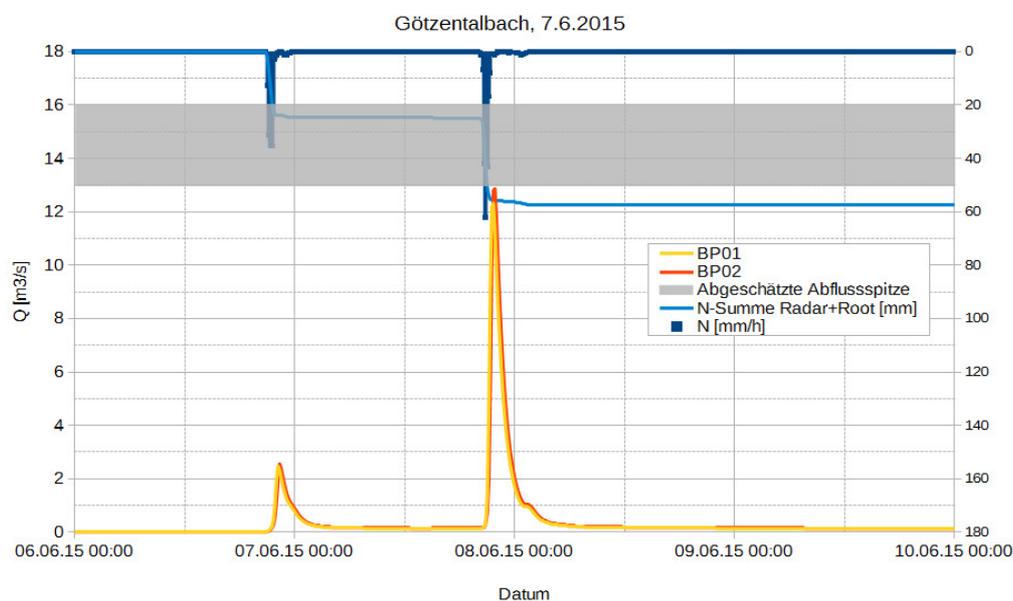


b)

Anhang 5: Modellverifikation a) 21./22.8.2005, b) 8.8.2007.



c)



d)

Anhang 5: Modellverifikation c) und d) 7.6.2015. Als Niederschlagsganglinie wurde die Station Root (c), resp die Radarganglinie¹ (d) verwendet.

1 Da die Radardaten nur für den Zeitraum vom 7.6.2015 12:00 und 8.6.2015 03:00 vorlagen, wurde die Station Root verwendet, um den übrigen Bereich abzudecken.

Luzern

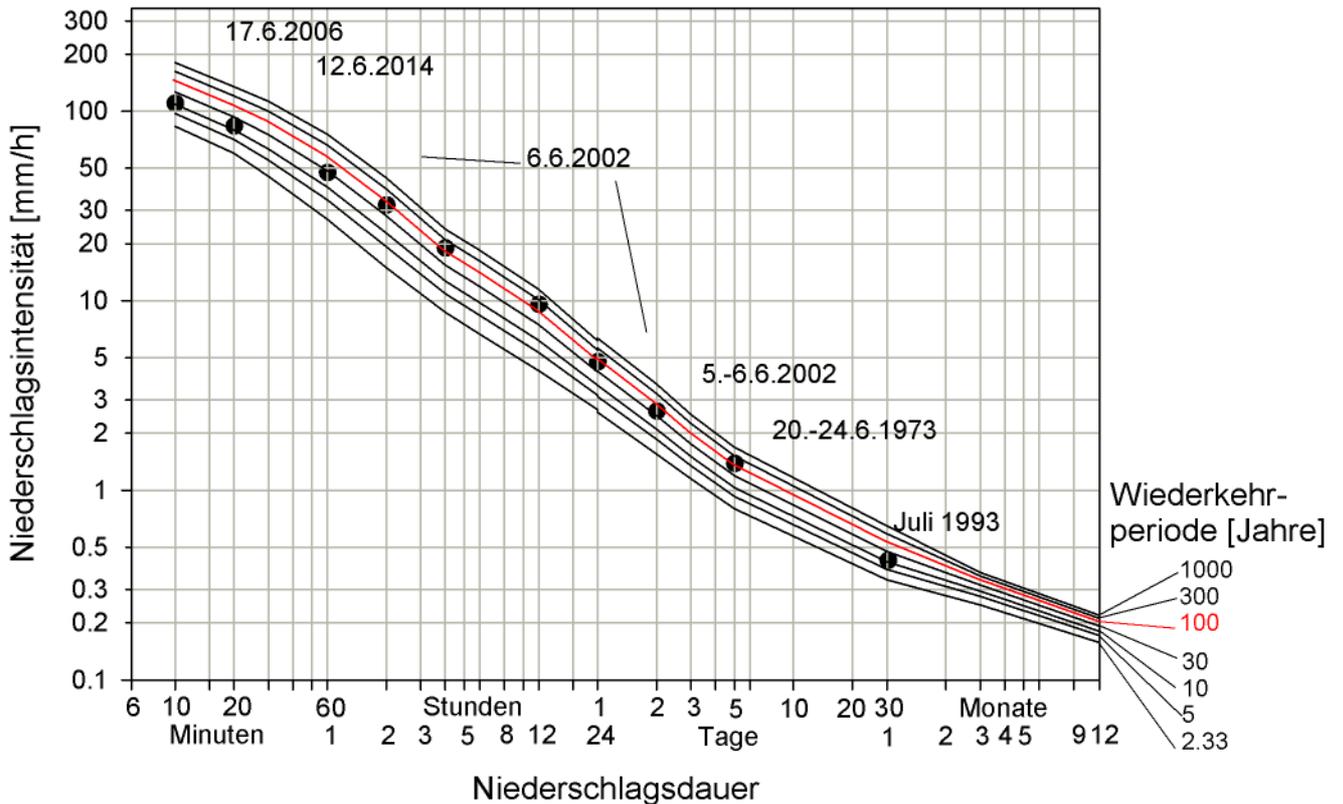
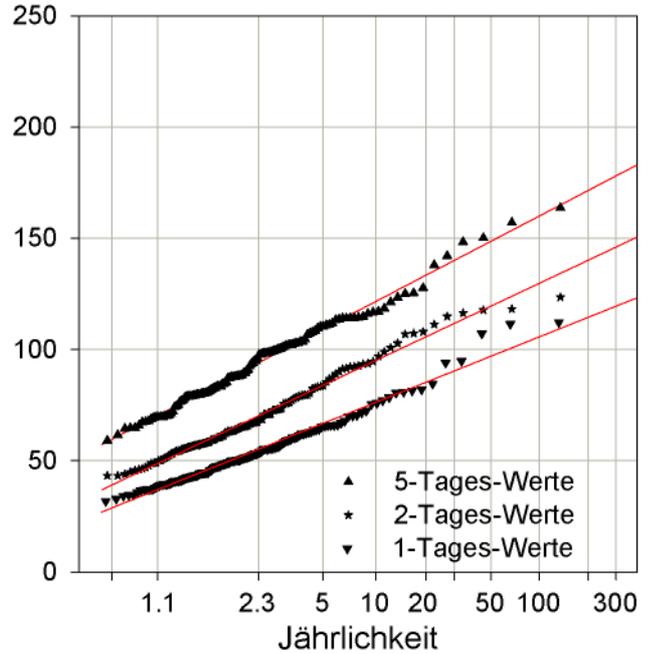
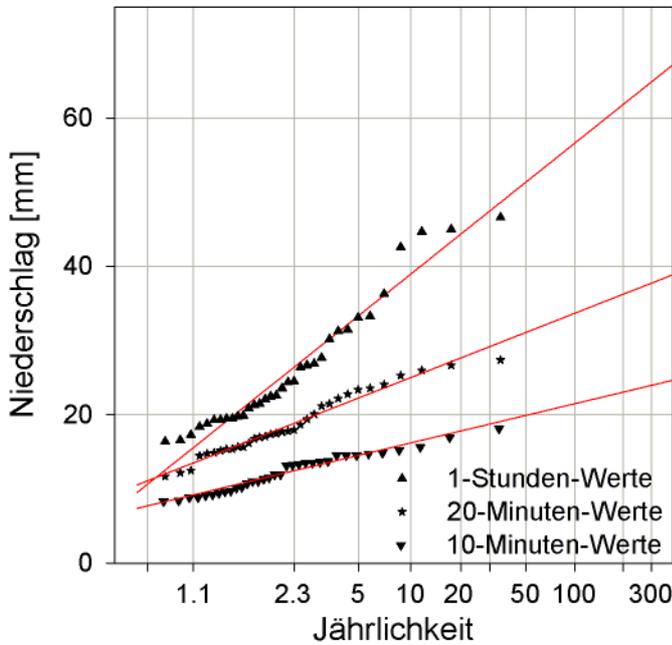
1880 - 2014

Regen und Schnee berücksichtigt

1. Extremalverteilung: 10-Min - 12-Stunden-Maxima

1. 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 Luzern (1880 - 2014).

<h1 style="margin: 0;">Luzern</h1> <h2 style="margin: 0;">1880 - 2014</h2>	Regen und Schnee berücksichtigt
	1. Extremalverteilung: 10-Min - 12-Stunden-Maxima
	1. Extremalverteilung: 1-, 2-, 3- und 5-Tages-Maxima
	Normalverteilung: 3-Monats- u. Jahres-Maxima

Die für die Diagramme verwendeten 10 grössten Niederschlagswerte
 Datengrundlage: 1-Tages-Werte 1880 - 2014

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	06.06.2002	112	05.-06.06.2002	123	20.06.-24.06.1973	163	Juli 1993	306	Juli-Sep 1888	675	1910	1666
2	24.08.1944	111	26.-27.07.1976	118	18.08.-22.08.2005	157	Juli 1976	304	Juni-Aug 2014	660	1965	1550
3	07.08.1978	107	21.-22.11.1972	118	22.07.-26.07.1976	150	Aug 1975	295	Juli-Sep 2010	658	1979	1475
4	05.07.1993	94	27.-28.09.1954	116	05.06.-09.06.2002	148	Aug 2005	293	Juni-Aug 1997	648	2001	1472
5	26.07.1976	94	06.-07.08.1978	115	10.05.-14.05.1999	142	Aug 1890	292	Juni-Aug 1912	643	1940	1461
6	27.09.1954	84	23.-24.08.1944	111	06.06.-10.06.2002	139	Juli 1900	288	Juni-Aug 1927	632	2002	1461
7	22.11.1972	82	07.-08.08.2007	108	20.11.-24.11.1972	138	Nov 1972	287	Juni-Aug 1910	632	1999	1449
8	21.08.2005	81	21.-22.08.2005	107	04.06.-08.06.2002	134	Juni 1979	284	Mai-Juli 1914	629	1922	1436
9	14.06.1910	81	22.-23.06.1973	107	18.01.-22.01.1910	127	Juli 1955	283	Juni-Aug 1993	629	1905	1427
10	23.06.1973	80	29.-30.07.1900	103	26.09.-30.09.1954	125	Juni 1912	280	Juni-Aug 1946	629	1995	1426

Die für die Diagramme verwendeten 10 grössten Niederschlagswerte
 Datengrundlage: 10-Minuten-Werte 1981 - 2014

Rang	10 Min.		20 Min.		1 h		4 h	
	Datum	N [mm]						
1	17.06.2006	18.0	12.06.2014	27.3	06.06.2002	46.5	06.06.2002	74.4
2	14.07.1997	16.8	23.06.1993	26.6	23.06.1993	44.9	16.06.1988	57.3
3	12.06.2014	15.5	20.08.2001	25.9	16.06.1988	44.6	23.06.1993	54.9
4	10.07.2010	15.1	16.06.1988	25.2	24.06.1981	42.5	10.08.1994	48.5
5	23.06.1993	14.7	17.06.2006	24.0	02.08.1996	36.2	02.08.1996	47.6
6	07.08.1989	14.6	01.08.2010	23.5	21.07.1992	33.2	24.06.1981	45.1
7	16.06.1988	14.4	24.06.1981	23.3	12.06.2014	33.0	21.08.2005	39.0
8	06.06.2002	14.4	06.06.2002	22.7	17.06.2006	31.4	10.08.2014	38.9
9	28.07.2009	14.4	11.09.2011	22.1	01.08.2010	31.2	24.06.1992	38.5
10	11.09.2011	13.6	21.08.1992	21.4	10.08.1994	30.1	19.08.2008	36.1

<h1>Luzern</h1> <h2>1880 - 2014</h2>	Regen und Schnee berücksichtigt
	1. Extremalverteilung: 10-Min - 12-Stunden-Maxima
	1. Extremalverteilung: 1-, 2-, 3- und 5-Tages-Maxima
	Normalverteilung: 3-Monats- u. Jahres-Maxima

Interpolierte bzw. extrapolierte Niederschlagsintensitäten in mm/h
für ausgewählte Jährlichkeiten und Niederschlagsdauern

Niederschlagsdauer	0.5h	1h	2h	4h	6h	8h	12h	24h	2d	3d	5d	1mt	3mt	1yr
Jährlichkeit														
2.33	45	27	15	8.7	6.7	5.5	4.3	2.6	1.6	1.1	0.8	0.34	0.25	0.16
5	55	34	19	10.9	8.4	6.9	5.3	3.1	1.9	1.3	0.9	0.38	0.28	0.17
10	63	40	23	12.7	9.8	8.1	6.2	3.6	2.1	1.5	1.0	0.42	0.29	0.18
20	71	45	26	14.4	11.1	9.2	7.0	4.0	2.3	1.7	1.1	0.46	0.31	0.19
30	75	49	28	15.4	11.9	9.8	7.5	4.3	2.5	1.8	1.2	0.48	0.32	0.19
50	81	52	30	16.7	12.9	10.6	8.1	4.6	2.6	1.9	1.3	0.50	0.33	0.20
100	88	58	34	18.4	14.2	11.7	8.9	5.0	2.9	2.0	1.4	0.54	0.34	0.20
200	96	63	37	20.0	15.5	12.7	9.7	5.4	3.1	2.2	1.5	0.57	0.35	0.21
300	100	66	39	21.0	16.2	13.3	10.1	5.6	3.2	2.3	1.5	0.59	0.35	0.21
500	106	70	41	22.2	17.2	14.1	10.7	5.9	3.4	2.4	1.6	0.62	0.36	0.21
1000	113	76	44	23.9	18.5	15.2	11.5	6.4	3.6	2.5	1.7	0.65	0.37	0.22

Bemerkungen:

Werte für Dauern ab 24 h hergeleitet aus Tageswerten der Station Luzern

- durchgehende Daten der Station Luzern 1.8.1880 - 31.12.2014

Werte für Dauern < 24 h hergeleitet aus 10-Minuten - Werten der A-Netz Station Luzern

- Daten der A-Netz-Station Luzern 1981 - 2014

- Werte vom 9.1.1985 offensichtlich fehlerhaft, daher nicht berücksichtigt