

Massgebende Hochwasserabflüsse am Dorfbach in Altbüren

Beurteilung der Wirkung des HWRB Isebahnloch



*Die vom Dorfbach am 21. Juni 2007 überschwemmte Meichten-/Dorfstrasse in Altbüren
(Foto: Edwin Bütikofer).*

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

Bericht: 17/234

Reinach, Februar 2018

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Einleitung</i>	2
1.1	Problemstellung.....	2
1.2	Vorgehen.....	2
1.3	Gebietskennwerte.....	4
1.4	Gewährsleute.....	4
2	<i>Verwendete Daten und Unterlagen</i>	5
3	<i>Historische Hochwasser</i>	7
3.1	Einleitung.....	7
3.2	Angaben zur Ausbaugeschichte.....	7
3.3	Historische Hochwasser.....	7
3.4	Schlussfolgerungen.....	9
4	<i>Beurteilung der Abflussreaktion des Gebiets</i>	10
4.1	Einleitung.....	10
4.2	Geologie und Hydrogeologie.....	10
4.3	Böden.....	10
4.4	Massgebende Abflussprozesse und Abflusstypen.....	11
4.5	Abflussreaktion der Siedlungsgebiete.....	15
4.6	Abflussreaktionskurven.....	15
5	<i>Abflussberechnungen</i>	17
5.1	Einleitung.....	17
5.2	Grundlagen und Aufbau des Modells Qarea.....	17
5.3	Verifikation des Modells.....	19
5.4	Niederschlags-Szenarien.....	22
5.5	Abflussberechnungen.....	23
6	<i>Hochwasserabflüsse definierter Jährlichkeit</i>	25
6.1	Einleitung.....	25
6.2	Dorfbach in Altbüren beim BP 6.....	25
6.3	Hochwasserabflüsse.....	27
7	<i>Wirkung des HWRB Isenbahnloch</i>	28
	<i>Anhang</i>	29

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

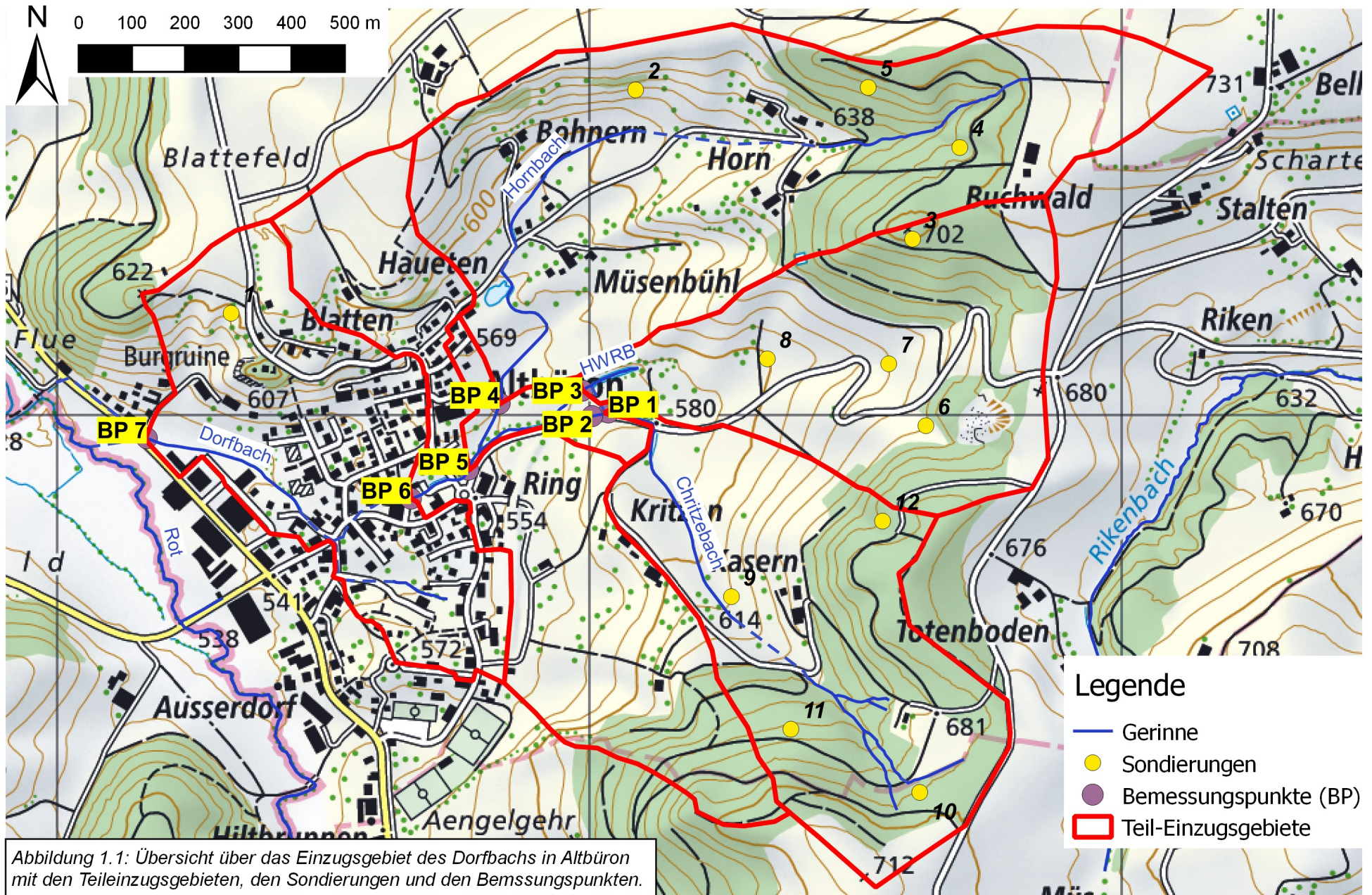
Der Altbüroner Dorfbach entwässert die Geländemulden östlich des Dorfes und mündet unterhalb von Altbüron in die Rot (Abb. 1.1). Das Einzugsgebiet (EZG) hat bis zur Mündung in die Rot eine Fläche von knapp 2 km², der höchste Punkt liegt auf 730 m ü. M., der tiefste bei ca. 534 m ü. M. Damit weist das kleine EZG verhältnismässig grosse Höhenunterschiede auf. Die steilsten Gebiete machen ca. ein Fünftel des EZG aus und sind bewaldet. Der Grossteil des Gebiets wird landwirtschaftlich genutzt und etwa 11% ist Siedlungsfläche. Die grösseren Geländemulden weisen kleine Bachläufe auf, die teilweise auch eingedolt sind. Beim Isebahnloch (Bemessungspunkt 3, BP 3) befindet sich ein Hochwasserrückhaltebecken (HWRB) mit einem Volumen von 2'500 m³, das den Abfluss von ca. einem Drittel des EZG dämpft. Zusätzlich zum Wasser aus dem topografischen EZG wird im Hochwasserfall (zwischen BP 1 und BP 2) über eine Entlastungsleitung auch Wasser aus dem Chritzebach in das HWRB geführt. Ein alter Eisenbahndamm verläuft entlang des östlichen Dorfrandes Richtung Isebahnloch und schafft eine künstliche Barriere für die Entwässerung. Unterhalb des BP 3 fliesst von Norden der Hornbach dem Dorfbach zu, der knapp ein Drittel des EZG entwässert. Beim BP 5 gelangt der Dorfbach ins Dorf, ab dem BP 6 ist er eingedolt und verläuft erst im unteren Dorfteil wieder offen.

Das EZG liegt in der Oberen Meeresmolasse, die aus Sandsteinen und Mergeln besteht. Die Molasse ist meist durch eine dünne Moränenschicht bedeckt. Der Wechsel von Hochflächen, Steilhängen und Muldenflächen mit dem wechselhaften Untergrund hat unterschiedliche Böden entstehen lassen und damit besitzt das kleine Gebiet einen komplexen Aufbau. Wie dieses Mosaik von unterschiedlich aufgebauten Flächen auf Niederschläge reagiert und wie die komplizierte Entwässerung bei Hochwasser funktioniert, muss untersucht werden.

Altbüron wurde schon verschiedene Male vom Dorfbach überschwemmt. Nach dem grossen Hochwasser von 1986 wurden Hochwasserschutzmassnahmen vorgeschlagen und seither teilweise realisiert (Tagmar AG, 2003). Die Gefahrenkarte (www.geo.lu.ch/map/gefahrenkarte) zeigt die durch Hochwasser gefährdeten Gebiete. Für ein Bauvorhaben im Dorf, das den Bach tangiert, und für die bevorstehende Planung weiterer Hochwasserschutzmassnahmen sollen robuste hydrologische Grundlagen hergeleitet werden. Die Wirkung des bestehenden HWRB auf die Abflüsse soll untersucht und an 7 BP sollen Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit abgeschätzt werden.

1.2 Vorgehen

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



1.3 Gebietskennwerte

Diese Kennwerte beziehen sich auf die in Abbildung 1.1 aufgeführten Teil-EZG.

Tab. 1.1: Gebietskennwerte Dorfbach in Altbüron.

Höchster Punkt im Einzugsgebiet (Bellevue)	730 m ü. M.
Tiefster Punkt im Einzugsgebiet (BP 7 bei St. Urbanstrasse)	534 m ü. M.
EZG oberhalb BP 1 und BP 2: Chritzebach bei Ableitung in HWRB Isebahnloch	0.35 km ²
EZG oberhalb BP 3: Dorfbach (Fürbach) unterhalb HWRB Isebahnloch	0.32 km ²
EZG oberhalb BP 4: Hornbach	0.57 km ²
EZG oberhalb BP 5: Dorfbach (Fürbach) oberhalb Siedlungsgebiet	1.28 km ²
EZG oberhalb BP 6: Dorfbach (Fürbach) bei Einlauf vor Meichtenscheune	1.61 km ²
EZG oberhalb BP 7: Dorfbach (Haldenbach) oberhalb St. Urbanstrasse	1.89 km ²

1.4 Gewährsleute

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

- Bättig Franz, Altbüron
- Bernet Ferdinand, Altbüron
- Bütikofer Edwin, Altbüron
- Meyer Andreas, Altbüron
- Schürch Anton, Altbüron

2 **Verwendete Daten und Unterlagen**

- Bundesamt für Landestopographie (2017): <https://map.geo.admin.ch/> Geocover Vektordaten (Geologie).
- Gerber M., Wanner J. (1984): Geologische Karte Langenthal Blatt (1128). Geologischer Atlas, Blatt 79.
- Gefahrenkarte Altbüron: www.geo.lu.ch/map/gefahrenkarte.
- Gemeinde Altbüron: Gemeinderatsprotokolle.
- GIUB (1998): Schadendatenbank der Schweiz, Geographisches Institut der Uni Bern. 1800 – 1994.
- Gmeiner AG (1987): Dorfbach Altbüron. Hydraulische Listenrechnung vom 21.12.1987.
- INGE Tagmar AG, Zemp & Häfliger (2002a): Aktennotiz Besprechung vom 10. September 2002 in Altbüron.
- INGE Tagmar AG, Zemp & Häfliger (2002b): Gefahrenkataster Gemeinde Altbüron Kanton Luzern mit Karten Hochwasser 1936, 1986 und 1998. 19.11.2002.
- Jäckli H., Kempf Th. (1972): Hydrogeologische Karte der Schweiz, 1 : 100'000, Blatt Bözberg-Beromünster, Erläuterungen, Herausgegeben von der Schweizerischen Geotechnischen Kommission, Zürich 1972.
- Kanton Luzern (2017): Bodenkarte 1: 5'000.
- Kienzler P., Naef F. (2008): Subsurface storm flow formation at different hillslopes and implications for the 'old water paradox'. *Hydrological Processes*, 22, 104–116.
- 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.
- Meier J. (1939): Die Unwetter in der Schweiz 1900 – 1950.
- MeteoSchweiz: Niederschlagsdaten. 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, 11/12, 331-338.
- Naef F., Scherrer S., Zurbrügg C. (1999): Grosse Hochwasser – unterschiedliche Reaktion von Einzugsgebieten auf Starkregen. *Hydrologischer Atlas der Schweiz*, Blatt 5.7.
- Röthlisberger G. (1991): Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz. *Berichte der WSL* Nr. 330.
- Scherrer AG (2004): Bestimmungsschlüssel zur Identifikation von hochwasserrelevanten Flächen. Im Auftrag des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz.
- Scherrer AG / Soilcom GmbH (2012): Massgebende Hochwasserabflüsse an der Ilfis und an verschiedenen Seitenbächen. Auftraggeber: Tiefbauamt des Kt. Bern, Obergeringenieurkreis IV, Dienststelle Verkehr und Infrastruktur des Kt. LU (vif).
- 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. (2003a): A decision scheme to indicate dominant flow processes on temperate grassland. In: *Hydrological Processes*, 17, 391-401.
- Scherrer S., Naef F. (2003b): Hochwasserabschätzung in schweizerischen Einzugsgebieten - Praxis-hilfe. Hrsg. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation. *Berichte des BWG, Serie Wasser – Nr. 4 – Bern 2003*. M. Spreafico, R. Weingartner, M. Barben, A. Rysler, S. 25-32.
- Siegfriedkarten Blatt Melchnau: 1886, 1890, 1901, 1906, 1917, 1931, 1942.
- Tagmar AG (2002): Fotodokumentation Hochwasser 1986. Druckdatum: 19.11.2002.

- Tagmar AG (2003): Rot und Zuflüsse. Haldenbach – Fürbach, Hochwasserschutzmassnahmen. Technischer Bericht. Auftraggeber: Kt. LU, Verkehr und Infrastruktur. 12.11.2003.
- Tagmar AG, Bütikofer E., Gemeindekanzlei Altbüron (2007): Information zu den Hochwasser-Ereignissen vom Montag, 4. Juni und Donnerstag, 21. Juni 2007 in Altbüron.
- Tagmar + Partner (2008): Haldenbach – Fürbach Hochwasserschutzmassnahmen. Plan des ausgeführten Bauwerkes. Dokument / Plan-Nr 06-38.
- U.S. Army Corps of Engineers (2016): Hydrologic Engineering Center, River Analysis System (HEC-RAS), Version 5.0.1.
- Vaterland, diverse Ausgaben.
- Wikipedia (2018): <https://de.wikipedia.org/wiki/Langenthal-Wauwil-Bahn>.
- WSL, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (2017): Schadendatenbank der Gemeinden Altbüron, Grossdietwil und Melchnau (1972–2016).
- Zofinger Tagblatt, diverse Ausgaben.

3 Historische Hochwasser

3.1 Einleitung

Abflussmessungen liegen am Dorfbach in Altbüren keine vor. Durch die Untersuchung historischer Hochwasser lassen sich jedoch Hinweise über Häufigkeit, Grösse und Verlauf von Hochwasserereignissen zusammentragen. Mit Informationen aus Zeitungen, Chroniken, Fotos und verbürgten Angaben konnte ein Beobachtungszeitraum von etwa 200 Jahren erschlossen werden. Dadurch können Abflussspitzen historischer Hochwasser abgeschätzt und statistisch besser eingeordnet werden.

3.2 Angaben zur Ausbaugeschichte

Die nachfolgenden Angaben zur Ausbaugeschichte der Bäche sind unvollständig. Sie dienen dazu, vergangene Hochwasserereignisse in Bezug zum damaligen Ausbaugrad des Baches zu stellen und damit besser vergleichen und einordnen zu können. Zur besseren Orientierung zu Strassennamen liegt ein Ortsplanausschnitt der Gemeinde Altbüren im Anhang 1 bei.

Altbüren ist geprägt durch einen ehemaligen, nie genutzten Eisenbahndamm, der östlich des Dorfes am oberen Siedlungsrand entlang führt. Er wurde zwischen 1874 und 1875 mit dem Ausbruchmaterial des daran anschliessenden Staltentunnels zwischen Altbüren und Ebersecken erstellt und sollte Langenthal und Wauwil verbinden. Aufgrund einer Finanzkrise wurden damals die Arbeiten eingestellt und nicht wieder aufgenommen (Wikipedia, 2018).

Die Siegfriedkarte von 1886 zeigt, dass sich die Gerinneführung des Dorfbachs in Altbüren seit dem 19. Jahrhundert kaum veränderte. Schon damals unterquerte der Dorfbach die Meichtenstrasse zweimal. Auf der Siegfriedkarte von 1917 ist der Abschnitt entlang der Meichtenstrasse bereits wie heute eingedolt und auf der Landeskarte von 1955 sieht man erstmals die Meichtenscheune, wo auch heute noch der Dorfbach beim BP 6 (Abb. 1.1) in der Eindolung verschwindet. Dieser eingedockte Abschnitt wird in einer Röhre mit einem Durchmesser von 600 mm geführt und weist eine maximale Abflusskapazität von ca. 1 m³/s auf.

In Folge des grossen Hochwassers von 1986 wurden Hochwasserschutzmassnahmen geplant. Ein Hochwasserrückhaltebecken (HWRB) direkt oberhalb des Siedlungsgebiets beim BP 5 wurde abgelehnt. In den Jahren 2006 – 2008 wurde der Abschnitt zwischen BP 5 und BP 6 (Abb. 1.1) sowie entlang der Gass und unterhalb davon (Anhang 1) ausgebaut. Bereits vor den Hochwassern im Juni 2007 wurde beim BP 3 das HWRB Isebahnloch fertiggestellt, welches im Einschnitt vor dem ehemaligen Eisenbahntunnelportal 2'500 m³ Wasser zurückhalten kann. Dabei wird im Hochwasserfall, zusätzlich zum Wasser aus dem topografischen EZG, über eine Entlastungsleitung mit einem Durchmesser von 600 mm und einer maximalen Abflusskapazität von ca. 0.8 m³/s (zwischen BP 1 und BP 2) Wasser aus dem Chritzebach in dieses HWRB geführt.

3.3 Historische Hochwasser

Im Anhang 2 sind sämtliche Informationen über historische Hochwasser des Dorfbachs in Altbüren detailliert zusammengestellt. Die Grösse der einzelnen Hochwasser wurde gemäss den Kriterien in Tabelle 3.1 charakterisiert. Tabelle 3.2 zeigt einen Überblick mit der Einordnung der Hochwasser am Dorfbach in Altbüren sowie dem auslösenden Niederschlag. Die ältesten Angaben reichen bis ins Jahr 1852 zurück. Neben den Abflussschätzungen einzelner Hochwasser aufgrund detaillierter Angaben wurden sämtliche zusammengetragenen Informationen zu den Hoch-

wassern im EZG betrachtet und unter Berücksichtigung der im Laufe der Zeit veränderten Abflussverhältnisse gewertet. Nachfolgend werden alle als mittel bis sehr gross eingestuftes Hochwasser sowie ein kleines Hochwasser kurz beschrieben.

Detaillierte Chroniken und lokale Zeitungen der vergangenen 200 Jahre wurden konsultiert. Die Elementarschadenchronik von Lanz-Stauffner & Rommel geht bis ins Jahr 1798 zurück. Allerdings wurde das EZG durch den unvollendeten Eisenbahnbau (Tunnel und Dammschüttung) in den Jahren 1874 – 1875 stark verändert, so dass man über die vergangenen 142 Jahre vergleichbare Verhältnisse für den Dorfbach in Altbüron hat. Das seit Frühling 2007 fertiggestellte HWRB Isebahnloch hat seither einen dämpfenden Einfluss auf die Hochwasserspitzen und ist in der historischen Betrachtung eine weitere, zu berücksichtigende Inhomogenität.

Tab. 3.1: Einordnungskriterien zur Wertung historischer Hochwasser am Dorfbach in Altbüron.

	Dorfbach Altbüron beim BP 6 (m³/s)	Beschreibung
nicht klassiert (-)	< 0.5	Hochwasser nicht erwähnt oder unbedeutend
klein (k)	0.5 – 1.0	Hochwasser am betreffenden Bach erwähnt oder vermutet, evtl. lokal kleine Überschwemmungen und Schäden.
mittel (m)	1.0 – 2.0	Überschwemmungen und Sachschäden, Wasser auf der Strasse, Keller unter Wasser.
gross (g)	2.0 – 3.0	grosse Überschwemmungen und Sachschäden, Wasser auf der Strasse, Keller und Erdgeschoss unter Wasser.
sehr gross (sg)	> 3.0	sehr grosse Überschwemmungen und Sachschäden. Erdgeschoss unter Wasser.

Tab. 3.2: Einordnung historischer Hochwasser am Dorfbach in Altbüron gemäss den Kriterien in Tabelle 3.1.

Datum	Niederschlag	Dorfbach Altbüron
1852, 17./18.9.	Dauerregen	k
1876, 10.-12.6.	Dauerregen	k
1910, 20./21.1.	Dauerregen	m
1936, 25.6.	Gewitter	sg
1977, 9.8.	Gewitter	m
1986, 20.6.	Gewitter	g
1998, ?	?	k
2005, 21.8.	Dauerregen	k
2007, 4.6.	Gewitter	k
2007, 21.6.	Gewitter	m
2007, 29.8.	Gewitter	m
2010, 29.7.	Dauerregen	k

Der Dauerregen am **20./21.1.1910** führte in weiten Teilen der Nord- und Westschweiz zu Hochwasser. In Altbüron wurde die Feuerwehr alarmiert, weil Bäche ausufernten und Erdrutsche auftraten. Das grösste Hochwasser des Dorfbachs in Altbüron der vergangenen 142 – 200 Jahre ereignete sich am **25.6.1936**. Ein Gewitter von etwa 40 Minuten Dauer über Fischbach, Grossdietwil, Altbüron, Roggliswil, Richenthal, Altshofen und Ebersecken verursachte grosse Schäden. Die Rot floss bei Altbüron 70 Meter breit. Der Dorfbach riss eine Brücke weg, ufernte aus und floss die Meichten- resp. Dorfstrasse hinunter. Anton Schürch erinnert sich, dass dabei das Wasser gegenüber seinem Lebensmittelgeschäft bis ans Schaufenster der Liegenschaft Dorfstrasse 9

reichte. Aufgrund dieser Beobachtung und der von INGE (2002b) erstellten Kartierung wird die Abflussspitze des Dorfbachs an dieser Stelle auf 3 – 6 m³/s geschätzt.

Ein Gewitter von 35 Minuten Dauer über Grossdietwil und Altbüron verursachte am **9.8.1977** Überschwemmungen von Feldern, Häusern und Strassen. Schlimmer traf es die Gemeinde Altbüron nach einem Gewitter am **20.6.1986**, nachdem es bereits am 16./17.6.1986 ein heftiges Gewitter gab. Gemäss den befragten Senioren war das dadurch ausgelöste Hochwasser, das grösste seit dem Ereignis von 1936. Der eingedolte Abschnitt vermochte die Wassermenge nicht aufzunehmen und das Wasser floss die Meichten- resp. Dorfstrasse hinunter. Aufgrund von Fotos und der von INGE (2002b) erstellten Kartierung wird die Abflussspitze des Dorfbachs auf 2.5 – 3 m³/s geschätzt.

Am **4.6.2007** löste ein Gewitter ein kleines Hochwasser aus. Der Einlauf in die Eindolung überlastet und Wasser floss in der Folge auf die Meichtenstrasse. Aufgrund von Fotos konnte die Abflussspitze des Dorfbachs in diesem Bereich auf 0.6 – 1.1 m³/s geschätzt werden. Das neu fertig gestellte HWRB Isebahnloch wurde nur leicht eingestaut.

Ähnliche Bilder wie 1986 wurden am **21.6.2007** nach einem einstündigem Gewitter aufgenommen. Auch diesmal lief Wasser die Meichten- resp. Dorfstrasse hinunter. Aufgrund von Fotos konnte die Abflussspitze des Dorfbachs im offenen Abschnitt oberhalb der St. Urbanstrasse sowie im Bereich der Meichten- resp. Dorfstrasse auf 1.4 – 1.9 m³/s geschätzt werden. Das neu fertig gestellte HWRB Isebahnloch wurde nur leicht eingestaut; der Abfluss unterhalb des HWRB wurde auf 0.22 m³/s geschätzt. Am **29.8.2007** lief wieder die Meichten- resp. Dorfstrasse hinunter. Nachdem es bereits am morgen ein Gewitter über Altbüron zog, liess ein weiteres Gewitter am Nachmittag den Dorfbach vor der Eindolung ausufernd. Aufgrund von Fotos konnte die Abflussspitze des Dorfbachs im Bereich der Meichten- resp. Dorfstrasse auf 0.8 – 1.3 m³/s geschätzt werden.

3.4 Schlussfolgerungen

Aus den Erkundungen historischer Hochwasser lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Die Recherchen über historische Hochwasser eröffnen einen Beobachtungszeitraum von etwa 200 Jahren. Allerdings wurde das EZG durch den unvollendeten Eisenbahnbau in den Jahren 1874 – 1875 stark verändert, so dass man über die vergangenen 142 Jahre vergleichbare Verhältnisse für den Dorfbach in Altbüron hat.
- Das seit Frühling 2007 fertiggestellte HWRB Isebahnloch hat seither einen dämpfenden Einfluss auf die Hochwasserspitzen und ist in der historischen Betrachtung eine weitere, zu berücksichtigende Inhomogenität.
- Das grösste Hochwasser des Dorfbachs in Altbüron der vergangenen 142 – 200 Jahre ereignete sich nach einem Gewitter am 25.6.1936 mit einer Abflussspitze von 3 – 6 m³/s.
- Das Hochwasser vom 20.6.1986 war mit einer Abflussspitze von 2.5 – 3 m³/s das zweitgrösste der vergangenen 110 – 142 Jahre.
- Das Hochwasser vom 21.6.2007 liegt mit einer Abflussspitze von 1.4 – 1.9 m³/s auf Rang 3 – 5 der vergangenen 110 Jahre, resp. auf Rang 2 – 3 der vergangenen 50 Jahre.
- Das Hochwasser vom 29.8.2007 liegt mit einer Abflussspitze von 0.8 – 1.3 m³/s auf Rang 4 – 6 der vergangenen 110 Jahre, resp. auf Rang 3 – 4 der vergangenen 50 Jahre.
- Das Hochwasser vom 4.6.2007 liegt mit einer Abflussspitze von 0.6 – 1.1 m³/s auf Rang 5 der vergangenen 50 Jahre.

4 Beurteilung der Abflussreaktion des Gebiets

4.1 Einleitung

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

Um zu beurteilen, wie sich EZG bei extremem Starkregen verhalten, sind Kenntnisse über die Abflussreaktion notwendig. Die Abflussreaktion eines EZG hängt neben dem Niederschlag vor allem davon ab, wie viel Wasser bei Starkregen in den Boden eindringt und vorübergehend zurückgehalten wird und wie viel Wasser sofort abfliesst (Abflussprozesse). Dies ist von der Gebietsausstattung abhängig (Geologie, Böden, Geomorphologie, Vegetation, Landnutzung u. a.). Welche Abflussprozesse bei Starkregen an natürlichen Hängen ablaufen, wurde detailliert mittels Beregnungsversuchen untersucht (Scherrer, 1997; Naef et al., 1999, Scherrer & Naef, 2003a, Kienzler & Naef, 2008). Darauf aufbauend wurde ein Bestimmungsschlüssel entwickelt, der die Identifikation hochwasserrelevanter Flächen erlaubt (Scherrer AG, 2004). Die Beurteilung der Abflussreaktion des Untersuchungsgebiets lehnt sich eng an diesen Bestimmungsschlüssel an.

4.2 Geologie und Hydrogeologie

Als geologische und hydrogeologische Grundlagen dienten Gerber & Wanner (1984), Bundesamt für Landestopographie (2017) und Jäckli & Kempf (1972).

Geologie

Im EZG des Albüroner Dorfbachs bildet die Obere Meeresmolasse (OMM), bestehend aus Sandstein, Mergeln und gelegentlich Konglomerat den tieferen Untergrund. An einzelnen Stellen im EZG kommen die Sandsteine zum Vorschein (Burgruine, Blatten, Haueten) oder sind nur leicht überdeckt. Die Sandsteine sind oberflächlich stark verwittert. Konglomerate sind in der Grube SW Pt. 680 aufgeschlossen. Vielerorts ist das Gestein jedoch von einer geringmächtigen, gut durchlässigen Schicht aus Moräne überdeckt.

Hydrogeologie

In der Molasse liegen verschiedene gefasste Quellen und in den Mulden fliesen kleine Bäche. Der unvollendete Eisenbahnbau von 1874/75 hinterliess den halbfertigen Staltenbergtunnel mit einem Einschnitt nördlich Pt. 580 und einem beachtlichen Damm aus Aushub, der sich von den Fussballplätzen Altbürons bis zum Einschnitt zieht. Der Tunnel verläuft in den durchlässigen Sandsteinen der Oberen Meeresmolasse, die ein idealer Wasserspeicher und -lieferant sind. Es floss immer und nachhaltig Wasser aus dem Tunnel, so dass 1951 im ausgemauerten Teil des Tunnels die Wasserversorgung für Altbüron mit einem langen Becken errichtet wurde.

4.3 Böden

Im EZG besteht eine grossmassstäbliche Bodenkarte (Kanton Luzern, 2017) der landwirtschaftlich genutzten Gebiete. Dominierend sind Braunerden unterschiedlicher Mächtigkeit. Vor allem entlang der nördlichen EZG-Grenze sind flachgründige Böden anzutreffen. In einigen tiefer gelegenen Mulden wurden Buntgleye kartiert. In der Quellmulde des Chritzebachs ganz im SE des

EZG liegt sogar Fahlgley.

Um weitere Hinweise über die Beschaffenheit der teilweise steilen Waldböden und die Abflussbereitschaft der Mulden zu erhalten, wurde das EZG besichtigt und 12 Sondierungen (A1 – A12) mit der Schlagsonde nach Pürckhauer (Kerndurchmesser 2 cm) durchgeführt (Abb. 1.1). Im Anhang 4 sind die erhobenen Profile dargestellt und beschrieben. Diese Profile wurden nach Infiltration, Speichervermögen und zu erwartendem Abflussprozess beurteilt und bilden die Grundlage für die Kartierung des Gebiets nach der Abflussbereitschaft (Kap. 4.4).

Selbst in den steilen Lagen im Wald sind mittelgründige Braunerden (A3, A5, A11, A12) entstanden, wobei der Unterboden fließend in die stark verwitterte Obere Meeresmolasse übergeht. In der Mulde bei A1 ist der Boden recht flachgründig und der Fels ist stellenweise nahe. Bei den Standorten A4, A6 und A7 ist trotz ausgeprägter Muldelage keinerlei Staunässe im Profil zu erkennen, was auf die grosse Durchlässigkeit der OMM resp. des dort abgelagerten Materials hinweist. In den Mulden von A8 und A9 haben sich ausgeprägte Buntgleye entwickelt. Im Waldgebiet von A10 liegt ein Fahlgley.

4.4 Massgebende Abflussprozesse und Abflusstypen

Abflussprozesse

Tabelle 4.1 zeigt die Kriterien zur Klassifizierung der Abflussbereitschaft. Die Beurteilung und Kartierung der Flächen stützt sich im wesentlichen auf die Bodenkarte, die geologische Karte und Erhebungen im Gelände. Folgende Abflussprozesse wurden unterschieden:

Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (Hortonian Overland Flow, HOF) kann im EZG kleinflächig auf Strassen und Felsflächen erwartet werden (HOF1). Verzögerter HOF2 tritt auf wenig geneigten Strassenflächen und auf schwach durchlässigen Böden auf.

Gesättigter Oberflächenabfluss (Saturation Overland Flow, SOF) tritt nach Sättigung des Bodens auf. Man unterscheidet zwischen raschem gesättigtem Oberflächenabfluss (SOF1), verzögertem (SOF2) oder stark verzögertem Oberflächenabfluss (SOF3). Dies gilt analog bei den anderen Abflussprozessen. Auf flachgründigen Böden mit darunterliegender Stauschicht oder feuchtnassen Böden an Hängen mit geringem Speichervermögen erfolgt die Sättigung besonders rasch (SOF1).

Abfluss im Boden (Sub-Surface Flow, SSF) ist zu erwarten, wenn im Boden hoch durchlässige Schichten über einer Stauschicht liegen oder Makroporen dem Wasser ein rasches laterales Fließen ermöglichen. Günstige Bedingungen für raschen und wenig verzögerten Abfluss im Boden (SSF1, SSF2) sind im EZG v.a. auf steilen Flächen mit flachgründigen, durchlässigen Böden zu erwarten. Stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3) kommt auf steilen, mittelgründigen Böden z.B. über Hangschutt vor. Abfluss im Boden dominiert auf Waldflächen.

Ist sowohl der Boden als auch der geologische Untergrund gut durchlässig, kann auch während Starkregen über die *Tiefensickerung* (Deep Percolation DP) viel Wasser in Boden und Geologie eindringen. Vor allem bei tiefgründigen, durchlässigen Böden über sandiger Moräne oder Schotter versickert ein Grossteil des Niederschlags in den tieferen Untergrund, ohne wesentlich zum Hochwasserabfluss beizutragen.

Abflusstypen

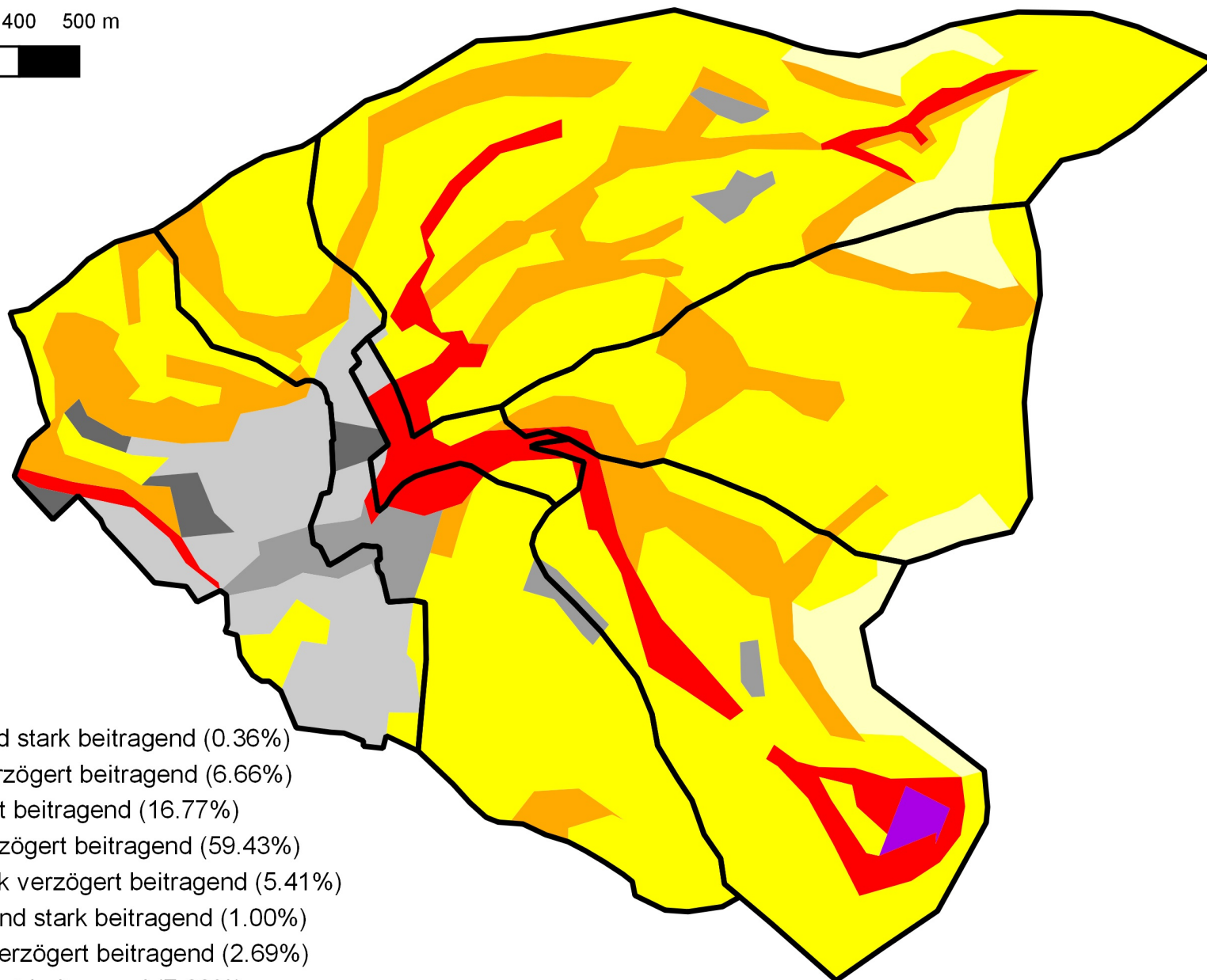
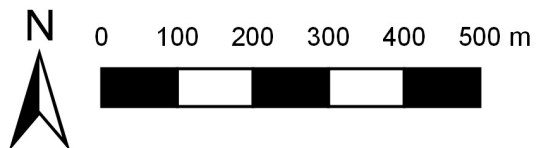
Gemäss den in Tabelle 4.1 aufgeführten Kriterien wurden Abflussprozesse, welche einen ähnlich starken Beitrag zur Entstehung von Hochwasser leisten, kartiert und zu so genannten Abflusstypen zusammengefasst. Diese dienen als Grundlage für die Abflussberechnungen mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell Q_{AREA} . Abbildung 4.1 zeigt die Abflussbereitschaft im EZG.

Abflusstyp 1 und 2 besitzen eine sehr rasche und rasche Abflussreaktion, während 4 und 5 stark bis sehr stark verzögert reagieren. Als Abflusstyp 1 wurden 0.1 km² (0.4% der Gebietsfläche) beurteilt. Es sind die gesättigten Flächen (Ried) in geneigter Lage. Die Flächen des Abflusstyps 2 (6.7%) sind bachnahe Flächen oder Nassflächen in leicht geneigter Lage mit einem geringen Sättigungsdefizit. Dem Abflusstyp 3 (16.8%) gehören Flächen mit Infiltrationshemmnissen oder Steilflächen mit flachgründigen Böden an. Abflusstyp 4 machen 59.4% des EZG aus und weisen durchlässige und speicherfähige Böden auf. Flächen des Abflusstyps 5 sind vor allem peripher anzutreffen (5.4%), wo durchlässige Böden in flacher Lage in die Moräne oder stark verwitterte Obere Meeresmolasse übergehen.

Im EZG gehören 35.3% den sehr rasch bis leicht verzögert reagierenden Abflusstypen 1 – 3 und den Siedlungsabflusstypen 1 - 3 an. Aufgrund dieser Verteilung kann die Abflussbereitschaft des Dorfbachs als mässig bis schwach beurteilt werden.

Tab. 4.1: Dominante Abflussprozesse, Gebietseigenschaften und Abflusstypen der natürlichen Flächen im EZG des Dorfbachs in Altbüren.

Abflusstyp	Abflussreaktion	Dominante Abflussprozesse	Massgebende Gebietseigenschaften	Flächenanteil am EZG	
				(km ²)	(%)
1	Rasch und stark beitragende Flächen	Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF1)	Felsflächen mit Gefälle, steile Gerinneflanken	0.01	0.4
		Sofortiger gesättigter Oberflächenabfluss (SOF1)	Feucht- und Nassflächen und stark vernässte Böden an Hanglagen		
2	Leicht verzögert beitragende Flächen	Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF2)	Schwach durchlässige Böden mit geringem Gefälle	0.13	6.7
		Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sich langsam sättigender Flächen (SOF2)	Vernässte Böden im Bereich von Quellmulden, Flachmoore und Galeriewälder an geneigter Lage, Bachflanken und Gerinnesäume		
		Rascher Abfluss im Boden (SSF1)	Flachgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen über schwach durchlässigem Untergrund mit grossem Gefälle, bewaldete Bachflanken		
3	Verzögert beitragende Flächen	Verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF3)	Mässig tiefgründige, leicht hydromorphe Böden mit mässiger bis guter Durchlässigkeit	0.32	16.8
		Verzögerter Abfluss im Boden (SSF2)	Mässig tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen über Fels, Hangschutt oder Moräne in Gerinnenähe		
4	Stark verzögert beitragende Flächen	Sehr stark verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF3)	Tiefgründige Böden mit guter Durchlässigkeit	1.12	59.4
		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)	0.10	5.4
		Sehr stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3)	Tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen, gerinnefern		
Total				1.68	88.7



Legende

□ Teil-Einzugsgebiete

Abflusstypen

- Abflusstyp 1: rasch und stark beitragend (0.36%)
- Abflusstyp 2: leicht verzögert beitragend (6.66%)
- Abflusstyp 3: verzögert beitragend (16.77%)
- Abflusstyp 4: stark verzögert beitragend (59.43%)
- Abflusstyp 5: sehr stark verzögert beitragend (5.41%)
- Abflusstyp S1: rasch und stark beitragend (1.00%)
- Abflusstyp S2: leicht verzögert beitragend (2.69%)
- Abflusstyp S3: verzögert beitragend (7.69%)

Abbildung 4.1: Flächen ähnlicher Abflussbereitschaft (Abflusstypen) im EZG des Dorfbachs in Altbüron.

4.5 Abflussreaktion der Siedlungsgebiete

Die Siedlungsflächen wurden gesondert kartiert. Die Beurteilung basiert auf den Erfahrungen der Glatstudie (Naef et al., 2004). Wichtige Kriterien waren dabei die Bebauungsdichte und die Geländeneigung. Die Siedlungsgebiete machen 11.4% des EZG aus (Tab. 4.2).

Tab. 4.2: Klassierung der Siedlungsflächen nach Abflusstypen.

Abflusstyp	Abflussreaktion	Massgebende Gebietseigenschaften	Flächenanteil am EZG	
			(km ²)	(%)
S1	rasch und stark beitragend	sehr dicht bebaute Flächen leicht geneigte, dicht bebaute Flächen stark geneigte, mässig dicht bebaute Flächen	0.02	1.0
S2	leicht verzögert beitragend	ebene, dicht bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen geneigte, locker bebaute Flächen	0.05	2.7
S3	verzögert beitragend	geneigte, locker bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen	0.14	7.7
Total			0.21	11.4

4.6 Abflussreaktionskurven

Abbildungen 4.2a und 4.2b zeigen die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen und Siedlungsgebiete. Auf der Grundlage von Berechnungsversuchen (Scherrer, 1997) wurden den fünf Abflusstypen der natürlichen Flächen je eine Abflussreaktionskurve zugeordnet. Die Kurven beschreiben den Anteil des abfliessenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagsmenge. Eingetragen sind die Spitzen- und die Volumenabflusskoeffizienten. Bei den flächenmässig dominierenden Flächen des Abflusstyps 4 (ca. 59.4% des EZG) fliessen bei 100 mm Niederschlag nur ca. 10% ab. Bei den ebenfalls stark vertretenen Abflusstypen 3 (ca. 16.8% des EZG) fliessen bei einem Niederschlag von 100 mm rund 30% ab.

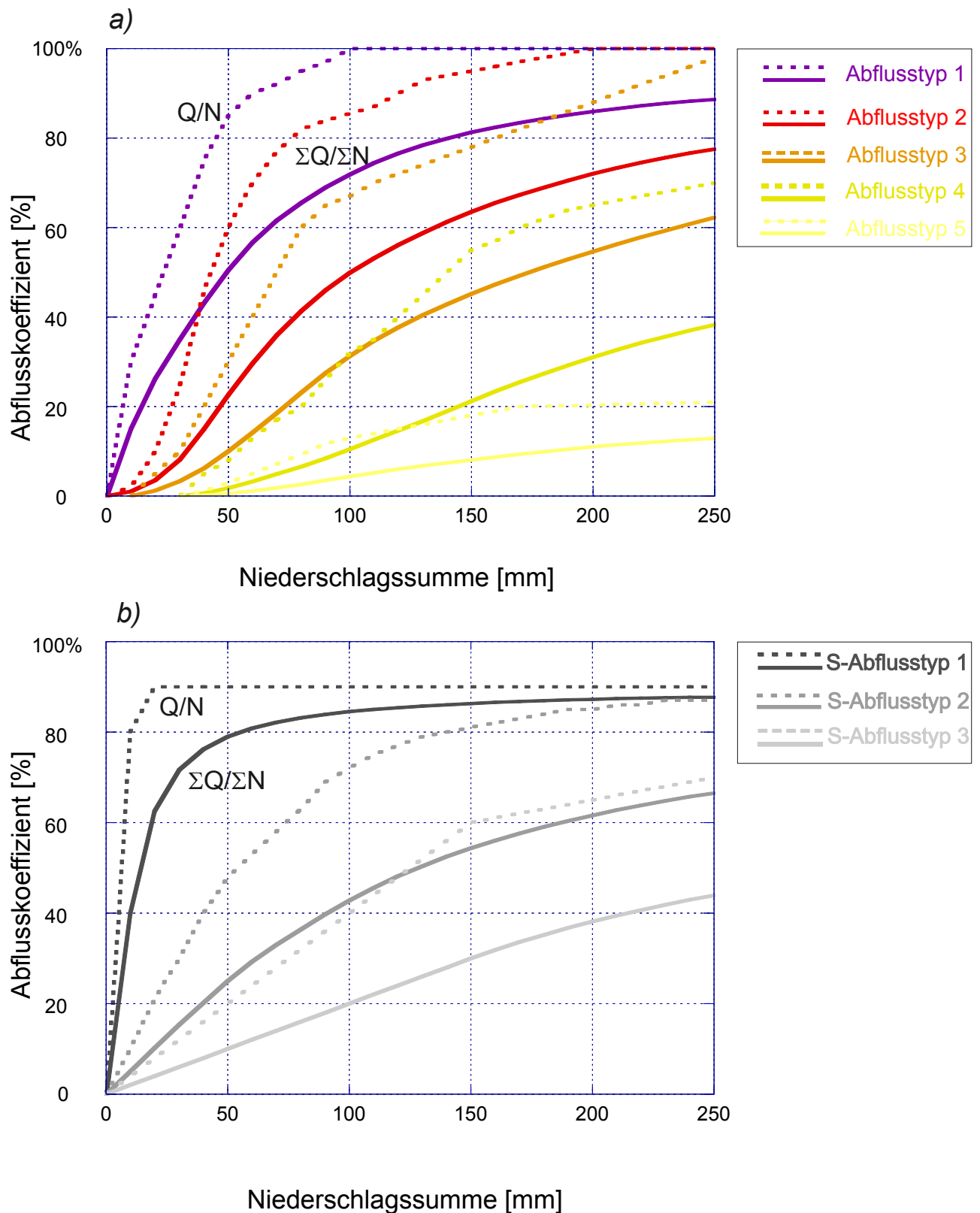


Abb. 4.2: Die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen (Abb. 4.2a) und für Siedlungsflächen (Abb. 4.2b). Sie definieren den Anteil des abfließenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagssumme. Eingetragen ist der Spitzenabflusskoeffizient (Q/N , strichliert) und der Volumenabflusskoeffizient ($\Sigma Q/\Sigma N$, 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} (Scherrer & Naef, 2003b). Das Modell wurde den Verhältnissen entsprechend für den Dorfbach in Altbüron erstellt. Zusammenfassend die wichtigsten Grundlagen und Eigenschaften des Modells Q_{AREA} :

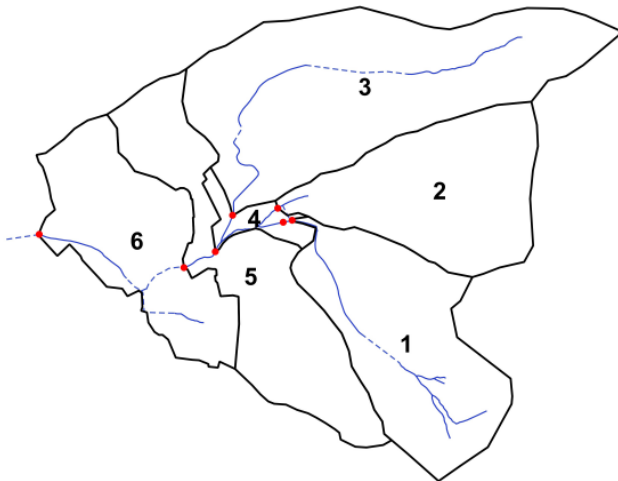
- Das NAM ist aus **Teileinzugsgebieten** aufgebaut mit Bemessungspunkten (BP, Abb. 5.1a).
- Das NAM basiert auf der Klassifizierung der **Abflussbereitschaft** der Teileinzugsgebietsflächen (Abflusstypen, Abb. 5.1b) und den dazugehörigen Abflussreaktionen (Abflussreaktionskurven, Abb. 5.1c, Kap. 4.6).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

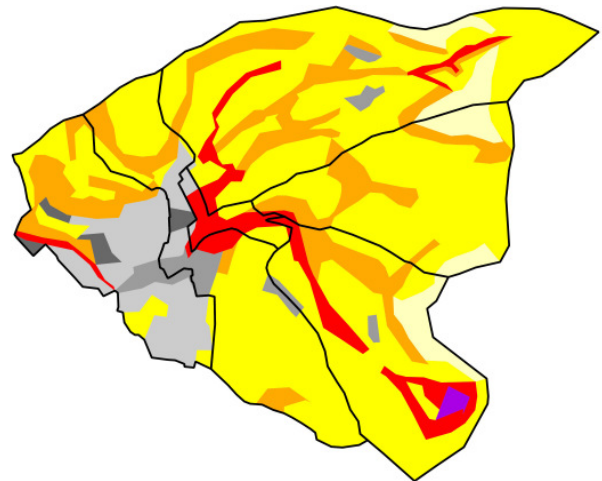
Vom 2007 in Betrieb genommenem HWRB Isebahnloch (BP 3) lag keine Drosselcharakteristik vor. Sie wurde anhand vorhandener Unterlagen aus Gmeiner AG (2007) und Tagmar + Partner (2008) nachträglich berechnet (Anhang 6). Die Schieberstellung des HWRB mit einer Öffnungshöhe von 18.5 cm wurde seit Inbetriebnahme im Jahre 2007 nicht verändert.

Ebenfalls im Modell berücksichtigt wurde die Entlastungsleitung, welche im Hochwasserfall ein Teil des Wassers aus dem Chritzebach ins HWRB Isebahnloch leitet. Von diesem Wasserteiler lag keine Charakteristik vor. Sie wurde anhand der Angaben aus Tagmar + Partner (2008) und Nachmessungen nachträglich berechnet: Bis ca. $0.06 \text{ m}^3/\text{s}$ verbleibt der Abfluss des Chritzebachs im Bachbett. Bei höheren Abflüssen springt die Entlastungsleitung an, wobei etwa 43% des Abflusses Richtung HWRB Isebahnloch abgeleitet werden. Die maximale Kapazität der Entlastungsleitung liegt bei ca. $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$.

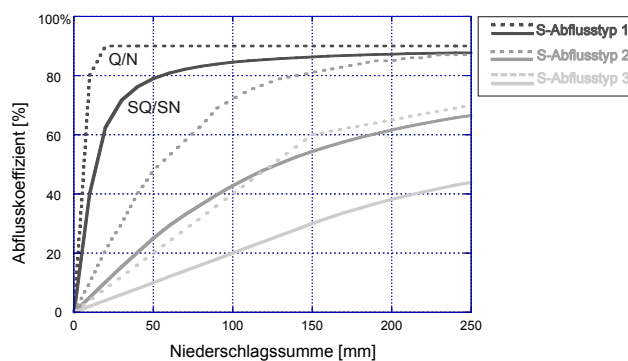
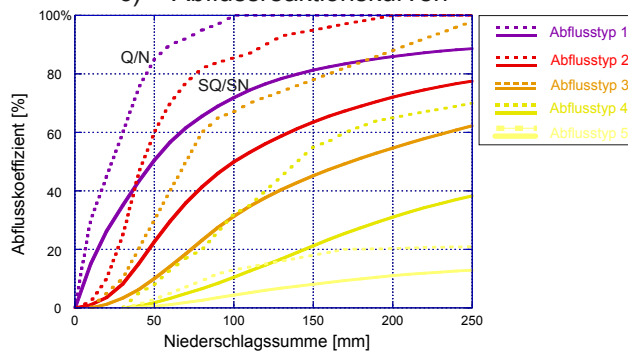
a) Teileinzugsgebiete



b) Abflusstypen



c) Abflussreaktionskurven



d) Fließzeiten (Isochronen)

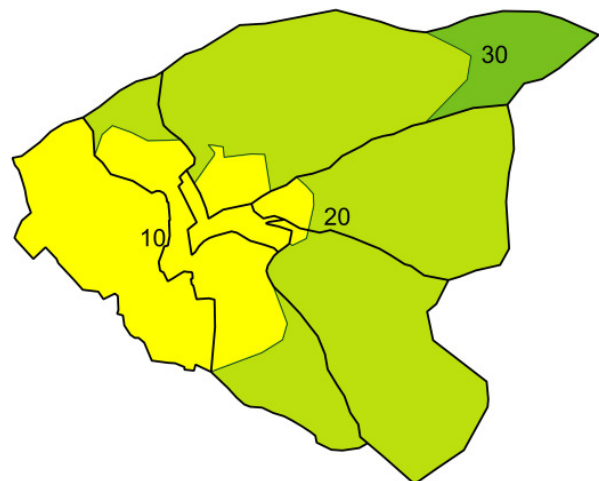


Abb. 5.1:
Die Grundlagen des Niederschlag-Abfluss-Modells QAREA:
a) Die Teileinzugsgebiete mit den Berechnungspunkten,
b) die Abflusstypen,
c) die Abflussreaktionskurven,
d) die Fließzeiten in Minuten (Isochronen).

5.3 Verifikation des Modells

Für die Modelleichung wurden die Hochwasser vom 21. Juni 2007 und vom 29. August 2007 nachgerechnet. Bei diesen Hochwasserereignissen waren folgende Voraussetzungen für eine Modelleichung gegeben:

- Es waren Gewitterereignisse, welche aber die ganze Region betrafen und auch von den umliegenden, nicht im EZG gelegenen Niederschlagsstationen erfasst wurden. Es wurden die zeitlichen Niederschlagsverteilungen der hoch aufgelöst messenden Stationen Langnau (LU) und Willisau 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).

Abbildung 5.2 zeigt die Nachrechnung des Hochwassers vom 21. Juni 2007. Die in Altbüron (BP 6) beobachtete Abflussspitze stimmt mit der Simulation gut überein. Ebenso bestätigt sich der beobachtete Abfluss unterhalb des HWRB (BP 3).

Abbildung 5.3 zeigt die Nachrechnung des Hochwassers vom 29. August 2007. Die Simulation bestätigt auch in diesem Fall die in Altbüron (BP 6) beobachtete Abflussspitze. Insgesamt ergibt das Modell plausible Ergebnisse und kann für die Abflussberechnungen (Kap. 5.5) eingesetzt werden.

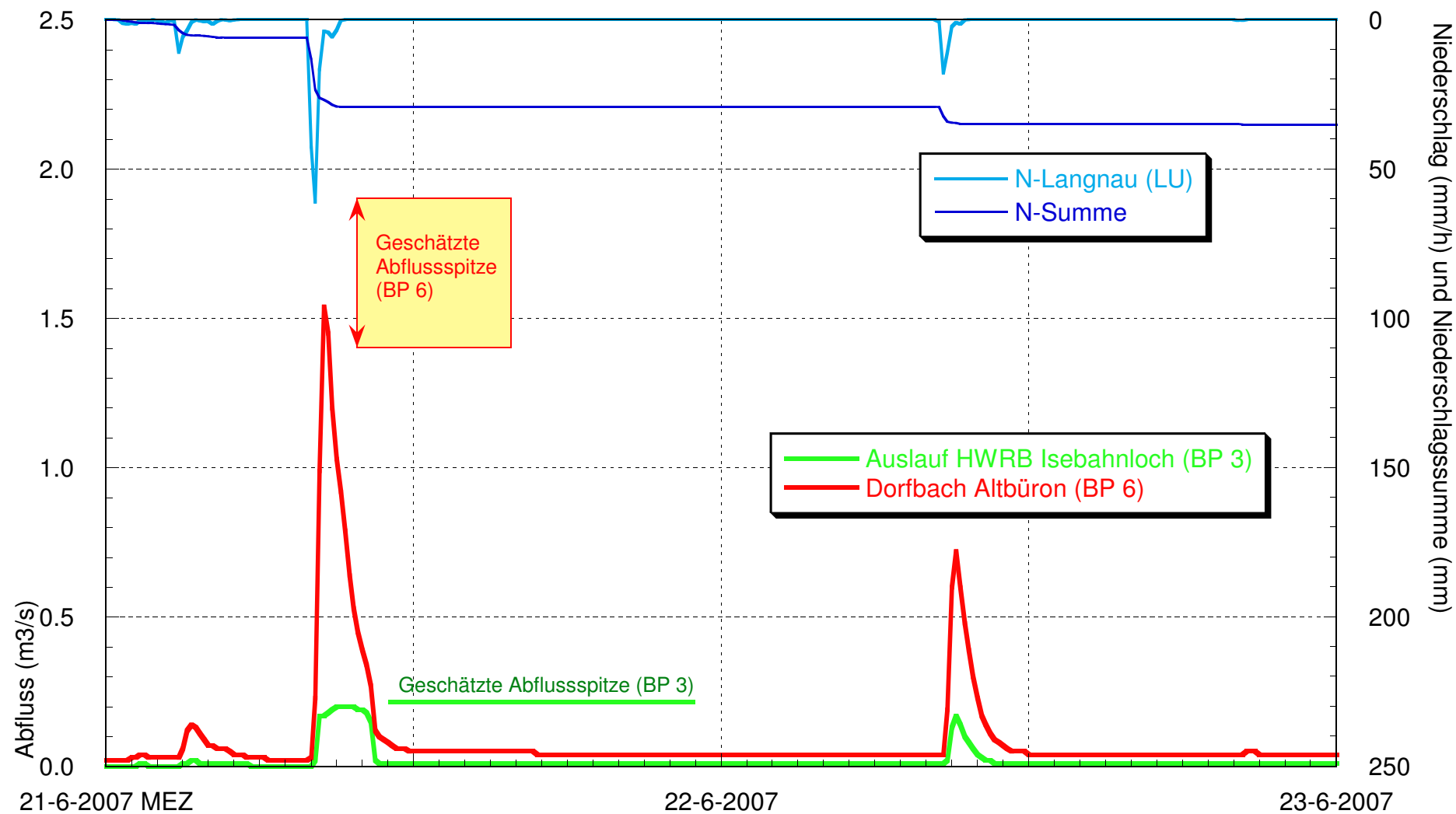


Abb. 5.2: Die mit dem Modell QArea nachgerechneten Abflüsse des Dorfbachs in Altbüron am 21. Juni 2007 im Vergleich mit den Beobachtungen. Es wurde mit dem zeitlichen Niederschlagsverlauf der Station Langnau (LU) gerechnet.

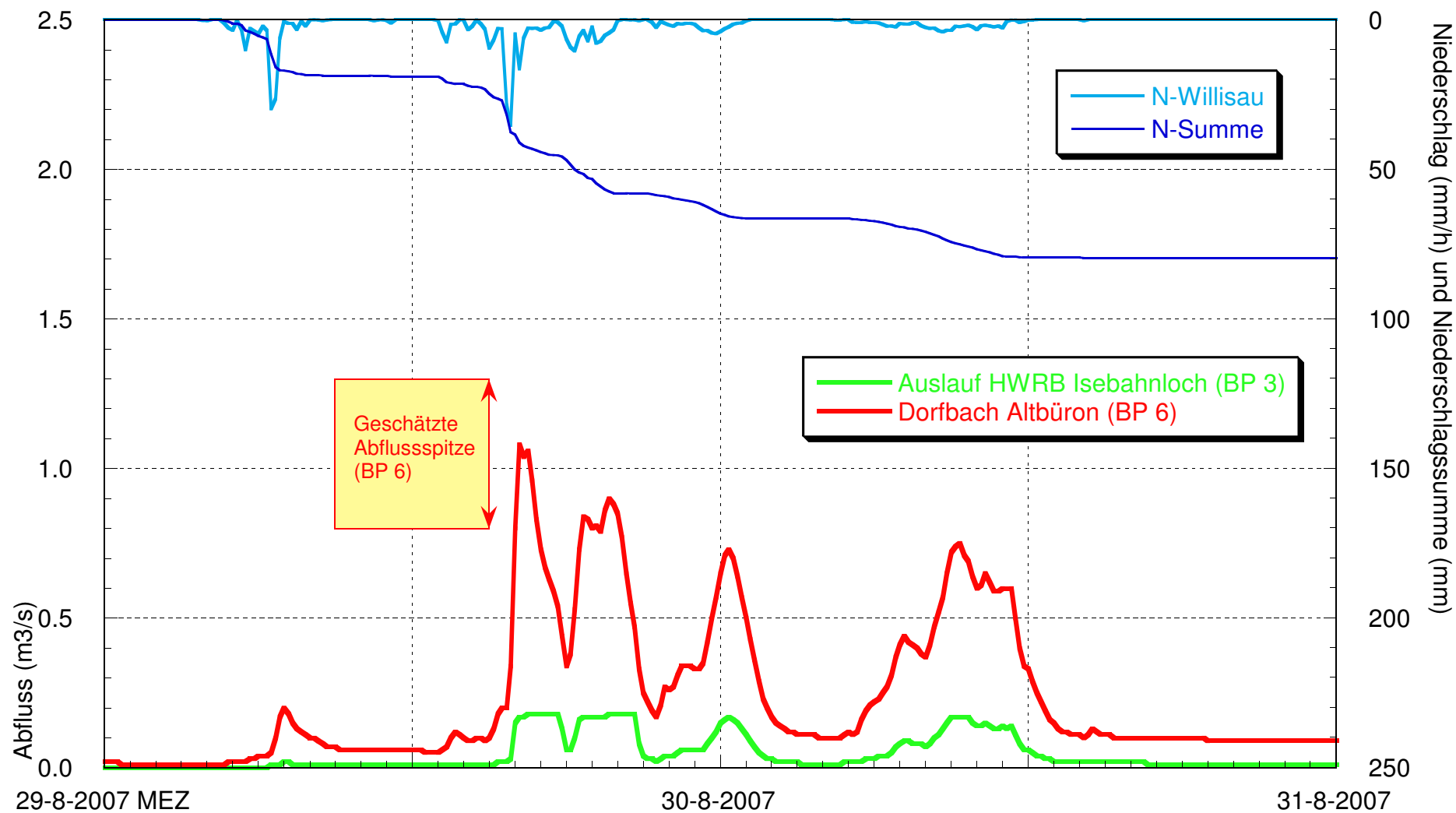


Abb. 5.3: Die mit dem Modell QArea nachgerechneten Abflüsse des Dorfbachs in Altbüron am 29. August 2007 im Vergleich mit den Beobachtungen. Es wurde mit dem zeitlichen Niederschlagsverlauf der Station Willisau gerechnet.

5.4 Niederschlags-Szenarien

5.4.1 Räumliche Niederschlagsverteilung

Niederschläge haben eine zeitliche (Dauer und Intensität des Niederschlags) und eine räumliche Verteilung (Überregnung des Gebiets). Sowohl für kurze Starkniederschläge, als auch für langandauernde Niederschlagsereignisse (> 4 h Dauer) wurde angenommen, dass das gesamte 1.9 km² grosse EZG gleichmässig überregnet wird.

5.4.2 Zeitliche Niederschlagsverteilung und Niederschlagsintensitäten

Nördlich von Altbüron liegt die Regenmessstation St. Urban der MeteoSchweiz, die seit 1899 betrieben wird. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden diese Daten statistisch ausgewertet (Anhang 7). Weil die Regenmessstation St. Urban nur Tagesniederschläge registriert, sind die Niederschlagsintensitäten für Messintervalle < 24 Stunden sehr unsicher. Auf dem Napf misst die MeteoSchweiz seit 1978 die Niederschläge in hoher Auflösung. Diese Daten wurden in Scherrer AG / Soilcom GmbH (2012) statistisch ausgewertet und für die nachfolgenden Abflussberechnungen verwendet.

Bei kurzen Niederschlägen bis 4 h Dauer wurde eine zeitliche Dreiecksverteilung angenommen mit der Niederschlagsspitze nach einem Drittel der Niederschlagsdauer. Für die 6 h-, 8 h-, 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 (Napf 1978 - 2011).

Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlagsdauer [h]	Wiederkehrperiode [Jahre]	Zeitliche Verteilung des Niederschlags	Niederschlagsmenge [mm]	Max. Niederschlagsintensität [mm/h]
0.5h30j_dreieck	0.5	30	Dreieck	44.6	133.9
1h30j_dreieck	1	30	Dreieck	54.0	94.5
2h30j_dreieck	2	30	Dreieck	57.0	53.5
4h30j_dreieck	4	30	Dreieck	63.2	30.6
6h30j_block	6	30	Blockregen	69.3	11.6
8h30j_block	8	30	Blockregen	76.4	9.6
12h30j_block	12	30	Blockregen	87.7	7.3
24h30j_block	24	30	Blockregen	127.6	5.3
48h30j_block	48	30	Blockregen	164.6	3.4
0.5h100j_dreieck	0.5	100	Dreieck	65.2	195.6
1h100j_dreieck	1	100	Dreieck	75.4	132.0
2h100j_dreieck	2	100	Dreieck	78.6	73.7
4h100j_dreieck	4	100	Dreieck	85.0	41.2
6h100j_block	6	100	Blockregen	91.4	15.2
8h100j_block	8	100	Blockregen	98.9	12.4
12h100j_block	12	100	Blockregen	110.6	9.2
24h100j_block	24	100	Blockregen	160.1	6.7
48h100j_block	48	100	Blockregen	193.7	4.0
0.5h300j_dreieck	0.5	300	Dreieck	92.1	276.4
1h300j_dreieck	1	300	Dreieck	102.1	178.6
2h300j_dreieck	2	300	Dreieck	105.2	98.6
4h300j_dreieck	4	300	Dreieck	111.5	54.0
6h300j_block	6	300	Blockregen	117.7	19.6
8h300j_block	8	300	Blockregen	125.2	15.7
12h300j_block	12	300	Blockregen	136.6	11.4
24h300j_block	24	300	Blockregen	195.4	8.1
48h300j_block	48	300	Blockregen	220.1	4.0

5.5 Abflussberechnungen

Tabelle 5.2 zeigt die Resultate der Modellrechnungen für den Ist-Zustand. Fett gedruckt sind die grössten Abflüsse. Die Berechnungen zeigen, dass die 0.5 h- und 1 h-Szenarien die grössten Abflüsse erzeugen. Die Resultate der Abflussberechnungen sind damit im Einklang mit den Beobachtungen historischer Hochwasser (vgl. Kap. 3). Bei den meisten 100-jährlichen Modellregen füllt sich das HWRB Isebahnloch und überläuft leicht. Ein Vergleich mit den Modellrechnungen ohne HWRB Isebahnloch in Tabelle 5.3 zeigt, dass die HQ_{100} -Abflussspitzen in Altbüron durch das HWRB um bis zu $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ gedämpft werden.

Tab. 5.2: Die Resultate der Berechnungen mit dem NAM QArea für den Ist-Zustand mit HWRB Isebahnloch.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlags-szenario	Abflussspitzen [m^3/s] bei den Berechnungspunkten							HWRB Isebahnloch [m^3]
			BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	BP 7	
30	0.5h30j dreieck	Gewitter	0.59	0.36	0.20	0.65	1.29	1.68	2.35	466
	1h30j dreieck	Gewitter	0.65	0.40	0.22	0.75	1.46	1.93	2.55	731
	2h30j dreieck	Gewitter	0.47	0.29	0.21	0.55	1.13	1.50	2.00	603
	4h30j dreieck	Gewitter	0.36	0.23	0.21	0.44	0.93	1.21	1.57	551
	6h30j block	gleichmässig	0.35	0.23	0.21	0.46	0.94	1.22	1.56	566
	8h30j block	gleichmässig	0.33	0.21	0.22	0.45	0.93	1.20	1.52	686
	12h30j block	gleichmässig	0.30	0.20	0.23	0.42	0.89	1.15	1.43	789
	24h30j block	gleichmässig	0.31	0.20	0.29	0.46	0.99	1.27	1.56	1583
	48h30j block	gleichmässig	0.24	0.16	0.26	0.38	0.84	1.07	1.29	1155
100	0.5h100j dreieck	Gewitter	1.50	0.88	0.32	1.87	3.20	4.19	5.56	2354
	1h100j dreieck	Gewitter	1.46	0.86	0.63	1.87	3.22	4.28	5.50	2500
	2h100j dreieck	Gewitter	1.01	0.60	0.47	1.31	2.37	3.15	4.09	2500
	4h100j dreieck	Gewitter	0.70	0.43	0.33	0.93	1.76	2.31	2.98	2477
	6h100j block	gleichmässig	0.60	0.37	0.32	0.84	1.59	2.09	2.65	2334
	8h100j block	gleichmässig	0.54	0.33	0.38	0.77	1.51	1.97	2.47	2500
	12h100j block	gleichmässig	0.45	0.28	0.46	0.66	1.45	1.79	2.16	2500
	24h100j block	gleichmässig	0.44	0.28	0.52	0.69	1.55	1.97	2.37	2500
	48h100j block	gleichmässig	0.30	0.20	0.33	0.48	1.05	1.33	1.61	2489
300	0.5h300j dreieck	Gewitter	3.13	2.33	2.26	4.26	8.50	10.65	12.82	2500
	1h300j dreieck	Gewitter	2.78	1.98	2.65	3.84	8.89	10.99	13.17	2500
	2h300j dreieck	Gewitter	1.86	1.09	2.02	2.61	6.02	7.52	9.16	2500
	4h300j dreieck	Gewitter	1.22	0.72	1.33	1.73	3.99	5.00	6.11	2500
	6h300j block	gleichmässig	0.94	0.56	1.07	1.38	3.14	3.96	4.82	2500
	8h300j block	gleichmässig	0.81	0.48	0.92	1.20	2.73	3.45	4.19	2500
	12h300j block	gleichmässig	0.65	0.40	0.75	0.98	2.23	2.82	3.41	2500
	24h300j block	gleichmässig	0.58	0.36	0.71	0.92	2.07	2.62	3.14	2500
	48h300j block	gleichmässig	0.35	0.22	0.42	0.56	1.25	1.58	1.90	2500

Tab. 5.3: Die Resultate der Berechnungen mit dem NAM QArea ohne HWRB Isebahnloch.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlags-szenario	Abflussspitzen [m ³ /s] bei den Berechnungspunkten							HWRB Isebahnloch [m ³]
			BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	BP 7	
30	0.5h30j dreieck	Gewitter	0.59	0.36	0.49	0.65	1.60	1.98	2.61	0
	1h30j dreieck	Gewitter	0.65	0.40	0.57	0.75	1.84	2.31	2.93	0
	2h30j dreieck	Gewitter	0.47	0.29	0.41	0.55	1.36	1.72	2.22	0
	4h30j dreieck	Gewitter	0.36	0.23	0.32	0.44	1.06	1.34	1.71	0
	6h30j block	gleichmässig	0.35	0.23	0.33	0.46	1.07	1.35	1.69	0
	8h30j block	gleichmässig	0.33	0.21	0.32	0.45	1.04	1.32	1.63	0
	12h30j block	gleichmässig	0.30	0.20	0.30	0.42	0.98	1.23	1.52	0
	24h30j block	gleichmässig	0.31	0.20	0.34	0.46	1.05	1.33	1.61	0
	48h30j block	gleichmässig	0.24	0.16	0.27	0.38	0.85	1.08	1.30	0
100	0.5h100j dreieck	Gewitter	1.50	0.88	1.46	1.87	4.44	5.43	6.71	0
	1h100j dreieck	Gewitter	1.46	0.86	1.46	1.87	4.43	5.48	6.70	0
	2h100j dreieck	Gewitter	1.01	0.60	1.01	1.31	3.11	3.90	4.83	0
	4h100j dreieck	Gewitter	0.70	0.43	0.70	0.93	2.19	2.75	3.42	0
	6h100j block	gleichmässig	0.60	0.37	0.63	0.84	1.92	2.42	2.98	0
	8h100j block	gleichmässig	0.54	0.33	0.58	0.77	1.77	2.23	2.74	0
	12h100j block	gleichmässig	0.45	0.28	0.50	0.66	1.52	1.92	2.34	0
	24h100j block	gleichmässig	0.44	0.28	0.52	0.69	1.55	1.97	2.37	0
	48h100j block	gleichmässig	0.30	0.20	0.35	0.48	1.07	1.36	1.63	0
300	0.5h300j dreieck	Gewitter	3.13	2.33	2.84	4.26	9.83	11.98	14.46	0
	1h300j dreieck	Gewitter	2.78	1.98	2.66	3.84	8.90	10.99	13.18	0
	2h300j dreieck	Gewitter	1.86	1.09	2.02	2.61	6.02	7.52	9.16	0
	4h300j dreieck	Gewitter	1.22	0.72	1.33	1.73	3.99	5.00	6.11	0
	6h300j block	gleichmässig	0.94	0.56	1.07	1.38	3.14	3.96	4.82	0
	8h300j block	gleichmässig	0.81	0.48	0.92	1.20	2.73	3.45	4.19	0
	12h300j block	gleichmässig	0.65	0.40	0.75	0.98	2.23	2.82	3.41	0
	24h300j block	gleichmässig	0.58	0.36	0.71	0.92	2.07	2.62	3.14	0
	48h300j block	gleichmässig	0.35	0.22	0.42	0.56	1.25	1.58	1.90	0

6 Hochwasserabflüsse definierter Jährlichkeit

6.1 Einleitung

Um die massgebenden Hochwassermengen festzulegen, wurden im Sinne einer Synthese die Erkenntnisse aus den historischen Hochwassern und die Resultate der Modellrechnungen in einem Frequenzdiagramm zueinander in Beziehung gesetzt. Dies liefert ein Gesamtbild und zeigt den Unsicherheitsbereich der Hochwasserabschätzung auf. Bei der Festlegung der massgebenden Abflüsse verspricht dieses Vorgehen eine grössere Verlässlichkeit.

6.2 Dorfbach in Altbüren beim BP 6

Die Recherchen über historische Hochwasser eröffnen einen Beobachtungszeitraum von etwa 200 Jahren. Allerdings wurde das EZG durch den unvollendeten Eisenbahnbau in den Jahren 1874 – 1875 stark verändert, so dass man über die vergangenen 142 Jahre vergleichbare Verhältnisse für den Dorfbach in Altbüren hat. Bei fünf Hochwasser konnten die Abflussspitzen abgeschätzt und eine Wiederkehrperiode zugeordnet werden (blaue Rechtecke in Abb. 6.1):

- Das grösste Hochwasser des Dorfbachs in Altbüren der vergangenen 142 – 200 Jahre ereignete sich nach einem Gewitter am 25.6.1936 mit einer Abflussspitze von 3 – 6 m³/s.
- Das Hochwasser vom 20.6.1986 war mit einer Abflussspitze von 2.5 – 3 m³/s das zweitgrösste der vergangenen 110 – 142 Jahre.
- Das Hochwasser vom 21.6.2007 liegt mit einer Abflussspitze von 1.4 – 1.9 m³/s auf Rang 3 – 5 der vergangenen 110 Jahre, resp. auf Rang 2 – 3 der vergangenen 50 Jahre.
- Das Hochwasser vom 29.8.2007 liegt mit einer Abflussspitze von 0.8 – 1.3 m³/s auf Rang 4 – 6 der vergangenen 110 Jahre, resp. auf Rang 3 – 4 der vergangenen 50 Jahre¹.
- Das Hochwasser vom 4.6.2007 liegt mit einer Abflussspitze von 0.6 – 1.1 m³/s auf Rang 5 der vergangenen 50 Jahre.

Die Berechnungen mit den Modellregen erweitern die Erkenntnisse aus den historischen Hochwassern. Die Resultate für den Ist-Zustand sind in Abbildung 6.1 violett dargestellt. Die Resultate der Modellrechnungen ohne das HWRB Isebahnloch sind rosa dargestellt; sie zeigen die dämpfende Wirkung des vor den Hochwassern von 2007 fertiggestellten HWRB. Die Betrachtung von historischen Hochwassern und Modellregen ermöglicht die Abschätzung seltener Hochwasser. Die roten Linien markieren den Unsicherheitsbereich für die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit. Ein HQ₁₀₀ liegt beim BP 6 demnach im Bereich von 3.5 – 4.5 m³/s.

1 Üblicherweise werden bei Frequenzanalysen von Abflüssen nur die jeweils grössten Abflussspitzen eines Jahres ausgewertet. Weil im Juni und August 2017 drei Schadenshochwasser unabhängig von einander auftraten, wurde von diesem Prinzip abgewichen.

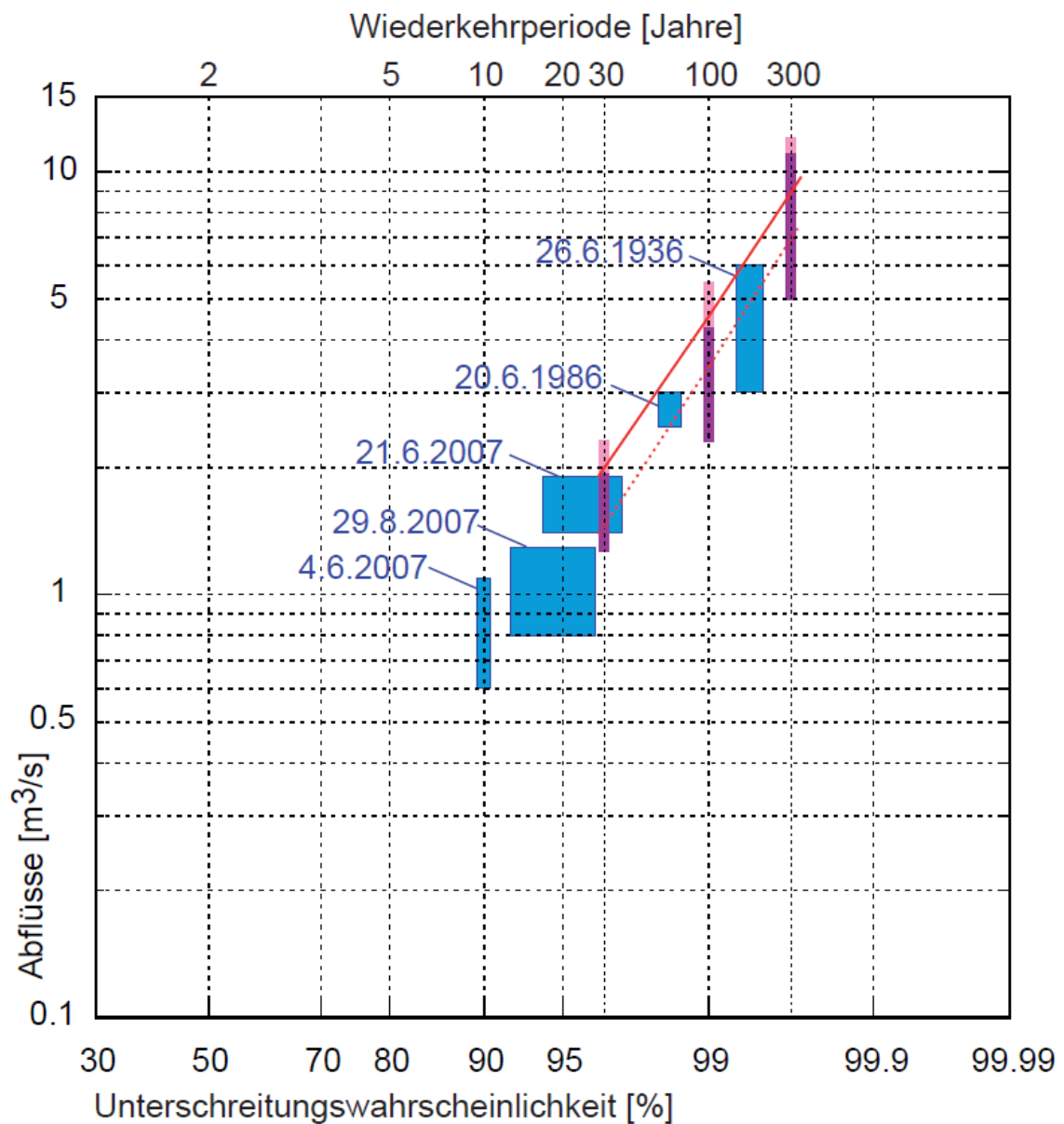


Abb. 6.1: Frequenzdiagramm des Dorfbachs in Altbüron beim BP 6 (1.6 km²). Eingezeichnet sind die abgeschätzten Hochwasser vom Juni 1936, Juni 1986, 4. und 21. Juni 2007 sowie 29. August 2007 (blau). Die Resultate der Berechnungen mit Modellregen für den Ist-Zustand sind violett dargestellt; rosa die Berechnungen mit Modellregen ohne HWRB Isebahnloch. Die rote resp. rot gepunkteten Linien markieren die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

6.3 Hochwasserabflüsse

Unter Berücksichtigung der Modellrechnungen konnten die Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit für die übrigen Berechnungspunkte in analoger Weise festgelegt werden (Tabelle 6.1). Während sich die 30- und 100-jährlichen Hochwasserabflüsse auch auf die Beobachtung historischer Hochwasser stützen, ist die Festlegung der 300-jährlichen Hochwasserabflüsse eine Extrapolation mit einer entsprechenden Unsicherheit.

Tab. 6.1: Die am Dorfbach in Altbüron und seinen Zuflüssen ermittelten Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

BP	zugeordneter Gerinneabschnitt	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]
1	Chritzebach oberhalb Ableitung in HWRB Isebahnloch (0.35 km ²)	0.5 – 0.7	1 – 1.5	2 – 2.5
2	Chritzebach unterhalb Ableitung in HWRB Isebahnloch (0.35 km ²)	0.3 – 0.4	0.7 – 0.9	1.5 – 2
3	Dorfbach (Fürbach) unterhalb HWRB Isebahnloch (0.32 km ²)	0.2 – 0.3	0.5 – 0.7	1.5 – 2
4	Hornbach (0.57 km ²)	0.6 – 0.8	1.5 – 2	2.5 – 3.5
5	Dorfbach (Fürbach) oberhalb Siedlungsgebiet (1.28 km ²)	1 – 1.5	2.5 – 3.5	5.5 – 7.5
6	Dorfbach (Fürbach) bei Einlauf vor Meichtenscheune (1.61 km ²)	1.5 – 2	3.5 – 4.5	7 – 9
7	Dorfbach (Haldenbach) oberhalb St. Urbanstrasse (1.89 km ²)	2 – 2.5	4.5 – 6	8.5 – 11

7 Wirkung des HWRB Isebahnloch

Die Resultate der Modellrechnungen zeigen, dass die HQ_{100} -Abflussspitzen in Altbüron durch das HWRB Isebahnloch mit einem Volumen von nur $2'500 \text{ m}^3$ um bis zu $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ gedämpft werden (vgl. Kap. 5.5). Weil kurze Gewitterereignisse von 0.5 h bis 1 h Dauer die grössten Abflüsse erzeugen, wird mit einem verhältnismässig kleinen Rückhaltevolumen eine so grosse Dämpfung erzielt. Es stellt sich die Frage, ob die Wirkung des HWRB weiter optimiert werden kann. Dazu wurde die Schieberstellung des HWRB variiert (vgl. Anhang 6) und die Auswirkungen auf die 100-jährlichen Hochwasserabflüsse berechnet. Tabelle 7.1 zeigt die Berechnungsergebnisse für das massgebende 1 h-Szenario und Öffnungshöhen des Schiebers zwischen 2 cm und 26 cm (Ist-Zustand: 18.5 cm).

Tab. 7.1: Die Resultate der Berechnungen mit dem NAM QArea für den Ist-Zustand mit HWRB Isebahnloch.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Massgebender Niederschlag	Öffnungshöhe Schieber [cm] (Ist-Zustand)	Abflussspitzen [m^3/s] bei den Berechnungspunkten							HWRB Isebahnloch [m^3]
			BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	BP 7	
100	1h100j dreieck	2	1.46	0.86	0.87	1.87	3.20	4.06	5.31	2500
	1h100j dreieck	6	1.46	0.86	0.87	1.87	3.06	4.12	5.36	2500
	1h100j dreieck	10	1.46	0.86	0.87	1.87	3.12	4.17	5.40	2500
	1h100j dreieck	14	1.46	0.86	0.80	1.87	3.17	4.23	5.45	2500
	1h100j dreieck	18.5	1.46	0.86	0.63	1.87	3.22	4.28	5.50	2500
	1h100j dreieck	22	1.46	0.86	0.63	1.87	3.26	4.32	5.54	2500
	1h100j dreieck	26	1.46	0.86	0.46	1.87	3.31	4.37	5.59	2477

Die Resultate zeigen, dass im Ist-Zustand (Öffnungshöhe Schieber: 18.5 cm) das HWRB gefüllt wird und leicht überläuft. Ein weiteres Öffnen des Schiebers auf 22 oder 26 cm bewirkt im Dorfbach ab BP 5 aber keine kleinere Abflussspitze. Durch Schliessen des Schiebers auf 2 cm lässt sich hingegen die Abflussspitze lediglich um ca. $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ stärker dämpfen als im Ist-Zustand. Eine Öffnungshöhe des Schiebers unter 10 cm ist allerdings aus praktischen Gründen (Gewährleisten eines ungehinderten Mittelwasserabflusses sowie Verstopfungsgefahr durch Geschwemm- sel) nicht sinnvoll. Es empfiehlt sich daher, die heutige Schieberstellung zu belassen.

Scherrer AG

Hydrologie und Hochwasserschutz

Dr. Simon Scherrer

Roger Frauchiger

Reinach, Februar 2018

Sachbearbeiter:

Roger Frauchiger, Dipl. Kult. Ing. ETH Zürich

Dr. Simon Scherrer, Dipl. Geograph Uni Basel

Anhang

- Anhang 1: Ortsplan
- Anhang 2: Historische Hochwasser
- Anhang 3: Räumliche Niederschlagsverteilungen
- Anhang 4: Bodenprofile
- Anhang 5: Modellaufbau
- Anhang 6: Charakteristik HWRB Isebahnloch
- Anhang 7: Niederschlagsstatistik St. Urban (1900 - 2017)

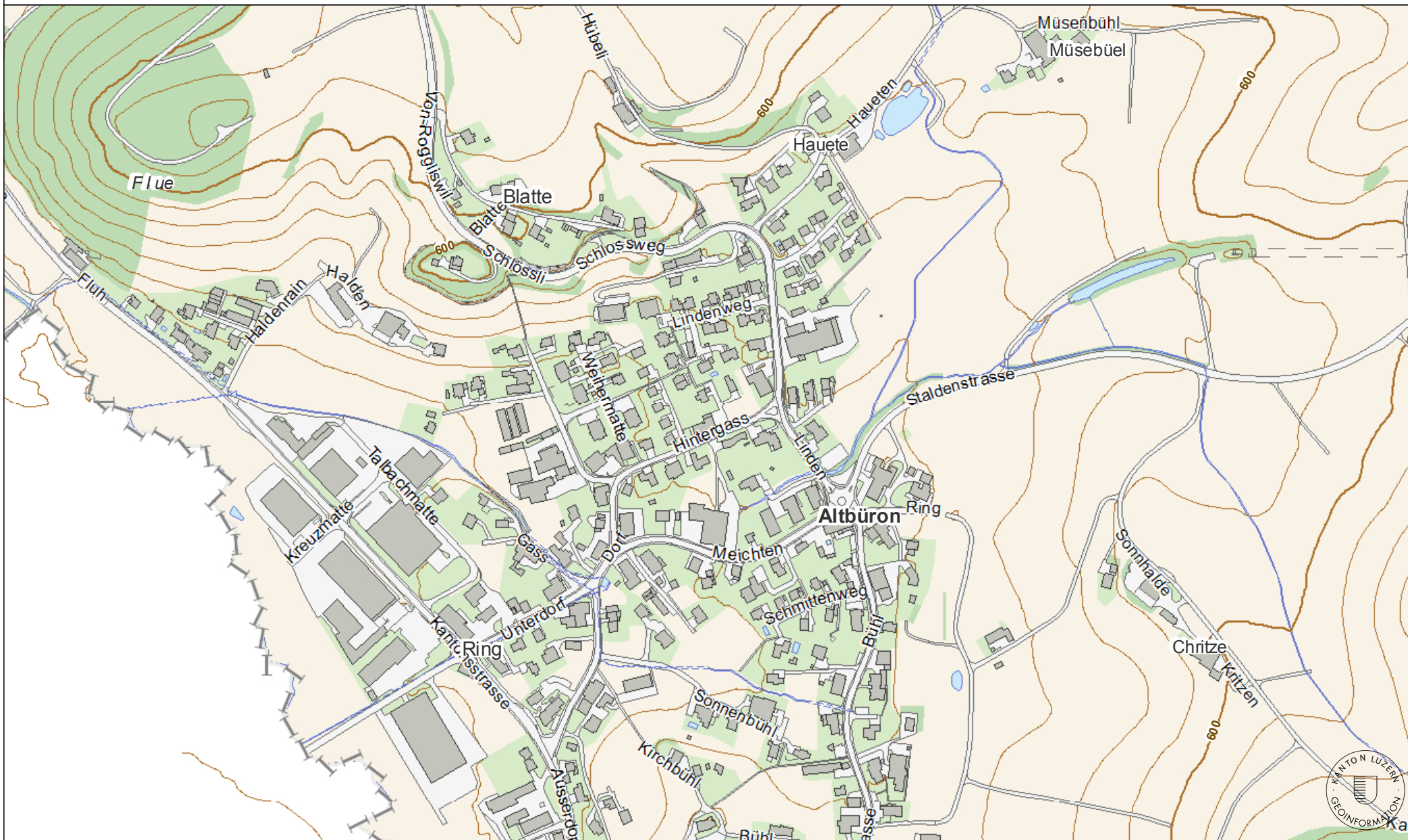
Geoportal Altbüron

ein Angebot von www.raumdatenpool.ch

30.1.2018



1:5000



© 2016 rawi / Raumdatenpool Kanton Luzern.
Gezeigte Daten haben keine rechtliche Gültigkeit. In diesem Ausdruck sind Maßstabsabweichungen möglich.
Pixelkarten PK25, 50 und 100: © swisstopo (DV033409).

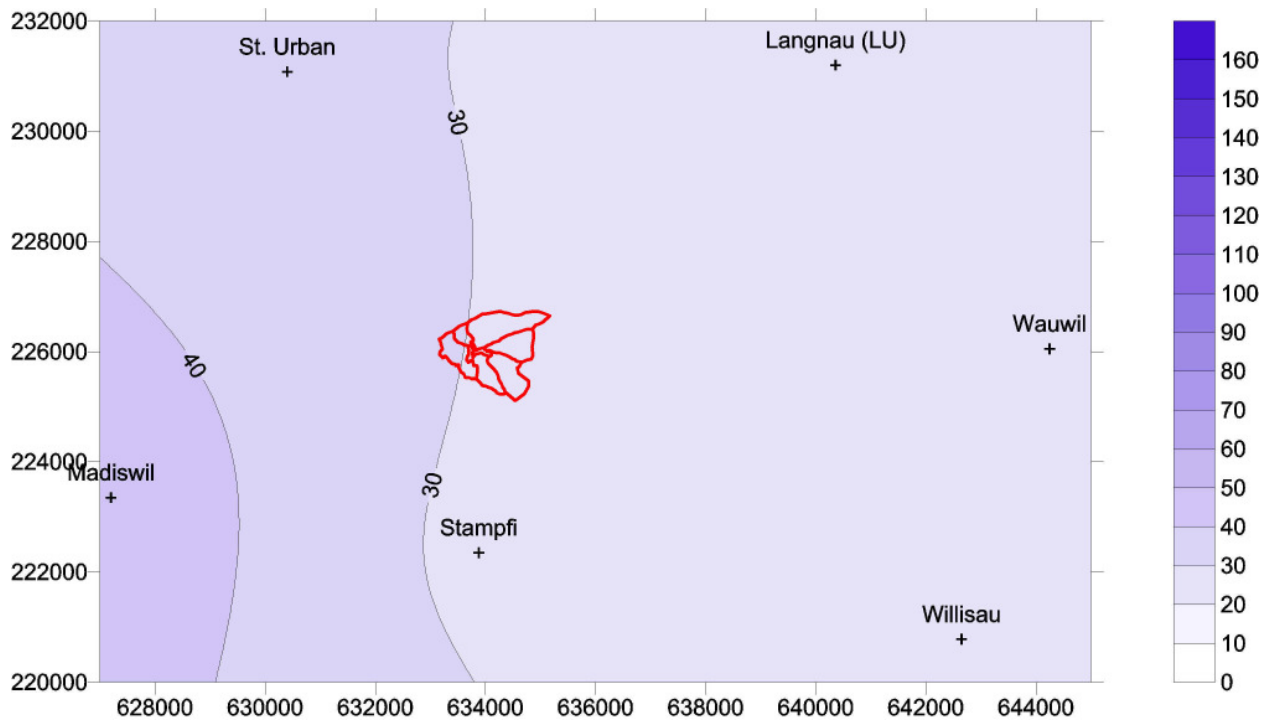
Anhang 1: Ortsplan Altbüron



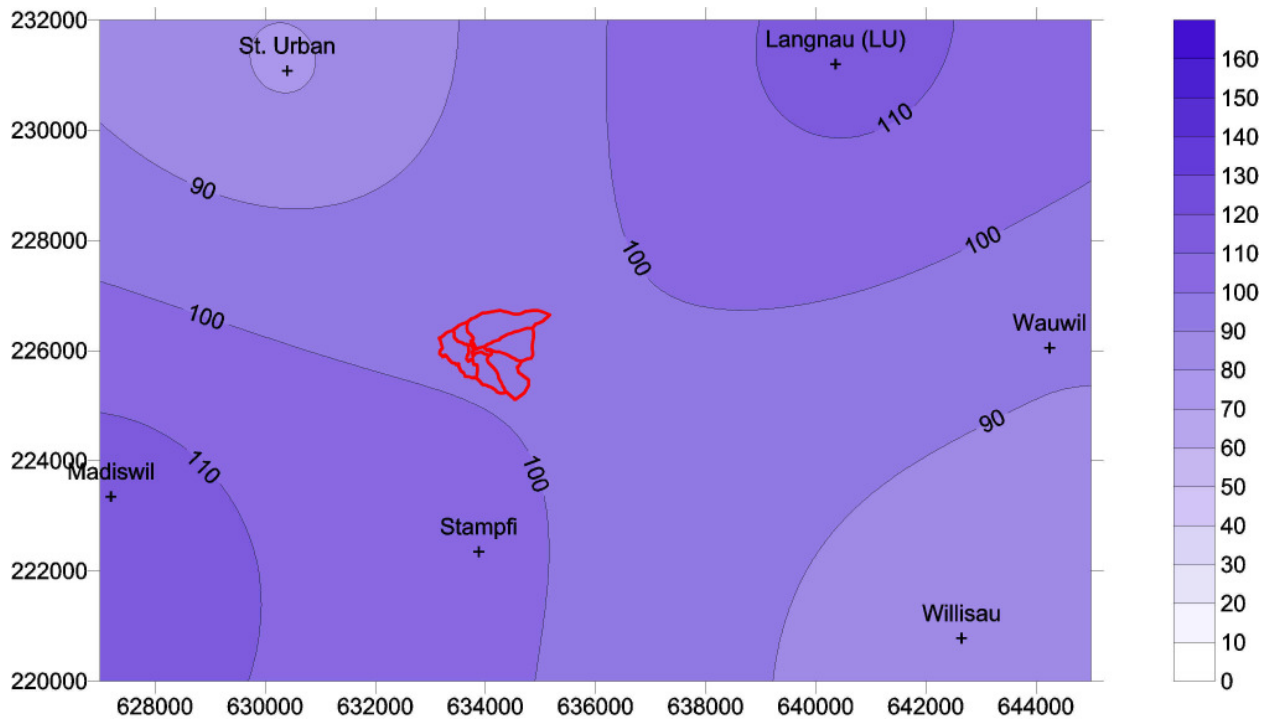
Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1852, 17./18.9.	Dauerregen	Dieses Hochwasser gilt als eines der grössten des schweizerischen Mittellandes. Die Überschwemmungsgebiete reichten vom Boden- bis zum Genfersee. Ursache waren zweiundfünfzigstündige, ununterbrochene Regenfälle mit Hochgewitter. (...) Luzern: Verwüstungen durch die Wigger, Pfaffern, Rot und Kleine Emme.	Röthlisberger (1991)
		16.-18. September. Im Überschwemmungsjahr 1852 führten auch verschiedene Flüsse im Kanton Luzern Wasserschäden herbei. Überschwemmungen ereigneten sich besonders im Nordwesten des Kantons im Gebiet der Roth, Pfaffern und Wigger. Bei Altshofen wurde die Brücke über die Wigger zerstört, ebenso die Brücke über die Emme in Malters. Das Suhrental von Sursee bis Triengen glich einem grossen See. Der Baldegger- und Hallwilersee traten über die Ufer.	Lanz-Stauffer & Rommel (1936)
1876, 10.-12.6.	Dauerregen	10.-12. Juni. Die zahlreichen und starken Niederschläge, die einen grossen Teil der Schweiz heimsuchten, verursachten auch im Kanton Luzern beträchtliche Schäden an Kulturen Strassen, Brücken und Wuhungen. Die Schäden trafen insbesondere das Amt Willisau: daneben auch einige Gemeinden anderer Ämter.	Lanz-Stauffer & Rommel (1936)
1910, 20./21.1.	Dauerregen	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 Bristenlauri mit Durchbruch und Flutwelle), Obwalden und Luzern (Entlebuch, Willisau, Sursee) getroffen.	Röthlisberger (1991)
		18.-20. Januar. Mehrere Gegenden des Kantons, besonders das Amt Willisau, wurden von schweren Wasserschäden heimgesucht. [...] 20./21. Januar. Die Regengüsse der vorhergehenden Tage gingen in einen massigen, nassen Schneefall über, der im Kanton bedeutende Schäden an Obstbäumen und Wald anrichtete.	Lanz-Stauffer & Rommel (1936)
		Grossdietwil. Hier wie auch in Altbüron wurde die Feuerwehr alarmiert. Die Bäche traten aus. Überschwemmungen und Erdrutsche traten ein. In den Waldungen richtete der Sturm vielen Schaden an.	Vaterland (22.1.1910)
1936, 25.6.	Gewitter	Schwerer Unwetterschaden. Zwischen Zell, St. Urban, Altshofen ist am Donnerstagnachmittag ein Gewitter von ausserordentlicher, seit Jahren nicht erlebter Heftigkeit losgebrochen. Am stärksten mitgenommen wurde die Gegend östlich der Kantonsstrasse von Fischbach bis Altbüron mit den anschliessenden Hängen und Höhen gegen Ebersecken. Dreimal rasch aufeinanderfolgend und immer heftiger setzte der Gewittersturm mit Hagelschlag und Wolkenbruch ein und vernichtete innert 40 Minuten Kulturen in heute noch nicht zu schätzendem Werte.	Zofinger Tagblatt (27.6.1936)
		1. In Sachen Unwetterkatastrophe v. 25.6. wird als Kommission für nicht versicherbare Elementarschäden der Gemeinderat bestimmt. An Stelle der vom Wasser weggerissenen Brücke beim Hause Jos. Imbach im Ring soll eine Notbrücke erstellt werden. (...) 6. Für die Unwettergeschädigten soll im Verein mit der Gde Grossdietwil eine Hilfsaktion eingeleitet werden.	Gemeinderatsprotokoll Altbüron (28.6.1936)
		1936, 25. Juni: Grosse Hochwasser im Raume von Fischbach – Grossdietwil – Altbüron – Roggliswil – Richenthal – Altshofen – Ebersecken. Grosse Schäden.	Meier (1939)
		Nach Auskunft von Jos. Bossert, Schreiner reichte das Wasser der Rot bis auf die EG-Höhe der neuen Halle der Firma Affentranger Bau AG. Die Rot floss in diesem Bereich bis 70 m breit. [in der Aktennotiz wird zunächst 1947 od. 1948 vermutet. Später wird diesem Ereignis das Jahr 1936 zugeordnet]	INGE (2002a)
		22.7.1936 [falsches Datum, 25.6.1936 gemeint]: Dieses Hochwasser war eines der schlimmsten Ereignisse im letzten Jahrhundert. Die Rot und der Fürbach traten über die Ufer. Über Schäden konnte nicht viel in Erfahrung gebracht werden. Quelle: Bossert-Häfliger Josef	INGE (2002b)
		Ferdinand Bernet (Jg. 1936) wohnt seit Geburt in Altbüron und ist ehemaliger Gemeindepräsident. Das letzte grosse Hochwasser ereignete sich 1986. Gemäss Aussagen seiner verstorbenen Eltern und Fotos, die er mal sah, war aber das Hochwasser 1936 noch schlimmer.	Ferdinand Bernet
		Anton Schürch (Jg. 1920) wohnt seit Geburt in Altbüron und steht seit 67 Jahren in seinem Lebensmittelgeschäft [Dorf 6/8]. Er erinnert sich an das Hochwasser in den 1930er-Jahren. Es war Sommer und gewitterhaft. Das Wasser floss vor seinem Laden die Strasse hinunter und bei der gegenüber liegenden Liegenschaft reichte das Wasser bis ans Schaufenster.	Anton Schürch
Aufgrund der Beobachtung von Anton Schürch und der Kartierung aus INGE (2002b) wird die Abflussspitze des Dorfbachs auf der Strasse vor dem Lebensmittelgeschäft [Dorf 6/8] auf 3 – 6 m³/s geschätzt.	Scherrer AG		
1977, 9.8.	Gewitter	Altbüron : in Grossdietwil und Altbüron (Rottal) Überschwemmungen von Feldern, Häusern und Strassen; heftige Platzregen im Raume Karsen - Kritzen bis Eichbühl; innert 35 Minuten 56 mm Niederschlag.	WSL (2017)
		Reiden, Rottal, Altbüron	GIUB (1998)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1986, 20.6.	Gewitter	Altbüron: Überschwemmungsschäden. Anmerkung: Im Kanton Luzern insgesamt 112 Notrufe (vor allem im Luzerner Hinterland und im Wiggertal). Schäden in Millionenhöhe; 45-Minuten-Gewitterregen; Jeder Graben wurde zu einem Bach, Kanalisationen und Abläufe mit Geschiebe verstopft, Keller etc. überschwemmt. Anmerkung zu genereller Wetterlage von Ereignis 86.24 (aus TAGES ANZEIGER vom 23.06.1986): Auf die Häufung von schweren lokalen Unwettern angesprochen, sagte ein Sprecher der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt in Zürich, dass die Schäden deshalb so gross seien, weil es während der Gewitter der letzten Tage und Wochen relativ windstill gewesen sei. Die Gewitterfront sei dadurch nicht wie üblich weitergezogen, sondern habe sich jeweils über einzelnen Regionen während längerer Zeit entladen. Zudem hätten eher östliche Winde geherrscht, was angesichts der Ausrichtung der Vegetation und baulicher Infrastruktur erfahrungsgemäss zu grösseren Schäden führe als die häufigeren Westwindgewitter.	WSL (2017)
		Zum Ereignis kann folgendes festgehalten werden: Das Wasser hat wenig Kiesmaterial mitgeschwemmt. Mitgeschwemmtes Holz führte zur Verstopfung beim Einlass Fürbach . Es hat keine grösseren Erosionen gegeben. In folgenden Gebieten lief das Wasser über Land und Strassen: Oberhalb Meier Franz, Oberdorf (aus Gebiet Hübeli). Im Ring (Wasser Fürbach / Hornbach und aus Gebiet Breite). Linde (Zufahrt und Keller Haus Vogelsang). Meichten (Magazin Fa. Knupp AG). Ganzer Dorfplatz und Hausplatz Richtung Haus Foster. Ausserdorfstrasse und Land Richtung Haus von Büren. Gassstrasse.	INGE (2002a)
		16./17.06. und 20.06.1986 [wahrscheinlich war das Ereignis vom 20.6.1986 das grössere]: Bei diesen beiden Ereignissen kam das Wasser vor allem aus den Einzugsgebieten Hübeli, Horn, Kasern und Breite. Da der Einlass bei der Brücke Blattenstrasse durch Holz verstopfte, lief das Wasser auf der Meichtenstrasse und der Zufahrt Vogelsang bis in die Dorfmitte und von dort Richtung Gass wieder in den offen geführten Haldenbach . [...] Magazin Fa. Knupp (Auskunft von Herr Häberli Erwin): kein Wasser im Gebäude. Das Wasser floss zwischen Böschung und der östlichen Fassade entlang auf ca. 5 m Breite und ca. 80cm hoch in die Meichtenstrasse . Keine weiteren Schäden (Bei einem ähnlichen Ereignis könnte das Gebäude Schaden nehmen, da inzwischen bei der nördlichen Aussenwand eine Türe eingebaut wurde)	INGE (2002b)
		Fotodokumentation Hochwasser 1986: Das Wasser lief die Meichtenstrasse hinunter und anschliessend entlang der Gassstrasse und überschwemmte einige Liegenschaften.	Tagmar AG (2002)
		Der Dorfbach in Altbüron (Haldenbach mit den Zuflüssen Hornbach, Fürbach, Chritzenbach) hat bereits mehrfach zu Überflutungen im Dorfgebiet geführt. Nach dem grossen Hochwasser von 1986 wurden verschiedene Sanierungsvorschläge ausgearbeitet.	Tagmar AG (2003)
		Ferdinand Bernet (Jg. 1936) wohnt seit Geburt in Altbüron und ist ehemaliger Gemeindepräsident. Das letzte grosse Hochwasser ereignete sich 1986. Gemäss Aussagen seiner verstorbenen Eltern und Fotos, die er mal sah, war aber das Hochwasser 1936 noch schlimmer.	Ferdinand Bernet
		Für Edwin Bütikofer (Jg. 1954) wohnt seit Geburt in Altbüron . Das Hochwasser 1986 war das schlimmste.	Edwin Bütikofer
		Aufgrund der Fotodokumentation (Tagmar AG, 2002) und der Kartierung aus INGE (2002b) wird die Abflussspitze des Dorfbachs auf der Strasse vor dem Lebensmittelgeschäft [Dorf 6/8] auf 2.5 – 3 m³/s geschätzt (dabei wird angenommen, dass in der Eindolung ein Abfluss von 0.5 – 1 m³/s fliesst).	Scherrer AG
1998, ?	?	Zu diesem Ereignis kann folgendes festgehalten werden: Der Weiher im Dorf ist übergelaufen. Im Ring hat der Einlass vom Fürbach alles Wasser geschluckt. Bei der MZH kam Wasser über der Fluh wie ein Wasserfall.	INGE (2002a)
		Bei diesem Hochwasser wurde alles Wasser vom Fürbach beim Einlass Blattenstrasse geschluckt und floss nicht über die Strasse. Beim Fussballplatz Engelgehrt stürzte das Wasser wie ein Wasserfall über die Felswand und floss in die Baugrube der MZH Hiltbrunnen. [...] Im Gebiet Gass staute das Wasser ca. 50 cm hoch. Das Wasser drückte ganz leicht durch die Kellerwand beim Haus Imbach, drang jedoch nicht durch die Fenster	INGE (2002b)
		Aufgrund der Beobachtung und der Kartierung aus INGE (2002b) war die Abflussspitze des Dorfbachs < 1 m³/s.	Scherrer AG
2005, 21.8.	Dauerregen	Private Schäden.	WSL (2017)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2007, 4.6.	Gewitter	Fotos von Edwin Bütikofer dokumentieren dieses Hochwasser. Der Einlauf in die Eindolung vor der Meichtenscheune war verstopft oder überlastet und das Wasser floss entlang der Meichtenscheune auf ca. 10 cm Höhe auf die Strasse. Das neu erstellte Hochwasserrückhaltebecken Isebahnloch war auf etwa 571.00 m ü. M. leicht eingestaut.	Edwin Bütikofer
		Durch grosse Unwetter vom 4. Juni und 21. Juni 2007 sind verschiedene Gemeindeteile von Altbüron stark in Mitleidenschaft gezogen worden. Hangrutsche, Strassenunterspülungen und Schäden an Bachufern konnten durch die angefallenen Wassermengen leider nicht vermieden werden. Obwohl die Hochwasserschutzmassnahmen am Fürbach und Haldenbach grössere Schäden im Dorf verhindert haben, sind gleichwohl einzelne Objekte in der Meichten und in der Gass überflutet worden.	Tagmar AG et al. (2007)
		Aufgrund der Fotos von Edwin Bütikofer wird die Abflussspitze des Dorfbachs auf 0.6 – 1.1 m ³ /s geschätzt (dabei wird angenommen, dass in der Eindolung ein Abfluss von 0.5 – 1 m ³ /s fliesst). Der Abfluss unterhalb des neu erstellten Hochwasserrückhaltebeckens Isebahnloch wird auf 0.22 m ³ /s geschätzt.	Scherrer AG
2007, 21.6.	Gewitter	Fotos von Edwin Bütikofer dokumentieren dieses Hochwasser, das grösser war als das Ereignis vom 4.6.2007. Das Wasser lief die Meichtenstrasse hinunter und anschliessend entlang der Gassstrasse und überschwemmte einige Liegenschaften. Das neu erstellte Hochwasserrückhaltebecken Isebahnloch war auf etwa 571.00 m ü. M. leicht eingestaut.	Edwin Bütikofer
		Durch grosse Unwetter vom 4. Juni und 21. Juni 2007 sind verschiedene Gemeindeteile von Altbüron stark in Mitleidenschaft gezogen worden. Hangrutsche, Strassenunterspülungen und Schäden an Bachufern konnten durch die angefallenen Wassermengen leider nicht vermieden werden. Obwohl die Hochwasserschutzmassnahmen am Fürbach und Haldenbach grössere Schäden im Dorf verhindert haben, sind gleichwohl einzelne Objekte in der Meichten und in der Gass überflutet worden.	Tagmar AG et al. (2007)
		Aufgrund der Fotos von Edwin Bütikofer wird die Abflussspitze des Dorfbachs im offenen Abschnitt oberhalb der St. Urbanstrasse sowie auf der Strasse vor dem Lebensmittelgeschäft [Dorf 6/8] auf 1.4 – 1.9 m ³ /s geschätzt (dabei wird angenommen, dass in der Eindolung ein Abfluss von 0.5 – 1 m ³ /s fliesst). Der Abfluss unterhalb des neu erstellten Hochwasserrückhaltebeckens Isebahnloch wird auf 0.22 m ³ /s geschätzt.	Scherrer AG
2007, 29.8.	Gewitter	Heftige Gewitter haben v.a. in den Kantonen Bern, Solothurn, Aargau und im Bergell zu Schäden geführt. Bei der Kantonspolizei Bern gingen Meldungen aus dem Berner Jura, dem Seeland, der Region Oberaargau und dem Emmental ein. Für die Region Biel, Seeland, Lyss schätzte die Gebäudeversicherung einen Schaden von 40 Mio. Fr. (Lyss alleine 25 Mio. Fr.). In Melchnau wurde die Dorfstrasse und das Zentrum überflutet, weil der Dorfbach am späteren Nachmittag über die Ufer trat. 50 Feuerwehrleute standen im Einsatz, pumpten Keller aus, zogen Autos aus dem Wasser und räumten die Zufahrtsstrassen frei. Der Boden war stark gesättigt. U.a. war auch die Aeschereustrasse überflutet..	WSL (2017)
		Fotos von Edwin Bütikofer dokumentieren dieses Hochwasser, das kleiner war als das Ereignis vom 21.6.2007. Das Wasser lief die Meichtenstrasse hinunter und anschliessend entlang der Gassstrasse und überschwemmte einige Liegenschaften.	Edwin Bütikofer
		Aufgrund der Fotos von Edwin Bütikofer wird die Abflussspitze des Dorfbachs auf der Strasse vor dem Lebensmittelgeschäft [Dorf 6/8] auf 0.8 – 1.3 m ³ /s geschätzt (dabei wird angenommen, dass in der Eindolung ein Abfluss von 0.5 – 1 m ³ /s fliesst).	Scherrer AG
2010, 29.7.	Dauerregen	Starke, andauernde Regenfälle führten im Kt. Luzern zu überschwemmten Strassen und Feldern. Rund 20 Feuerwehren standen im Einsatz. Bis am Abend des 29.7.2010 gingen bei der Gebäudeversicherung rund 50 Schadensmeldungen ein. Die Polizei verzeichnete etwa 200 Anrufe. Besonders betroffen war das Luzerner Hinterland, das Rottal, das Wiggertal und das Seetal. Bei der Mehrzweckhalle in Altbüron-Grossdietwil (wahrscheinlich Hiltbrunnen in Altbüron) musste ein Keller und der Eingang ausgepumpt werden. Ausserdem weitere Keller in Privathäusern. In Altbüron war auch der Sportplatz Aengelgehr überflutet.	WSL (2017)



Anhang 3.1: Verteilung der Niederschlagssummen am 20. - 21.6.2007 aufgrund der Bodenstationen. Die verwendeten Niederschlagsstationen sind im Anhang 3.3 aufgelistet.



Anhang 3.2: Verteilung der Niederschlagssummen am 28. - 29.8.2007 aufgrund der Bodenstationen. Die verwendeten Niederschlagsstationen sind im Anhang 3.3 aufgelistet.


Nr. Station	6602 Madiswil	6604 Stampfi	6610 St. Urban	6648 Wauwil bis 1973 Wauwilermoos	LU 07 Langnau (LU)	LU 08 Willisau
Messperiode	1972 -	2001 -	1899 -	1961 – 2014	2000 -	2000 -
X	627200	633880	630400	644250	640360	642650
Y	223350	222350	231080	226050	231200	220780
Zeitintervall	6.40-6.40 Uhr	6.40-6.40 Uhr	6.40-6.40 Uhr	6.40-6.40 Uhr	6.40-6.40 Uhr	6.40-6.40 Uhr
15.08.2005	12.3	11.6	10.7	9.3	10.9	13.7
16.08.2005	0.0	0.0	0.1	0.6	0.1	0.5
17.08.2005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.08.2005	10.3	11.5	19.8	37.3	44.8	37.4
19.08.2005	3.4	30.0	3.2	36.1	31.5	17.1
20.08.2005	6.3	12.2	5.4	10.1	5.6	10.1
21.08.2005	41.3	36.6	31.3	45.7	37.2	81.7
22.08.2005	11.7	20.8	13.0	15.5	16.4	16.3
23.08.2005	0.4	0.2	0.0	0.5	0.4	0.1
28.05.2007	11.5	7.8	9.5	11.2	12.3	10.4
29.05.2007	0.1	0.5	2.7	0.0	0.9	0.1
30.05.2007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
31.05.2007	5.5	6.8	6.5	9.1	7.8	10.1
01.06.2007	15.2	12.9	16.3	20.1	19.0	17.5
02.06.2007	1.5	5.2	3.5	0.8	0.9	0.8
03.06.2007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
04.06.2007	1.0	13.7	0.0	1.8	20.4	0.7
05.06.2007	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1
14.06.2007	19.0	20.8	11.1	11.6	23.5	11.4
15.06.2007	9.5	9.0	21.2	12.1	11.4	12.9
16.06.2007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
17.06.2007	23.0	16.2	19.4	14.5	14.8	16.1
18.06.2007	20.2	13.4	3.4	10.0	8.5	5.9
19.06.2007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.06.2007	6.5	6.8	5.6	9.8	6.2	15.9
21.06.2007	40.9	20.3	25.4	13.4	23.1	9.8
22.06.2007	6.0	4.6	2.7	6.8	6.5	4.5
20.-21.6.2007	47.4	27.1	31.0	23.2	29.3	25.7
22.08.2007	2.6	1.5	2.0	0.6	0.2	1.3
23.08.2007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
24.08.2007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.08.2007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26.08.2007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27.08.2007	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0
28.08.2007	40.0	36.6	25.0	2.5	25.5	28.4
29.08.2007	76.5	66.0	52.9	89.1	90.0	52.7
30.08.2007	7.0	11.6	7.8	34.1	8.9	11.0
28.-29.8.2007	116.5	102.6	77.9	91.6	115.5	81.1
22.07.2010	16.7	20.0	16.8	23.2	18.1	23.0
23.07.2010	17.2	20.6	13.9	17.5	11.8	15.1
24.07.2010	0.0	4.8	0.0	0.3	0.5	0.1
25.07.2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26.07.2010	5.2	4.0	4.3	4.9	5.9	4.6
27.07.2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28.07.2010	26.4	35.1	33.8	20.3	30.7	27.2
29.07.2010	54.7	32.7	11.4	34.6	22.4	61.1
30.07.2010	0.0	4.7	2.2	0.0	0.2	1.0

Anhang 3.3: *In der Umgebung von Altbüron während Hochwasser des Dorfbachs gemessene Niederschlagsmengen.*

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: Die im Einzugsgebiet des Dorfbachs Altbüron untersuchten Bodenprofile (A1 - A12), ihre Eigenschaften, die Einschätzung von Infiltration und Speicherfähigkeit mit Angabe des zu erwartenden dominanten Abflussprozesses.
Abkürzungen der Bodenprofile siehe Legende.

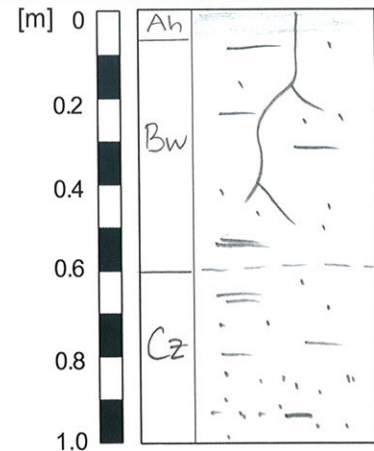
Prozesse: SSF (Subsurface Flow = Abfluss im Boden), SOF (Saturated Overland Flow = gesättigter Oberflächenabfluss), DP (Deep Percolation = Tiefsickerung), SOF1: rasch, SOF2: leicht verzögert, SOF3 stark bis sehr stark verzögert abfließend).

A1	<p>Ort: Blatten Sondierung: Pürckhauer Landnutzung: Weide Geologie: Obere Meeresmolasse (OMM) Bodentyp: Braunerde Ah/Bw: dunkelbrauner Us Cz: brauner Su mitharten Anteilen</p>	
<p>Infiltrationsvermögen: <i>normal</i> Speicherungsvermögen: <i>mässig</i> Prozesse: <i>SSF2 / SOF2</i></p>		
A2	<p>Ort: Bohnern Sondierung: Pürckhauer Landnutzung: Weide Geologie: OMM Bodentyp: Braunerde Ah: dunkelbrauner Lu Bw: brauner Lu Cz: grau-beiger Ls</p>	
<p>Infiltrationsvermögen: <i>normal / leicht gehemmt</i> Speicherungsvermögen: <i>mässig bis gross</i> Prozesse: <i>SOF2 -3</i></p>		
A3	<p>Ort: Ruchwald Sondierung: Grube Landnutzung: Fichtenwald Geologie: Moränenreste über OMM Bodentyp: Pararendzina Ah: dunkelbrauner Us Cz: beigebrauner Us - Su</p>	
<p>Infiltrationsvermögen: <i>normal bis übermässig</i> Speicherungsvermögen: <i>sehr gross</i> Prozesse: <i>DP</i></p>		

A4

Ort: Ruchwald
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Tannen-Fichten-Mischwald
Geologie: OMM
Bodentyp: Braunerde
Ah / BW: brauner Us - Ls
Cz: beiger Ls - Su

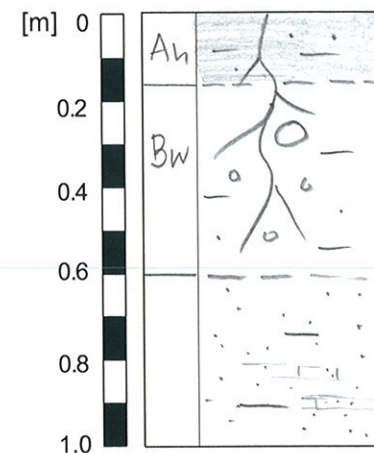
Infiltrationsvermögen: normal
Speichervermögen: gross
Prozesse: SSF3



A5

Ort: Ruchwald
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Buchenwald
Geologie: OMM mit leichter Moränenüberdeckung
Bodentyp: Braunerde
Ah / Bw: beiger Us
Cz: beiger Su, härter

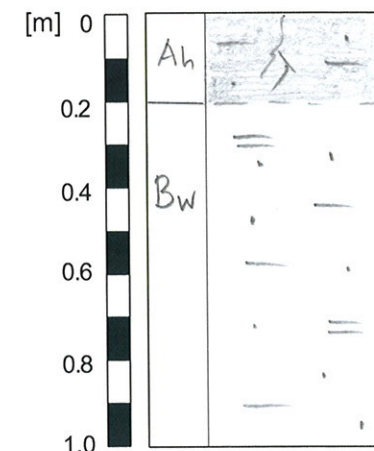
Infiltrationsvermögen: normal
Speichervermögen: mässig bis gross
Prozesse: SSF2



A6

Ort: Riken
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Grünland
Geologie: Moräne
Bodentyp: Braunerde
Ah: dunkelbrauner Us
Bw: brauner Ls

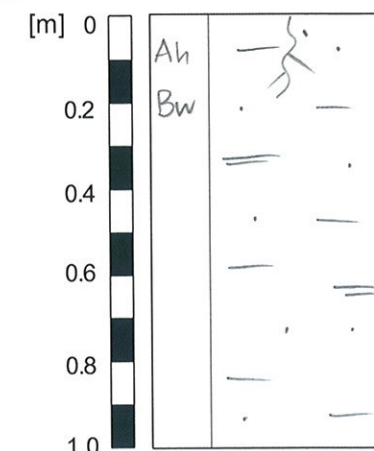
Infiltrationsvermögen: normal
Speichervermögen: gross
Prozesse: SOF3



A7

Ort: Kritzen
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Dauergrünland
Geologie: OMM mit Moränenreste
Bodentyp: Braunerde
Ah / Bw: brauner Ls

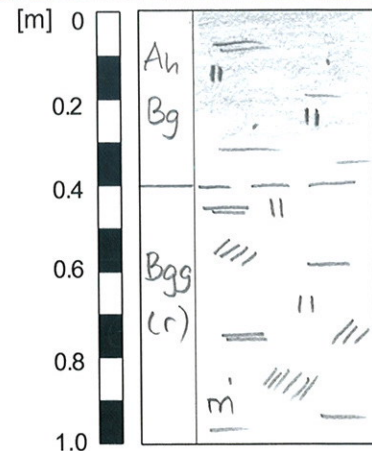
Infiltrationsvermögen: normal
Speichervermögen: gross
Prozesse: SOF3



A8

Ort: Kritzen
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Grünland
Geologie: OMM, verlagertes Material
Bodentyp: Buntgley
Ah / Bg: beige-brauner Lu
Bgg (r): beiger-grauer Ut

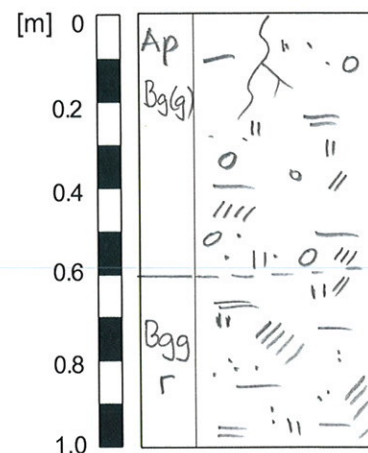
Infiltrationsvermögen: *normal*
Speichervermögen: *mässig*
Prozesse: *SOF2*



A9

Ort: Kasern
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Gemüsegarten
Geologie: OMM, verlagertes Material
Bodentyp: Buntgley
Ap / Bg(g): brauner Ls
Bgg/r: grauer Ls4

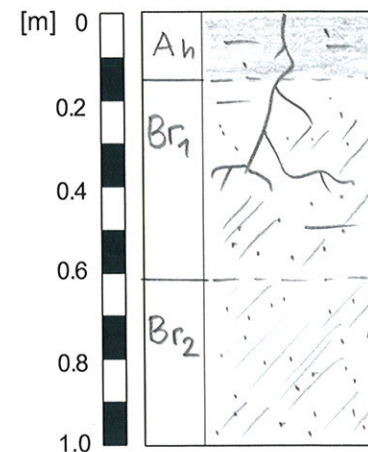
Infiltrationsvermögen: *gehemmt*
Speichervermögen: *gering*
Prozesse: *SOF1-2*



A10

Ort: Rislere
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Fichtenwald
Geologie: OMM?
Bodentyp: Fahlgley
Ah: dunkelbrauner Us
Br1: grau-bräunlicher Su
Br2: grauer Sand

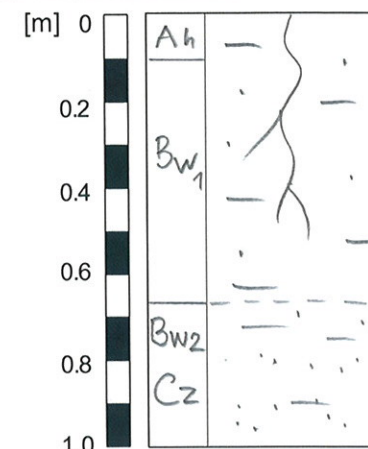
Infiltrationsvermögen: *normal*
Speichervermögen: *gering bis sehr gering*
Prozesse: *SSF1*



A11

Ort: Kasern
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Fichtenwald
Geologie: OMM mit Moränenreste
Bodentyp: Braunerde
Ah / Bw1: dunkelbrauner Us
Bw2 / Cz: btrauner Us bis Su

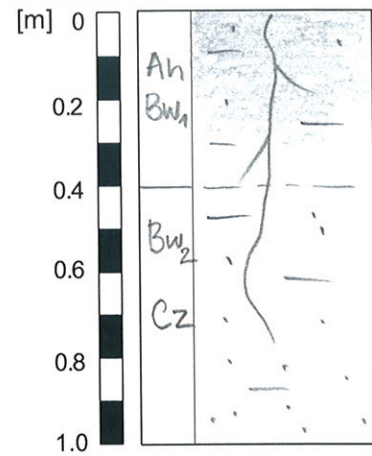
Infiltrationsvermögen: *normal*
Speichervermögen: *gross*
Prozesse: *SSF3*



A12

Ort: Totenboden
 Sondierung: Pürckhauer
 Landnutzung: Fichtenwald
 Geologie: OMM, Moränenüberdeckung
 Bodentyp: Braunerde
 Ah/Bw1: dunkelbrauner Us
 Bw2/Cz: brauner Us - SU

Infiltrationsvermögen: *normal*
Speichervermögen: *gross*
Prozesse: *SSF3*

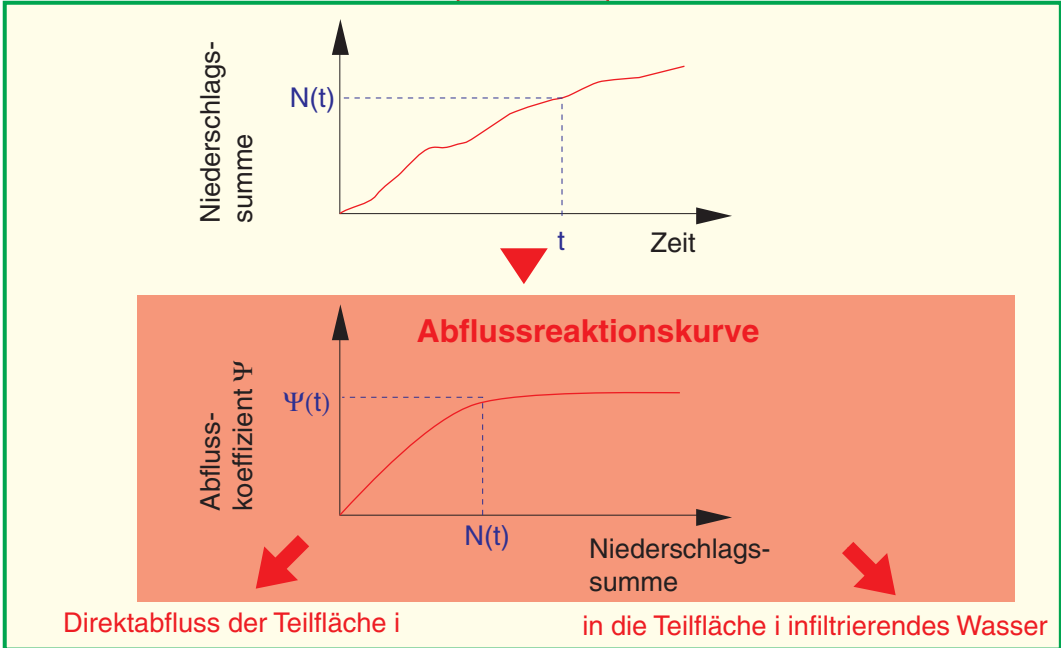


Jede Teilfläche ist charakterisiert durch

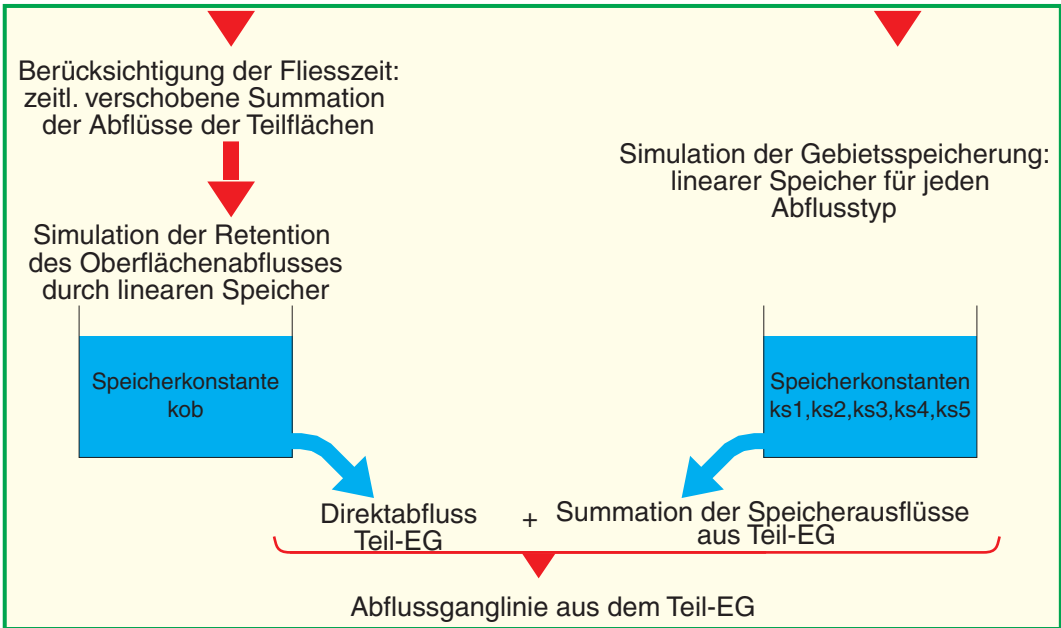
- Abflusstyp
- Niederschlagsganglinie
- Fließzeit bis zum Teil-EG-Ausfluss

dt=10 Min.

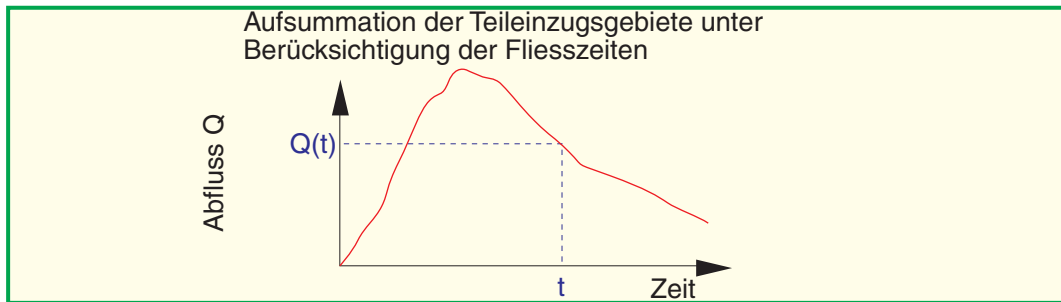
Stufe Teilfläche



Stufe Teileinzugs-gebiet



Einzugs-gebiet

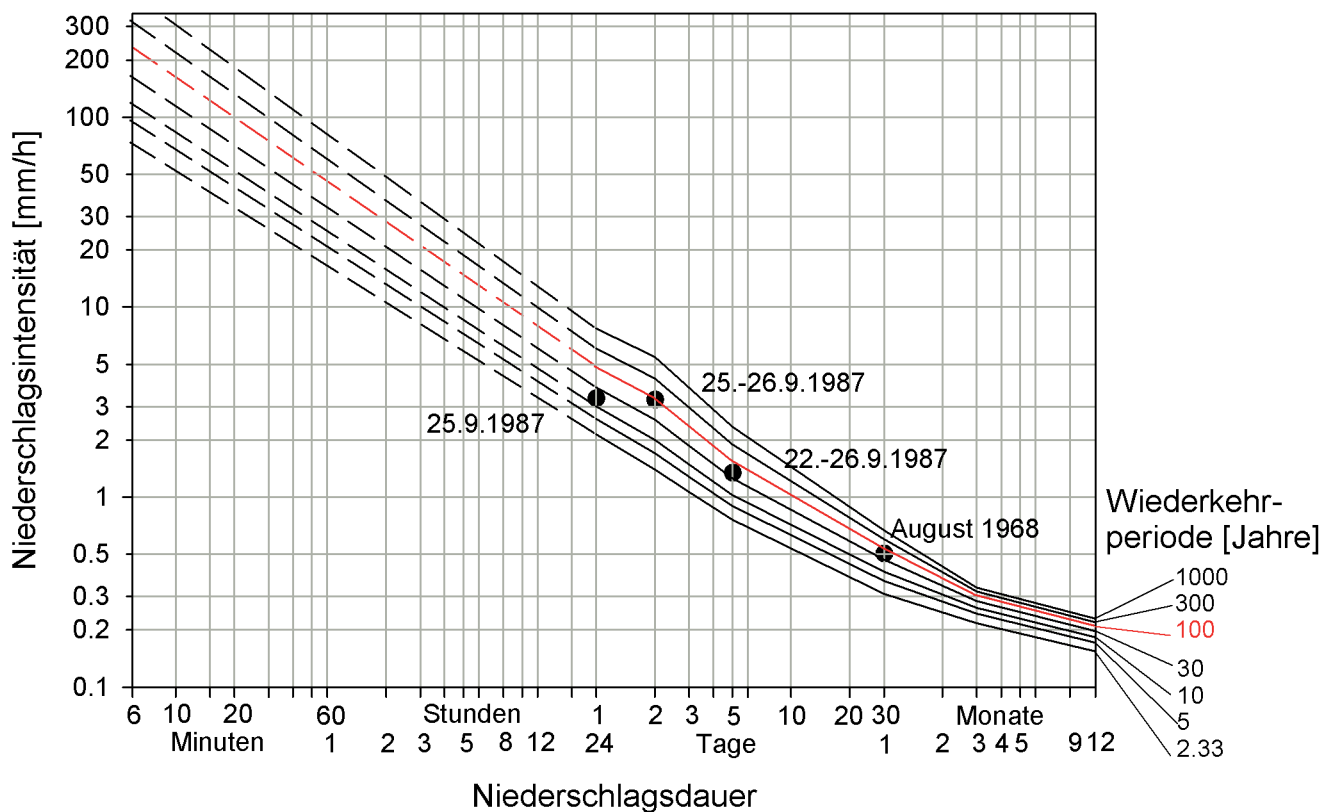
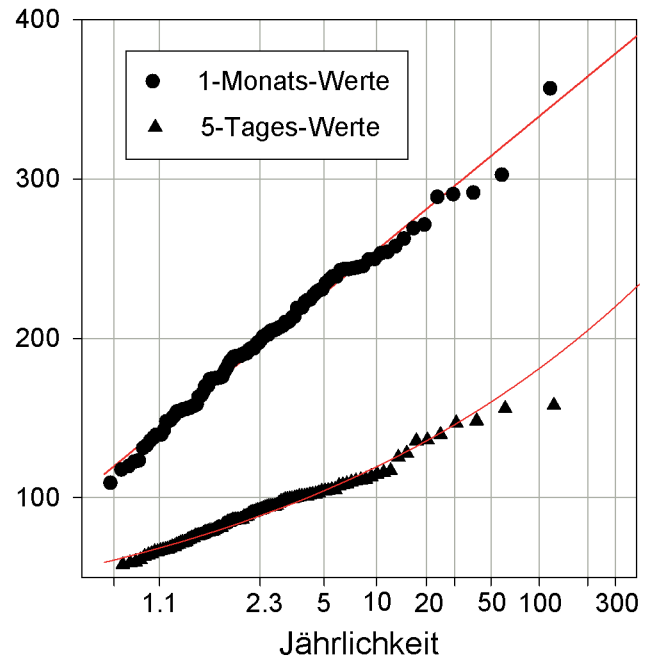
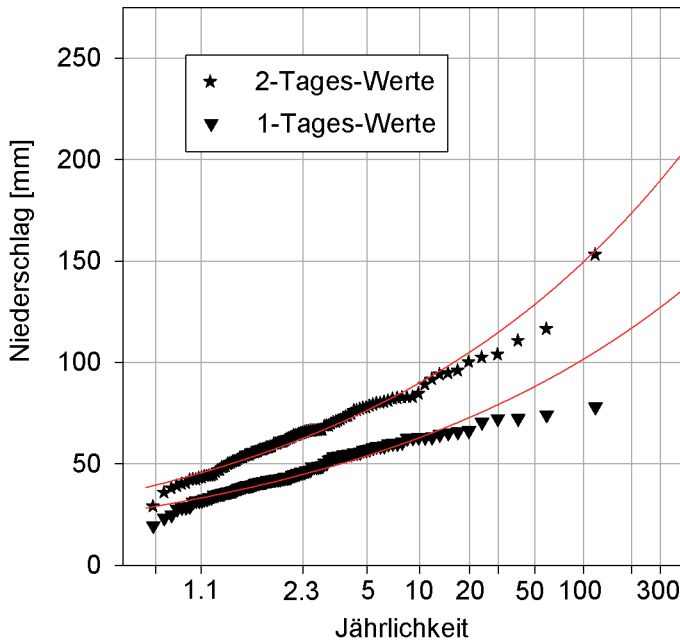


Anhang 5: Schematischer Aufbau des Niederschlags-Abfluss-Modells QArea. Zentrales Element ist die Abflussreaktionskurve, die für jede Teilfläche die Beziehung zwischen Niederschlagssumme und Abflusskoeffizient beschreibt.

Höhe [m ü. M.]	Volumen [m³]	Abfluss [m³/s]	Abfluss [m³/s]	Abfluss [m³/s] Ist-Zustand seit 2007	Abfluss [m³/s]	Abfluss [m³/s]	Abfluss [m³/s]	Abfluss [m³/s]	Öffnungshöhe Schieber [cm]
		26	22	18.5	14	10	6	2	
570.57	0	0.24	0.20	0.17	0.13	0.10	0.06	0.02	
570.70	342	0.26	0.22	0.19	0.14	0.10	0.06	0.02	
571.70	1242	0.38	0.32	0.27	0.21	0.15	0.09	0.03	
572.60	2500	0.46	0.39	0.33	0.25	0.18	0.11	0.04	

Anhang 6: *Beziehung zwischen Einstauhöhe, Einstauvolumen und Abfluss (Drosselcharakteristik) in Abhängigkeit verschiedener Schiebereinstellungen am HWRB Isebahnloch.*

<h1>St. Urban</h1> <h2>1900 - 2017</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 7a: Niederschlagstatistik der Messstation St. Urban.

<h1>St. Urban</h1> <h2>1900 - 2017</h2>	Regen und Schnee berücksichtigt
	1. Extremalverteilung: 1-Monats-Maxima
	2. Extremalverteilung: 1-, 2-, 3- und 5-Tages-Maxima
	Normalverteilung: 3-Monats- u. Jahres-Maxima

Die für die Diagramme verwendeten 10 grössten Niederschlagswerte

Rang	1 - Tag		2 - Tage		5 - Tage		1 - Monat		3 - Monate		1 - Jahr	
	Datum	N [mm]	Datum	N [mm]	Datum	N [mm]	Datum	N [mm]	Datum	N [mm]	Datum	N [mm]
1	25.09.1987	78	25.-26.09.1987	154	22.09.-26.09.1987	158	Aug 1968	357	Juli-Sep 1968	677	1965	1541
2	24.12.1995	74	07.-08.11.1944	117	07.11.-11.11.1944	156	Nov 1950	303	Mai-Juli 1955	575	1939	1530
3	20.11.2015	73	13.-14.02.1990	111	10.01.-14.01.1955	148	Feb 1970	291	Feb-Apr 1970	566	1910	1514
4	22.11.1972	72	28.-29.07.2013	104	17.01.-21.01.1910	147	Nov 1972	290	Okt-Dez 1923	565	1922	1498
5	01.05.2015	71	24.-25.12.1995	103	10.02.-14.02.1990	140	Nov 1944	289	Juni-Sep 1948	558	1999	1497
6	07.11.1944	71	30.4.-1.05.2015	101	30.04.-04.05.2015	137	Mrz 2001	271	Juni-Sep 1910	549	1952	1445
7	29.08.1964	66	05.-06.07.1948	96	12.11.-16.11.1972	136	Mrz 1914	269	Mai-Juli 2016	547	1940	1442
8	26.06.1945	66	21.-22.11.1972	95	22.12.-26.12.1995	128	Okt 1939	263	Okt-Dez 1952	541	1986	1436
9	11.07.2016	65	19.-20.01.1910	94	08.01.-12.01.2004	126	Aug 1956	258	Nov-Jan 1919	540	1955	1424
10	21.08.1954	65	11.-12.07.2016	92	08.06.-12.06.1942	117	Sep 1940	254	Feb-Apr 1937	539	1981	1424

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	26	16	11	6.8	5.2	4.3	3.3	2.1	1.4	1.1	0.8	0.31	0.22	0.15
5	33	21	13	8.4	6.4	5.3	4.1	2.6	1.7	1.3	0.9	0.36	0.24	0.17
10	40	25	16	9.9	7.6	6.3	4.8	3.0	2.0	1.5	1.0	0.41	0.26	0.18
20	48	30	19	11.7	8.9	7.3	5.6	3.5	2.3	1.7	1.2	0.45	0.28	0.19
30	54	33	21	12.9	9.8	8.0	6.1	3.8	2.6	1.9	1.3	0.47	0.28	0.20
50	62	38	24	14.6	11.0	9.0	6.8	4.2	2.9	2.1	1.4	0.50	0.29	0.20
100	74	45	28	17.1	12.9	10.5	7.9	4.8	3.3	2.4	1.6	0.54	0.30	0.21
200	89	54	33	20.1	15.0	12.2	9.2	5.6	3.9	2.7	1.8	0.58	0.31	0.22
300	99	60	36	22.1	16.5	13.4	10.0	6.1	4.2	3.0	1.9	0.60	0.32	0.22
500	113	68	41	24.8	18.5	15.0	11.1	6.7	4.7	3.3	2.1	0.63	0.33	0.22
1000	136	81	49	29.1	21.6	17.4	12.9	7.7	5.5	3.8	2.3	0.67	0.33	0.23

Bemerkungen

Messbeginn 1899, Standortswechsel: 1953, 1955, 1958, 1983