

# Hydrologie und Hydraulik am Mülibach in Gettnau - Alberswil - Schötz (LU)



Auftraggeber:  
Dienststelle Verkehr und Infrastruktur (vif)  
des Kantons Luzern

Bericht: 03/35

Reinach, Februar 2004

<b>1</b>	<b><i>Einleitung</i></b> .....	<b>3</b>
1.1	<b>Problemstellung</b> .....	<b>3</b>
1.2	<b>Vorgehen</b> .....	<b>3</b>
1.3	<b>Gebietskennwerte</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b><i>Verwendete Unterlagen</i></b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b><i>Das Mülibach-Kanalsystem</i></b> .....	<b>7</b>
3.1	<b>Systemverständnis</b> .....	<b>7</b>
3.2	<b>Abflusskapazitäten entlang des Kanals</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b><i>Historische Hochwasser</i></b> .....	<b>10</b>
4.1	<b>Einleitung</b> .....	<b>10</b>
4.2	<b>Mülibach</b> .....	<b>10</b>
4.3	<b>Ruessgraben</b> .....	<b>12</b>
<b>5</b>	<b><i>Physiogeographische Grundlagen des Einzugsgebiets und Abflussreaktion</i></b> .....	<b>15</b>
5.1	<b>Gebietsüberblick</b> .....	<b>15</b>
5.2	<b>Geologie</b> .....	<b>15</b>
5.3	<b>Hydrogeologie</b> .....	<b>15</b>
5.4	<b>Böden</b> .....	<b>15</b>
5.5	<b>Abflussreaktion</b> .....	<b>18</b>
5.5.1	Einleitung .....	18
5.5.2	Abflussprozesse und Abflusstypen .....	20
5.5.3	Abflussreaktionskurven .....	20
<b>6</b>	<b><i>Abflussberechnungen</i></b> .....	<b>24</b>
6.1	<b>Einleitung</b> .....	<b>24</b>
6.2	<b>Grundlagen und Aufbau des Modells QAREA</b> .....	<b>24</b>
6.3	<b>Verifizierung des Modells</b> .....	<b>26</b>
6.4	<b>Niederschlags-Szenarien</b> .....	<b>26</b>
6.5	<b>Ausbauszenario</b> .....	<b>28</b>
6.6	<b>Abflussberechnungen</b> .....	<b>29</b>
<b>7</b>	<b><i>Hergeleitete Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit</i></b> .....	<b>31</b>
7.1	<b>Einleitung</b> .....	<b>31</b>
7.2	<b>Ruessgraben (BP 2)</b> .....	<b>31</b>
7.3	<b>Mülibach unterhalb Einmündung Ruessgraben (BP 3)</b> .....	<b>33</b>
7.3.1	Ist-Zustand .....	33
7.3.2	Ausbauszenario .....	33
7.4	<b>Mülibach unterhalb der Mühle Burgrain (BP 5)</b> .....	<b>35</b>
7.4.1	Ist-Zustand .....	35
7.4.2	Ausbauszenario .....	35
7.5	<b>Hochwasserabflüsse</b> .....	<b>37</b>
<b>8</b>	<b><i>Schutzziele und Systemverhalten bei Hochwasser</i></b> .....	<b>38</b>
<b>9</b>	<b><i>Niederwasserabfluss</i></b> .....	<b>40</b>

<b>9.1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>40</b>
<b>9.2</b>	<b>Messung.....</b>	<b>40</b>
<b>9.3</b>	<b>Auswertung.....</b>	<b>43</b>
<b>10</b>	<b><i>Biologische Zustandsbeurteilung (AquaTerra) .....</i></b>	<b>44</b>
<b>10.1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>44</b>
<b>10.2</b>	<b>Gesamtbeurteilung.....</b>	<b>44</b>
<b>11</b>	<b><i>Zusammenfassung.....</i></b>	<b>46</b>
<b>Anhang 1</b>	<b>.....</b>	<b>47</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Das in Teilen auf das Spätmittelalter zurückgehende Mülibachsystem zwischen Luthern und Wigger gehört zu den selteneren künstlichen Wasserbauanlagen, das zwei Flüsse miteinander verbindet (Pfister, 1991). Der Mülibach wird oberhalb von Gettnau in der Luthern gefasst und fliesst über ca. neun Kilometer über Alberswil und Schötz gegen Nebikon (Abb. 1.1). Zudem sammelt der Mülibach das anfallende Niederschlagswasser des bewaldeten Steilhanges südlich von Gettnau, des Ruessgrabens, des Sottikergrabens bei Willisau sowie der Ebene und der Hügel zwischen Gettnau und Alberswil. Das Wasser fliesst teilweise parallel in natürlichen Bächen und im Mülibach-Kanal. Es ist ein verzweigtes, streckenweise eingedoltes, komplexes Bach-Kanalsystem. In Alberswil entlastet überschüssiges Wasser vom Mülibach in die Wigger. Der Mülibach weist verschiedene hydraulische Engpässe auf (rechtwinklige Richtungsänderungen, Brücken und Stege), welche bei Hochwasser zu Ausuferungen, Überschwemmungen und Schäden führen können.

Die Abteilung Planung Kunstbauten / Wasserbau (PKW) der Dienststelle Verkehr und Infrastruktur (vif) des Kantons Luzern beabsichtigt im Zusammenhang mit der Neukonzessionierung der Kraftwerke den aktuellen Hochwasserschutz zu prüfen und Grundlagen für künftige Hochwasserschutz- und Renaturierungs-Massnahmen bereitzustellen. Neben dem Mülibach wurde das Hochwasserverhalten des Ruessgraben als dominierender Seitenbach gesondert untersucht.

Der jahreszeitliche Gang der Wasserführung im Kanal spielt für die Gewässerökologie, den Wasserbedarf aus der Luthern und für den Betrieb der Kleinkraftwerke eine wichtige Rolle. Da eine Messstelle im Kanalsystem fehlt, wurde an drei Terminen der Niederwasserabfluss der wichtigsten Mülibach-Zuflüsse gemessen.

## 1.2 Vorgehen

Der vorliegende Bericht stellt die Resultate der durchgeführten Untersuchungen dar. Im Kapitel 2 sind die verwendeten Unterlagen zusammengestellt. Das Mülibach-Kanalsystem und die abgeschätzten Gerinnekapazitäten sind im Kapitel 3 beschrieben und das Kapitel 4 zeigt die aus den Erkundungen der historischen Hochwasser gewonnenen Kenntnisse. Kapitel 5 beschreibt die physio-geographischen Grundlagen (Geologie, Böden, Hydrographie) und beurteilt das Gebiet nach seiner Abflussbereitschaft. Darauf aufbauend wurden Berechnungen mit einem Niederschlag-Abfluss-Modell durchgeführt (Kap. 6). Im Kapitel 7 werden Hochwasser bestimmter Jährlichkeit hergeleitet, indem sämtliche Resultate in Frequenzdiagrammen zusammengefügt werden. Das Verhalten des Mülibach-Systems bei Hochwasser wird den Schutzziele für einzelne Teilabschnitte gegenübergestellt und Schutzdefizite aufgezeigt (Kap 8). Kapitel 9 setzt schliesslich die Niederwassermessungen mit der biologischen Zustandsbeurteilung in einen Kontext und zeigt die Konsequenzen einer allfälligen Reduktion der Was-serentnahmemengen aus der Luthern auf.

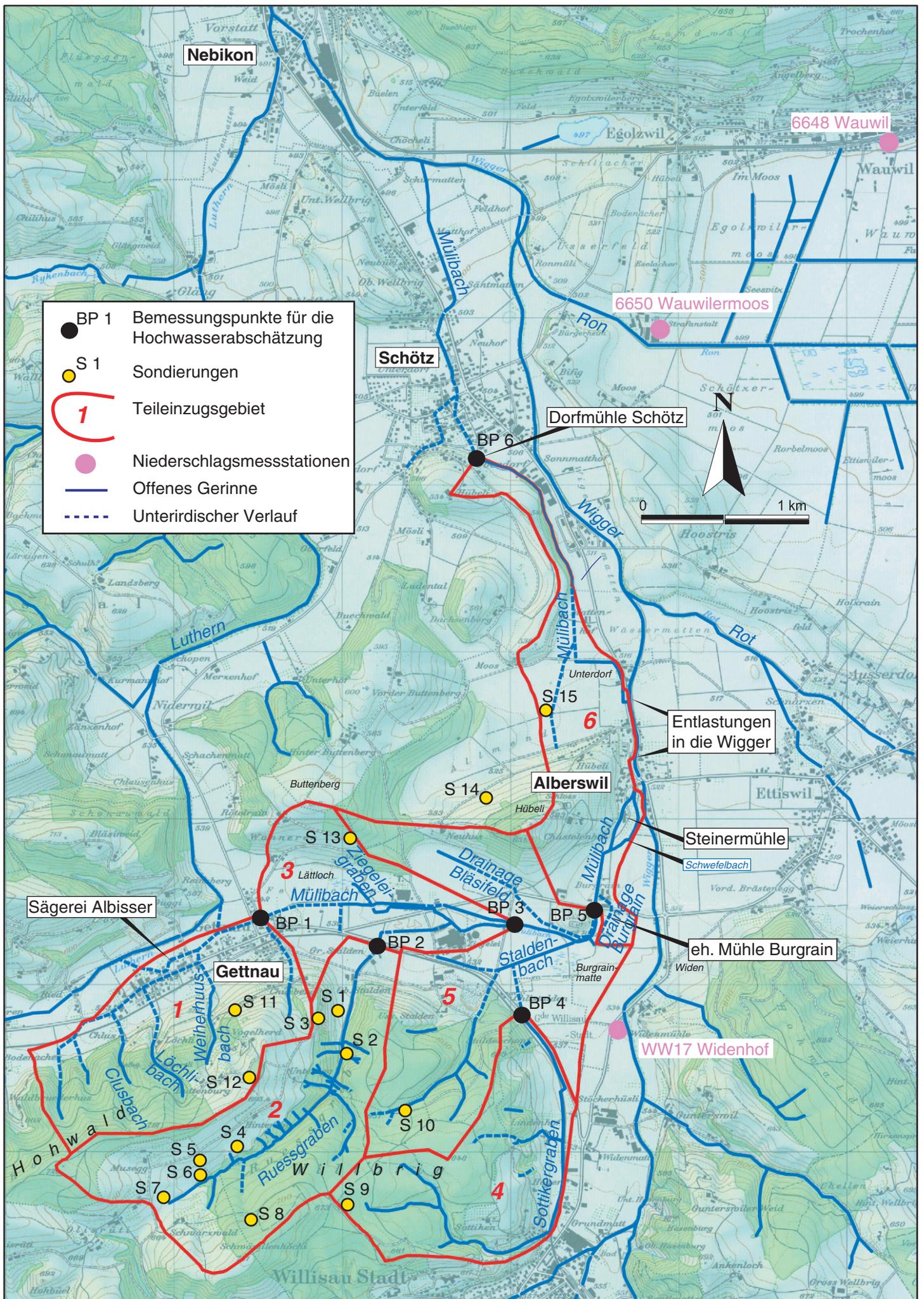


Abb. 1.1: Übersicht

### 1.3 Gebietskennwerte

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

Tab. 2.1: Gebietskennwerte

Höchster Punkt im Einzugsgebiet (Schwändlenhöchi)	731 m ü. M.
Tiefster Punkt im Einzugsgebiet (Dorfmühle Schötz, BP 6)	510 m ü. M.
Gesamteinzugsgebiet oberhalb BP 6	7.7 km <sup>2</sup>
Teileinzugsgebiet 1: Weiherhus-, Löchli- und Clusbach (BP 1)	1.4 km <sup>2</sup>
Teileinzugsgebiet 2: Ruessgraben (BP 2)	1.6 km <sup>2</sup>
Teileinzugsgebiet 3: Ziegeleigraben und Talebene bis BP 3	0.8 km <sup>2</sup>
Teileinzugsgebiet 4: Sottikergraben (BP 4)	1.1 km <sup>2</sup>
Teileinzugsgebiet 5: Staldenbach und Drainage Bläsifeld (BP 5)	1.7 km <sup>2</sup>
Teileinzugsgebiet 6: eh. Mühle Burgrain bis Schötz (BP 6)	1.1 km <sup>2</sup>

## 2 Verwendete Unterlagen

- AquaPlus, 1999: Gewässersystem Luthern – Wigger, Ökomorphologie, chemischer und biologischer Zustand, im Auftrag des Kantons Luzern, Amt für Umweltschutz.
- Beat Meier AG, undatiert: Sanierung Ruessgraben, im Auftrag des Kantons Luzern, Tiefbauamt.
- Bundesamt für Landestopographie, 1994: Landeskarte 1 : 25'000, Blatt 1129, Sursee.
- Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, 1994: Geologischer Atlas der Schweiz, 1 : 25'000, Blatt 1129 Sursee mit Erläuterungen.
- Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, 2002: Auswertung Abflussmessungen am Pegel Luthern in Nebikon aus [www.bwg.admin.ch](http://www.bwg.admin.ch).
- Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, 2003: Provisorische Auswertung Abflussmessungen am Pegel Luthern in Nebikon aus [www.bwg.admin.ch](http://www.bwg.admin.ch).
- Bundesamt für Wasserwirtschaft BWW, 1995: Anforderungen an den Hochwasserschutz.
- GEOTEST AG, 1998: Schutzareal Burgrain, Hydrogeologische Vorabklärungen, Bericht L9657.1, im Auftrag des Kantons Luzern, Amt für Umweltschutz.
- Eco Power Systems (EPS) AG, Ingenieure und Berater für Energieanlagen, 2002: Auswertung Wassermengen-Messung Mülibach-Kanal Burgrain.
- Hydrologischer Atlas der Schweiz (HADES) diverse Blätter.
- Kanton Luzern, 2002, Amt für Umweltschutz, Gewässerschutzkarte des Kanton Luzern, 2002: Blatt 1128 Langenthal, 1129 Sursee.
- Kanton Luzern, Amt für Umweltschutz: Niederschlagsdaten verschiedener Starkregenereignisse der Station WW 17 Willisau-Widenhof, 642640/220730, Flachdach Regenbecken.
- MeteoSchweiz: Niederschlagsdaten verschiedener Starkregenereignisse der Stationen Wauwilermoos 6650 (bis 1975) und Wauwil 6648 (ab 1975).
- Naef F., Scherrer S., Zurbrügg C., 1999: Grosse Hochwasser – Unterschiedliche Reaktionen von Einzugsgebieten auf Starkregen. Hydrologischer Atlas der Schweiz, Blatt 5.7.
- Pfister Ivo, 1991: Der Mühlekanal Gettnau – Schötz, Separatdruck aus der Heimatkunde des Wigertals, 1991 (Heft 49).
- Tagmar AG, 1997: Mühlekanal Gettnau - Alberswil – Schötz, im Auftrag des Kantons Luzern, Tiefbauamt.
- Tagmar AG, 1989: Sanierung Ruessgraben, im Auftrag des Kantons Luzern, Tiefbauamt.
- Röthlisberger, G., 1991: Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz. Berichte WSL. Berichtnummer 330.
- Röthlisberger, G.; 1972-2001: Unwetterschäden in der Schweiz. „wasser, energie, luft“, versch. Jahrgänge 1981 bis 2001, 5401 Baden.
- 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.
- Willisauer Bote: diverse Ausgaben.
- Zeller J., Geiger H., Röthlisberger G. (1978): Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes, Intensitäten und Häufigkeiten, ausgewertete Perioden 1901-1970, Bd. 3.

## 3 Das Mülibach-Kanalsystem

### 3.1 Systemverständnis

Der Mülibach wird in der Luthern gefasst und verläuft im Siedlungsgebiet von Gettnau unterirdisch (Abb. 3.1). Die Bächlein aus dem Steilhang südlich von Gettnau werden dabei in den Mülibach geführt. Das überschüssige Wasser wird anschliessend wieder in die Luthern entlastet. Der Zufluss aus der Luthern beim Luthernwehr wird bei grossen Hochwasserereignissen von Hand reguliert.

Anschliessend fliesst der Mülibach als offenes Gerinne in Hochlage Richtung Alberswil. Das dazwischenliegende Einzugsgebiet wird von einem parallel laufenden Graben und dem Ruessgraben entwässert. Beide münden erst unterhalb der Ziegelei beim Bemessungspunkt 3 in den Mülibach.

In gleicher Weise entwässert der Staldenbach das nachfolgende Einzugsgebiet, unterquert in einer Röhre den Mülibach und mündet erst beim Bemessungspunkt 5 in den Mülibach. Der Staldenbach wird zusätzlich vom Sottikergraben gespiesen, welcher entlang der Strasse Willisau – Gettnau zufliesst.

Bei Hochwasser entlastet der Mülibach in den Schwefelbach, welcher für eine kurze Strecke parallel zum Mülibach verläuft und in Alberswil wieder in den Mülibach fliesst. Im Siedlungsbereich von Alberswil läuft der Mülibach zwischen Hauptstrasse und Wigger und kann an zwei Stellen bei Hochwasser in die Wigger entlasten. Bei Unterdorf zweigt der Mülibach von der Wigger ab und läuft am Hangfuss in Hochlage Richtung Schötz. Weitere wichtige Informationen zum System werden im folgenden Abschnitt gegeben.

### 3.2 Abflusskapazitäten entlang des Kanals

Mit Normalabflussberechnungen wurden an den wichtigen Engstellen im Mülibach-System die Gerinnekapazitäten bestimmt (Abb. 3.1). Neben den selbst vermessenen Querprofilen wurden die geometrischen Informationen aus Tagmar AG, 1989 und 1997 und Beat Meier AG (undatiert) entnommen.

- Aus dem **Teileinzugsgebiet 1** verbleiben maximal  $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$  im Mülibach, der überschüssige Abfluss entlastet in die Luthern.
- Im **Teileinzugsgebiet 2** vermag der eingedolte Ruessgraben beim Bauernhof Oberstalden lediglich ca.  $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$  abzuführen; grössere Wassermengen werden durch einen Damm ins offene Feld westlich des Bauernhofs entlastet. Die Unterquerung der Regionalverkehr Mittelland Bahn (RM) und der Kantonsstrasse Gettnau – Willisau erfolgt in einem Durchlass mit einer Kapazität von ca.  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Im **Teileinzugsgebiet 3** unterhalb der Kantonsstrasse Gettnau – Willisau ist die Abflusskapazität des Ruessgrabens noch kleiner; bei Hochwasser kommt es durch das kleine Gefälle der eingedolten Abschnitte zu Rückstau im Gerinne und Einstau von Senken im Gelände. Die Abflusskapazitäten auf dem Gebiet der Ziegelei konnten nicht bestimmt werden, da die verrohrten Abschnitte teilweise eingekiest und nicht zugänglich sind. Bei Hochwasser können maximal ca.  $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$  (Kapazität des eingedolten Abschnitts unterhalb der Strasse Gettnau – Willisau) in den Mülibach zufließen.

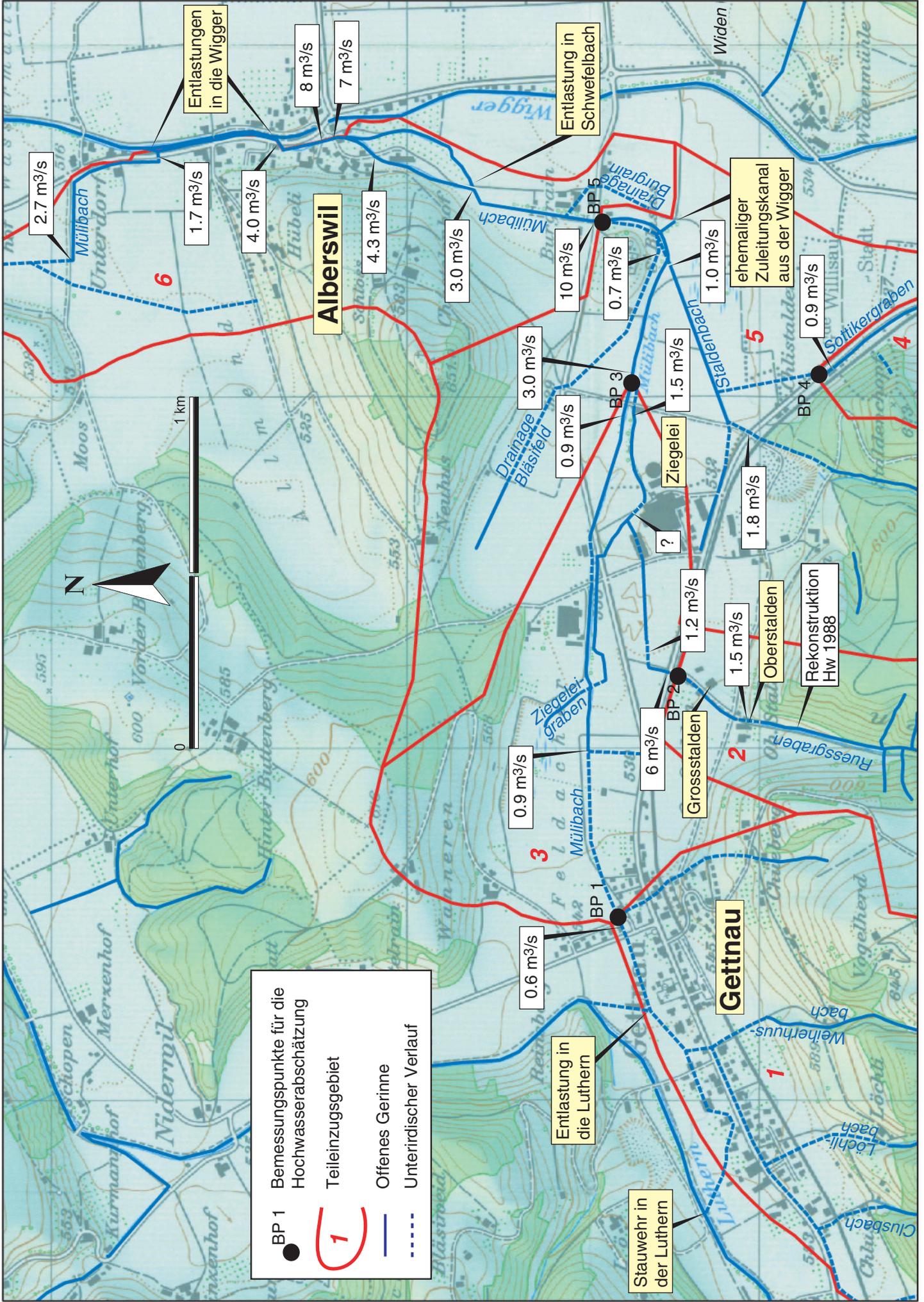


Abb. 3.1: Gerinnekapazitäten an ausgewählten Engstellen des Mülibachs und des Ruesseggrabens

- Der Zufluss des Sottikergrabens (**Teileinzugsgebiet 4**) ist auf ca.  $0.9 \text{ m}^3/\text{s}$  begrenzt; grössere Abflüsse werden wegen der eingedolten Abschnitte zurückgestaut, entlasten Richtung Wigger oder füllen tiefer liegende Felder.
- Im **Teileinzugsgebiet 5** vermag der Staldenbach zusammen mit dem Drainagezufluss aus dem Bläsfeld maximal ca.  $1.7 \text{ m}^3/\text{s}$  in den Mülibach zu leiten, grössere Abflüsse führen zu Rückstau in den umliegenden Felder.
- Im **Teileinzugsgebiet 6** ist die Kapazität des Mülibachs zwischen Bemessungspunkt 5 und der 1. Entlastung in die Wigger durch den Hauptstrassendurchlass, bei dem der Mülibach vorgängig in eine scharfe Rechtskurve gezwungen wird, auf ca.  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  begrenzt. Durch eine linksseitig zur Fliessrichtung angeordnete Hubschütze, einem weiteren Hauptstrassendurchlass und einem anschliessenden Richtungswechsel nach rechts können maximal ca.  $1.7 \text{ m}^3/\text{s}$  im Mülibach Richtung Schötz fließen. Das Gerinne kann dort das zusätzlich anfallende Hang- und Drainagewasser aufnehmen.

Durch die Bestimmung der Abflusskapazitäten zeigt sich, dass Hochwasserabflüsse in den Seitenbächen, durch die Hochlage des Mülibachs einerseits und den zahlreichen unterirdisch verlaufenden Abschnitten der Seitenbäche andererseits, nur teilweise in den Mülibach gelangen können.

## 4 Historische Hochwasser

### 4.1 Einleitung

Sind an einem Bach oder Fluss Abflussmessungen verfügbar, können die gemessenen Spitzenabflüsse verwendet werden, um Hochwasserabflüsse mit definierter Auftretenswahrscheinlichkeit statistisch herzuleiten. Oft liegen wie auch beim Mülibach und beim Ruessgraben keine Messungen vor. Dann lassen sich durch die Untersuchung historischer Hochwasser Hinweise über Häufigkeit, Grösse und Verlauf von Hochwasserereignissen zusammentragen. Die Grössenordnung der aufgetretenen Hochwasser lässt sich aufgrund von Schilderungen und verbürgten Angaben eingrenzen. Je nach überblickbarem Zeitraum ist es möglich, die Wiederkehrperiode dieser Ereignisse einzuordnen. Abgesehen davon liefern diese Erkundungen auch Hinweise auf die in einem Einzugsgebiet massgebenden Niederschlagsereignisse (langandauernde Starkregen, Gewitterregen, etc.).

Die Angaben zu den historischen Hochwasserereignissen der letzten ca. 70 Jahre stammen von befragten Augenzeugen, Fotos und aus dem Archiv des Willisauer Boten. Dabei wurden durch den Mülibach hervorgerufene Ereignisse untersucht, aber auch Hochwasser, die im Zusammenhang mit der Luthern oder Wigger standen (Tab. 4.1). Besonderes Augenmerk wurde auf den Hauptzubringer Ruessgraben gelegt.

### 4.2 Mülibach

Aus den Untersuchungen geht hervor, dass der Mülibach aus Sicht des Hochwasserschutzes in den letzten Jahrzehnten kaum Sorgen bereitete. Lediglich ein grosses Überschwemmungsereignis ist bekannt: Das grosse **Hochwasser** an der Wigger und an der Luthern **vom 22./23. November 1972** führte zu einem Ausuferndes Mülibachs im Siedlungsgebiet von Alberswil. Der damals noch bestehende Zuleitungskanal (vgl. Abb. 3.1) von der Wigger (bei Widen) zum Mülibach (oberhalb der ehemaligen Mühle Burgrain) führte viel Wasser in den Mülibach, der oberhalb der Steinermühle ausufernd und Alberswil überschwemmte. Gemäss Aussagen von Fritz Meier, Jg. 1937 aus Alberswil wurde nach diesem Ereignis der Zuleitungskanal zugeschüttet. Zudem kann seither bei Hochwasserereignissen der Zufluss aus der Luthern von Hand reguliert werden.

Seither kam es im Mülibach zu keinem nennenswerten Hochwasserereignis mit Schadensfolge mehr. Lediglich beim **Weihnachtshochwasser vom 25./26. Dezember 1995** stiessen der Mülibach und/oder der Ruessgraben im Bereich der Ziegelei vermutlich an die Kapazitätsgrenze: Im Willisauer Bote wurde damals vermerkt, dass kleinere und grössere Senken bei der Ziegelei Gettnau Seen glichen. Bei diesem Ereignis fielen in zwei Tagen 100 mm (Station Willisau-Widenhof, Abb. 1.1) resp. 113 mm (Station Wauwil) Niederschlag, was gemäss der Starkniederschlagsstatistik von Luzern (Zeller et al, 1978) einem 20- bis 30-jährlichem Niederschlagsereignis entsprach.

Datum	Quelle	Beschreibung	Niederschlagsart	Niederschlag Wauwilermoos / Wauwil (mm)	Niederschlag Willisau- Widenhof (mm)
7./8. Juni 1930	Willisauer Bote	Die Buechwigger und die Enziwigger traten über die Ufer. In Alberswil wurde die Strassenbrücke Sursee-Huttwil weggerissen. In Schötz trat die Wigger oberhalb des Dorfes über die Ufer. Arg gehaust hat in der Wyden ein vom Walde kommendes sonst harmloses Bächlein, das zu einem reissenden Wildbach anschwoh und sich über die Wiesen ergoss, wo es grosse Mengen Geschiebe ablagerte. In Gettnau schlug der Blitz in den Turm der Kapelle.	Gewitter, Hagel		
11. Juli 1951	Willisauer Bote	Die Enziwigger trat in Willisau über die Ufer.	Gewitter, Hagel		
25. Juli 1963	Willisauer Bote  Hans Arnet, Jg. 1933, Hof Gross- Stalden, Gettnau	Enzi- und Buechwigger schwoh auf Niveauhöhe an, ohne dass es zu eigentlichen Überschwemmungen kam. Die während praktisch der ganzen Nacht anhaltenden Gewitterregen haben namentlich zwischen Gettnau und Willisau stellenweise zu Blockierungen des Bahntrasses mit Schlamm und Sand geführt.  In den 60er-Jahren wurde einmal die Strasse und die Bahnlinie durch den Ruessgraben übersart.	Gewitter	0	
24./25. Juli 1972	Willisauer Bote	Die Luthern und die Enziwigger traten über die Ufer. Betroffen waren u.a. die Gemeinden Willisau und Gettnau. Obwohl es in Gettnau selber nicht stark regnete, hat auch hier das Unwetter erheblichen Schaden angerichtet. Wer zehn Uhr abends auf der Kantonsstrasse dem Oberdorf zufuhr, wurde plötzlich von schlammigen Wassermassen, welche zeitweise die ganze Strassenbreite einnahmen, aufgehalten. Das Wasser kam von der Luthern, welche an mehreren Stellen über die Ufer trat. Das wild gewordene Wasser gelangte bis zu den Häusern an der Niederwilerstrasse.	Gewitter	0	
22./23. Nov. 1972	Willisauer Bote  Fritz Meier, Jg. 1937, Alberswil	Wigger und Luthern traten über die Ufer. Betroffen waren u.a. die Gemeinden Willisau, Gettnau, Alberswil und Schötz. Bei der Wydenmühle an der Ettiswilerstrasse rissen die Wogen die starke Brücke von den Pfeilern. Das Ettiswilerfeld wurde überschwemmt und der Verkehr über die Kreuzung Burgrain musste eingestellt werden.  Die Wigger trat bei der Wydenmühle über die Ufer und floss Richtung Ettiswil; in Alberswil floss die Wigger bordvoll. Der damals noch bestehende Zuleitungskanal von der Wigger (bei Wyden) zum Mühlekanal (Burgrain) führte viel Wasser in den Mühlekanal. Dadurch uferete der Mühlekanal oberhalb der Steinermühle aus und überschwemmte Alberswil. Nach diesem Ereignis wurde der Zuleitungskanal zugeschüttet.	Starkregen	86/d 128/2d	
29./30. Aug. 1975	Willisauer Bote  Hans Bürli, Jg. 1946, Hof Ob. Stalden, Gettnau, diverse Fotos	Schon morgens um 4 Uhr überlief die Wigger bei der Wyden. Ein Teil der braunen Wasser nahm den Weg übers Ettiswiler Feld. Sie folgten dem ursprünglichen Lauf der Wigger und überquerten die Burgrainstrasse etwa 60 m unterhalb der Kreuzung.  Der Einlauf des Ruessgrabens oberhalb des Hofes verkleuste durch Holz. Holz und Geschiebe übersarte die Hofzufahrt und den Garten.	Starkregen	31.3/d	
11. Juli 1978	Willisauer Bote	Am späten Dienstagabend ging über weiten Teilen des Luzerner Hinterlandes ein schweres Unwetter mit gewaltigen Regenfällen nieder. In Gettnau traten verschiedene Bäche, vor allem auch der gefürchtete Ruessgraben, über die Ufer und überschwemmten grosse Teile von Wiesen und die Hauptstrasse wie auch zahlreiche Hofzufahrten.	Gewitter	33.1/d	
Sommer 1986	Hans Bürli, Jg. 1946, Hof Ob. Stalden, Gettnau	Der Einlauf des Ruessgrabens oberhalb des Hofes war überlastet, so dass etwas Wasser die Hofzufahrt hinunterlief.	Gewitter		
16. Juni 1988	Willisauer Bote  Hans Bürli, Jg. 1946, Hof Ob. Stalden, Gettnau, diverse Fotos	Die Enziwigger trat in Willisau über die Ufer. Innert kürzester Zeit schwoh beim Bauernhof in Oberstalden das sonst so harmlose Bächlein zu einem Fluss an und trat auf der ganzen Länge der Talebene über die Ufer, so v.a. auch beim Einlauf in eine Röhre gleich beim Bauernhaus.  Der Einlauf des Ruessgrabens oberhalb des Hofes verkleuste durch Holz. Holz und Geschiebe übersarte die Hofzufahrt und den Garten. Das Wasser floss einen halben Meter hoch und drohte ins Erdgeschoss des Hauses einzudringen. Dieses Ereignis war schlimmer als jenes vom August 1975.	Gewitter	17.7/d	
21. Juli 1992	Willisauer Bote	Die Buechwigger trat in Willisau über die Ufer.	Gewitter	0	0
25./26. Dez. 1995	Willisauer Bote	Die Luthern bei Gettnau schwoh bedrohlich an. Kleinere oder grössere Senken glichen Seen, so bei der Ziegelei in Gettnau.	Starkregen	65.5/d 113.2/2d	53.1/d 99.7/2d
5./6. Aug. 1997	Willisauer Bote	Die Buechwigger trat in Willisau über die Ufer.	Gewitter	9.3/d	13.0/1h

Tab. 4.1: Dokumentierte Hochwasser im Einzugsgebiet und der näheren Umgebung des Mülibachs

### 4.3 Ruessgraben

Im Gegensatz zum Mülibach zog der Ruessgraben wiederholt die Bauernhöfe Ober- und Grossstalden durch Hochwasser in Mitleidenschaft. Gemäss einander ergänzenden Aussagen der Familien Bürlí (Oberstalden) und Arnet (Grossstalden) und den Angaben aus dem Willisauer Boten (Tab. 4.1) konnten fünf Überschwemmungseignisse des Ruessgrabens ermittelt und aufgrund der Schadenswirkung eingeordnet werden (Abb. 4.1). Kurze Starkregenereignisse erzeugten jeweils eine rasch ansteigenden Hochwasserwelle, welche Geschiebe und v.a. viel Holz mit sich führte und den obersten verrohrten Abschnitt des Ruessgrabens überlastete oder verklauste.

Bis Ende der 60er- / Anfang der 70er-Jahre lief der Ruessgraben offen durch den Hof Oberstalden und wurde damals in die heute noch bestehende Röhre mit einem Durchmesser von 0.70 m und einer Durchflusskapazität von maximal ca. 1.5 m<sup>3</sup>/s gelegt (vgl. Abb. 3.1). Das **Hochwasser vom 25. Juli 1963** passierte daher den Hof Oberstalden und verklauste die weiter unten beim Hof Grossstalden liegende Ruessgraben-Röhre, welche das Bahntrasse und die Strasse Gettnau – Willisau unterquerte, und übersarte die Strasse und die Bahnlinie. Diese Röhre hatte einen Durchmesser von 0.70 m mit einer Durchflusskapazität von maximal ca. 1.4 m<sup>3</sup>/s und wurde im Rahmen der ersten Ausbautappe der Sanierung des Ruessgrabens (Beat Meier AG, undatiert) 1996 durch ein wesentlich grösseres Maulprofil mit einer Durchflusskapazität von ca. 6 m<sup>3</sup>/s (vgl. Abb. 3.1) ersetzt. Detaillierte Angaben zum Hochwasser 1963 fehlen. Es überstieg aber die oben erwähnte Durchflusskapazität von 1.4 m<sup>3</sup>/s und vermochte genug Holz und Geschiebe mit sich zu führen, um das Bahntrasse zu blockieren.

Beim **Hochwasser vom 29./30. August 1975** verklauste die neue durch den Hof Oberstalden führende Röhre. Holz und Geschiebe übersarte die Hofzufahrt und den Garten. In der Folge wurde der Röhreneinlauf oberhalb des Hofes mit einem Rechen versehen.

Beim **Hochwasser vom 11. Juli 1978** wiederholte sich das Ereignis von 1975 in abgeschwächter Form.

Ein **Hochwasser im Sommer 1986** verlief glimpflicher: Eine Hochwasserwelle überlastete kurze Zeit den Röhreneinlauf oberhalb des Hofes Oberstalden, so dass etwas Wasser die Hofzufahrt hinunterlief. Die Abflussspitze überstieg demnach die Kapazität der Röhre von 1.5 m<sup>3</sup>/s.

Das **Hochwasser vom 16. Juni 1988** verklauste die durch den Hof Oberstalden führende Röhre. Holz und Geschiebe übersarte die Hofzufahrt und den Garten. Die Abfluss- und Geschiebemenge war grösser als 1975. Anhand von Fotos (Abb. 4.2 + 4.3), auf welchen die Fliessspuren der Hochwasserwelle deutlich zu erkennen sind, konnte ca. 100 m oberhalb des Röhreneinlaufs (Abb. 3.1) mit Normalabflussberechnungen unter Zuhilfenahme der geometrischen Grundlagen (Tagmar AG, 1989) der Abfluss auf 4 – 7 m<sup>3</sup>/s abgeschätzt werden.

## Historische Hochwasser des Ruessgrabens

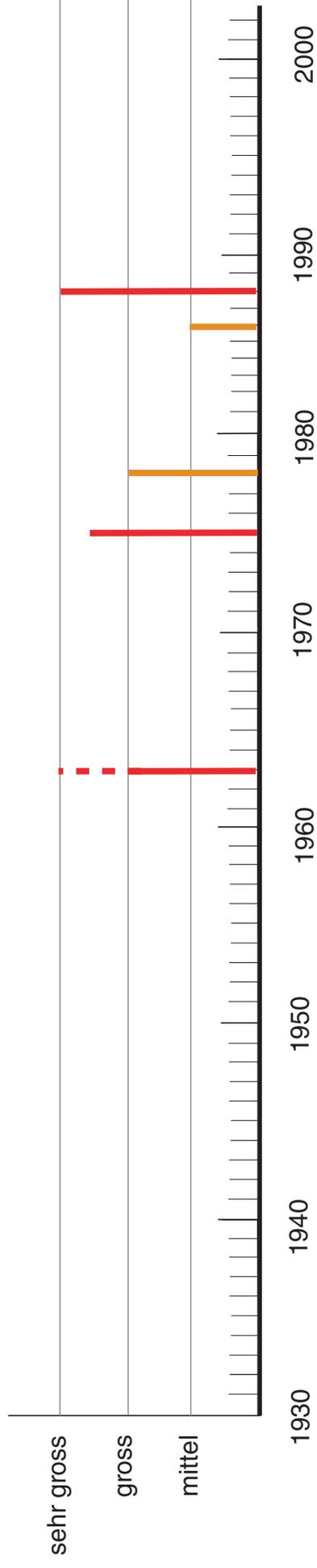


Abb. 4.1: Historische Hochwasser des Ruessgrabens innerhalb der letzten 70 Jahre. Charakterisierung der Grösse der einzelnen Hochwasser anhand der untersuchten Quellen. Rot markiert sind besonders schadenreiche oder grosse Ereignisse. Orange Striche markieren die mittleren bis grossen Hochwasser.



Abb. 4.2: Spuren des Hochwassers vom 16.6.1988 wenige Meter oberhalb des Einlaufes des Ruessgrabens beim Hof Oberstalden



Abb. 4.3: Spuren des Hochwassers vom 16.6.1988 wenige Meter oberhalb des Einlaufes des Ruessgrabens beim Hof Oberstalden

## 5 Physiogeographische Grundlagen des Einzugsgebiets und Abflussreaktion

### 5.1 Gebietsüberblick

Das Einzugsgebiet des Mülibachs bis Schötz (Abb. 1.1) weist neben den steilen Hängen des Willbrig (Ob. Süsswasser Molasse, ob. Meeres Molasse) und Hügelzügen, auch ausgesprochen flache, z.T. vernässte Gebiete mit fluvioglazialen Ablagerungen auf. Die Durchlässigkeit und Mächtigkeit der darauf entstandenen Böden variiert beträchtlich und bestimmt das Wasserrückhaltevermögen der Böden (Scherrer, 1997). Die Abflussreaktion dieser unterschiedlich aufgebauten Flächen auf Starkregen schwankt daher räumlich stark und beeinflusst damit auch die Grösse der Hochwasser massgeblich.

### 5.2 Geologie

Die geologischen Verhältnisse wurden aus dem Geologischen Atlas der Schweiz (BWG, 1994) entnommen:

Die Talsohle des Luthern-, und Wiggertals besteht aus spät- bis postglazialen Schotterablagerungen, die heute einen wichtigen Grundwasserspeicher bilden. Ihre Mächtigkeit reicht von 17 m (Chlistalden) bis 27 m (Feldacher NE von Gettnau). Im Gebiet Feldacher - Ziegelei (NE von Gettnau) sind zudem Schwemmlerme vorzufinden (bis 5 m mächtig). Diese Lehme wurden an verschiedenen Stellen abgebaut.

Die Hügelgebiete (Buttenberg, Hübeli, Willbrig) weisen Sandsteinuntergrund der oberen Meeresmolasse auf. An den steilen Hängen des Hübeli (Alberswil), der Nordflanke des Buttenberges sowie am Willbrig und im Ruessgraben sind diese Gesteine aufgeschlossen. Vereinzelte Nagelfluhbänke sind in die Sandsteinschichten eingelagert. Die obere Meeresmolasse weist gemäss Geologischen Atlas der Schweiz eine Überdeckung aus Rissmoräne auf. Aufgrund der durchgeführten Sondierungen zeigte sich, dass diese Deckschicht allerdings eher flachgründig ist oder gar fehlt.

### 5.3 Hydrogeologie

Die Schotterkörper von Wigger und Luthern bilden einen grossen Aquifer. Das Grundwasser zirkuliert in den bis zu 25 m mächtigen Niederterrassen-Schotter. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt im Gebiet Gettnau 3 – 4 m, im Gebiet der Ziegelei nur 1 – 2 m unter Flur (Kanton Luzern, 2002 und GEOTEST AG, 1998). Es existieren mehrere GW Fassungen.

Die hohe Dichte an gefassten Schicht und Kluftquellen am Nordhang des Willbrig ist ein Hinweis auf den gut durchlässigen Sandstein-Aquifer und grosse Sickerraten. Die Siedlungen liegen auf den teilweise schwach durchlässigen Flussschottern. Die Versickerung von Meteorwasser wird daher nur örtlich praktiziert.

### 5.4 Böden

Über die Böden im Einzugsgebiet lagen keine Grundlagen vor. Aus diesem Grund wurden Übersichtspläne, Orientierungslaufkarten und geologische Karten ausgewertet und darauf basierend 15 Sondierungen im Gebiet vorgenommen (Abb. 1.1 + 5.1). Details zu den einzelnen Sondierungen sind in der Tabelle 5.1 beschrieben.

Tab. 5.1: Die Eigenschaften der in Abb. 5.1 dargestellten Bodenprofile mit der Einschätzung von Infiltration und Speicherfähigkeit  
(S1 = Sondierung; U, u = Silt, siltig; L, l = Lehm, lehmig; S, s = Sand, sandig; A = Oberboden, B = Unterboden, C = Ausgangsmaterial).

	Profilbeschreibung		Profilbeschreibung
S1	Oberstalden / Ruessgraben, Weide <b>Braunerde</b> Ah: dunkelbrauner siltiger Sand (Su), Humusform: Mull Bv1: brauner siltiger Sand (Su) mit einzelnen Feinkiesen, locker gelagert Bv2/Cv1: beigebrauner siltiger Sand (Su) Cv2: dunkelbrauner Sand (S) Infiltration (Inf.): gross bis übermässig (Makroporen (Mp.) und durchlässige Matrix) Speichervermögen (Spv.): gross Prozess (Proz.): DP, SOF3 oder SSF3 (vgl. Kap.5.5)	S2	Ruessgraben, Weisstannenmischwald <b>Flachgründige Braunerde</b> Ah: dunkelbrauner Moder, SusU, gut durchwurzelt Bv/Cv: gelber bis beiger Su, durchwurzelt und locker gelagert Inf.: gross (Mp, Matrix) Spv.: mässig nis gross Proz.: SSF2
S3	Oberstalden (Oberhang), Weide <b>Flachgründige Braunerde</b> Ah: brauner siltiger Sand (Su), Mull Bv: beigebrauner Su mit Feinkiesen Cv: verwitterter Sandstein (S) Inf.: gross (Mp, Matrix sandig) Spv.: mässig-gross Proz.: SSF2/SOF3	S4	Hinteregg / Ruessgraben, Wiesland <b>Pseudovergleyte Braunerde</b> Ah: brauner Su, Mull Bv(r): beige-brauner Su, mit Konkretionen und Marmorierungen, einz. Feinkiesen, dicht gelagert Cv: beige-grauer Su Inf.: mässig Spv.: mässig, Proz. SOF2
S5	Hinteregg / Ruessgraben, Wiesland <b>Pseudovergleyte Braunerde</b> Ah: dunkelbrauner sandiger Silt (Us), Mull Bv/Cv: brauner Su mit einzelnen Rostflecken Cv: grauer Sand (S) mit Rostflecken Inf.: übermässig bis hoch Spv.: mässig bis gross Proz.: SOF3	S6	Hinteregg, Wiesland <b>Braunerde-Pararendzina</b> Ah: dunkelbrauner Su, Mull, gut durchwurzelt Bv/Cv: rötlich-brauner S, leicht siltig Cv: rötlich-brauner S Inf.: übermässig (Mp., Matrix) Spv.: gross Proz.: DP
S7	Musegg / Ruessgraben, Wiesland <b>Pseudogley</b> Ah: dunkelbrauner Su, Sw: graubrauner Su Sd(w): beige-grauer sandiger Lehm (Ls) Inf.: ab 0.5m mässig bis gering Spv.: mässig, Proz.: SOF2/(SOF3)	S8	Schwändlenhöhi, Mischwald <b>Braunerde</b> Ah: brauner sU, Moder Bv: beigebrauner Su mit einzelnen Steinen, starke Durchwurzlung Inf.: übermässig Spv.: gross Proz.: SSF3 (SSF2)
S9	Willbrig, Fichtenwald, Zwischenbereich zw. Drainagegräben <b>Pseudovergleyte Braunerde</b> Ah1: dunkelbrauner Silt, Moder Ah2: dunkelbrauner Silt., Mull Bv1: beiger U Bv2/(Sw): beiger U mit starker Rostfleckung (bunt) Inf.: gross Spv.: mässig bis gut, Proz.: SSF2	S10	Willbrig, Mischwald <b>Pseudogley</b> Ah: dunkelbrauner Moder, sU Sw1: graubeiger U mit wenig S SW2: graubeiger U mit ausgesprochen vielen Rostflecken Inf.: normal Spv.: mässig Proz.: SSF3, (SSF2)
S11	Chüeberg, Wiesland <b>Braunerde</b> Ah: brauner Mull, Us Bv: dunkelbrauner Su Cv: rötlichbrauner leicht Su mit viel Feinkiesen Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SOF3	S12	Buttenburg, Wiesland <b>Braunerde</b> Ah: dunkelbrauner Mull, U Bv: durchwurzelter Us mit Feinkiesen Bv/Cv: brauner Us mit viel Feinkiesen Inf.: normal Spv.: gross Proz.: SOF3
S13	Wanneren, Mischwald <b>Braunerde</b> Ah: dunkelbrauner U, Moder Ah/Bv: brauner Su C1: Kiesen u. Steine in siltiger Matrix C2: sandiger Kies Inf.: normal Spv.: sehr gross; Proz.: DP	S14	Hübeli, Wiesland <b>Braunerde</b> Ah: dunkelbrauner U, Mull Ah/Bv: brauner U mit wenig S Bv: brauner Us Cv: Feinkiese und Grobkiese in sandig-siltiger Matrix Inf.: normal Spv.: gross, Proz.: SOF3
S15	Allmend, Wiesland (Acker) <b>Pseudogley</b> Ah: brauner U, Mull Ah/Sw: brauner U Sw: brauner U mit Rostflecken Sd: grauer U Inf.: mässig Spv.: mässig Proz.: SOF2 (3)		

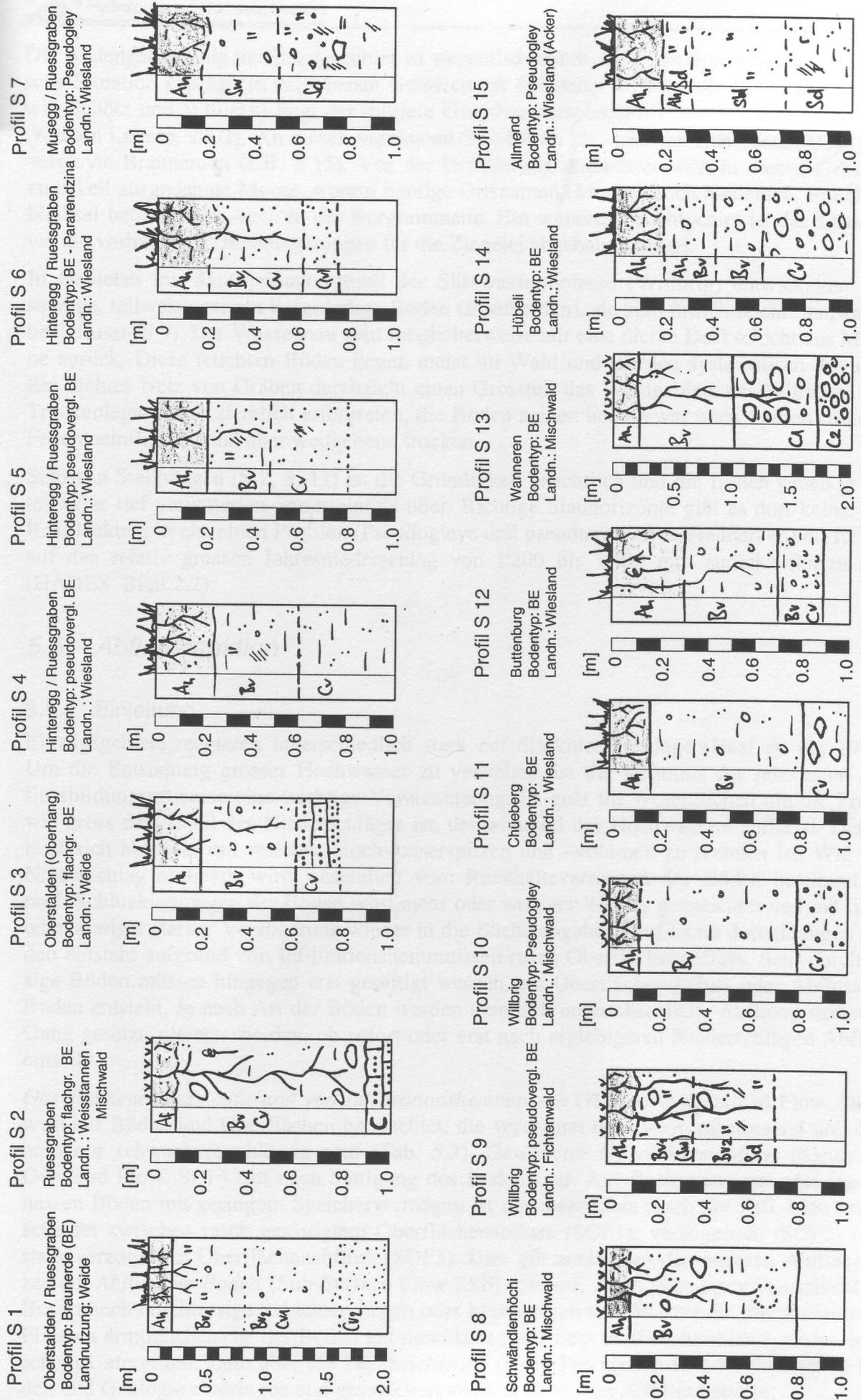


Abb. 5.1: Die im Einzugsgebiet untersuchten 15 Bodenprofile mit Angabe des Standorts, des Bodentyps und der Landnutzung resp. der Vegetation

Die Bodengeographie im Einzugsgebiet ist wesentlich durch die topographische und geologische Situation geprägt. In den ebenen Gebieten der ehemaligen Flussläufe (Gettnau, Alberswil, Schötz und Willisau) liegt der mittlere Grundwasserspiegel z.T. nur 1 - 2 m unter Flur (Kanton Luzern, 2002). An diesen vernässten Standorten entwickelten sich Pseudogleye und vergleyte Braunerden (z.B. S 15). Vor der Drainierung erstreckten sich in diesen Gebieten zum Teil ausgedehnte Moore, worauf heutige Ortsnamen (Moose) noch hindeuten. Ein Überbleibsel befindet sich noch in der Burgrainmatte. Ein weiteres Feuchtgebiet ist das Lättloch, wo die vorhandenen Lehmlagerungen für die Ziegelei abgebaut wurden.

In Gebieten mit Sandsteinuntergrund der Süswassermolasse (Willbrig) entwickelten sich sandige, teilweise extrem tiefgründige Böden (Braunerden), sie sind örtlich leicht Stauwasser beeinflusst (S 9). Der Wasserstau geht möglicherweise auf eine dichte Deckschicht aus Moräne zurück. Diese feuchten Böden liegen meist im Wald und wurden systematisch drainiert. Ein dichtes Netz von Gräben durchzieht einen Grossteil des Waldgebiets des Willbrigs. Die Trockenlegung war ziemlich erfolgreich, die Böden zeigen heute zwar noch Spuren früheren Feuchteinflusses, sind aber weitgehend trocken.

Selbst in Steilhängen (S 2, 3, 11) ist die Gründigkeit beachtlich und die Böden gehen in den teilweise tief verwitterten Sandsteinfels über. Richtige Stauhohizonte gibt es dort keine. Die Rostfleckung in einzelnen Profilen (Pseudogleye und pseudovergleyte Braunerden) dürfte u.a. auf den relativ grossen Jahresniederschlag von 1'200 bis 1'400 mm zurückzuführen sein (HADES, Blatt 2.2).

## 5.5 Abflussreaktion

### 5.5.1 Einleitung

Einzugsgebiete reagieren unterschiedlich stark auf Starkniederschläge (Naef et. al., 1999). Um die Entstehung grosser Hochwasser zu verstehen, ist die Kenntnis der relevanten Abflussbildungsprozesse eine wichtige Voraussetzung. Es geht im Wesentlichen um die Frage, wie gross der Anteil des Niederschlages ist, der während des Hochwassers abfließt. Daraus lässt sich ableiten, mit welchen Hochwasserspitzen und -volumen zu rechnen ist. Wie viel Niederschlag abfließt, wird wesentlich vom Rückhaltevermögen der Böden bestimmt. Je nach Schluckvermögen der Böden wird mehr oder weniger Wasser gespeichert und mit mehr oder weniger starker Verzögerung wieder in die Bäche abgegeben. Auf kaum durchlässigen Böden entsteht aufgrund von Infiltrationshemmnissen rasch Oberflächenabfluss. Sehr durchlässige Böden müssen hingegen erst gesättigt werden, bis Oberflächenabfluss oder Abfluss im Boden entsteht. Je nach Art der Böden werden demnach unterschiedliche Abflussprozesse in Gang gesetzt, die entscheiden, ob sofort oder erst nach ergiebigeren Niederschlägen Abfluss entsteht.

*Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen* (Hortonian Overland Flow, HOF) wird auf Böden und Oberflächen beobachtet, die verdichtet oder wasserabstossend und deshalb nur schwach durchlässig sind (Tab. 5.2). *Gesättigter Oberflächenabfluss* (Saturation Overland Flow, SOF) tritt nach Sättigung des Bodens auf. Auf flachgründigen oder feuchtnassen Böden mit geringem Speichervermögen ist dies besonders rasch der Fall. Man unterscheidet zwischen rasch gesättigtem Oberflächenabfluss (SOF1), verzögertem (SOF2) oder stark verzögertem Oberflächenabfluss (SOF3). Dies gilt analog bei den anderen Abflussprozessen. *Abfluss im Boden* (Sub-Surface Flow SSF) tritt auf, wenn über einer Stauschicht im Boden hoch durchlässige Schichten liegen oder Makroporen dem Wasser ein rasches laterales Fließen ermöglichen. Ist der Boden gut durchlässig und liegt er über durchlässigem geologischem Untergrund, kann über die *Tiefensickerung* (Deep Percolation DP) viel Wasser in Boden und Geologie eindringen und gespeichert werden, ohne dass Abfluss entsteht.

Tab. 5.2: Abflussbildungsprozesse.

HOF	Hortonian Overland Flow	Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen
SOF	Saturation Overland Flow	gesättigter Oberflächenabfluss
SOF1		rasch gesättigter Oberflächenabfluss
SOF2		verzögerter Oberflächenabfluss
SOF3		stark verzögerter Oberflächenabfluss
SOF4		sehr stark verzögerter Oberflächenabfluss
SSF	Sub-Surface Flow	Abfluss im Boden
SSF1		rasch gesättigter Abfluss im Boden
SSF2		verzögerter Abfluss im Boden
SSF3		stark verzögerter Abfluss im Boden
SSF4		sehr stark verzögerter Abfluss im Boden
DP	Deep Percolation	Tiefensickerung

Im NFP31 Forschungsprojekt (Klimaänderungen und Naturkatastrophen) wurden an 18 Hangstandorten in der Schweiz Beregnungsversuche durchgeführt (Scherrer, 1997). Die Abflussreaktion der 18 Standorte auf künstliche Beregnungen mit einer Intensität von 50 – 100 mm/h ist in Abb. 5.2 dargestellt. Standort 22 ist eine tiefgründige Braunerde über Sandstein der Elsässer Molasse, Standort 40 ist eine flachgründige Braunerde ebenfalls über Sandstein.

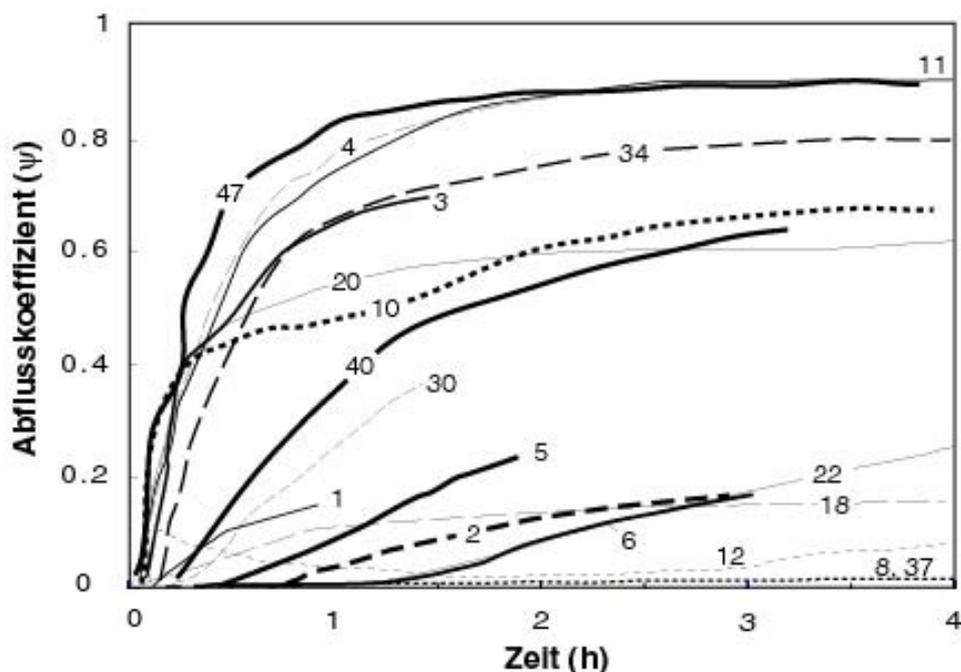


Abb. 5.2: Die Abflussreaktionen von 18 Hangstandorte von 60 m<sup>2</sup> Fläche auf intensive künstliche Niederschläge (55 – 100 mm/h). Die Zahlen beziehen sich auf die Beregnungsversuchs-Nr. Der Abflusskoeffizient beschreibt den Anteil des abfließenden Niederschlags (Summe des Abflusses / Summe des Niederschlags).

Während auf dem Standort 22 erst nach mehr als ca. 100 mm Niederschlag erster Oberflächenabfluss entstand (SOF3), floss beim Standort 40 bereits nach etwa 15 mm erster Abfluss im Boden ab (SSF2). Dieser Standort wies eine leicht verzögerte Abflussbildung auf. Standort 22 trägt bei Starkniederschlägen kaum zum Abfluss bei. Wenn solch unterschiedlich auf Niederschläge reagierende Flächen im Einzugsgebiet erkannt werden, lässt sich die Grösse der Hochwasser besser abschätzen.

### 5.5.2 Abflussprozesse und Abflusstypen

Die Kriterien für die Kartierung der Abflussprozesse sind in Tab. 5.3 aufgeführt. Die Abflussprozesse im Einzugsgebiet werden wesentlich von der Beschaffenheit der Böden beeinflusst. Das Ausgangsmaterial ist weitgehend Sandstein. Die darauf sich entwickelnden Böden weisen meist eine gute bis sogar übermässige Durchlässigkeit auf. Da die Gründigkeit der Böden gross ist und der darunter liegende Sandstein ebenfalls sehr durchlässig ist, ist das Speichervermögen bei vielen Teilflächen im Gebiet gross. Die Abflussbildung ist da stark bis sehr stark verzögert.

Allerdings entwässern diese Böden in die von schmalen Nagelfluhbänken und schmalen Mergelschichten unterbrochenen Sandsteinformationen. Letztere Stauschichten zwingen das Wasser lateral zu fliessen und es tritt mit starker Verzögerung an Quellen aus (z.B. Howald) oder es führt zur Vernässung bachnaher Bereiche wie z.B. entlang des oberen Ruessgrabens. Diese vernässten Gebiete haben eine hohe Abflussbereitschaft und führen auch dazu, dass steile Bachflanken instabil sind und Rutschungen ausgelöst werden.

Auf den tiefgründigen, hochdurchlässigen Böden über Sandstein dominieren Abflussprozesse, die erst nach ergiebigeren Niederschläge auftreten. Wo oben erwähnte Stauschichten weitgehend fehlen, gelangt das Niederschlagswasser als Tiefensickerung (DP) erst nach sehr grosser Verzögerung in die Bäche. In den flacheren bewaldeten Hängen tritt sehr stark verzögerter Abfluss im Boden auf (SSF4), in den steileren Gebieten verzögerter Abfluss im Boden (SSF2). Auf vernässten und leicht vernässten Hangflächen entsteht im Wald rascher Abfluss im Boden (SSF1) oder auf Landwirtschaftsland sofortiger oder leicht verzögerter Oberflächenabfluss (SOF1 und SOF2).

Auf den Landwirtschaftsflächen ist stark bis sehr stark verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund langsam sich sättigender Flächen (SOF4) sehr verbreitet. Aufgrund der guten Durchlässigkeit, der Böden und der darunter liegenden Geologie dürfte Tiefensickerung räumlich recht verbreitet auftreten. In den drainierten Gebieten dürfte das Wasser als verzögerter Abfluss im Boden abfliessen (SSF3).

Auf dichtem bebautem Siedlungsgebiet (Gettnau, Teile von Alberswil) und auf Flächen der Ziegelei und des Kiesabbaus treten Infiltrationshemmnisse auf, was zu raschem oder leicht verzögertem Oberflächenfluss (HOF1 und HOF2) führt.

Die Prozesse, welche einen ähnlich starken Beitrag zur Entstehung von Hochwasser leisten, wurden zu sog. Abflusstypen zusammengefasst und kartiert (Abb. 5.3). Dabei wurden die physiogeographischen Gegebenheiten im Gebiet (Geologie, Relief, Böden, Vegetation, Nutzung) berücksichtigt. Insgesamt wurden 5 verschiedene Abflusstypen unterschieden.

Im Einzugsgebiet des Mülkanals gehören 11.8 % den Abflusstypen 1 und 2 an, 27.6 % dem Abflusstypen 3 und 60.6 % den Abflusstypen 4 und 5. Dies bedeutet, dass ein Grossteil des Einzugsgebietes kaum oder nur schwach an der Hochwasserentstehung teilnimmt. Trotzdem reichen die Abflusstypen 1, 2 und 3 beim Ruessgraben aus, um bei kurzen Starkregenereignissen grosse Hochwasser zu erzeugen.

### 5.5.3 Abflussreaktionskurven

Auf der Grundlage der Beregnungsversuche (Scherrer, 1997) wurde jedem der fünf Abflusstypen im Einzugsgebiet des Mülibaches eine Abflussreaktionskurve zugeordnet. Diese Kurven beschreiben den Anteil des abfliessenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagsmenge und sind in der Abb. 5.4 dargestellt. Es sind die momentanen Abflusskoeffizienten ( $Q/N$ ) und die Volumenabflusskoeffizienten ( $\Sigma Q/\Sigma N$ ) dargestellt. Beim Abflusstyp 1 sind nach 50 mm Niederschlag 50% abgeflossen, beim Abflusstyp 2 25%, beim Abflusstyp 3 10% während bei Abflusstyp 4 noch kaum Abfluss gebildet wurde.

Tabelle 5.3: Dominante Abflussprozesse mit den entsprechenden Gebietseigenschaften und Abflusstypen im EZG des Mülibachs.

Abflusstyp	Dominante Abflussprozesse	Massgebende Gebietseigenschaften	Fläche im EZG [km <sup>2</sup> ]	%-Anteil am EZG
1	Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshindernissen (HOF1) Sofortiger gesättigter Oberflächenabfluss (SOF1)	Befestigte Flächen (Plätze, grössere Strassen) und schwach durchlässige Böden mit Gefälle, verrutschte Gerinneflanken	0.13	1.6
		Feuchtfelder mit Gefälle		
2	Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshindernissen (HOF2) Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sich langsam sättigender Flächen (SOF2) Rascher Abfluss im Boden (SSF1)	Befestigte Flächen (Plätze, grössere Strassen) mit geringem Gefälle Schwach durchlässige Böden mit geringem Gefälle	0.78	10.2
		Vernässte Böden		
		Flachgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen über Sandsteinfels mit grossem Gefälle		
3	Verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF3) Verzögerter Abfluss im Boden (SSF2)	Mässig tiefgründige Böden mit guter Durchlässigkeit	2.11	27.6
		Mässig flachgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen über Sandsteinfels		
4	Sehr stark verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF4) Stark verzögerter verzögerter Abfluss im Boden (SSF3)	Tiefgründige Böden mit guter Durchlässigkeit	3.56	46.5
		Tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen über Sandsteinfels Sehr flache drainierte Gebiete		
5	Tiefensickerung (DP) Sehr stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF4)	Tiefgründige gut durchlässige Böden	1.08	14.1
		Flachgründige, gut durchlässige Böden auf durchlässiger Geologie (Schotter, Sandstein)		
Total			7.65	100%

**Legende**

- Abflusstyp 1: rasch und stark beitragend
- Abflusstyp 2: leicht verzögert beitragend
- Abflusstyp 3: verzögert beitragend
- Abflusstyp 4: stark verzögert beitragend
- Abflusstyp 5: sehr stark verzögert beitragend



Abb. 5.3: Flächen ähnlicher Abflussbereitschaft (Abflusstypen) im Einzugsgebiet des Mülibachs.

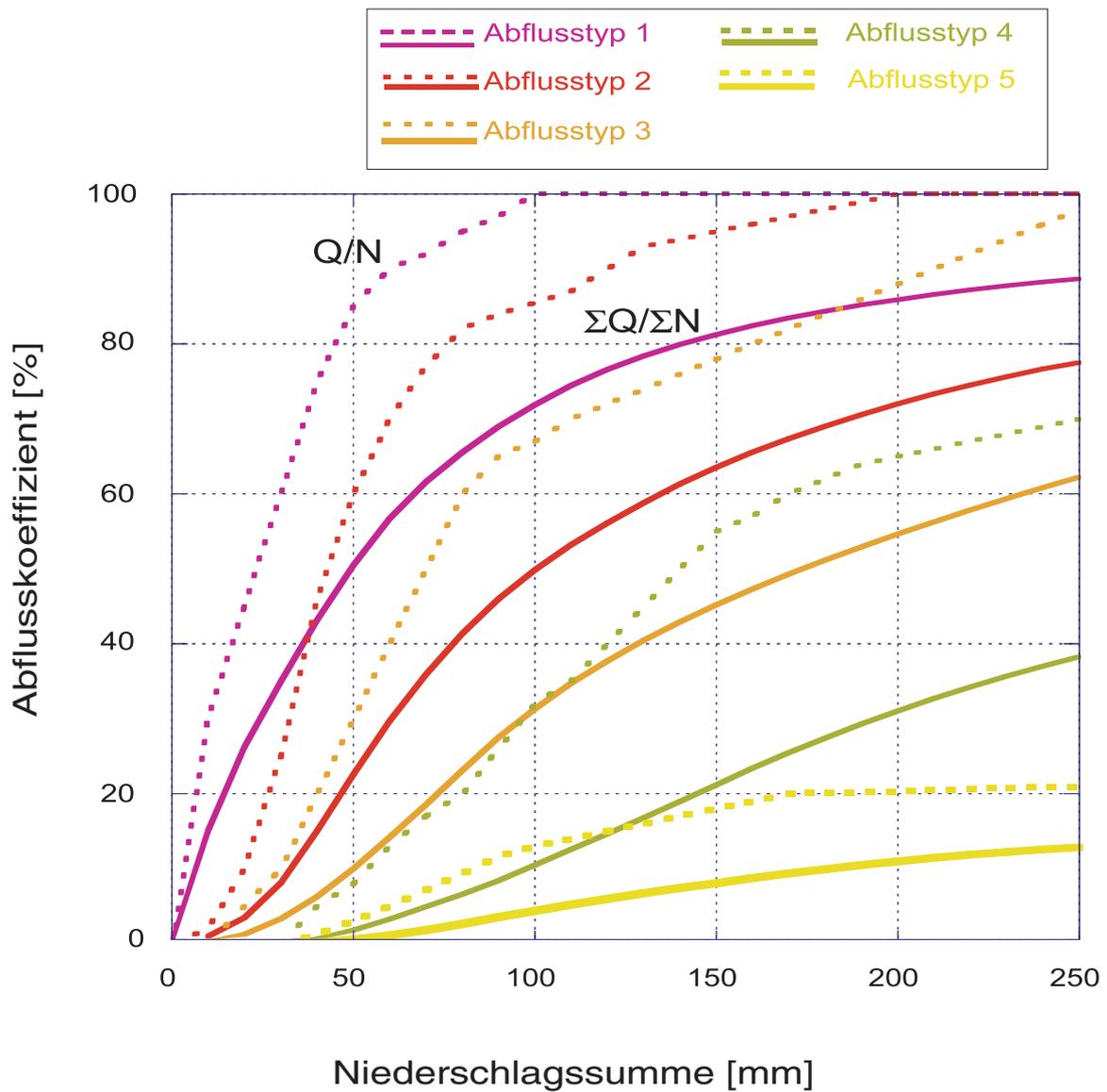


Abb. 5.4: Die Abflussreaktionskurven der Abflusstypen 1 - 5. Sie definieren den Anteil des abfließenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagssumme. Eingezeichnet ist der Spitzenabflusskoeffizient ( $Q/N$ , strichliert) und der Volumenabflusskoeffizient ( $\Sigma Q/\Sigma N$  ausgezogene Linie).

## 6 Abflussberechnungen

### 6.1 Einleitung

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

### 6.2 Grundlagen und Aufbau des Modells QAREA

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

Zusammenfassend die wichtigsten Grundlagen und Eigenschaften des Modells QAREA:

- Das NAM basiert auf der Klassifizierung der **Abflussbereitschaft** der Teileinzugsgebietsflächen (Abflusstypen, Abb. 6.1b) und den dazugehörigen Abflussreaktionen (Abflussreaktionskurven, Abb. 6.1c, Kap. 5).
- Die **Laufzeiten** bis zum Teileinzugsgebietsausgang (Isochronen) und die Laufzeiten in den Gerinnen wurden berücksichtigt (Abb. 6.1d).
- **Niederschläge:** Zur Simulation von Landregen aber auch kurzen Gewitterniederschlägen kann das Gebiet gleichmässig überregnet werden oder auch nur Teile davon (Abb. 6.1e).

Ein Schema des eingesetzten Modells ist in Anhang 1 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.

Die Abflüsse des Mülibach und seiner Zuflüsse sind teilweise durch Röhren und Hochwasserentlastungen begrenzt. Diese Gegebenheiten wurden bei der Modellierung berücksichtigt, in dem der Abfluss bei den Bemessungspunkten entsprechend den Kapazitätsangaben im Kap. 3.2 gedrosselt wurde.

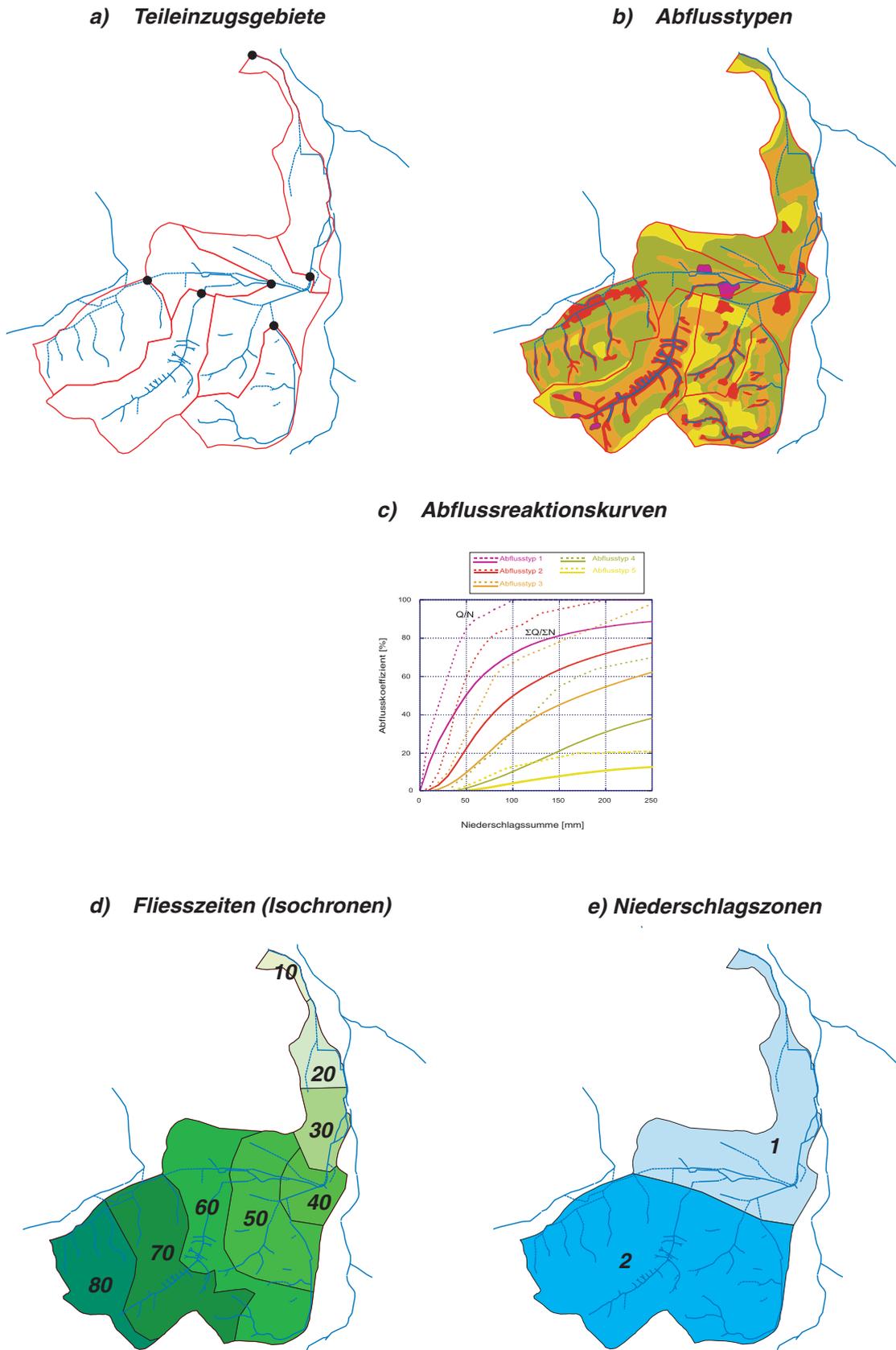


Abb. 6.1: Die Grundlagen des Niederschlag-Abfluss-Modells QAREA  
 a) Die Teileinzugsgebiete mit den Berechnungspunkten,  
 b) die Abflusstypen,  
 c) die Abflussreaktionskurven,  
 d) die Fließzeiten in Minuten (Isochronen),  
 e) die Niederschlagszonen.

### 6.3 Verifizierung des Modells

Da im Einzugsgebiet keine Abflussmessungen vorliegen, lassen sich die Parameter eines NAM auch nicht kalibrieren (Vergleich berechnete Abflussganglinie mit gemessener Ganglinie). Aufgrund rekonstruierter/abgeschätzter Hochwasserabflüsse lässt sich bei ausreichenden Datengrundlagen das NAM grob verifizieren.

Das grosse Hochwasser vom 16. Juni 1988 des Ruessgraben lässt sich nicht nachrechnen, da zeitlich hochaufgelöste Niederschlagsmessungen im Einzugsgebiet fehlen und auch keine Niederschlagsradarbilder verfügbar sind. Die nächstgelegene Niederschlagsstation der MeteoSchweiz liegt in Wauwil (bis 1975 Wauwilermoos) und misst nur Tageswerte (Abb. 1.1). Die nächstgelegene Niederschlagsstation des Kantons Luzern Willisau-Widenhof (Abb. 1.1) misst zeitlich hochaufgelöst seit 1991. Das einzige grössere Hochwasser, welches nachgerechnet werden kann ereignete sich am 25./26. Dezember 1995 am Mülibach:

Die Informationen zum Weihnachtshochwasser 1995 sind vage (vgl. Kap. 4.2). Der Mülibach und der Ruessgraben stiessen damals im Bereich der Ziegelei Gettnau vermutlich an die Kapazitätsgrenze, ohne nennenswerte Schäden an Häusern oder Infrastruktur zu verursachen. Bekannt ist lediglich, dass in den Feldern bei der Ziegelei kleinere und grössere Senken eingestaut waren.

Abbildung 6.2 zeigt die mit dem NAM gerechneten Abflüsse des Mülibachs (bei den Berechnungspunkten 3 und 5) und des Ruessgrabens (BP 2). Die gerechneten Abflussspitzen erreichen teilweise die ermittelten Kapazitätsgrenzen an den Engstellen (Abb. 3.1). Im Vergleich zu den dokumentierten Beobachtungen sind diese Resultate plausibel.

### 6.4 Niederschlags-Szenarien

Niederschläge haben eine zeitliche (Dauer und Intensität des Niederschlags) und einer räumliche Verteilung (Überregnung des Gebiets). Bei langandauernden Niederschlagsereignissen (> 4 h Dauer) wurde angenommen, dass das ganze 7.7 km<sup>2</sup> grosse Einzugsgebiet gleichmässig überregnet wird.

Die Zentren von Konvektionszellen, in denen die Niederschlagsmaxima von kurzen Starkniederschlägen ( $\leq 4$  h Dauer) fallen, sind auf wenige km<sup>2</sup> begrenzt. Daher wurde das Einzugsgebiet in eine nördliche und eine südliche Niederschlagszone aufgeteilt (Abb. 6.1e). Für die Niederschläge mit einer Dauer von vier Stunden oder weniger wurden zwei Szenarien angenommen:

- Szenario Süd: Das südliche Niederschlagsgebiet wird voll überregnet, das nördliche wird nur zu 50% (d.h. mit halbierten Niederschlagsintensitäten) überregnet.
- Szenario Nord: Das nördliche Niederschlagsgebiet wird voll überregnet, das südliche wird nur zu 50% (d.h. mit halbierten Niederschlagsintensitäten) überregnet.

Die Niederschlagsintensitäten für die Abflussberechnungen stammen aus Zeller et al. (1978). Es wurden die Werte der Stationskombination (der Stadt) Luzern verwendet. Bei kurzen Niederschlägen bis 4 h Dauer wurde eine zeitliche Dreiecksverteilung angenommen mit der Niederschlagsspitze nach einem Drittel der Niederschlagsdauer. Für die 12 h und 24 h Niederschläge wurde eine gleichmässige zeitliche Verteilung (Blockregen) angenommen. Tab. 6.1 zeigt die für die Modellrechnungen verwendeten Werte:

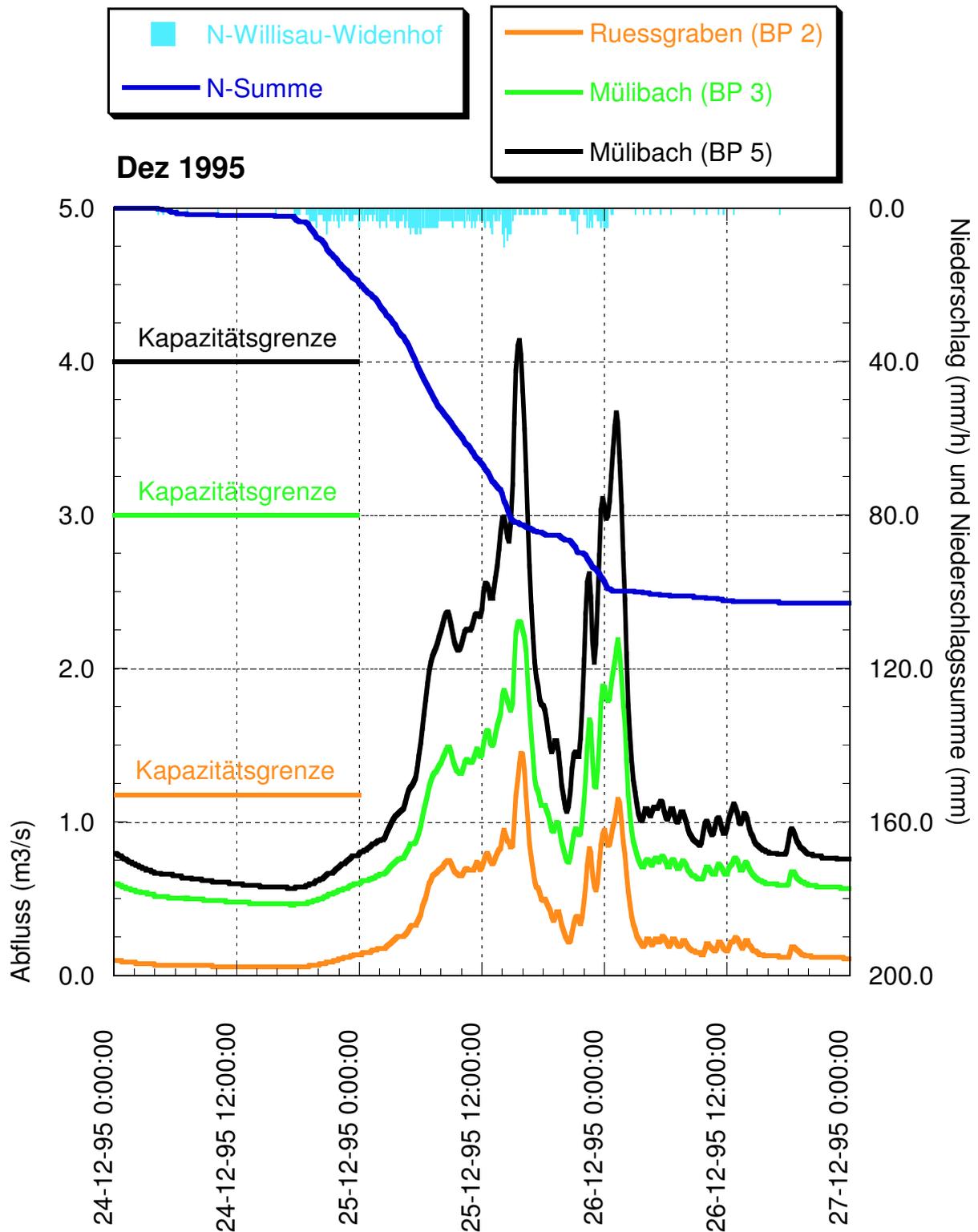


Abb. 6.2: Niederschlagsverlauf und die mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell QArea gerechneten Abflüsse des Mülibachs (bei den Berechnungspunkten 3 und 5) und des Ruessgrabens beim Berechnungspunkt 2) vom 24. bis 26. Dez. 1995. Die für die jeweiligen Abschnitte massgebenden Kapazitätsgrenzen werden zum Teil erreicht.

Tab. 6.1: Die für die Modellrechnungen verwendeten Niederschlagswerte.

Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlagsdauer [h]	Wiederkehrperiode [Jahre]	Zeitliche Verteilung des Niederschlags	Niederschlagsmenge [mm]	Max. Niederschlagsintensität [mm/h]
0.5h10j_dreieck	0.5	10	Dreieck	31	93
1h10j_dreieck	1	10	Dreieck	37	65
1.5h10j_dreieck	1.5	10	Dreieck	41	50
2h10j_dreieck	2	10	Dreieck	44	41
4h10j_dreieck	4	10	Dreieck	56	27
12h10j_block	12	10	Blockregen	66	5.5
24h10j_block	24	10	Blockregen	77	3.2
0.5h30j_dreieck	0.5	30	Dreieck	40	120
1h30j_dreieck	1	30	Dreieck	46	81
1.5h30j_dreieck	1.5	30	Dreieck	51	62
2h30j_dreieck	2	30	Dreieck	54	51
4h30j_dreieck	4	30	Dreieck	64	31
12h30j_block	12	30	Blockregen	81	6.8
24h30j_block	24	30	Blockregen	94	3.9
0.5h100j_dreieck	0.5	100	Dreieck	50	150
1h100j_dreieck	1	100	Dreieck	60	105
1.5h100j_dreieck	1.5	100	Dreieck	66	81
2h100j_dreieck	2	100	Dreieck	68	64
4h100j_dreieck	4	100	Dreieck	80	39
12h100j_block	12	100	Blockregen	98	8.2
24h100j_block	24	100	Blockregen	114	4.8
0.5h300j_dreieck	0.5	300	Dreieck	55	165
1h300j_dreieck	1	300	Dreieck	68	119
1.5h300j_dreieck	1.5	300	Dreieck	75	92
2h300j_dreieck	2	300	Dreieck	78	73
4h300j_dreieck	4	300	Dreieck	90	44
12h300j_block	12	300	Blockregen	110	9.2
24h300j_block	24	300	Blockregen	122	5.1

## 6.5 Ausbauszenario

Im Kap. 3.2 wurde dargelegt, dass Hochwasserabflüsse in den Seitenbächen, durch die Hochlage des Mülibachs einerseits und den zahlreichen unterirdisch verlaufenden Abschnitten der Seitenbäche andererseits, nur teilweise in den Mülibach gelangen können. Es bestehen Pläne, den Ruessgraben zwischen dem Bauernhof Oberstalden und der Ziegelei durchgehend auf eine Gerinnekapazität von ca. 6 m<sup>3</sup>/s (Beat Meier AG, undatiert) auszubauen. Damit würde sich die Hochwassersituation für den Mülibach grundlegend ändern.

Um die Auswirkungen eines verbesserten Zuflusses in den Mülibach abschätzen zu können, wurde neben dem Ist-Zustand auch ein Ausbauszenario gerechnet, welches neben dem geplanten Ausbau des Ruessgrabens auf 6 m<sup>3</sup>/s auch eine Kapazitätserweiterung des Staldenbachs (zusammen mit dem Drainagezufluss aus dem Bläsifeld) auf 4 m<sup>3</sup>/s vorsieht.

## 6.6 Abflussberechnungen

Tabelle 6.2 zeigt die Resultate der Modellrechnungen für den Ist-Zustand. Die Abflüsse des Mülibachs bei BP 1, 3, 5 und 6 und des Sottikergrabens (BP 4) widerspiegeln die im Kap. 3.2 dargelegten Abflussbegrenzungen durch Röhren und Hochwasserentlastungen. Die Berechnungen zeigen, dass beim Ruessgraben (BP 2) Niederschläge von 1 bis 4 Stunden Dauer massgebend sind, während beim Mülibach an den BP 3 und 4 Niederschläge von 12 Stunden Dauer die grössten Abflussspitzen erzeugen. Bei den kurzen Starkniederschlägen ( $\leq 4$  h Dauer) erzeugt (mit Ausnahme des Mülibachs beim BP 6) das Niederschlagsszenario Süd die grösseren Abflüsse als das Niederschlagsszenario Nord.

Tab. 6.2: Die Resultate der Berechnungen mit dem NAM QAREA für den Ist-Zustand

Wiederkehrperiode [Jahre]	Bezeichnung des Niederschlags	massgebendes Niederschlagsszenario	Abflussspitzen [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] bei den Berechnungspunkten					
			Mülibach: BP 1	Ruessgraben: BP 2	Mülibach: BP 3	Sottikergraben: BP 4	Mülibach: BP 5	Mülibach: BP 6
10	0.5h10j_dreieck	Süd	0.6	1.1	1.8	0.5	2.5	1.8
	1h10j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	1.3	2.0	0.6	2.9	1.9
	1.5h10j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	1.4	2.0	0.7	3.1	1.9
	2h10j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	1.4	2.0	0.7	3.2	1.9
	4h10j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	<b>1.6</b>	2.0	<b>0.8</b>	<b>3.4</b>	<b>2.0</b>
	12h10j_block	gleichmässig	0.6	1.1	<b>2.1</b>	0.6	<b>3.4</b>	1.9
	24h10j_block	gleichmässig	0.6	0.8	1.7	0.4	2.7	1.9
30	0.5h30j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	2.1	2.1	0.9	3.6	2.0
	1h30j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	2.2	2.1	0.9	3.7	<b>2.1</b>
	1.5h30j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	<b>2.4</b>	2.1	0.9	3.8	<b>2.1</b>
	2h30j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	2.3	2.1	0.9	3.8	<b>2.1</b>
	4h30j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	2.2	2.1	0.9	3.8	<b>2.1</b>
	12h30j_block	gleichmässig	0.6	1.6	<b>2.4</b>	0.8	<b>4.4</b>	2.0
	24h30j_block	gleichmässig	0.6	1.1	2.1	0.6	3.6	2.0
100	0.5h100j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	3.9	2.2	0.9	4.4	2.3
	1h100j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	<b>4.4</b>	2.2	0.9	4.7	<b>2.5</b>
	1.5h100j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	<b>4.4</b>	2.2	0.9	4.7	<b>2.5</b>
	2h100j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	4.0	2.2	0.9	4.6	2.4
	4h100j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	3.6	2.2	0.9	4.5	2.4
	12h100j_block	gleichmässig	0.6	2.1	<b>2.6</b>	0.8	<b>5.2</b>	2.2
	24h100j_block	gleichmässig	0.6	1.4	2.4	0.8	4.3	2.0
300	0.5h300j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	4.8	2.3	0.9	4.7	2.5
	1h300j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	5.8	2.4	0.9	5.0	<b>2.8</b>
	1.5h300j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	<b>5.9</b>	2.4	0.9	5.0	<b>2.8</b>
	2h300j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	5.4	2.3	0.9	4.9	2.7
	4h300j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	4.6	2.3	0.9	4.9	2.6
	12h300j_block	gleichmässig	0.6	2.5	<b>2.8</b>	0.9	<b>5.4</b>	2.3
	24h300j_block	gleichmässig	0.6	1.6	2.4	0.9	4.6	2.1

Tabelle 6.3 zeigt die Resultate für das Ausbauszenario: Die Hochwasserabflüsse des Ruessgrabens und des Staldenbachs gelangen ungehindert in den Mülibach und erhöhen dessen Abflussspitzen bei den BP 3 und 5 z.T. massiv.

Tab. 6.2: Die Resultate der Berechnungen mit dem NAM Q<sub>AREA</sub> für das Ausbauszenario

Wiederkehrperiode [Jahre]	Bezeichnung des Niederschlags	massgebendes Niederschlags-szenario	Abflussspitzen [m <sup>3</sup> /s] bei den Berechnungspunkten					
			Müli-bach: BP 1	Ruess-graben: BP 2	Müli-bach: BP 3	Sottikergraben: BP 4	Müli-bach: BP 5	Müli-bach: BP 6
10	0.5h10j_dreieck	Süd	0.6	1.1	1.8	0.5	2.5	1.8
	1h10j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	1.3	2.0	0.6	3.0	1.9
	1.5h10j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	1.4	2.1	0.7	3.3	1.9
	2h10j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	1.4	2.2	0.7	3.4	1.9
	4h10j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	<b>1.6</b>	<b>2.4</b>	<b>0.8</b>	<b>3.8</b>	<b>2.0</b>
	12h10j_block	gleichmässig	0.6	1.1	2.1	0.6	3.4	1.9
	24h10j_block	gleichmässig	0.6	0.8	1.7	0.4	2.7	1.9
30	0.5h30j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	2.1	2.9	0.9	4.4	2.0
	1h30j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	2.2	3.1	0.9	4.6	<b>2.1</b>
	1.5h30j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	<b>2.4</b>	<b>3.2</b>	0.9	<b>4.9</b>	<b>2.1</b>
	2h30j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	2.3	<b>3.2</b>	0.9	<b>4.9</b>	<b>2.1</b>
	4h30j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	2.2	3.1	0.9	4.8	<b>2.1</b>
	12h30j_block	gleichmässig	0.6	1.6	2.7	0.8	4.7	2.0
	24h30j_block	gleichmässig	0.6	1.1	2.1	0.6	3.6	2.0
100	0.5h100j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	3.9	4.8	0.9	6.7	2.3
	1h100j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	<b>4.4</b>	5.3	0.9	7.5	<b>2.5</b>
	1.5h100j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	<b>4.4</b>	<b>5.4</b>	0.9	<b>7.7</b>	<b>2.5</b>
	2h100j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	4.0	5.0	0.9	7.3	2.4
	4h100j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	3.6	4.6	0.9	6.8	2.4
	12h100j_block	gleichmässig	0.6	2.1	3.5	0.8	6.1	2.2
	24h100j_block	gleichmässig	0.6	1.4	2.6	0.8	4.5	2.0
300	0.5h300j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	4.8	5.8	0.9	7.9	2.5
	1h300j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	5.8	6.9	0.9	9.5	<b>2.8</b>
	1.5h300j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	<b>5.9</b>	<b>7.0</b>	0.9	<b>9.9</b>	<b>2.8</b>
	2h300j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	5.4	6.6	0.9	9.4	2.7
	4h300j_dreieck	Süd (Nord)	0.6	4.6	5.7	0.9	8.4	2.6
	12h300j_block	gleichmässig	0.6	2.5	4.1	0.9	7.0	2.3
	24h300j_block	gleichmässig	0.6	1.6	2.8	0.9	5.0	2.1

## 7 Hergeleitete Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit

### 7.1 Einleitung

Anhand von Frequenzdiagrammen werden die Erkenntnisse aus den historischen Hochwasser und die Resultate der Modellrechnungen zueinander in Beziehung gesetzt, um die massgebenden Hochwassermengen für die BP 2, 3 und 5 festzulegen. Dies liefert ein Gesamtbild, was eine grössere Verlässlichkeit verspricht. Bei den BP 1, 4 und 6 erübrigt sich das Erstellen von Frequenzdiagrammen, weil deren Abflüsse sehr stark durch Hochwasserentlastungen und die Abflusskapazität von Röhren begrenzt werden.

### 7.2 Ruessgraben (BP 2)

Die Erkundung der **historischen Hochwasser** hat ergeben, dass das Hochwasser vom 16. Juni 1988 mit einer Abflussspitze von 4 – 7 m<sup>3</sup>/s das grösste oder zweitgrösste Ereignis der letzten 70 Jahre war (Abb. 7.1). Ihm wurde eine Wiederkehrperiode von 35 – 70 Jahren zugeordnet. Entsprechend wurden das Hochwasser 1963 mit einem vermuteten Abfluss zwischen 2 und 7 m<sup>3</sup>/s als grösstes bis drittgrösstes Ereignis, das Hochwasser 1975 als zweit- oder drittgrösstes Ereignis, das Hochwasser 1978 als viertgrösstes und das Hochwasser 1986 als fünftgrösstes Ereignis eingeordnet.

Die **Modellrechnungen** ergeben tiefere Werte. Die Gründe dafür sind unklar. Eine mögliche Erklärung wäre die verwendete Starkniederschlagsstatistik von Luzern (vgl. Kap. 6.4), welche vielleicht tiefere Werte angibt, als die tatsächlichen im Einzugsgebiet auftretenden Starkniederschläge.

Aufgrund des verhältnismässig grossen Schadenpotentials im Gebiet Grossstalden schlagen wir vor, zur Festlegung der massgebenden Hochwasserabflüsse an die obere Grenze des ermittelten Unsicherheitsbereiches (grüne Linie) zu gehen.

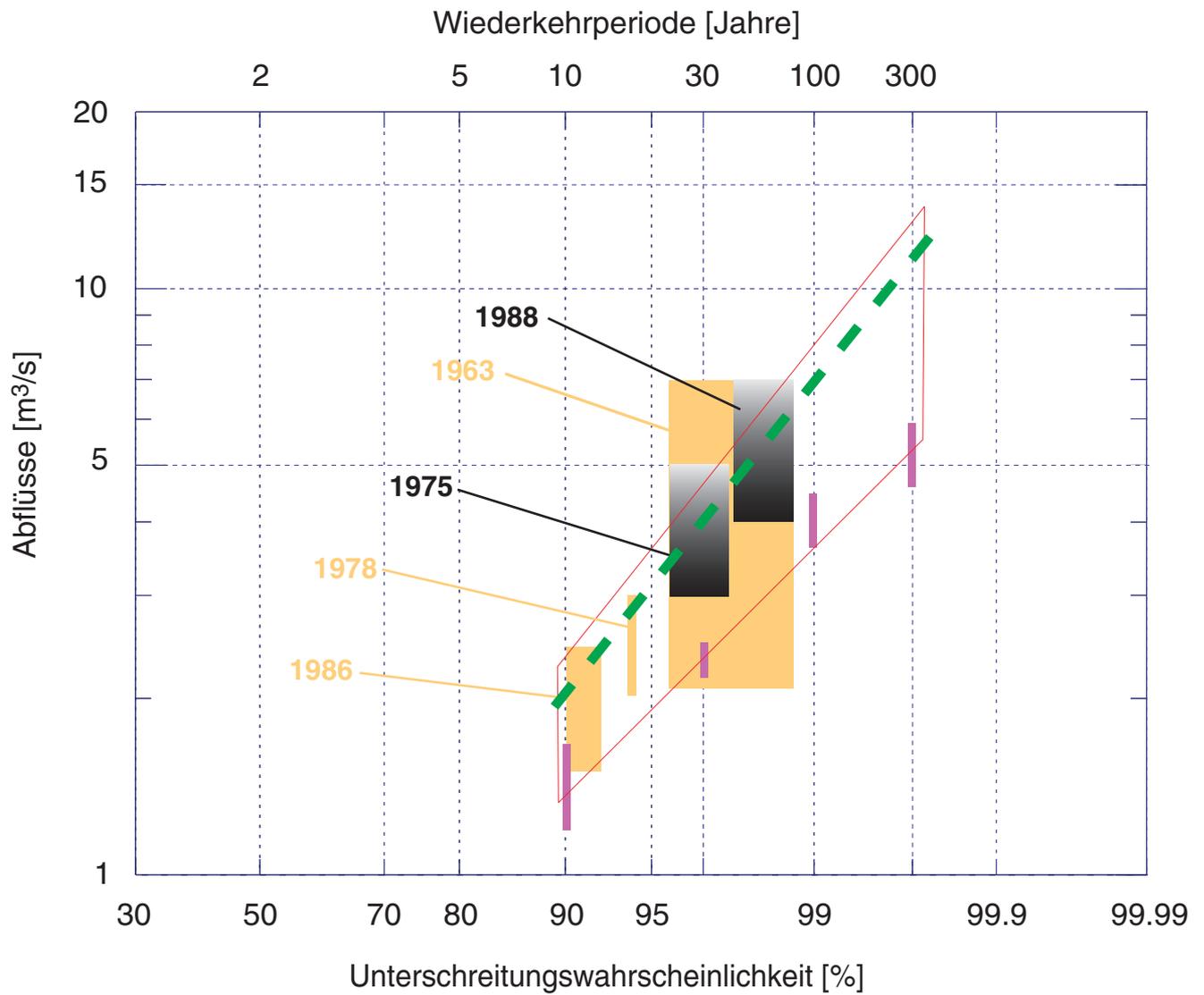


Abb. 7.1: Frequenzdiagramm des Ruessgrabens bei der Unterquerung der Bahnlinie (BP 2). Eingezeichnet sind die historischen Hochwasser (graue und gelbe Rechtecke) und die Resultate der Modellrechnungen (violett). Die rote Linie markiert den Unsicherheitsbereich und die grüne, strichlierte Linie die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

### 7.3 Mülibach unterhalb Einmündung Ruessgraben (BP 3)

#### 7.3.1 Ist-Zustand

Die Werte der **Modellrechnungen** für den **Ist-Zustand** ergeben im Frequenzdiagramm (Abb. 7.2, grün) eine flache Kurve, da die Hochwasser der seitlichen Zuflüsse nur teilweise in den Mülibach gelangen können (Kap. 3.2). Aus der Erkundung der **historischen Hochwasser** konnten keine Abflüsse abgeschätzt werden. Das mit dem Modell nachgerechnete Hochwasser vom 25./26. Dezember 1995 (Kap. 4.2 + 6.3) ist schwarz eingetragen. Die strichlierte Linie markiert den wahrscheinlichen Bereich für die Hochwasser bestimmter Jährlichkeit.

#### 7.3.2 Ausbauszenario

Beim Ausbauszenario gelangen die Hochwasser des Ruessgrabens bis zur Ausbaupkapazität von 6 m<sup>3</sup>/s ungehindert in den Mülibach. Beim Ruessgraben wurde unter Berücksichtigung der historischen Hochwasser höhere massgebende Hochwasserabflüsse als die Modellresultate festgelegt. Aus Kontinuitätsgründen wurden deshalb bei den Modellresultaten am Mülibach die höheren Ruessgrabenabflüsse (bis zur Ausbaupkapazität von 6 m<sup>3</sup>/s) hinzugefügt (Tab. 7.1). Die erhöhten Werte der **Modellrechnungen** für das **Ausbauszenario** sind im Frequenzdiagramm (Abb. 7.2) rosa dargestellt.

Tab. 7.1: *Erhöhung der Modellresultate unter Berücksichtigung der Ausbaupkapazität und der historischen Hochwasser des Ruessgrabens*

	<b>HQ10</b> [m <sup>3</sup> /s]	<b>HQ30</b> [m <sup>3</sup> /s]	<b>HQ100</b> [m <sup>3</sup> /s]	<b>HQ300</b> [m <sup>3</sup> /s]
Modellrechnungen Mülibach BP 3 (vgl. Tab. 6.2)	1.7 – 2.4	2.1 – 3.2	2.6 – 5.4	2.8 – 7.0
Erhöhung unter Berücksichtigung der historischen Hochwasser und der Ausbaupkapazität des Ruessgrabens	0.9	2.1	1.6	0.1
Erhöhte Modellrechnungen Mülibach BP 3	1.7 – 3.3	2.1 – 5.3	2.6 – 7.0	2.8 – 7.1

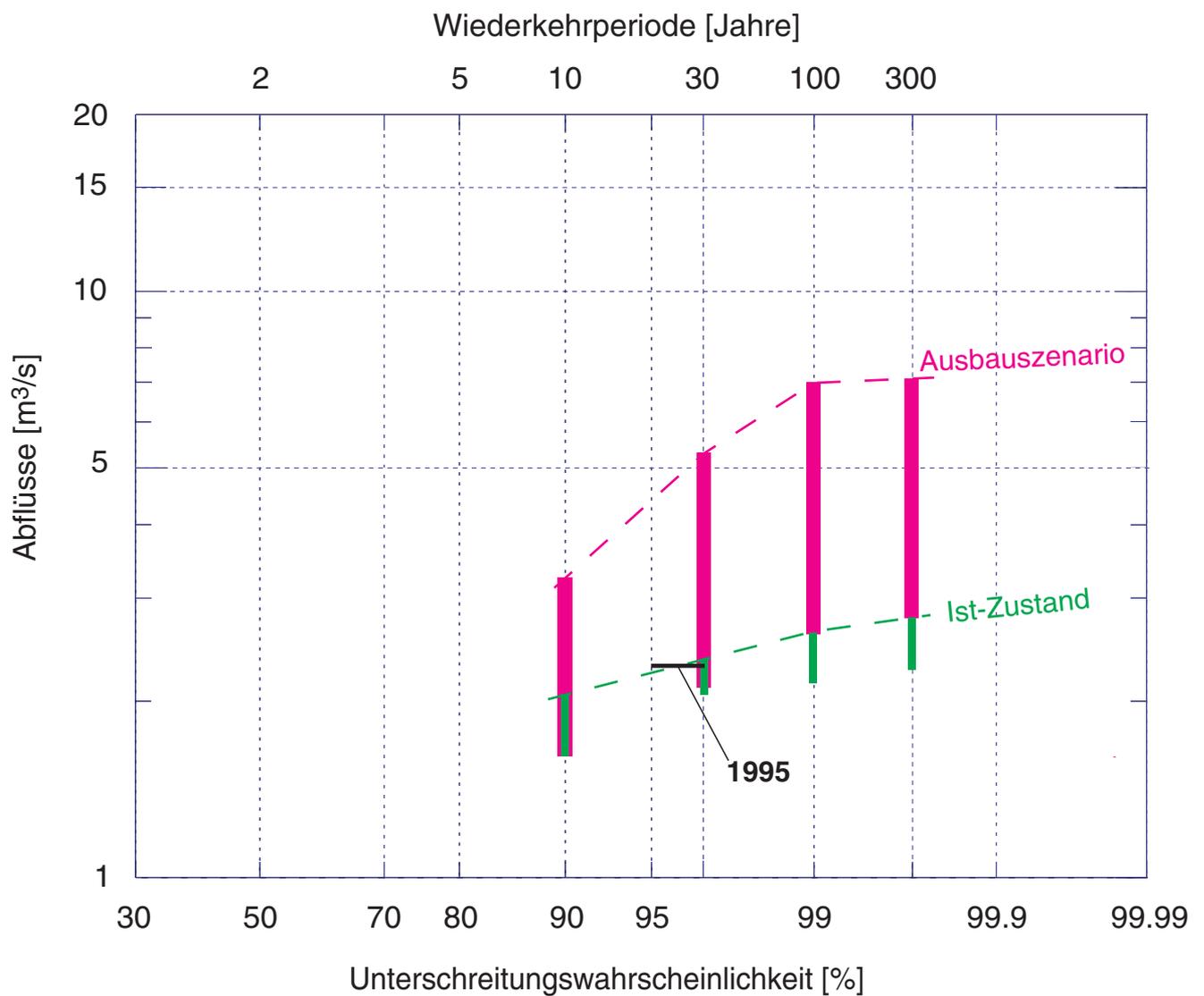


Abb. 7.2: Frequenzdiagramm des Mühlebachs unterhalb der Einmündung des Ruessgrabens (BP 3). Eingetragen sind die Resultate der Modellrechnungen für den Ist-Zustand (grün) und bei einem Ausbau des Ruessgraben-Gerinnes auf ca.  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  (rosa). Das mit dem Modell nachgerechnete Hochwasser vom 25./26. Dezember 1995 ist schwarz eingetragen. Die strichlierten Linien markieren den wahrscheinlichen Bereich für die Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

## 7.4 Mülibach unterhalb der Mühle Burgrain (BP 5)

### 7.4.1 Ist-Zustand

Ein analoges Bild wie beim BP 3 ergibt sich beim BP 5:

Die Werte der **Modellrechnungen** für den **Ist-Zustand** ergeben im Frequenzdiagramm (Abb. 7.3, grün) eine flache Kurve, da die Hochwasser der seitlichen Zuflüsse nur teilweise in den Mülibach gelangen können (Kap. 3.2). Aus der Erkundung der **historischen Hochwasser** konnten keine Abflüsse abgeschätzt werden. Das mit dem Modell nachgerechnete Hochwasser vom 25./26. Dezember 1995 (Kap. 4.2 + 6.3) ist schwarz eingetragen. Die strichlierte Linie markiert den wahrscheinlichen Bereich für die Hochwasser bestimmter Jährlichkeit.

### 7.4.2 Ausbauszenario

Aus Kontinuitätsgründen wurden (analog zu Kap. 7.3.2) bei den Modellresultaten am Mülibach die höheren Ruessgrabenabflüsse (bis zur Ausbaupkapazität von 6 m<sup>3</sup>/s) hinzugefügt (Tab. 7.2). Die erhöhten Werte der **Modellrechnungen** für das **Ausbauszenario** sind im Frequenzdiagramm (Abb. 7.3) rosa dargestellt.

Tab. 7.2: Erhöhung der Modellresultate unter Berücksichtigung der Ausbaupkapazität und der historischen Hochwasser des Ruessgrabens

	HQ10 [m <sup>3</sup> /s]	HQ30 [m <sup>3</sup> /s]	HQ100 [m <sup>3</sup> /s]	HQ300 [m <sup>3</sup> /s]
Modellrechnungen Mülibach BP 5 (vgl. Tab. 6.2)	2.5 – 3.8	3.6 – 4.9	4.5 – 7.7	5.0 – 9.9
Erhöhung unter Berücksichtigung der historischen Hochwasser und der Ausbaupkapazität des Ruessgrabens	0.9	2.1	1.6	0.1
Erhöhte Modellrechnungen Mülibach BP 5	2.5 – 4.7	3.6 – 7.0	4.5 – 9.3	5.0 – 10

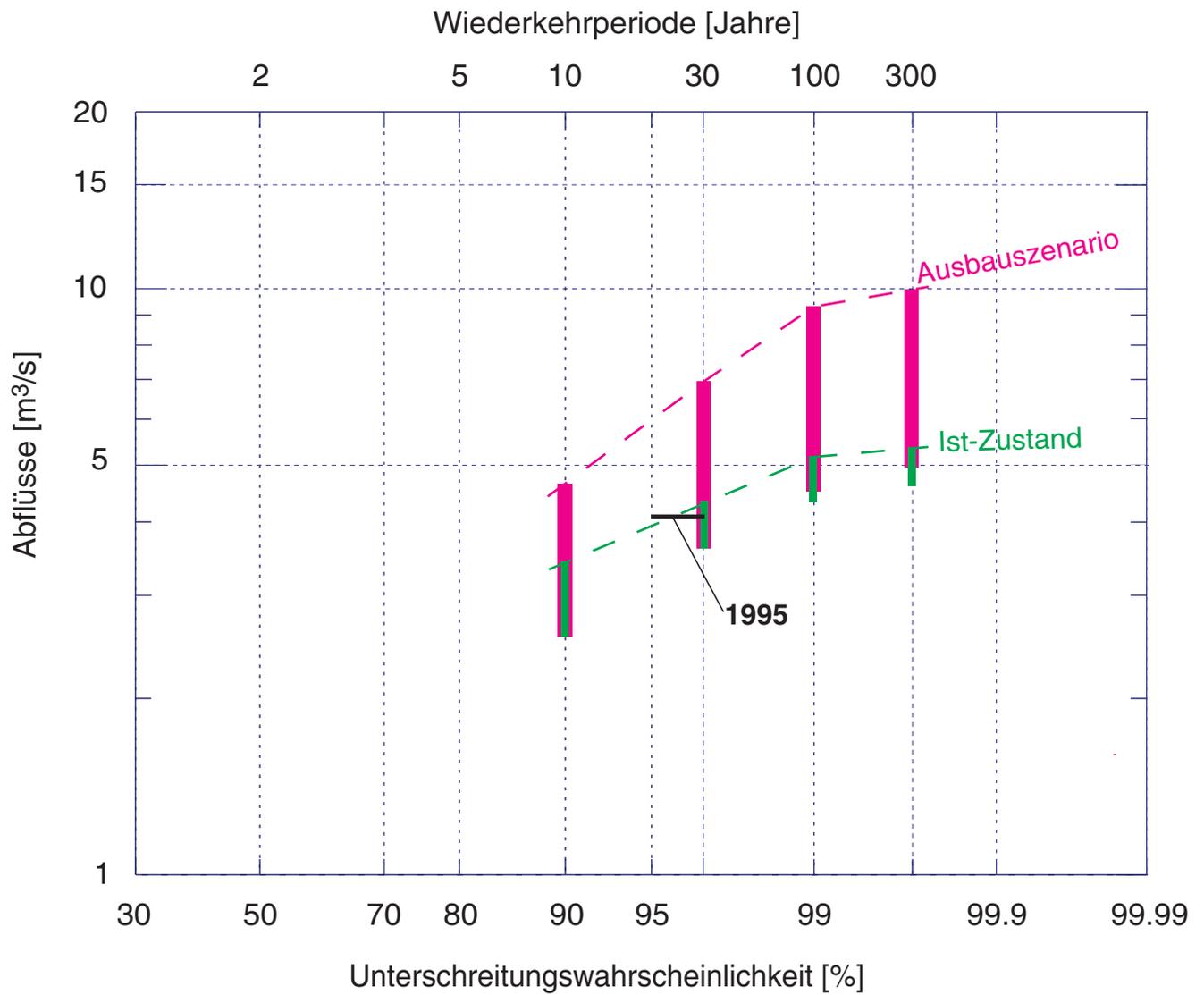


Abb. 7.3: Frequenzdiagramm des Mühlebachs unterhalb der Mühle Burgrain (BP 5). Eingetragen sind die Resultate der Modellrechnungen für den Ist-Zustand (grün) und bei einem Ausbau des Ruessgraben-Gerinnes auf ca.  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  und des Staldenbach-Gerinnes auf ca.  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  (rosa). Das mit dem Modell nachgerechnete Hochwasser vom 25./26. Dezember 1995 ist schwarz eingetragen. Die strichlierten Linien markieren den wahrscheinlichen Bereich für die Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit.

## 7.5 Hochwasserabflüsse

Anhand der Erkundung der historischen Hochwasser und der Modellrechnungen können für die verschiedenen BP Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit festgelegt und den Gerinneabschnitten zugeordnet werden (Tab. 7.2 + 7.3):

Tab. 7.2: Die aus den verschiedenen BP den Gerinneabschnitten des Mülibachs und Ruessgraben zugeordneten Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit für den **Ist-Zustand**

BP	zugeordneter Gerinneabschnitt	HQ10 [m <sup>3</sup> /s]	HQ30 [m <sup>3</sup> /s]	HQ100 [m <sup>3</sup> /s]	HQ300 [m <sup>3</sup> /s]
1	Mülibach: BP 1 – BP 3	ca. 0.6	ca. 0.6	ca. 0.6	ca. 0.6
2	Ruessgraben: Oberstalden – BP 3	2.0 – 2.5	4.0 – 4.5	7 – 8	12 – 13
3	Mülibach: BP 3 – BP 5	1.9 – 2.1	2.2 – 2.4	2.4 – 2.6	2.6 – 2.8
5	Mülibach: BP 5 – Entlastungen in Wigger	3.1 – 3.4	4.0 – 4.4	4.7 – 5.2	4.9 – 5.4
6	Mülibach: Entlastungen in Wigger – BP 6	1.9 – 2.0	2.0 – 2.1	2.4 – 2.5	2.7 – 2.8

Tab. 7.3: Die aus den verschiedenen BP den Gerinneabschnitten des Mülibachs und Ruessgraben zugeordneten Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit für das **Ausbauszenario**

BP	zugeordneter Gerinneabschnitt	HQ10 [m <sup>3</sup> /s]	HQ30 [m <sup>3</sup> /s]	HQ100 [m <sup>3</sup> /s]	HQ300 [m <sup>3</sup> /s]
1	Mülibach: BP 1 – BP 3	ca. 0.6	ca. 0.6	ca. 0.6	ca. 0.6
2	Ruessgraben: Oberstalden – BP 3	2.0 – 2.5	4.0 – 4.5	7 – 8	12 – 13
3	Mülibach: BP 3 – BP 5	3.0 – 3.3	4.8 – 5.3	6.5 – 7.0	6.6 – 7.1
5	Mülibach: BP 5 – Entlastungen in Wigger	4.3 – 4.7	6.5 – 7.0	9.0 – 9.5	9.5 – 10
6	Mülibach: Entlastungen in Wigger – BP 6	1.9 – 2.0	2.0 – 2.1	2.4 – 2.5	2.7 – 2.8

## 8 Schutzziele und Systemverhalten bei Hochwasser

Die Schutzziele werden unter Berücksichtigung des Schadenpotentials festgelegt. Der früher übliche generelle Ausbau auf ein Jahrhunderthochwasser (HQ<sub>100</sub>) hat keine allgemeine Gültigkeit mehr. Bei sehr hohen Sachwerten empfiehlt es sich, den Schutzgrad höher anzusetzen; bei landwirtschaftlich genutzten Flächen ist der Schutzgrad in der Regel zu reduzieren (BWW 1995). Die Festlegung der Schutzziele ist ein Entscheid von grosser technischer, finanzieller und politischer Tragweite. Die im folgenden angegebenen Schutzziele sind als Vorschläge zu verstehen.

Anhand der festgelegten Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit (Kap. 7.5) und den bestehenden Gerinnekapazitäten (Kap. 3.2, Abb. 3.1) lässt sich die Eintretenswahrscheinlichkeit ermitteln, bei welcher ein Gerinneabschnitt an den massgebenden Engstellen durch Hochwasser überlastet wird. In der Tabelle 8.1 werden diese Überlastungswahrscheinlichkeiten den (für den betreffenden Gerinneabschnitt) vorgeschlagenen Schutzzielen für den Ist-Zustand gegenübergestellt. Ist die vorgeschlagene Jährlichkeit des Schutzziels höher als die Überlastungswahrscheinlichkeit, besteht ein Schutzdefizit. Tabelle 8.2 zeigt die gleichen Überlegungen für das Ausbauszenario:

Tab. 8.1: Hochwasserschutz-Defizite am Mülibach und Ruessgraben, **Ist-Zustand**

Abschnitt	Gerinne-Kapazitäten Ist-Zustand		Schutzziel [Jährlichkeit]	Schutzdefizit vorhanden ?
	[m <sup>3</sup> /s]	Überlastungs- wahrscheinlich- keit [Jährlichkeit]		
Mülibach: BP 1 – BP 3 offenes Feld Gewerbegebiet Strasse Gettnau - Alberswil	0.9 0.9 0.9	keine keine keine	5 – 10 50 – 100 50 – 100	Nein, durch Entlastung in Luthern und Hochlage des Mülibachs können nicht mehr als 0.6 m <sup>3</sup> /s im Mülibach fliessen
Ruessgraben: Oberstalden – BP 3 Hof Oberstalden – Hof Grossstalden Bahn / Strasse Gettnau – Willisau offenes Feld Ziegeleiareal	1.5 1.2 1.5 ?	5 – 10 5 – 10 5 – 10 ?	50 – 100 50 – 100 5 – 10 50 – 100	Ja Ja Nein Ja, Röhre eingekiest, Kapazität nicht bestimmbar.
Mülibach: BP 3 – BP 5 offenes Feld	3.0	> 300	5 – 10	Nein
Mülibach: BP 5 – Entlastungen in Wigger Strasse Gettnau – Alberswil offenes Feld Siedlungsgebiet Alberswil	10.0 4.3 4.0	> 300 20 – 30 20 – 30	50 – 100 5 – 10 50 – 100	Nein Nein Ja
Mülibach: Entlastungen in Wigger – BP 6 offenes Feld Gewerbegebiet Schötz	2.7 2.7	300 300	5 – 10 50 – 100	Nein Nein

Tab. 8.2: Hochwasserschutz-Defizite am Mülibach und Ruessgraben, **Ausbauszenario**

Abschnitt	Gerinne-Kapazitäten Ausbauszenario		Schutzziel [Jährlichkeit]	Schutzdefizit
	[m <sup>3</sup> /s]	Überlastungs- wahrscheinlich- keit [Jährlichkeit]		
Mülibach: BP 1 – BP 3 offenes Feld Gewerbegebiet Strasse Gettnau - Alberswil	0.9 0.9 0.9	keine keine keine	5 – 10 50 – 100 50 – 100	Nein, durch Entlastung in Luthern und Hochlage des Mülibachs können nicht mehr als 0.6 m <sup>3</sup> /s im Mülibach fliessen
Ruessgraben: Oberstalden – BP 3 Hof Oberstalden – Hof Grossstalden Bahn / Strasse Gettnau – Willisau offenes Feld Ziegeleiareal	12.0 6.0 6.0 6.0	300 50 – 100 50 – 100 50 – 100	50 – 100 50 – 100 5 – 10 50 – 100	Nein Nein Nein Nein
Mülibach: BP 3 – BP 5 offenes Feld	3.0	5 – 10	5 – 10	Nein
Mülibach: BP 5 – Entlastungen in Wigger Strasse Gettnau – Alberswil offenes Feld Siedlungsgebiet Alberswil	10.0 4.3 4.0	300 5 – 10 5 – 10	50 – 100 5 – 10 50 – 100	Nein Nein Ja
Mülibach: Entlastungen in Wigger – BP 6 offenes Feld Gewerbegebiet Schötz	2.7 2.7	300 300	5 – 10 50 – 100	Nein Nein

Am Ruessgraben und beim Mülibach im Siedlungsgebiet von Alberswil bestehen Hochwasserschutz-Defizite. Durch den Damm oberhalb der Bauernhofs Oberstalden, welcher zu grosse Hochwasserabflüsse ins offene Feld westlich des Bauernhofs entlastet, wurde das Schutzdefizit am Ruessgraben wesentlich entschärft. Das bestehende Ausbauprojekt (Beat Meier AG, undatiert) hebt die Schutzdefizite am Ruessgraben auf, verschärft aber hingegen das Schutzdefizit beim Mülibach im Siedlungsgebiet von Alberswil.

## 9 Niederwasserabfluss

### 9.1 Einleitung

Der jahreszeitliche Gang der Wasserführung spielt für die Gewässerökologie und die Wasserkraftnutzung im Mülibach eine wichtige Rolle. Im Zusammenhang mit der Neukonzessionierung der Kraftwerke und der Umwandlung des Mülibachs in ein öffentliches Gewässer steht auch die nach der Entnahmestelle verbleibende Restwassermenge in der Luthern zur Debatte. Es stellt sich die Frage, wie gross der Anteil der aus dem Einzugsgebiet des Mülibachs zufließende Wassermenge am Gesamtabfluss des Mülibachs bei Niederwasserverhältnissen ist.

### 9.2 Messung

Während der Sommermonate 2003 wurden an drei Terminen jeweils in Trockenwetterphasen an sechs verschiedenen Stellen die wichtigsten Zuflüsse zum Mülibach ermittelt (Abb. 9.1). Weil die Messstellen durchwegs verrohrte Gerinneabschnitte waren, konnten die Abflussmengen zuverlässig mit Normalabflussberechnungen aus der Messung von Wasserstandshöhe, Wasserspiegelbreite und Gefälle bestimmt werden. Die Messgenauigkeit variiert dabei im Bereich von  $\pm 10$  und  $\pm 20$  % der bestimmten Abflussmenge.

Der "Rekordsommer 2003" ermöglichte es, die Abflussmessungen bei extremen Niederwasserverhältnissen durchzuführen. Abb. 9.2 zeigt zur Veranschaulichung dieser Trockenwetterperiode die Niederschlags-Tageswerte der Station Wauwil (MeteoSchweiz) und die Abflussmessungen an der Luthern beim Pegel Nebikon (BWG, 2003): Gemäss der Dauerkurve der 15-jährigen Messreihe beim Pegel Nebikon liegt das Q347 (Abfluss, welcher im Mittel an 347 Tagen überschritten, resp. an 18 Tagen unterschritten wird) bei  $0.46 \text{ m}^3/\text{s}$  (BWG, 2002). Dieser Wert wurde in den Monaten Juni bis an August an mehr als 50 Tagen unterschritten. Die Niederschlagssummen (Tab. 9.1) an der Station Wauwil lagen z.T. deutlich unter dem Mittel der Jahre 1961 – 1990 (MeteoSchweiz):

Tab. 9.1: Niederschlagssummen der Station Wauwil im Sommer 2003 und ihr Verhältnis zur Norm

	Juni 2003	Juli 2003	August 2003
Niederschlagssumme (mm)	38.6	97.9	84.7
Verhältnis zur Norm der Jahre 1961 – 1990 [%]	34	98	76

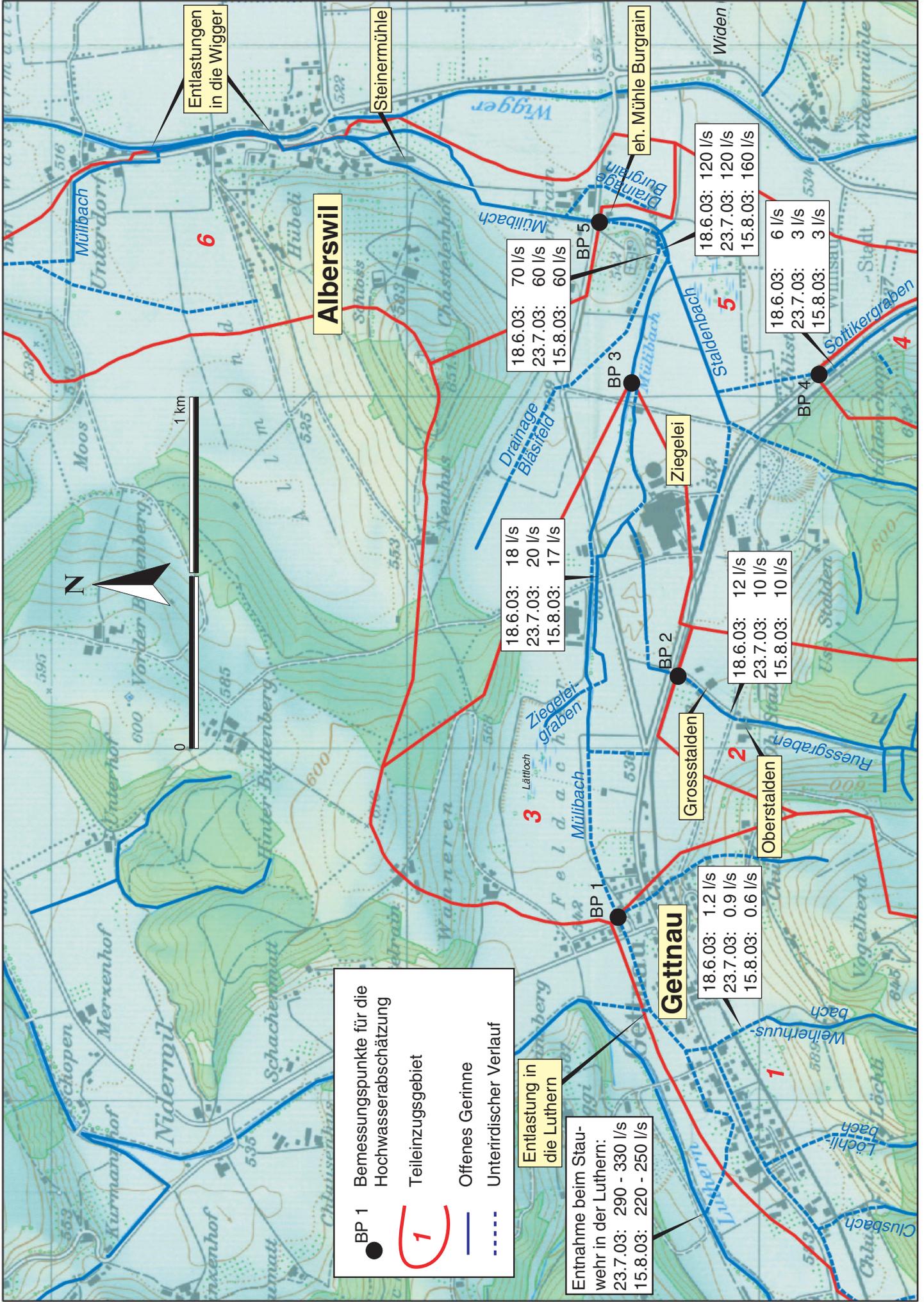


Abb. 9.1: Niederwassermessungen an den wichtigsten Zuflüssen des Mülibachs

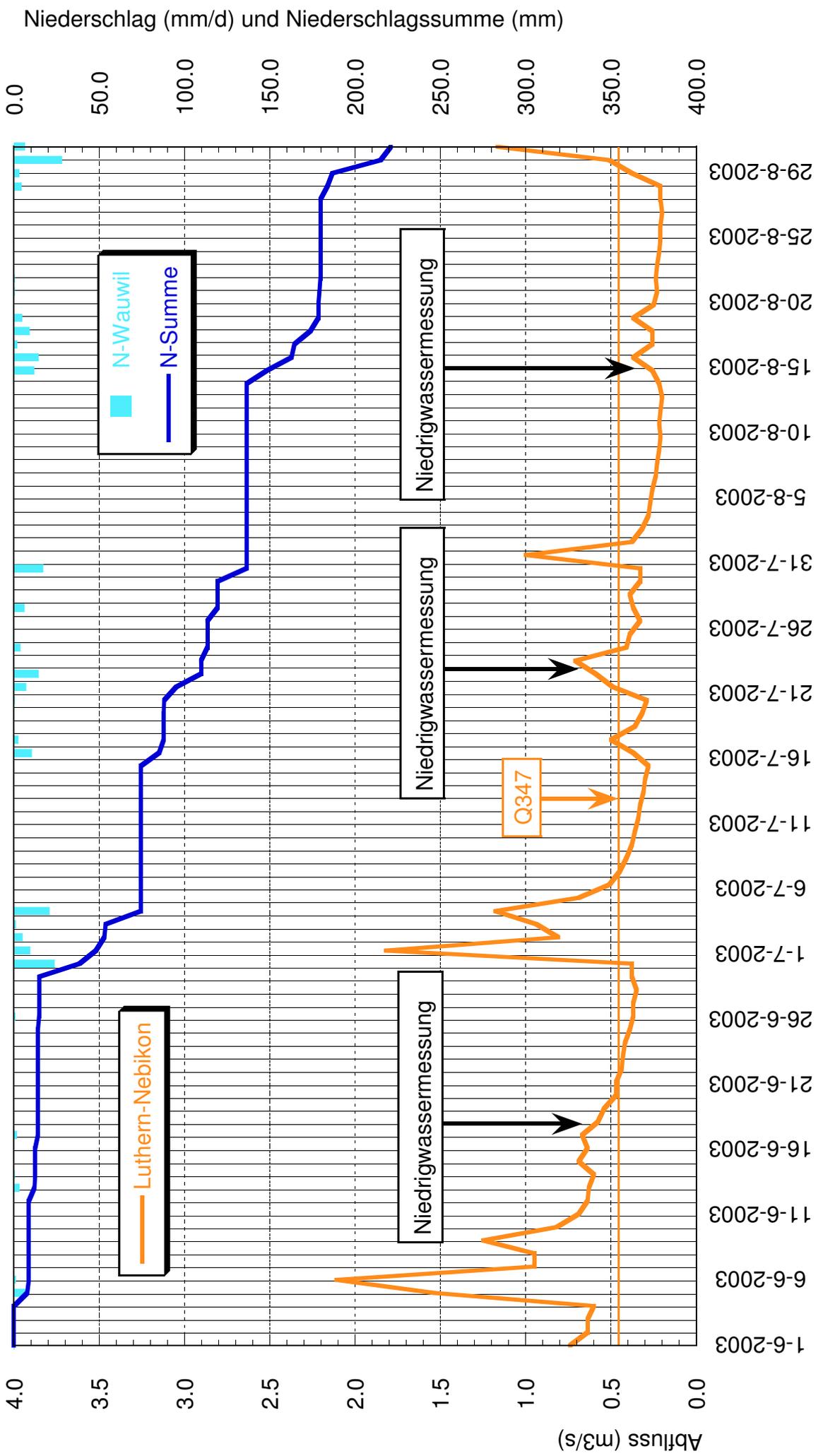


Abb. 9.2: Niederschlag der Station Wauwil und Ganglinie der Tagesmittel der Luthern im Bezug zu den Niedrigwassermessungen der wichtigsten Zuflüsse am Müllbach

### 9.3 Auswertung

Obwohl der Sommer 2003 trocken war, wurde bei den Niederwassermessungen im Verlaufe der Monate Juni bis August keine wesentliche Abnahme der Abflussmengen festgestellt (Abb. 9.1). Das Einzugsgebiet des Mülibachs mit tiefgründigen Böden und durchlässigem geologischen Untergrund aus Sandstein (vgl. Kap. 5) weist ein sehr grosses Speichervermögen aus. Dies bestätigt sich in den übereinstimmenden Aussagen der Familien Bürlí (Oberstalden) und Arnet (Grossstalden), dass der Ruessgraben selbst im "Rekordsommer 1947" nicht trocken fiel. Ein weiterer Hinweis auf das grosse Speichervermögen ist die hohe Dichte an gefassten Schicht- und Kluftquellen am Nordhang des Willbrig (Kanton Luzern, 2002)(vgl. Kap. 5.3).

Während aus den Bächen des Willbrig relativ kleine Niederwassermengen im Bereich zwischen 1 l/s (Weiherhusbach) und 10 l/s (Ruessgraben) zufließen, wurden oberhalb der ehemaligen Mühle Burgrain beim Staldenbach (120 – 160 l/s) und aus der Drainage Bläsifeld (60 – 70 l/s) grosse Zuflussmengen gemessen (Abb. 9.1). Diese Zuflüsse werden durch einen mächtigen Aquifer gespiesen, dessen Grundwasserspiegel stellenweise lediglich 1 – 2 m unter Flur liegt (Kanton Luzern, 2002)(vgl. Kap. 5.3).

Aus den Niederwassermessungen (Abb. 9.1) lässt sich das Zuflussverhalten des Mülibachs zwischen Gettnau und der ehemaligen Mühle Burgrain grob abschätzen (Tab. 9.2):

- Bis zur ehemaligen Mühle Burgrain stammt das im Mülibach abfliessende Wasser zur Hauptsache von der Entnahme aus der Luthern.
- Unterhalb der ehemaligen Mühle Burgrain fließen grosse Mengen (ca. 40% des Gesamtabflusses bei der Steinermühle) aus dem Grundwasser zu.

Dieses Bild bestätigt sich auch bei der Wassermengen-Messung der EPS AG (2002), bei welcher während eines Jahres täglich einmal der Abfluss des Mülibaches sowohl bei der ehemaligen Mühle Burgrain als auch bei der Steinermühle gemessen wurde.

Tab. 9.2: Abflussverhalten des Mülibachs zwischen Gettnau und der Steinermühle

	mittlerer Niederwasser- zufluss (l/s)	Summe Niederwasser- abfluss Mülibach		Mittelwasserabfluss 17.7.2001 – 16.7.2002 (EPS, 2002)	
		(l/s)	(%)	(l/s)	(%)
Entnahme Luthern	220 - 330	220 - 330	47 - 57		
Bäche südlich von Gettnau, hochgerechnet vom Weiherhusbach	10				
Ruessgraben	10				
Ziegeleigraben	20				
ehemalige Mühle Burgrain		260 - 370	55 - 64	420	53
Staldenbach	130				
Drainage Bläsifeld	60				
Drainage Burgrain (nicht gemessen)	? 20 ?				
Steinermühle		470 - 580	100	800	100

## 10 Biologische Zustandsbeurteilung (AquaTerra)

### 10.1 Einleitung

Im vorangehenden Kapitel wurde dargelegt, dass ein bedeutender Anteil (ca. 50%) der im Mülibach abfliessenden Wassermenge aus der Luthern stammt. Im Zusammenhang mit der Neukonzessionierung der Kraftwerke stellt sich die Frage, wie sich eine Reduktion der aus der Luthern entnommenen Wassermenge auf die Gewässerökologie des Mülibachs auswirken würde und ob der Mülibach als eigenständiges Gewässer bezeichnet werden kann. Aufgrund einer Begehung durch den Biologen Claude Meier, der Firma AquaTerra wurde abschnittsweise der äussere biologische Zustand des Mülibachs, dessen Wiederbelebungspotential und die Folgen bei einer Reduktion der Wasserführung beurteilt und in der Tabelle 10.1 zusammengefasst. Ergänzt wurde diese Beurteilung durch Informationen aus Aquaplus (1999) und einer telefonischen Auskunft durch Herrn Ph. Amrein von der Fischereiverwaltung des Kantons Luzern.

### 10.2 Gesamtbeurteilung

Der Abschnitt zwischen Gettnau und der ehemaligen Mühle Burgrain weist die grösste Artenvielfalt und die beste Wasserqualität auf. Hier ist auch das Wiederbelebungspotential am grössten. Die unterhalb liegenden Abschnitte sind sowohl von der Artenvielfalt als auch betreffend der Wasserqualität stärker beeinträchtigt. Eine Reduktion der Wasserführung im Mülibach durch eine kleinere Entnahmemenge aus der Luthern würde den wertvollsten oberen Abschnitt am stärksten betreffen, weil die grossen seitlichen Zuflüsse erst unterhalb der eh. Mühle Burgrain in den Mülibach münden (vgl. Kap. 9). Eine Reduktion der Entnahmemenge zu Gunsten des Ökosystems Luthern wirkt sich daher nachteilig auf das Ökosystem des Mülibachs aus, aber je nach Abschnitt in unterschiedlichem Mass.

Tab. 10.1: *Biologische Zustandsbeurteilung des Mülibachs und Beurteilung des Wiederbelebungspotentials und der Folgen einer Red. der Wasserführung.*

Aspekt	Gettnau – ehemalige Mühle Burgrain	eh. Mühle Burgrain – Alberswil Unterdorf	Alberswil Unterdorf – Schötz
Aquatische Wirbellose	Artenzusammensetzung zeigt geringe bis mässige Belastung an; jedoch insgesamt geringe Artenvielfalt und Individuendichte. Strukturell wenig vielfältig	Etwas ähnliche Artenzusammensetzung zu erwarten, Spektrum jedoch mehr in Richtung der nährstofftoleranten Arten verschoben	Stark kanalisiert, im Waldabschnitt Artenvielfalt grösser als im Offenland vor Schötz. Nährstofftolerante Arten. Strukturell wenig vielfältig
Fauna	Indikatorarten mit Hinweis auf eine relative Naturnähe: Wasseramsel, Gartenbaumläufer, Sumpfrohrsänger, Girlitz, Bachforelle.	Keine Indikatorarten festgestellt	Keine Indikatorarten festgestellt.
Flora, Vegetation	teilweise bestockte Ufer und natürliche Ufervegetation mit Hochstauden. Ab der Einmündung des Ruessgrabens teilweise alte Bäume, Kopfweiden. Indikatorarten: z.B. Berle, Wasser-Ehrenpreis, Flutender Hahnenfuss, Spierstaude, Rohrglanzgras, Seggen	Schilf, Igelkolben und Hochstauden entlang Ufer, v.a. rechtsseitig. Keine Bestockung. Viel Flutender Hahnenfuss. Im Dorf eher artenarm	Mehrheitlich stark beschattet durch Waldrand, dort keine Vegetation. Im Offenland v.a. Fieberquellmoos, etwas Flutender Hahnenfuss. Schmale Böschung mit etwas vielfältigerer Vegetation. Im Waldbereich seltene Wasserpflanzen (z.B. Laichkräuter, gem. Auskunft Hr. Amrein)
Fische – Eignung als Fischgewässer (Bachforelle)	Teils bestockt, mehr Strukturvielfalt als weiter unten, aber relativ starke Strömung. Viele Jungfische, eher wenig grosse Exemplare. Habitat nicht ideal, aber gute Wasserführung auch in Trockenzeiten	Teilweise privates Fischereirecht, früher sehr hohe Erträge im Dorfbereich, seit einigen Jahren Abnahme (Sandeintrag von Makies via Staldenbach beeinträchtigt Habitat).	Alle 3 - 4 Jahre maschineller Unterhalt, Aufzuchtgewässer für Brütlinge, auch Naturverlaichung. Regelmässig grosse Exemplare im Waldbereich.
Gesamtbeurteilung	Der „naturnäheste“ der drei Abschnitte, Wasserqualität am besten	Teils naturnaher Uferbewuchs, aber weniger vielfältig als Abschnitt 1. Stark besonnt und mehr eutrophiert. Siedlungsbereich Alberswil - Unterdorf beeinträchtigt.	Bezüglich Wirbellose eher artenarm, fischereilich aber gut, auch seltene Wasserpflanzen, v.a. dank guter Wasserführung und schattiger Lage.
Wiederbelebungspotential	Relativ gross, Profil könnte etwas aufgeweitet werden (aber nicht zuviel!), teils naturnahe Umgebung bzw. extensiv genutzt. Geeignete Abschnitte v.a. zwischen Ziegelei und eh. Mühle Burgrain.	Bis Steinermühle relativ gross, da im Kulturland verlaufend. Bestockung wäre günstig. Im Siedlungsraum ist die Situation eingengt.	Gering, v. a. aus Platzgründen, Kanal verläuft am Hangfuss oder quer zum Hang, liegt teilweise höher als das umgebende Gelände, müsste also kanalisiert bleiben.
Folgen bei Reduktion der Wasserführung	Eher nachteilig, da in diesem Abschnitt wenig Zuflüsse vorhanden sind.	Grössere Wasserführung infolge seitlicher Zuflüsse dämpft Reduktionswirkung.	Kein grosser Effekt zu erwarten, da Abschnitt schon stark kanalisiert und artenarm (Wirbellose), fischereilich nicht sehr nachteilig

## 11 Zusammenfassung

Der Mülibach ist ein komplexes Bach-Kanalsystem, das oberhalb von Gettnau in der Luthern gefasst und via Alberswil und Schötz in die Wigger fliesst. Neben dem Ruessgraben münden zahlreiche andere Bäche des Willbrig in den Mülibach.

Aus Sicht des Hochwasserschutzes bereitete der Mülibach in den letzten Jahrzehnten kaum Sorgen. Durch dessen Hochlage einerseits und den zahlreichen unterirdisch verlaufenden Abschnitte der Seitenbäche andererseits, gelangen die Hochwasserabflüsse in den Seitenbächen nur teilweise in den Mülibach. Im Gegensatz zum Mülibach zog der Ruessgraben wiederholt die Bauernhöfe Ober- und Grosstalden durch Hochwasser in Mitleidenschaft.

Da die Gründigkeit der Böden gross ist und der darunter liegende Sandstein ebenfalls sehr durchlässig ist, ist die Abflussbildung bei vielen Teilflächen stark bis sehr stark verzögert. Allerdings führen stauende Mergelschichten zur Vernässung bachnaher Bereiche, welche eine hohe Abflussbereitschaft haben. Mit Modellrechnungen konnte gezeigt werden, dass beim Ruessgraben Niederschläge von 1 bis 4 Stunden Dauer und beim Mülibach Niederschläge von 12 Stunden Dauer die grössten Abflussspitzen erzeugen.

Anhand der Erkundung der historischen Hochwasser und der Modellrechnungen konnten für die Gerinneabschnitte Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit festgelegt werden (Tab. 7.2 + 7.3). Unter Berücksichtigung des Schadenpotentials konnten damit am Ruessgraben und beim Mülibach im Siedlungsgebiet von Alberswil Hochwasserschutz-Defizite festgestellt werden.

Die Niederwassermessungen zeigen folgendes Bild: Bis zur ehemaligen Mühle Burgrain stammt das im Mülibach abfliessende Wasser zur Hauptsache von der Entnahme aus der Luthern. Unterhalb der ehemaligen Mühle Burgrain fliessen grosse Mengen aus dem Grundwasser zu. Eine Reduktion der Wasserführung im Mülibach durch eine kleinere Entnahmemenge aus der Luthern würde daher den ökologisch wertvollsten oberen Mülibachabschnitt zwischen Gettnau und der ehemalige Mühle Burgrain am stärksten beeinträchtigen.

Scherrer AG

Hydrologie und Hochwasserschutz

Dr. S. Scherrer

Reinach, Februar 2004

Sachbearbeiter:

Dr. Simon Scherrer, Dipl. Geograph Uni Basel      Scherrer AG, Reinach

Roger Frauchiger, Dipl. Kult. Ing. ETH Zürich      Scherrer AG, Reinach

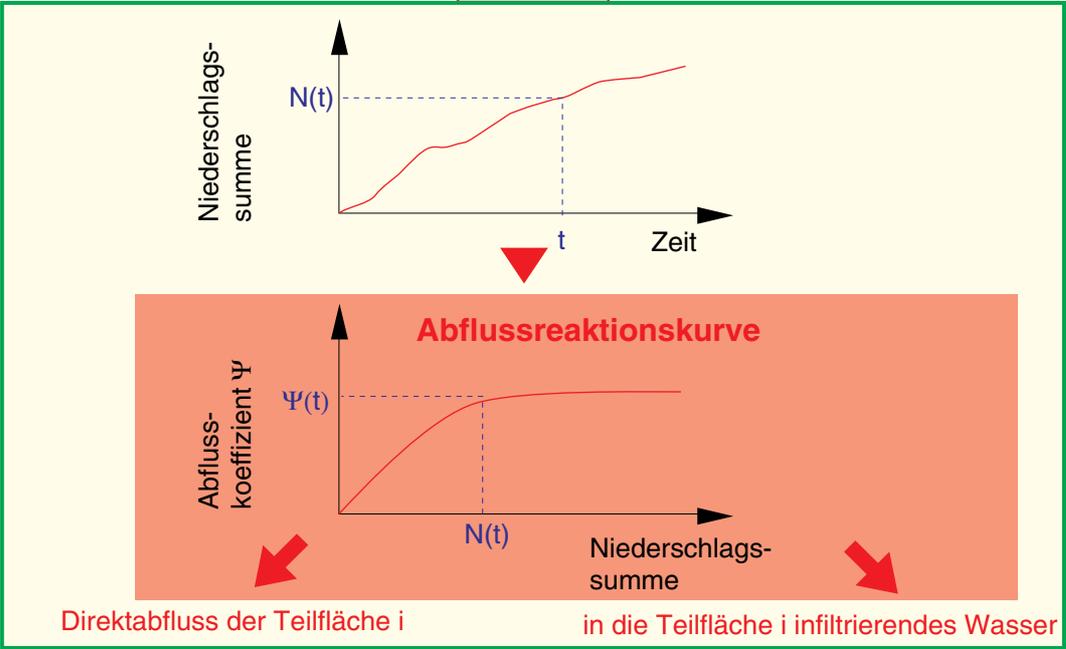
Claude Meier, Dipl. Biol. Univ. Zürich              AquaTerra, Dübendorf

Jede Teilfläche ist charakterisiert durch

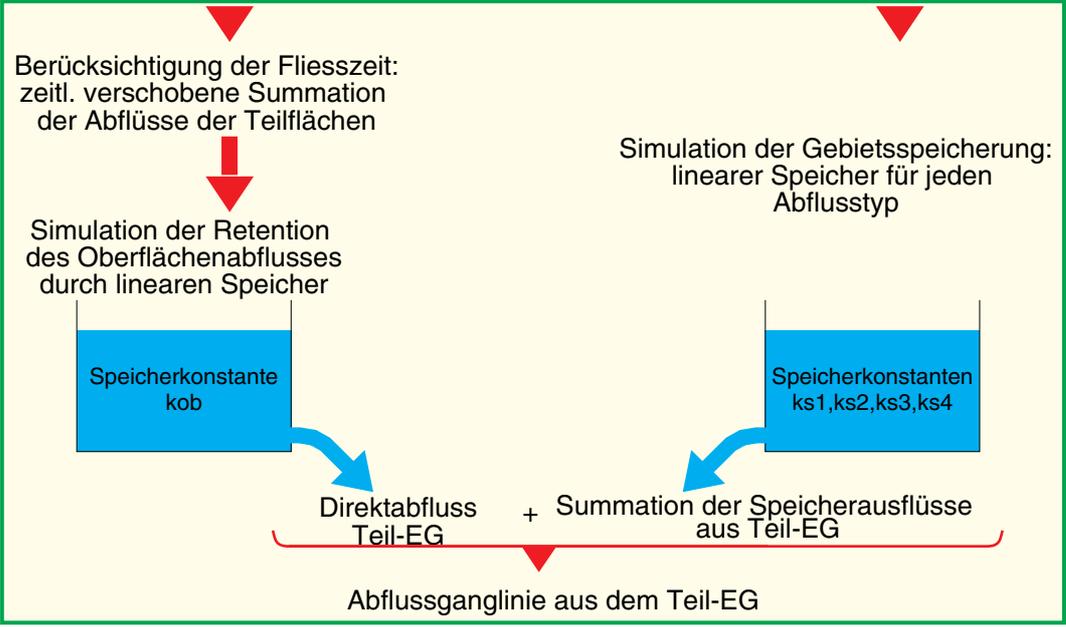
- Abflusstyp
- Niederschlagsganglinie
- Fließzeit bis zum Teil-EG-Ausfluss

dt=10 Min.

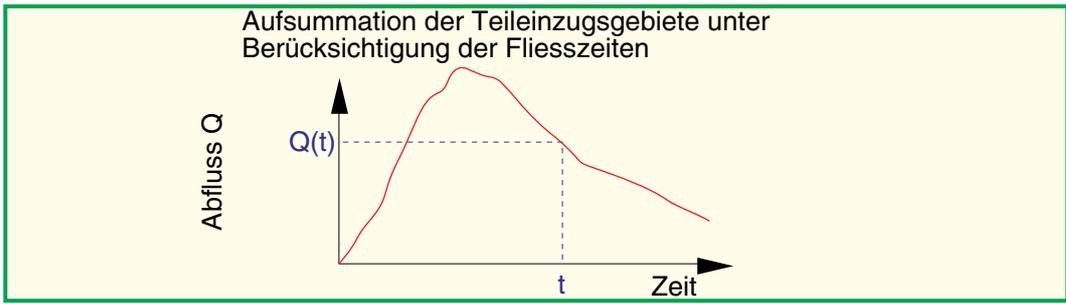
Stufe Teilfläche



Stufe Teileinzugsgebiet



Einzugsgebiet



Anhang 1: Schematischer Aufbau des Niederschlags-Abfluss-Modells QArea. Zentrales Element ist die Abflussreaktionskurve, die für jede Teilfläche die Beziehung zwischen Niederschlagssumme und Abflusskoeffizient beschreibt.